

REALISATION DE L'ETAT DE REFERENCE DE LA RESSOURCE HALIEUTIQUE DU PROJET EOLIEN EN MER DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC ET SON RACCORDEMENT

PROJET 04843838

DOCUMENT

Zone	Domaine	Phase	Nature document	Numéro
FR	EMR	Campagnes halieutiques de référence	Note	43838

REVISIONS

Version	Date	Auteurs / Vérificateur	Description
0.1	22/08/2019	YP	Version 1
0.1	28/08/2019	CH/SM	Version 1
0.2	10/09/2019	PB	Version 2
0.2	19/09/2019	YP	Version 2
0.3	07/10/2019	YP	Version 3
0.3	28/11/2019	PB	Version 3

COORDONNEES

Adresse de l'établissement	Directeur
Setec in vivo	Philippe Bornens
Immeuble Central Seine	Directeur
42 - 52 quai de la Rapée - CS 71230	Setec in vivo
75 583 Paris cedex 12	ZA la Grande Halte
FRANCE	29 940 La Forêt-Fouesnant
Tél +33 1 82 51 55 55	France

Suivi de la ressource halieutique sur la zone du projet éolien et de son raccordement – Synthèse des campagnes 2018/2019

Table des matières

1. Contexte et objectifs	8
2. Présentation du site d'étude	9
3. Compartiments étudiés et métiers associés	10
4. Dragues à coquilles Saint-Jacques	11
4.1. Matériels et Méthodes	12
4.2. Résultats	17
4.3. Discussion	21
5. Casiers à bulots	23
5.1. Matériels et méthodes	23
5.2. Résultats	28
5.3. Discussion	36
6. Chaluts canadien et franc	36
6.1. Matériels et méthodes	37
6.2. Résultats	39
6.3. Discussion	64
7. Filet à araignées	65
7.1. Matériels et méthodes	66
7.2. Résultats	68
7.3. Discussion	71
8. Bivalves à la benne Hamon	72
8.1. Matériels et méthodes	72
8.2. Résultats	73
8.3. Discussion	81
9. Références bibliographiques	83

Abréviations et définitions

CDPMEM : Comité Départemental des Pêches et des Elevages Marins.

CGS : Comité de Gestion et de Suivi.

COMOR : Série de campagnes océanographiques menées par l'IFREMER visant à évaluer le stock de coquilles Saint-Jacques en Baie de Seine.

COSB : Série de campagnes océanographiques menées par l'IFREMER visant à évaluer le stock de coquilles Saint-Jacques en Baie de Saint Brieuc.

CPUE : Capture par Unité d'effort.

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.

MW : Mégawatts

PBMA : Plus-Basses-Mers Astronomiques.

RTE : Réseau de Transport de l'Electricité.

Liste des figures

FIGURE 1 : CHAMP D'ETUDE ET GRADIENTS D'INCIDENCE (SOURCE : IBERDROLA).....	10
FIGURE 2 : CALENDRIER D'INTERVENTION ANNUEL PAR COMPARTIMENT ETUDIE.....	11
FIGURE 3 : SCHEMA D'UNE DRAGUE ANGLAISE (SOURCE : WWW.CRPBN.FR).....	12
FIGURE 4 : SCHEMA D'UNE DRAGUE CLASSIQUE (GEORGE, 2005).....	13
FIGURE 5 : MODELES D'EFFICACITE ABSOLUE DES DRAGUES CLASSIQUE (GRIS) ET ANGLAISE (ORANGE), D'APRES FIFAS ET AL. (2015).	14
FIGURE 6 : PLAN D'ECHANTILLONNAGE SUIVI POUR LES CAMPAGNES COQUILLES SAINT-JACQUES. LE SECTEUR EST SCINDE EN DEUX (LIGNE NOIRE) AVEC L'UTILISATION D'UNE DRAGUE A ROULETTE AU NORD (STATIONS RXX) ET D'UNE DRAGUE CLASSIQUE AU SUD (STATIONS CXX).....	15
FIGURE 7 : A GAUCHE, LE CONDOR V, NAVIRE DEDIE A LA DRAGUE CLASSIQUE. A DROITE, LE TIEGEZH MOR, NAVIRE DEDIE A LA DRAGUE ANGLAISE. (CREDIT PHOTO : WWW.PASSIONNAVIREDEBRETAGNE.FR).	16
FIGURE 8 : DISTRIBUTION DES CLASSES DE TAILLE DES COQUILLES SAINT-JACQUES CAPTUREES A L'AIDE D'UNE DRAGUE ANGLAISE (N=329 ; 14 STATIONS) ET D'UNE DRAGUE BRETONNE (N=1095 ;13 STATIONS).	17
FIGURE 9 : REPARTITION DES CLASSES D'AGE DANS LES CAPTURES FAITES A LA DRAGUE ANGLAISE (BLANC ; N=329) ET A LA DRAGUE CLASSIQUE (NOIR ; N=1095), TOUTES STATIONS CONFONDUES.	18
FIGURE 10 : REPRESENTATION SPATIALE DES INDICES DE DENSITE DES COQUILLES SAINT-JACQUES D'UNE HAUTEUR SUPERIEURE A 75 MM. L'INTERPOLATION EST OBTENUE PAR KRIGEAGE.	20
FIGURE 11 : LA ZONE CONCERNEE PAR LE PROJET EOLIEN EN BAIE DE SAINT-BRIEUC AVAIT ETE DECOUPEE EN CINQ STRATES DEFINIE SUIVANT LA NATURE DU FOND, LE NIVEAU D'EXPLOITATION PAR LA PECHE ET LA FUTURE EMPRISE DU PARC EOLIEN. LES STRATES 1 ET 2 ONT ETE ECHANTILLONNEES PAR UNE DRAGUE CLASSIQUE ET LES STRATES 3, 4 ET 5, PLUS AU NORD, PAR UNE DRAGUE ANGLAISE.....	21
FIGURE 12 : ILLUSTRATION D'UN CASIER A BULOTS. CHAQUE FILIERE EST COMPOSEE DE 12 CASIERS IDENTIQUES.	24
FIGURE 13 : AR GWASTER, DEDIE AUX CASIERS A BULOTS (ERQUY).....	24
FIGURE 14 : PLAN D'ECHANTILLONNAGE SUIVI POUR LES CAMPAGNES « CASIERS A BULOTS ».	25
FIGURE 15 : REPRESENTATION SYNTHETIQUE DES ECHANTILLONS CONSTITUES EN TERMES D'ABONDANCE (EN HAUT ; N.CASIER ⁻¹ .24H ⁻¹) ET DE BIOMASSE (EN BAS ; KG.CASIER ⁻¹ .24H ⁻¹) AU SEIN DES 20 STATIONS ECHANTILLONNEES EN MARS 2019 (GRIS) ET EN JUIN 2019 (NOIR). LA MEDIANE DE CHAQUE SERIE EST REPRESENTEE PAR LA HAUTEUR DE L'HISTOGRAMME. LA DISPERSION DES DONNEES EST ILLUSTRÉE PAR LES BARRES D'ERREUR LESQUELLES REPRESENTENT LA POSITION DES 1ER ET 3E QUARTILES. LE NUMERO DES STATIONS POUR LESQUELLES DES DIFFERENCES SIGNIFICATIVES ENTRE ECHANTILLONS EXISTENT, SONT ANNOTEES AVEC * (P < 0.05) OU ** (P < 0.01).	30
FIGURE 16 : REPRESENTATION SPATIALE DES INDICES DE CAPTURES PAR UNITE D'EFFORT (CPUE) EXPRIMES EN ABONDANCE (EN BAS ; N.CASIER ⁻¹ .24H ⁻¹) ET EN BIOMASSE (EN HAUT ; KG.CASIER ⁻¹ .24H ⁻¹) OBTENUS LORS DES	

CAMPAGNES DE MARS 2019 (COLONNE DE GAUCHE) ET EN JUIN 2019 (COLONNE DE DROITE). L'INTERPOLATION ENTRE LES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE EST OBTENUE PAR KRIGEAGE. 31

FIGURE 17 : A) NOMBRE D'INDIVIDUS (%) OBSERVE PAR CLASSE DE TAILLE (MM). B) LONGUEUR TOTALE (LT, EN MM) OBSERVEE EN FONCTION DE LA CLASSE D'ÂGE DES INDIVIDUS MALE (GRIS) ET DES INDIVIDUS FEMELLE (ROUGE). DONNEES EXTRAITES DES CAPTURES FAITES LORS DE LA CAMPAGNE DE MARS 2019..... 32

FIGURE 18 : REPRESENTATION SPATIALE DES FREQUENCES D'OCCURRENCE DES CLASSES D'ÂGE (%) OBSERVEES AU SEIN DES ECHANTILLONS COLLECTES. L'INTERPOLATION ENTRE LES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE EST OBTENUE PAR KRIGEAGE..... 33

FIGURE 19 : FREQUENCES DES CLASSES DE TAILLE OBSERVEES (DE 0/10mm A 88/90mm) SUR CHACUNE DES STATIONS (TRAIT NOIR). A TITRE COMPARATIF LA STRUCTURE OBSERVEE A L'ÉCHELLE DE L'AIRE D'ÉTUDE EST FIGUREE SUR CHACUN DES GRAPHIQUES (POINTILLE GRIS). L'HISTOGRAMME ACCOMPAGNANT CHAQUE GRAPHIQUE SYNTHETISE LES FREQUENCES OBSERVEES (%) AU SEIN DES CLASSES DE TAILLE]0-45 mm],]45-61 mm] ET]61-90 mm] EN INDIQUANT EGALEMENT LE SEXE RATIO (MALE/FEMELLE) OBSERVE (POINTS)..... 35

FIGURE 20 : PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DES CAMPAGNES CHALUT FRANC (STATIONS SITUEES AU SUD DE LA DELIMITATION ROUGE, FXX) ET CHALUT CANADIEN (STATIONS SITUEES AU NORD DE LA DELIMITATION ROUGE, CXX). LE SIROCCO IX NAVIRE DEDIE AU CHALUT FRANC ET LE CAP HORN..... 37

FIGURE 21 : SYNTHESE DES CAPTURES REALISEES AU CHALUT CANADIEN ET CHALUT FRANC LORS DES CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE DE SEPTEMBRE 2018 (A) ET DE FEVRIER 2019 (B). 39

FIGURE 22 : LISTE DES ESPECES DE POISSONS ET DE CEPHALOPODES OBSERVEES AU CHALUT CANADIEN (STATIONS CXX) ET CHALUT FRANC (STATION FXX) LORS DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE DE SEPTEMBRE 2018 CLASSEES PAR CATEGORIE D'OCCURRENCE. LES STATIONS SONT ORDONNEES ARBITRAIREMENT SELON UN AXE SUD/NORD. LES STATIONS SITUEES A L'INTERIEUR DU CHAMP PROCHE SONT FIGUREES EN SURBRILLANCE (F : FUSEAU DE RACCORDEMENT ; P : PARC EOLIEN). 41

FIGURE 23 : LISTE DES ESPECES DE POISSONS ET DE CEPHALOPODES OBSERVEES AU CHALUT CANADIEN (STATIONS CXX) ET CHALUT FRANC (STATION FXX) LORS DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE DE SEPTEMBRE 2018 CLASSEES PAR CATEGORIE D'OCCURRENCE. LES STATIONS SONT ORDONNEES ARBITRAIREMENT SELON UN AXE SUD/NORD. LES STATIONS SITUEES A L'INTERIEUR DU CHAMP PROCHE SONT FIGUREES EN SURBRILLANCE (F : FUSEAU DE RACCORDEMENT ; P : PARC EOLIEN). 42

FIGURE 24 : BIOMASSE (KG – NOIR) ET ABONDANCE (NOMBRE D'INDIVIDUS - ORANGE) DES ESPECES DE POISSONS ET DE CEPHALOPODES ECHANTILLONNEES EN SEPTEMBRE 2018 (COLONNE DE GAUCHE) ET EN FEVRIER 2019 (COLONNE DE DROITE) SUR L'ENSEMBLE DE L'AIRE D'ÉTUDE. LES VALEURS EXTREMES NON LISIBLES SUR CES GRAPHIQUES SONT : BIOMASSE (SEPTEMBRE 2018) - PETITE ROUSSETTE = 417 KG ; ABONDANCE (SEPTEMBRE 2018) - PETIT TACAUD N= 6247, ROUGET BARBET N= 5951, CHINCHARD COMMUN N= 3023. 44

FIGURE 25 : VARIATION DES PRINCIPAUX INDICES DE DIVERSITE CALCULES VIA LES ABONDANCES PAR ESPECE (A GAUCHE) ET VIA LA BIOMASSE PAR ESPECE (A DROITE) POUR LA CAMPAGNE DU MOIS DE SEPTEMBRE 2018 EN FONCTION DE LA POSITION LATITUDINALE DE LA STATION ECHANTILLONNEE (DEGRES DECIMAL). 47

FIGURE 26 : VARIATION DES PRINCIPAUX INDICES DE DIVERSITE CALCULES VIA LES ABONDANCES PAR ESPECE (A GAUCHE) ET VIA LA BIOMASSE PAR ESPECE (A DROITE) POUR LA CAMPAGNE DU MOIS DE SEPTEMBRE 2018 EN FONCTION DE LA POSITION LATITUDINALE DE LA STATION ECHANTILLONNEE (DEGRES DECIMAL). 48

FIGURE 27 : REPRESENTATION SPATIALE DES INDICES DE CAPTURES PAR UNITE D'EFFORT (CPUE) EXPRIMES EN ABONDANCE (A GAUCHE ; n.km⁻²) ET EN BIOMASSE (A DROITE ; kg.km⁻²) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE MARS 2019 (EN HAUT) ET EN JUIN 2019 (EN BAS). L'INTERPOLATION ENTRE LES POINTS D'ECHANTILLONNAGE EST OBTENUE PAR KRIGEAGE. 49

FIGURE 28 : FICHES SYNTHETIQUES PRESENTANT L'EMPRISE DES QUATRE STRATES IDENTIFIEES, LES STATIONS S'Y RAPPORTANT AINSI QUE LES VALEURS DE CPUE OBSERVEES POUR CHACUNE LORS DES CAMPAGNES DE SEPTEMBRE ET DE FEVRIER. UN GRAPHIQUE ILLUSTRE LES VALEURS MOYENNES DE CES INDICES POUR CHACUN DES CHAMPS D'ETUDE. LES PRINCIPALES ESPECES COMPOSANT LES CAPTURES REALISEES EN ABONDANCE ET EN BIOMASSE SONT MENTIONNEES A TITRE INDICATIF..... 52

FIGURE 29 : LOCALISATION DES POINTS DE CAPTURES/MARQUAGES, RECAPTURES OBSERVES LORS DE LA CAMPAGNE D'ETE 1988 (MARQUAGE) ET D'AUTOMNE-HIVER 1988/89 (RECAPTURE) (EXTRAIT DE LE FOLL, 1993). 65

FIGURE 30 : LOCALISATION DES POINTS DE CAPTURES/MARQUAGES, RECAPTURES OBSERVES LORS DE LA CAMPAGNE HIVER 1976 (MARQUAGE) ET DE PRINTEMPS-ETE 1976 (RECAPTURE) (EXTRAIT DE LE FOLL, 1993). 66

FIGURE 31 : LE GIMACO, FILEYEUR DEDIE AU FILET A ARAIGNEES (LOGUIVY-DE-LA-MER)..... 67

FIGURE 32 : CARTE DES STATIONS D'ECHANTILLONNAGE DE LA CAMPAGNE FILET A ARAIGNEES. QUATRE STATIONS (FC15, 16, 18, ET 19) SONT DEPLACEES VERS LE NORD (SURLIGNAGE JAUNE) LORS DES CAMPAGNES D'HIVERS POUR PERMETTRE 68

FIGURE 33 : A) NOMBRE TOTAL D'ARAIGNEES DE MER FEMELLES (CLAIR) ET MALES (FONCE) CAPTURE LORS DES CAMPAGNES D'HIVER 2018 (A GAUCHE) ET AU PRINTEMPS 2019 (A DROITE) ; B) DISTRIBUTION DES INDICES DE CAPTURES (CPUE ; KG.H⁻¹) OBSERVES EN NOVEMBRE 2018 ET MAI 2019..... 69

FIGURE 34 : COMPARAISON HIVER/PRINTEMPS DES CLASSES DE TAILLE OBSERVEES POUR LES ARAIGNEES FEMELLES (A GAUCHE) ET LES ARAIGNEES MALES (A DROITE)..... 69

FIGURE 35 : REPRESENTATION SPATIALE DES INDICES DE CAPTURES PAR UNITE D'EFFORT (CPUE) EXPRIMES EN BIOMASSE (kg.h⁻¹) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE NOVEMBRE 2018 (A GAUCHE) ET DE MAI 2019 (A DROITE). L'INTERPOLATION ENTRE LES POINTS D'ECHANTILLONNAGE EST OBTENUE PAR KRIGEAGE..... 70

FIGURE 36 : PLAN D'ECHANTILLONNAGE DES STATIONS BIVALVES (STATIONS NOMMEES 01 A 29) 72

FIGURE 37 : CAMPAGNE BIVALVES DE SEPTEMBRE 2018 (HAUT EN BAS, GAUCHE A DROITE) : LE NAVIRE « LYDIA D », MESURE DES BIVALVES A L'AIDE D'UN PIED A COULISSE, BENNE HAMON, PRAIRES (VENUS VERRUCOSA), TAMISAGE DES PRELEVEMENTS, AMANDE DE MER (GLYCYMERIS GLYCYMERIS) 73

FIGURE 38 : ABONDANCES SPECIFIQUES 74

FIGURE 39 : DENSITES DE BIVALVES PAR STATION 75

FIGURE 40 : DENSITES MOYENNES (IND/M²) PAR STATION DES AMANDES DE MER, TOUTES CLASSES DE TAILLE CONFONDUES..... 76

FIGURE 41 : DENSITES MOYENNES (IND/M²) PAR STATION DES PALOURDES ROSES, TOUTES CLASSES DE TAILLE CONFONDUES..... 77

Figure 42 : Structures en taille des espèces commerciales recensées de l'ensemble des stations échantillonnées 80

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : DENSITE DE COQUILLES SAINT-JACQUES, TOUTES TAILLES CONFONDUES ET D'UNE TAILLE COMMERCIALE, OBSERVEES PAR STATION (NB/KM ²). UNE REPRESENTATION SPATIALE DES INDICES D'ABONDANCE OBTENUS EST PROPOSEE FIGURE SUIVANTE.	19
TABLEAU 2 : INDICES D'ABONDANCE (CSJ/KM ²) OBTENUS EN 2013 ET 2014 PAR L'IFREMER POUR LES STRATES 3, 4 ET 5 (FIFAS ET AL. 2015). SONT EGALEMENT PRESENTES LES INDICES D'ABONDANCE OBTENUS EN SEPTEMBRE 2018 POUR 8 STATIONS LOCALISEES DANS OU A PROXIMITE DE L'UNE DE CES 3 STRATES.	20
TABLEAU 3 : SYNTHESE DES FICHES « PASSERELLE » RENSEIGNEES LORS DE LA CAMPAGNE DE MARS 2019.	26
TABLEAU 4 : SYNTHESE DES FICHES « PASSERELLE » RENSEIGNEES LORS DE LA CAMPAGNE DE JUIN 2019.	27
TABLEAU 5 : PRESENTATION DES PRINCIPALES DONNEES COLLECTEES A L'ECHELLE DE L'AIRES D'ETUDE (I.E. TOUTE STATION CONFONDUE) LORS DES DEUX CAMPAGNES D'ECHANTILLONNAGE AYANT EU LIEU EN MARS ET JUIN 2019. UNE COMPARAISON DES INDICES CPUE EST EFFECTUEE VIA UN TEST DE STUDENT (INDEPENDANCE DES ECHANTILLONS ET NORMALITE VERIFIEES).	29
TABLEAU 6 : RESULTATS DES ANALYSES PERMANOVA (SIGNIFICATIVITE $p < 0.01$ POUR LES VALEURS EN GRAS SOULIGNEES) APPLIQUEES SUR LES VALEURS DE RANG DES SIMILARITES (INDICE DE BRAY-CURTIS) DES COMMUNAUTES DE POISSONS ET DE CEPHALOPODES ECHANTILLONNEES SUR L'AIRES D'ETUDE EN SEPTEMBRE 2018 (A) ET FEVRIER 2019 (B) AU CHALUT CANADIEN. LE CALCUL DES SIMILARITES A ETE PRECEDE DE LA STANDARDISATION ET DE LA TRANSFORMATION (RACINE CARREE) DES ABONDANCES (CPUE N/HA) PAR ESPECE.	50
TABLEAU 7 : INDICES DE CAPTURES PAR UNITE D'EFFORT (CPUE) EXPRIMES EN BIOMASSE (kg.h ⁻¹) ET EN ABONDANCE (nb.h ⁻¹) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE NOVEMBRE 2018 ET DE MAI 2019.	70
TABLEAU 8 : VALEURS DE DENSITES MOYENNES PAR ESPECE ET PAR STRATE	79

Suivi de la ressource halieutique sur la zone du projet éolien et de son raccordement – Synthèse des campagnes 2018/2019

L'objectif de ce document est de présenter les résultats obtenus au cours de cette première année d'étude de la ressource halieutique au droit du site d'implantation du projet éolien et de son raccordement en baie de Saint-Brieuc. Les données présentées sont issues de campagnes scientifiques qui se sont déroulées entre septembre 2018 et juillet 2019 et elles amorcent une série temporelle qui se prolongera jusqu'en septembre 2021. Ce rapport intermédiaire dresse une image la plus fidèle possible des données recueillies en termes de composition des captures (diversité, abondance et biomasse) pour chacun des métiers investigués (chalut, drague, casier et filet). Des cartes apportent une représentation spatiale des indices et informent quant à la distribution géographique des espèces au sein du périmètre d'étude que l'on a observé.

1. Contexte et objectifs

Ailes Marines et RTE développent respectivement le parc éolien offshore en baie de Saint-Brieuc et son raccordement. Dans ce cadre, un état de référence de la ressource halieutique doit être réalisé avant le début de la phase de construction, afin de pouvoir évaluer par la suite les incidences des travaux et du fonctionnement du parc et de son raccordement sur cette ressource. Cet état de référence débuté en septembre 2018 s'achèvera en 2021. Les protocoles sur lesquels celui-ci s'appuie, ont fait l'objet de discussions en amont avec le Comité de Gestion et de Suivi du parc (CGS).

Ces suivis et protocoles associés ont pour objectif principal de décrire qualitativement et quantitativement les peuplements locaux (diversité, répartition spatiale, etc.) et l'état des populations qui les composent (croissance, décroissance, stabilité). *In fine*, il s'agit d'être en mesure de vérifier et de mesurer l'impact des infrastructures futures dont l'installation doit débuter en 2021, sur la ressource halieutique locale. A ce titre, tous les protocoles mis en place répondent à des exigences fortes. En effet, pour pouvoir faire la démonstration claire que le projet éolien a ou n'a pas de répercussions sur les ressources au droit du site d'implantation et/ou dans un périmètre proche, il est indispensable de pouvoir comparer les patrons d'évolution observés à la fois spatialement et temporellement. Ainsi, tous les protocoles ont été construits de sorte à pouvoir suivre plusieurs stations, situées d'une part à distance du secteur d'implantation et localisées dans le champ médian et champ lointain et d'autre part, situées au sein du périmètre d'implantation du futur parc et localisées dans le champ proche (cf. Matériels et Méthodes), ceci de manière répétée dans le temps, avant et après la perturbation/modification. L'état de référence ainsi produit servira de base à l'évaluation et au suivi des effets et des impacts du projet de parc éolien en mer de la baie de Saint-Brieuc sur la ressource halieutique.

Ce rapport présente les onze campagnes d'échantillonnage qui ont été réalisées au cours de la première année, depuis le mois de septembre 2018 jusqu'au mois de juillet 2019. Chaque métier fait l'objet d'un chapitre qui lui est dédié. Est rappelé, métiers par métiers ou compartiment par compartiment, l'ensemble des moyens mis en œuvre, les protocoles suivis et les conditions de réalisation de la campagne. Les résultats d'analyses des données collectées sont présentés sous forme de cartes, de graphiques et de tableaux synthétiques. Les principaux résultats sont discutés dans une synthèse.

Ce premier rapport doit être vu comme le point de départ et l'amorce d'une série temporelle. A ce titre, celui-ci présente l'ensemble des indicateurs qui peuvent être extraits des données et suivis dans le temps. Lorsque cela fait sens, une analyse de la variabilité spatiale de ces derniers est faite afin de mieux cerner et de mieux décrire les spécificités de tels ou tels espèces, habitats ou secteurs.

2. Présentation du site d'étude

Le projet du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc se situe dans le département des Côtes-d'Armor (22), au large de la baie de Saint-Brieuc, sur des fonds marins compris entre 29 et 42 mètres de profondeur par rapport aux Plus-Basses-Mers Astronomiques (PBMA).

Cette zone, d'une superficie de 103 km², est située à une distance minimale de :

- 16,3 km du Cap Fréhel ;
- 26,4 km de Saint-Quay-Portrieux ;
- 37 km de l'île de Jersey.

Le projet éolien en mer repose sur l'installation et la mise en fonctionnement de 62 éoliennes d'une puissance individuelle de 8 MW, soit une puissance totale installée de près de 500 MW. Celles-ci seront agencées au sein du périmètre d'implantation en rangées en respectant une distance de 1300 mètres entre les rangées et une distance de 1000 mètres entre les éoliennes. Les fondations seront de type « Jacket » avec une hauteur d'environ 70 mètres.

Concernant le projet de raccordement électrique, le tracé maritime s'étend sur environ 33 km. Il s'inscrit au sein du fuseau de moindre impact adopté lors de la réunion plénière de concertation menés sous l'égide du préfet des Côtes d'Armor en date du 13 décembre 2013. Depuis la sous-station électrique en mer, le tracé de raccordement longe le câble de télécommunication FLAG4 par l'est, jusqu'au sud-est des roches du Petit Léjon. Passé ce point, le tracé général du raccordement s'oriente en direction du cap d'Erquy. Le tracé passe ensuite entre les roches des Comtesses et le plateau des Portes d'Erquy, puis se poursuit en direction du secteur de Caroual (commune d'Erquy), en évitant les roches présentes au large de la plage de Saint-Pabu. A l'arrivée sur la plage de Caroual, le tracé franchit l'estran sur une longueur totale d'environ 700 m dans l'axe du ruisseau du Langourian.

Trois champs d'étude ont été définis sur la base des incidences potentielles de projet mises en lumière dans l'étude d'impact (FIGURE 1) :

- **Le champ proche**, qui correspond à l'emprise du projet, espace dans lequel l'impact théorique des travaux et de l'exploitation est maximal ;
- **Le champ médian**, qui intègre l'espace où une incidence sur les poissons et les invertébrés est possible en phase de construction que d'exploitation. Cet impact décroît dans cet espace pour être théoriquement nul ou non mesurable à sa frontière. Cette zone fait 2,5 MN de large et intègre donc la distance maximale d'effet de la pollution sonore de 4 km donnée dans la littérature ;

- **Le champ lointain**, de 2,5 à 5 NM, correspond à un espace hors zone d'impact mais suffisamment proche pour qu'il soit possible de considérer que les conditions du milieu sont comparables à celles des autres espaces.

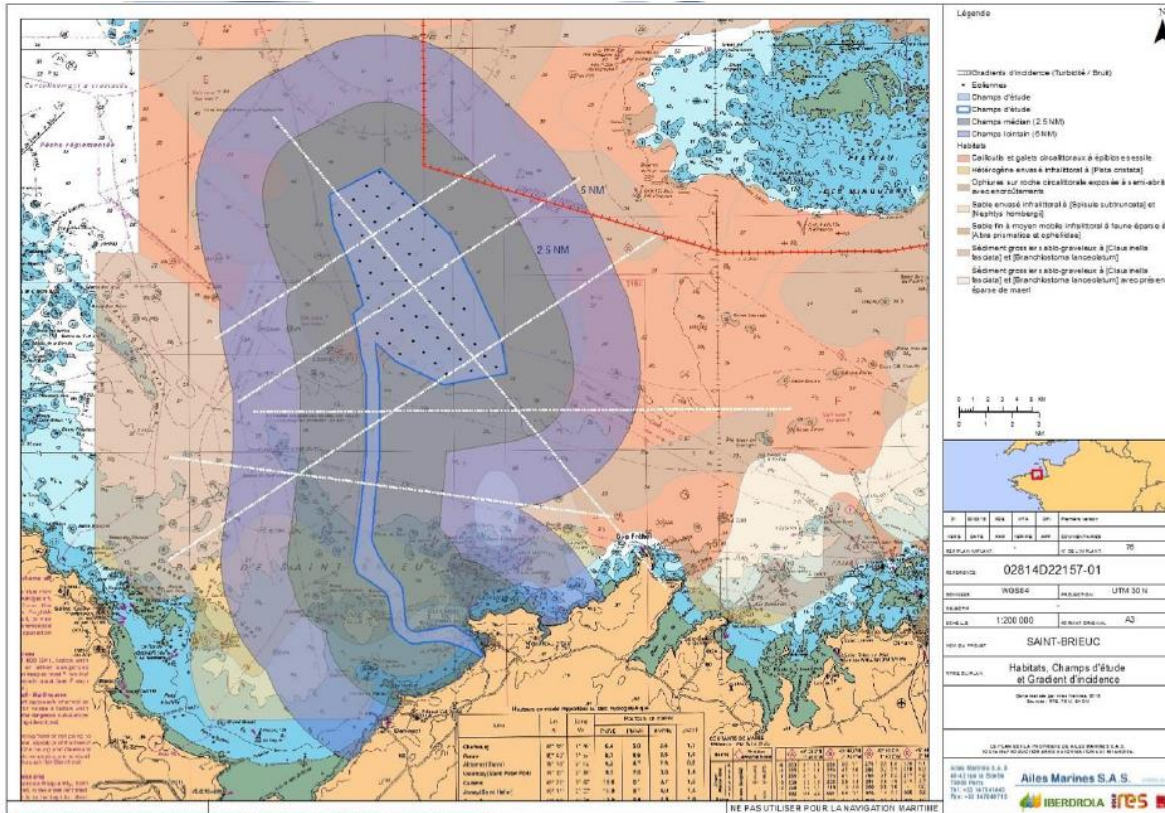


FIGURE 1 : CHAMP D'ÉTUDE ET GRADIENTS D'INCIDENCE (SOURCE : IBERDROLA).

3. Compartiments étudiés et métiers associés

Toutes les espèces ou groupes d'espèces qui avaient été suivis lors de l'état initial le sont également pour la définition de l'état de référence. Les protocoles décrits dans les chapitres suivants ont été établis de sorte à suivre spécifiquement :

- La coquille Saint-Jacques ; au moyen d'une drague classique à volet et d'une drague anglaise à roulettes (cf. Chapitre 1),
- Les bulots ; au moyen de casiers (cf. Chapitre 2).
- Les espèces benthodémersales ; au moyen de l'utilisation de chaluts Franc et Canadien (cf. Chapitre 3),
- Les crustacés ; au moyen de l'utilisation de Filets à Araignées (cf. Chapitre 4),
- Les bivalves autres que la coquille Saint-Jacques ; au moyen d'une benne Hamon (cf. Chapitre 5),

La figure suivante présente le calendrier d'échantillonnage de chacun de ces compartiments.

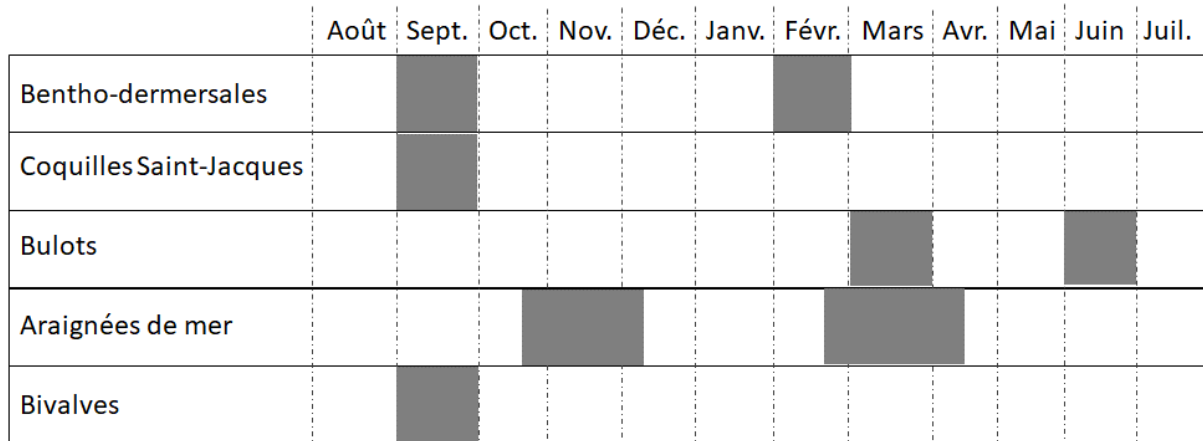


FIGURE 2 : CALENDRIER D'INTERVENTION ANNUEL PAR COMPARTIMENT ETUDIE.

Les protocoles décrits ci-après font tous référence à la ressource halieutique. Néanmoins, parmi les espèces capturées lors des échantillonnages, toutes n'ont pas la même valeur commerciale. Les espèces d'intérêt moindre pour la pêche et le commerce restent néanmoins informatives sur l'état de santé du milieu et de l'écosystème. Ainsi au même titre que les espèces « cibles » ayant motivées la mise en place des protocoles, les espèces accessoires capturées lors des échantillonnages ont aussi été déterminées. Toutes ces données ont été bancarisées dans une base de données dédiée spécifiquement à cette étude.

A l'exception de la campagne Bivalves-autre-que-coquilles-Saint-Jacques qui s'est déroulée à bord d'un navire disposant de moyens de manœuvre et de levage de la benne Hamon, toutes les autres campagnes à la mer se sont organisées en collaboration avec le Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Elevages Marins des Côtes-d'Armor (CDPMEM 22) par le biais d'affrètements de navires professionnels.

Notons ici que l'un des enjeux de cette première année était de valider le plan d'échantillonnage « théorique » de chaque métier pour que celui-ci puisse être suivi dans le temps sans remise en cause ultérieure du positionnement des stations ou des moyens déployés. Au cours de cette première année, certains ajustements ont ainsi pu être apportés au regard de la connaissance du site des pêcheurs sélectionnés et identifiés comme pratiquant leur activité dans les secteurs concernés.

4. Dragues à coquilles Saint-Jacques

L'espèce coquille Saint-Jacques, *Pecten maximus*, est intégrée spécifiquement dans cet état de référence. La population locale fait l'objet d'un suivi au travers d'un examen annuel de sa structure en abondance et en taille/âge sur l'ensemble du site d'étude (27 stations). L'échantillonnage a lieu une fois par an, juste avant l'ouverture saisonnière de la pêche professionnelle (ouverture autour du 1^{er} octobre). En effet, la densité de coquilles Saint-Jacques a tendance à augmenter entre juin et octobre chaque année à mesure que les jeunes classes d'âge grandissent pour atteindre une taille sensible permettant d'être capturées et observées dans les dragues. Cette densité diminue ensuite considérablement entre octobre et le mois d'avril suivant, pendant la saison de pêche.

Pour étudier et décrire la population, deux types d'engins, une drague anglaise dite à bâton, à roulettes ou à ressorts et une drague classique dite à volet ou bretonne, ont été employés. Chaque engin présente des spécificités ; l'un permettant l'échantillonnage des coquilles sur des fonds meubles (drague classique), l'autre autorisant l'échantillonnage de l'espèce sur des substrats durs (drague anglaise). Ces deux engins ont été équipés d'anneaux de 50 mm de diamètre interne, contre classiquement 92 mm réglementaire pour une drague professionnelle (97 mm en baie de Saint-Brieuc). Cette modification a pour objectif d'augmenter la taille de l'échantillon des petites coquilles, en dessous de la taille minimale autorisée pour le débarquement (i.e. inférieure à une largeur de 102 mm, c'est-à-dire en suivant un axe perpendiculaire à l'axe de symétrie de la coquille), afin d'obtenir une image plus réaliste de la structure et de la densité de la population en permettant l'échantillonnage des plus jeunes cohortes.

4.1. Matériels et Méthodes

Drague anglaise

L'échantillonnage par dragages expérimentaux sur la partie nord de la zone d'étude, compte tenu de la nature des fonds (zone rocheuse ou présentant de nombreux affleurements), a été réalisé à l'aide d'une drague anglaise ; dite drague à bâton, à roulettes ou à ressort, spécialement fabriquée à cet effet. Chaque drague, d'une largeur de 80 cm, est constituée d'une armature métallique sur laquelle est fixée une poche comprenant une alèse de filet et des anneaux métalliques. La barre inférieure, dentée, peut s'escamoter au contact d'obstacles sur le fond.

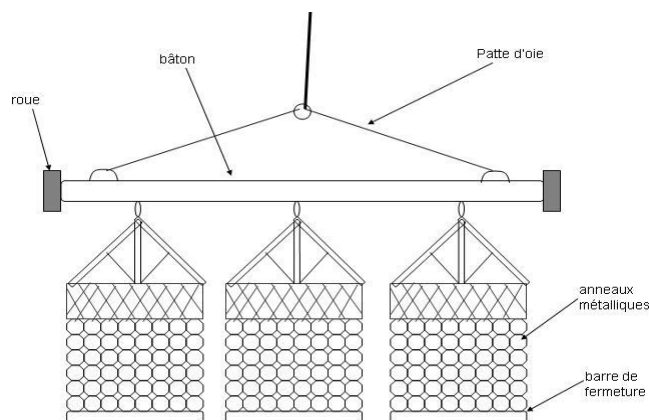


FIGURE 3 : SCHEMA D'UNE DRAGUE ANGLAISE (SOURCE : WWW.CRPN.FR)

L'engin et ses caractéristiques sont identiques à celui employé dans le cadre des campagnes océanographiques COMOR, menées chaque année par l'IFREMER pour évaluer l'abondance du stock de coquilles Saint-Jacques en baie de Seine. L'engin est également identique à celui qui a été utilisé lors des études d'inter-calibration entre les deux types de dragues (classique et anglaise) en baie de Saint-Brieuc (Fifas et al. 2015). Cette drague est équipée d'anneaux métalliques de 50 mm de diamètre et dispose d'une largeur pêchante de 2.40 m puisqu'elle est composée de trois éléments de 80 cm chacun (FIGURE 3).

Drague bretonne

Tractée sur des fonds meubles, la drague bretonne est une sorte de râteau muni à l'arrière d'un sac en anneaux d'acier. Les dents positionnées sur l'ouverture permettent de ratisser la surface du substrat. L'engin employé ici est semblable à celui utilisé par les professionnels en Baie de Saint-Brieuc. Comme pour la drague anglaise, celle-ci a été équipée d'anneaux de 50 mm de diamètre afin de permettre l'échantillonnage des plus jeunes classes d'âge. L'engin et ses caractéristiques, avec une largeur pêchante de 2 mètres, est identique à celui employé par l'IFREMER lors des campagnes COSB réalisées annuellement en baie de Saint-Brieuc. A noter que ces deux types de dragues avaient également été utilisés lors de l'état initial de l'étude d'impact du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc.

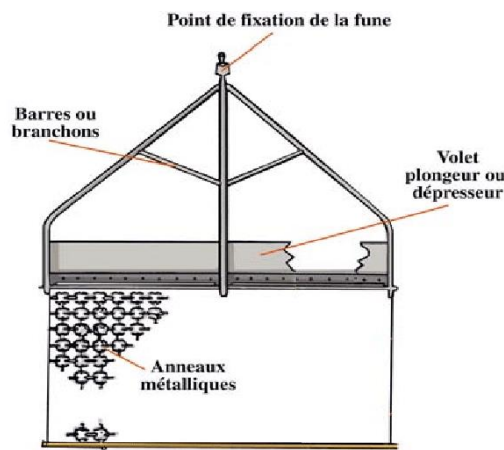


FIGURE 4 : SCHEMA D'UNE DRAGUE CLASSIQUE (GEORGE, 2005)

Efficacité de pêche des engins

Bien qu'aucune mesure n'ait été effectuée dans le cadre de cette étude, l'efficacité de pêche relative de la drague anglaise et de la drague bretonne peut être appréciée. En effet, les deux types de dragues employées ont été fabriquées selon les plans techniques des engins utilisés par l'IFREMER. L'efficacité de pêche de la drague classique est connue des scientifiques car elle a été étalonnée pendant une longue période via des mesures directes et répétées de la fraction non capturée. L'efficacité absolue de la drague anglaise avait été étudiée en 2013 et 2014 par le biais d'une inter-calibration sur ce même site d'étude (Fifas et al. 2015). L'inter-calibration reposait alors sur un double échantillonnage de vingt stations, avec les deux types de drague. Les résultats obtenus par ces chercheurs (FIGURE 5) permettent une comparaison des efficacités de pêche.

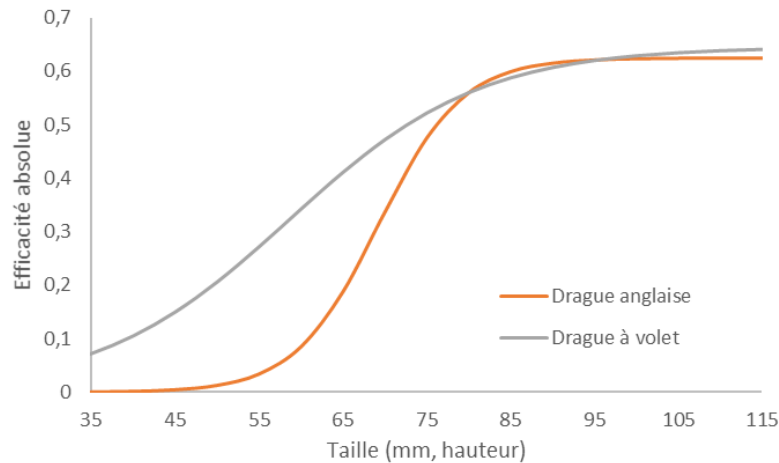


FIGURE 5 : MODELES D'EFFICACITE ABSOLUE DES DRAGUES CLASSIQUE (GRIS) ET ANGLAISE (ORANGE), D'APRES FIFAS ET AL. (2015).

Ces valeurs d'efficacité absolue permettent ensuite de pondérer les captures observées dans chaque drague. Ce calcul abouti à des indices de densité plus réalistes et plus représentatifs des densités de coquilles Saint-Jacques effectivement présentes sur les points échantillonnés. Dans le cas de cette étude, utiliser ces mêmes valeurs d'efficacité pour le calcul d'indice de densité induit un biais parce que, théoriquement, chaque couple engin/navire possède sa propre efficacité. Toutefois, les dragues que nous avons déployées ont été fabriquées d'après les mêmes plans que celles utilisées par l'IFREMER, le site d'échantillonnage est le même que celui ayant servi aux expériences d'inter-calibration de l'IFREMER et nous ne disposons d'aucune donnée nous permettant de pallier cette approximation. Aussi, dans ce premier rapport, les calculs de densité sont obtenus en appliquant les modèles d'efficacité de l'IFREMER. Lors des prochaines campagnes d'échantillonnage (2019 et 2020), nous veillerons à augmenter l'effort d'échantillonnage pour recueillir des données sur ce point précis. Les campagnes qui se sont d'ailleurs déroulées en août 2019, ont permis le double échantillonnage de quelques stations. Ces résultats seront traités et présentés dans le prochain rapport annuel (sept 2020).

Plan d'échantillonnage et collecte de la donnée

Le plan d'échantillonnage adapté au site d'étude repose sur quatorze stations échantillonnées à l'aide de la drague anglaise et treize stations devant l'être à l'aide d'une drague bretonne. La localisation de ces points de prélèvement est présentée figure 6.

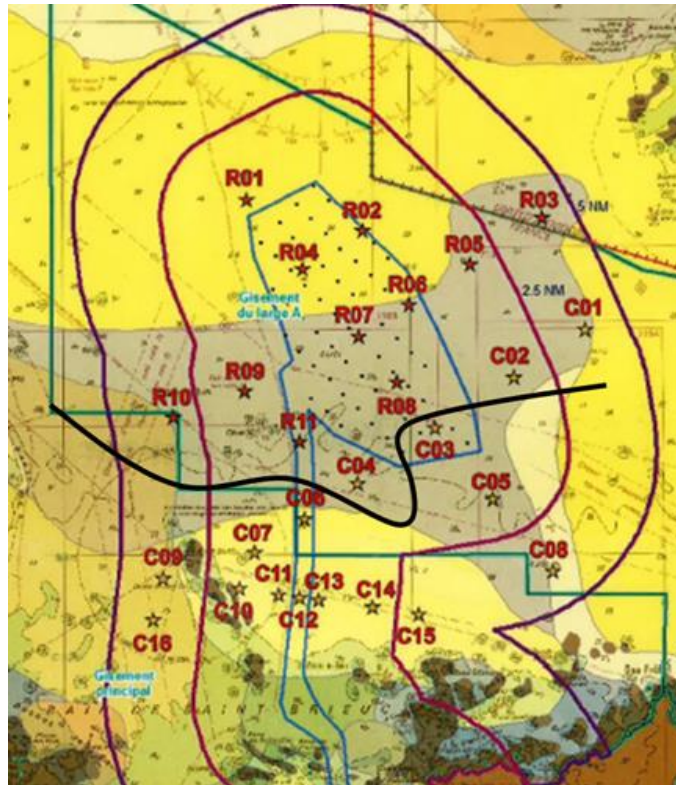


FIGURE 6 : PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE SUIVI POUR LES CAMPAGNES COQUILLES SAINT-JACQUES. LE SECTEUR EST SCINDÉ EN DEUX (LIGNE NOIRE) AVEC L'UTILISATION D'UNE DRAGUE A ROULETTE AU NORD (STATIONS RXX) ET D'UNE DRAGUE CLASSIQUE AU SUD (STATIONS CXX).

Les engins sont trainés sur le fond à contre-courant en suivant une trajectoire rectiligne. Les distances parcourues sur le fond marin par les engins étaient fonction de la drague employée. Les stations échantillonnées à la drague anglaise l'ont été par des trains de 400 mètres environ et d'environ 200 mètres pour les stations échantillonnées à la drague bretonne. Cette différence est liée à une sensibilité plus forte de la drague classique au colmatage.

Pour les deux métiers la vitesse moyenne de dragage était d'environ 2,5 nœuds (4,63 km/h), ce qui a correspondu à une durée de traine de quelques minutes (3 à 5'). Ces éléments sont en tout point conformes et standards au regard des protocoles établis par l'IFREMER lors des campagnes COMOR en baie de Seine ou COSB en baie de Saint-Brieuc.

Les deux campagnes d'échantillonnage ont été réalisées à la même date, le 27 septembre 2018 ; à bord du Condor V pour la drague classique et à bord du Tiegezh Mor pour la drague anglaise.



FIGURE 7 : A GAUCHE, LE CONDOR V, NAVIRE DEDIE A LA DRAGUE CLASSIQUE. A DROITE, LE TIEGEZH MOR, NAVIRE DEDIE A LA DRAGUE ANGLAISE. (CREDIT PHOTO : WWW.PASSIONNAVIREDEBRETAGNE.FR).

Les coefficients de marée de 91 et 92, observés ce jour n'étaient pas optimaux pour le déploiement des dragues en raison des forts courants de marée générés. Les mauvaises conditions de mer observées lors de la morte-eau précédente (houle de 2 à plus de 3 mètres entre le 17 et le 22 septembre) et l'indisponibilité des engins de prélèvement avant le 15 septembre n'ont pu permettre de programmer ces campagnes à une date antérieure. L'ouverture de la pêche professionnelle le 1^{er} octobre étant une autre contrainte calendaire, nous avons été contraints d'intervenir dans ces conditions de marée. Bien que la manœuvre des engins ait semblé parfois délicate (drague anglaise), puisque régulièrement les dragues se retournaient et ne descendaient pas sur le fond dans le bon sens, toutes les stations planifiées ont pu être échantillonnées en recommençant simplement les opérations de filage et de virage lorsque cela était nécessaire. Les conditions météorologiques étaient par ailleurs particulièrement bonnes le jour de notre intervention avec un ciel découvert et ensoleillé ainsi qu'un faible vent sur zone (inférieur à 10 km/h) et une faible houle (0.5 à 0.6 mètres).

Les points exacts de début et de fin de traine ont été enregistrés systématiquement à l'aide du système de positionnement global (GPS) intégré aux navires. Dans la mesure du possible, les distances de traine devaient couvrir la même surface de fond marin à chaque station.

Toutes les coquilles capturées ont été dénombrées, âgées (en utilisant des anneaux de croissance) et mesurées au mm inférieur le plus proche en hauteur (donnée scientifique) et en largeur (donnée commerciale). Le poids total de coquilles Saint-Jacques capturées par station (i.e. biomasse) a été mesuré à l'aide d'une balance compensée. Les données de distance de traine ont été combinées aux dimensions de l'engin de pêche pour calculer la surface du fond marin balayée par les dragues à chaque prélèvement. Les estimations d'efficacité de pêche de l'engin et de sélectivité en fonction de la classe de taille des coquilles ont ensuite été utilisées pour obtenir des indices de densité, exprimés en nombre de coquilles par km² au droit de chaque station.

4.2. Résultats

Au total, ce sont 329 coquilles Saint-Jacques qui ont été capturées à la drague anglaise pour l'ensemble des 14 stations, avec un poids total de 50,6 kg. Les 13 stations échantillonnées à la drague classique ont quant à elles permis la capture de 1095 coquilles pour un poids total de 86 Kg. La distribution des effectifs capturés par classe de taille et par engin montre une différence marquée entre les deux modes d'échantillonnage, notamment pour les plus jeunes classes d'âge (FIGURE 8).

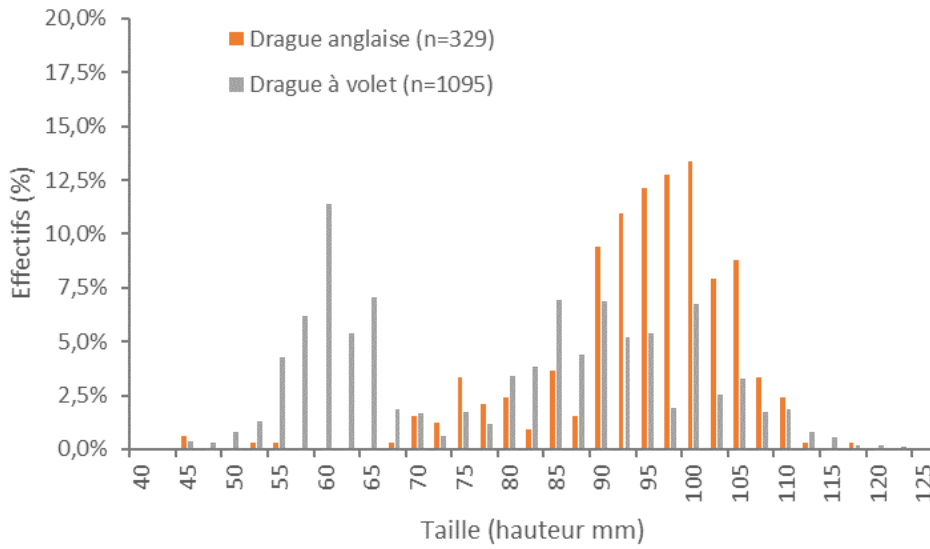


FIGURE 8 : DISTRIBUTION DES CLASSES DE TAILLE DES COQUILLES SAINT-JACQUES CAPTUREES A L'AIDE D'UNE DRAGUE ANGLAISE (N=329 ; 14 STATIONS) ET D'UNE DRAGUE BRETONNE (N= 1095 ; 13 STATIONS).

Contrairement aux échantillons obtenus par la drague classique, ceux constitués par la drague anglaise ne sont pas ou faiblement composés de coquilles de petite taille (444 pour la drague bretonne contre 9 individus d'une taille inférieure à 75 mm pour la drague anglaise). Ces observations sont en tout point cohérentes avec la description de l'efficacité de pêche de l'engin faite par l'IFREMER, puisque la taille de capture correspondant à 50% de l'efficacité asymptotique maximale (L_{50}) est plus grande dans le cas de la drague anglaise comparativement à la drague classique (cf. matériels et méthodes). Ce cas de figure avait été observé par l'équipe de l'IFREMER, ces derniers indiquant un probable meilleur filtrage des petites coquilles à travers les anneaux métalliques en raison de la nature des fonds qui rendait moins fréquents les phénomènes de colmatage de l'engin de pêche tels qu'ils sont observés avec la drague classique sur la partie sud de la zone d'étude (Fifas et al. 2015).

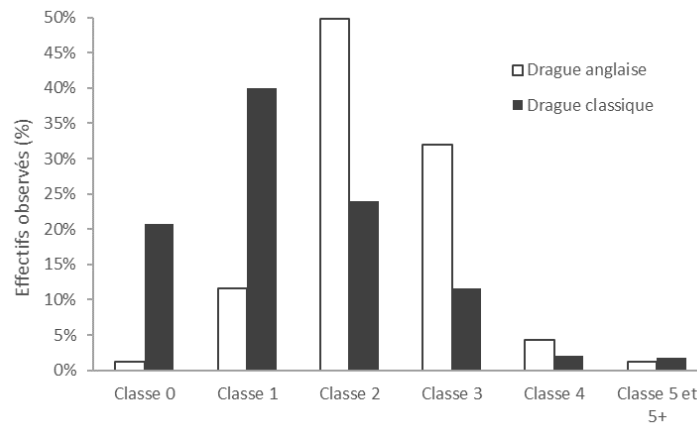


FIGURE 9 : REPARTITION DES CLASSES D'ÂGE DANS LES CAPTURES FAITES A LA DRAGUE ANGLAISE (BLANC ; N=329) ET A LA DRAGUE CLASSIQUE (NOIR ; N=1095), TOUTES STATIONS CONFONDUES.

Cet écart de sélectivité entre les engins de prélèvement se répercute nécessairement sur la structure en âge que l'on observe au sein des échantillons collectés (FIGURE 9). La faible proportion des cohortes les plus jeunes observées dans le secteur nord prospecté à la drague anglaise, n'est probablement pas à l'image des densités réelles des plus jeunes classes d'âge sur le fond. A l'inverse, le secteur sud prospecté à la drague classique, laquelle présente une meilleure efficacité de pêche sur les coquilles les plus jeunes, permet d'obtenir une image plus représentative de la structure démographique de la population et du recrutement à venir pour la pêcherie locale. Les données collectées cette année dans ce secteur indiquent une abondance élevée des classes d'âge les plus jeunes, présageant de futurs très bons rendements pour la pêcherie lors des prochaines années ; cette saison 2018/2019 étant déjà décrite comme une année record avec une biomasse exploitable de plus de 25 000 tonnes à l'échelle de la baie, chiffre non observé depuis 1973 (Ouest-France 25/09/2018).

A l'inverse, pour les classes d'âge les plus grandes, lesquelles permettent de s'appuyer sur un taux d'efficacité de pêche des engins comparable, on observe, quel que soit le type de drague employée ou le secteur prospecté, une très faible abondance des coquilles les plus âgées, lesquelles représentent moins de 10% des captures totales. La mortalité naturelle à elle seule ne peut justifier cette faible abondance et généralement ce paramètre reflète davantage un taux de prélèvement important par la pêche professionnelle.

A partir de ces données brutes collectées, les indices d'abondance pour chacune des stations échantillonnées ont été calculés. Ce calcul intègre l'efficacité de pêche de la drague ainsi que la distance parcourue par l'engin de prélèvement sur le fond. Les résultats sont présentés dans le TABLEAU 1 et la FIGURE 10.

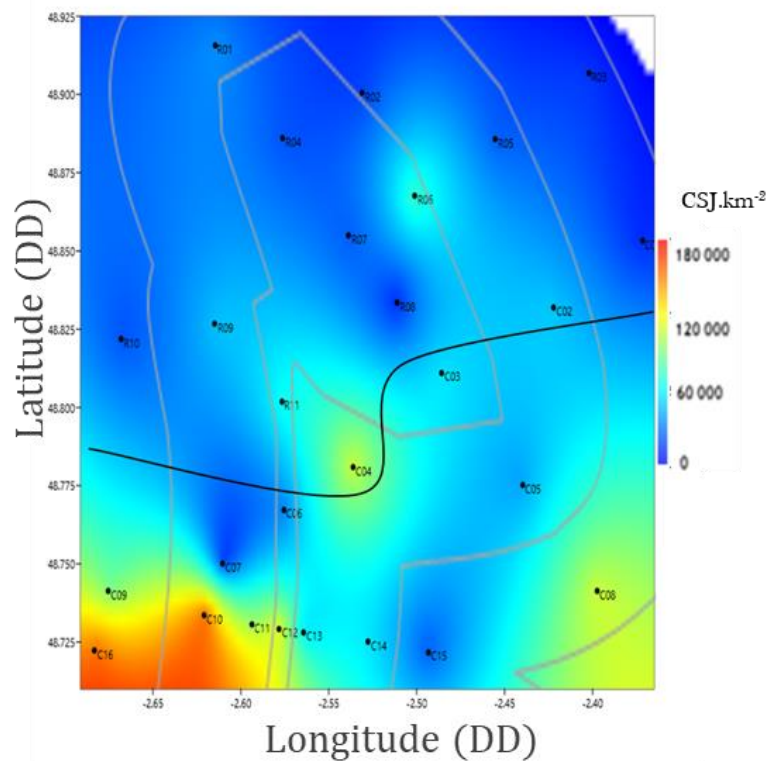


FIGURE 10 : REPRÉSENTATION SPATIALE DES INDICES DE DENSITÉ DES COQUILLES SAINT-JACQUES D'UNE HAUTEUR SUPÉRIEURE À 75 MM. L'INTERPOLATION EST OBTENUE PAR KRIGEAGE.

Pour fournir des éléments de comparaison, les indices d'abondance obtenus par l'IFREMER sur le secteur d'étude en 2013 et 2014 ont été extraits. Nous nous sommes focalisés sur ceux concernant les strates 3, 4 et 5 (cf. FIGURE 11) puisque ces trois secteurs avaient fait l'objet d'un échantillonnage à la drague anglaise, les strates 1 et 2 ayant été échantillonnées à la drague classique. Sur l'ensemble des 14 stations échantillonnées en septembre 2018, huit d'entre-elles se situent dans ou à proximité des limites géographiques des strates 3, 4 et 5 décrites par l'IFREMER. Une comparaison des indices d'abondance obtenus en 2018 sur ces stations par rapport aux observations faites en 2013 et 2014 est présentée dans le tableau suivant.

TABLEAU 2 : INDICES D'ABONDANCE (CSJ/Km²) OBTENUS EN 2013 ET 2014 PAR L'IFREMER POUR LES STRATES 3, 4 ET 5 (FIFAS ET AL. 2015). SONT ÉGALEMENT PRÉSENTES LES INDICES D'ABONDANCE OBTENUS EN SEPTEMBRE 2018 POUR 8 STATIONS LOCALISÉES DANS OU À PROXIMITÉ DE L'UNE DE CES 3 STRATES.

STRATE N°	INDICES 2013 (IFREMER)	INDICES 2014 (IFREMER)	INDICES 2018			Moyenne
			CSJ.km ⁻²			
3	23 425	115 015	119 443	0	14 821	44 755
4	32 038	23 603	5 840	10 118	65 680	38 229
5	27 402	18 723	36 147	16 742		26 445

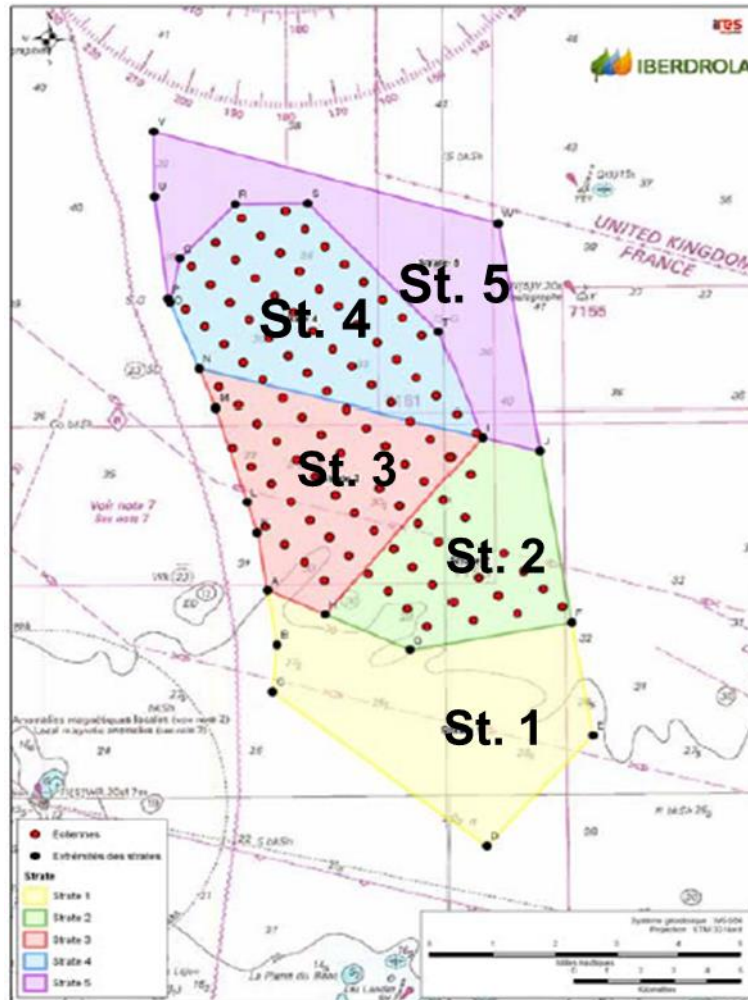


FIGURE 11 : LA ZONE CONCERNEE PAR LE PROJET EOLIEN EN BAE DE SAINT-BRIEUC AVAIT ETE DECOUPEE EN CINQ STRATES DEFINIE SUIVANT LA NATURE DU FOND, LE NIVEAU D'EXPLOITATION PAR LA PECHE ET LA FUTURE EMPRISE DU PARC EOLIEN. LES STRATES 1 ET 2 ONT ETE ECHANTILLONNEES PAR UNE DRAGUE CLASSIQUE ET LES STRATES 3, 4 ET 5, PLUS AU NORD, PAR UNE DRAGUE ANGLAISE.

Les indices obtenus en 2018 apparaissent en tout point cohérents comparativement aux indices 2013 et 2014, d'autant que les indices « IFREMER » doivent être appréhendés comme des moyennes. De ce fait, les résultats de la campagne drague anglaise présentés succinctement au travers des TABLEAU 1 et TABLEAU 2 soulignent en premier lieu l'hétérogénéité spatiale de l'aire d'étude. L'engin de pêche présente quant à lui des taux de capture conformes à ce qui peut être attendu.

4.3. Discussion

Les indices d'abondance obtenus à l'issue de la campagne d'échantillonnage qui s'est déroulée en septembre 2018 indiquent une forte hétérogénéité spatiale, avec des densités de coquilles plus importantes dans le secteur sud / sud-est de l'aire d'étude (en dehors de la zone du parc) comparativement aux stations se situant plus au large. La structure démographique des captures indique par ailleurs que les groupes d'âge 2 et 3 constituent l'essentiel de la ressource.

Le reliquat de pêche (c'est-à-dire le nombre de coquilles qui avaient la taille commerciale en 2017 mais qui n'ont pas été pêchées pendant la saison de pêche 2017/2018 et qui pouvaient ainsi être échantillonnée lors des campagnes scientifiques menées en septembre 2018) n'a pu être estimé car

nous ne disposons pas de données antérieures spécifiques à ce site. Cependant, les faibles abondances d'individus de classes d'âge 4, 5 et 5+ soulignent très probablement la forte exploitation de ce stock par les navires de la baie. En effet, même si cette faible représentativité au sein de la structure démographique intègre également la mortalité naturelle, celle-ci est décrite comme faible avec des coefficients généralement estimés autour de 0,15 pour des coquilles de moins de 5 ans (Brand et al., 1991a ; Fifas 1993).

Les discussions avec les professionnels et les schémas d'exploitation que nous avons observés sur leurs instruments de bord indiquent que ces derniers opèrent de manière relativement efficace, concentrant leurs efforts sur des zones de forte densité de coquilles jusqu'à atteindre des niveaux de densité non rentables avant de se déplacer vers d'autres zones. Cette idée est confortée par le fait que les sites présentant de faibles indices d'abondance abritent également une proportion plus élevée de coquilles plus âgées (> 4 ans), suggérant des taux d'exploitation plus faibles sur ces derniers. C'est le cas notamment du périmètre décrit par le champ proche où la nature des fonds limite également l'exploitation de la zone par les dragues bretonnes armant communément les navires de la pêche.

Cette hétérogénéité spatiale est à mettre en relation avec deux éléments. Le premier concerne la nature sédimentaire des fonds marins, opposant le sud de l'aire d'étude avec un substrat sablonneux à sa partie nord avec une nature du fond plus grossier (gravier et cailloutis), l'espèce affectionnant davantage les fonds sablonneux meubles. Le second élément s'appuie sur les connaissances des principaux schémas de dispersion larvaire décrits en baie de Saint-Brieuc (Nicolle et al., 2013) où la dispersion des larves est majoritairement sous contrainte des marées et des courants que celles-ci génèrent. En Baie de Saint-Brieuc, la circulation résiduelle de marée se fait d'est en ouest et la partie sud de la baie est décrite comme présentant les courants résiduels les plus faibles favorisant la rétention des larves dans ce secteur. Ainsi, les sites où les indices d'abondance observés apparaissent faibles, sont aussi des secteurs où la production larvaire est semble-t-il largement exportée vers d'autres secteurs de la baie.

Cette campagne d'échantillonnage 2018 est le point de départ d'une série temporelle. Aussi, les campagnes qui seront réalisées ultérieurement permettront de suivre le devenir des cohortes et permettront un regard plus éclairé sur le fonctionnement dynamique de la population locale.

5. Casiers à bulots

Le buccin ou bulot, *Buccinum undatum*, est une espèce exploitée commercialement en baie de Saint-Brieuc. Un suivi spécifique de cette espèce est intégré à cette étude.

Le buccin appartient à la classe des gastéropodes, ordre des néogastéropodes, famille des buccinidés. Cette espèce est largement répandue dans les zones côtières de l'Océan Atlantique Nord (Golikov 1968). C'est une espèce benthique préférant les sédiments sablo-vaseux avec une aire de distribution couvrant la zone de marée basse jusqu'à des bathymétries de 200 mètres (Mercier et Hamel, 2008). Le bulot est décrit comme un animal carnivore charognard, vivant sur un régime principalement composé de bivalves et de polychètes (Heude-Berthelin et al., 2011). Cette espèce est gonochorique, avec un dimorphisme sexuel basé sur la présence d'un pénis chez les mâles.

Pour les populations européennes, la maturation des gonades a lieu au printemps et en été, tandis que la ponte a lieu en hiver (Valentinsson et al., 1999), comme l'indique également nos observations lors des campagnes chalut du mois de février avec la présence quasi-systématique de pontes dans les traits réalisés. La fertilisation est interne et les œufs sont contenus dans des capsules posées sur des substrats benthiques durs. Le développement a lieu à l'intérieur des capsules d'œufs et l'éclosion des juvéniles a lieu 3 à 8 mois plus tard (Santarelli et Chaurand, 1985 ; Martel et al., 1986).

Les professionnels de la baie de Saint-Brieuc exploitent ce stock via l'utilisation de casiers montés en filières à raison de 60 à 80 unités par filière. Les bulotiers du secteur travaillent chacun entre 300 et 500 casiers par jour. Les bulots de taille commerciale sont triés des autres captures directement à bord, en utilisant des grilles pour sélectionner les animaux de plus de 45 mm. Cette taille minimale de capture est l'une des mesures prises au niveau de l'Union Européenne pour protéger l'espèce de la surpêche. Celle-ci est basée sur une estimation de la taille théorique à partir de laquelle 50% des individus présentent des organes reproducteurs matures et elle représente une indication de la taille à première maturité pour l'espèce.

Dans le cadre de cet état de référence, plusieurs éléments descriptifs de la population locale sont inventoriés biannuellement : abondance, biomasse, sexe ratio, structure d'âge et de taille. L'échantillonnage est stationnel et intervient deux fois par an, à la fin de l'hiver (février/mars) et à la fin du printemps (juin). Au travers de 20 points de prélèvement, le plan d'échantillonnage suivi couvre l'ensemble de la zone d'étude et tous les périmètres d'influence du projet éolien. Les paragraphes suivants présentent les moyens de prélèvement mis en œuvre et les résultats obtenus suite à cette première année de suivi.

5.1. Matériels et méthodes

Filière expérimentale

La filière type utilisée dans la pêcherie est grée d'une soixantaine de casiers, l'intervalle séparant deux casiers consécutifs valant environ 12m. La filière expérimentale utilisée dans cette étude garde les mêmes éléments constitutifs que l'engin professionnel mais a été réduite au nombre de 12 casiers (i.e. multiple de 60), dont 10 ont fait l'objet d'une collecte exhaustive de données.



FIGURE 12 : ILLUSTRATION D'UN CASIER A BULOTS. CHAQUE FILIERE EST COMPOSEE DE 12 CASIERS IDENTIQUES.

L'appât utilisé dans les casiers, ou « boîte », était toujours composé de crabe (araignées, tourteaux ou crabe vert) et de poisson (roussette principalement ou saumon), usuellement employé dans la pêche. Une quantité similaire d'appât a été placée dans chaque casier et les filières ont été déployées pour une durée d'environ 24h, soit deux cycles de marée avant de procéder aux opérations de virage des engins.

Une telle durée d'immersion est habituellement pratiquée par la profession et permet de se soustraire au maximum de biais tels que l'échappement, la saturation de l'engin, l'atténuation des effluves émis par l'appât, ainsi que la totale consommation de ce dernier par les captures préalablement au virage des engins.

Par ailleurs, le plan de pose des filières visait à maximiser l'aire d'attraction de la filière en limitant le recouvrement des aires d'appétence entre les casiers. Celles-ci étaient ainsi immergées en respectant un angle d'environ 70° par rapport à l'axe majeur de l'ellipse des courants de marée.

Au cours de cette première année d'état de référence, deux campagnes d'échantillonnage ont été réalisées au mois de mars puis au mois de juin ; toutes les deux à bord du navire Ar Gwaster.



FIGURE 13 : AR GWASTER, DEDIE AUX CASIERS A BULOTS (ERQUY).

Plan d'échantillonnage

Le site d'étude est composé de 20 stations (FIGURE 14). Pour parcourir l'ensemble de ces stations et permettre de respecter des temps de pêche similaires entre chacune d'entre-elles, le travail de terrain a été décomposé en trois jours (TABLEAU 3 et TABLEAU 4). Les filières localisées le plus au nord du site (stations 1 à 10) sont déployées le premier jour et relevées le lendemain. Les filières des stations 11 à 20 sont déployées le second jour et relevées le troisième. Les tableaux suivants présentent les coordonnées et les caractéristiques des stations échantillonnées au mois de mars et de juin 2019.

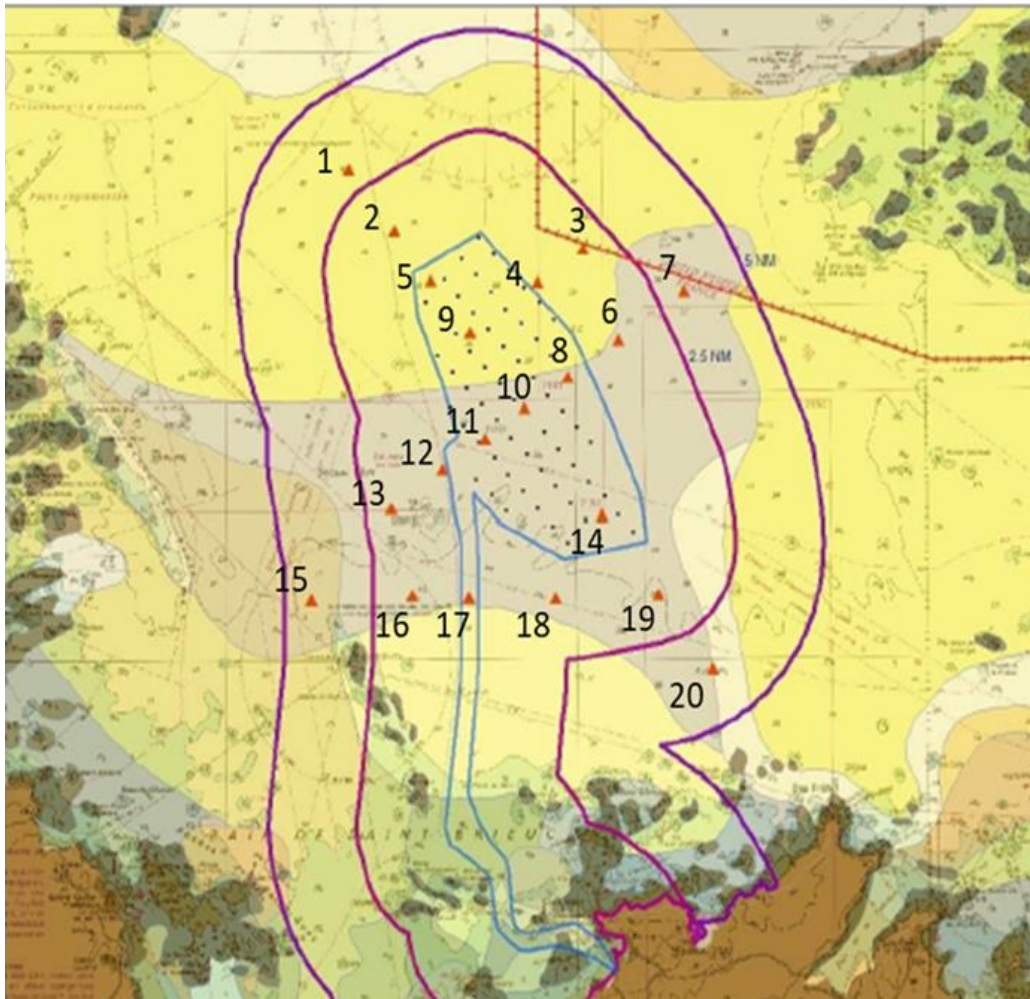


FIGURE 14 : PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE SUIVI POUR LES CAMPAGNES « CASIERS A BULOTS ».

TABLEAU 3 : SYNTHÈSE DES FICHES « PASSERELLE » RENSEIGNÉES LORS DE LA CAMPAGNE DE MARS 2019.

	Stations	Heure de pose/relève	coordonnées de pose des engins		Durée immersion (h)	Observations
			Lat. Filage	Long. Filage		
Pose J1 - Relève J2 (28 et 29 mars 2019)	1	08h16 - 06h43	48°57,036' N	02°39,702' W	23,45	RAS
	2	08h43 - 07h00	48°55,652' N	02°37,792' W	23,28	RAS
	5	09h05 - 07h30	48°54,015' N	02°36,020' W	23,42	RAS
	9	09h32 - 08h12	48°52,514' N	02°33,575' W	22,73	RAS
	4	09h45 - 08h53	48°54,434' N	02°32,644' W	23,13	RAS
	3	10h06 - 09h29	48°55,309' N	02°30,722' W	23,38	RAS
	7	10h40 - 10h20	48°54,063' N	02°25,447' W	23,67	RAS
	6	11h06 - 11h00	48°53,909' N	02°28,267' W	23,90	RAS
	8	11h21 - 11h25	48°53,002' N	02°30,718' W	23,95	RAS
	10	11h46 - 11h50	48°50,635' N	02°30,456' W	24,07	RAS
Pose J2 - Relève J3 (29 et 30 mars 2019)	11	12h20 - 10h10	48°50,0867' N	02°32,8883' W	21,83	RAS
	12	12h30 - 10h45	48°49,3185' N	02°35,5665' W	22,25	RAS
	13	12h45 - 11h25	48°48,7677' N	02°37,9565' W	22,67	RAS
	15	13h00 - 12h00	48°46,695' N	02°41,2642' W	23,00	RAS
	16	13h20 - 12h40	48°46,568' N	02°37,0108' W	23,33	RAS
	17	13h28 - 13h15	48°46,7973' N	02°34,0883' W	23,75	Filière déplacée et sectionnée
	18	13h43 - 13h35	48°46,572' N	02°30,865' W	23,87	RAS
	14	13h58 - xxhxx	48°48,5822' N	02°28,8895' W	-	Pas de filière visible à la relève
	19	14h12 - 14h30	48°46,696' N	02°26,4552' W	24,25	RAS
	20	14h50 - 15h00	48°44,775' N	02°24,1668' W	24,17	RAS

Lors de la campagne du mois de mars 2019, les prélèvements ont été réalisés entre le jeudi 28 et le samedi 30 mars 2019, lors de coefficients de marée de morte-eau (inférieurs à 40). Intervenir sur site un samedi était motivé par le fait qu'une pose des filières sur le secteur le plus sud (stations 11 à 20) à partir du vendredi après-midi offrait la possibilité de limiter au maximum les conflits d'espace avec les autres métiers (i.e. chalutiers et coquillards). Pour autant, deux de ces stations n'ont pas pu être relevées car les filières n'ont soit pas été retrouvées (station 14) soit été sectionnées (station 17). Ces deux stations sont donc absentes du jeu de données de cette année 2019. Lors de cette campagne, l'orientation des filières 3 à 10 n'a pu être respectée selon le même axe de pose que les autres en raison de la présence de nombreux chalutiers sur le secteur. Aussi, pour limiter les désagréments et rendre plus acceptable la présence de quelques filières à bulots dans ce secteur, celles-ci ont été orientées parallèlement à l'axe de courant principal, permettant aux autres métiers d'exploiter le site tout en limitant la probabilité de croche.

TABLEAU 4 : SYNTHÈSE DES FICHES « PASSERELLE » RENSEIGNÉES LORS DE LA CAMPAGNE DE JUIN 2019.

	Stations	Heure de pose/relève	coordonnées de pose des engins		Durée immersion (h)	Observations
			Lat. Filage	Long. Filage		
Pose J1 - Relève J2 (27 et 28 juin 2019)	1	06h20 - 6h46	48°57,036' N	02°39,702' W	24,43	RAS
	2	06h40 - 07h20	48°55,652' N	02°37,792' W	24,67	RAS
	5	07h00 - 07h55	48°54,015' N	02°36,020' W	24,92	Filière emmêlée - Non validée
	9	07h21 - 08h35	48°52,514' N	02°33,575' W	24,23	RAS
	8	07h40 - 11h00	48°53,002' N	02°30,718' W	27,33	RAS
	4	07h55 - xxhxx	48°54,434' N	02°32,644' W	-	Pas de filière visible à la relève
	3	08h14 - 11h38	48°55,309' N	02°30,722' W	27,23	RAS
	6	08h34 - 12h00	48°53,909' N	02°28,267' W	27,43	RAS
	7	08h53 - 12h25	48°54,063' N	02°25,447' W	27,85	RAS
	10	09h20 - 10h20	48°50,635' N	02°30,456' W	25,00	RAS
Pose J2 - Relève J3 (28 et 29 juin 2019)	12	09h00 - 07h45	48°49,3185' N	02°35,5665' W	22,75	RAS
	13	09h10 - 08h05	48°48,7677' N	02°37,9565' W	22,92	RAS
	15	09h29 - 08h40	48°46,695' N	02°41,2642' W	23,18	RAS
	16	09h48 - 09h15	48°46,568' N	02°37,0108' W	23,55	RAS
	11	10h39 - 09h50	48°50,0867' N	02°32,8883' W	23,18	RAS
	14	13h05 - 10h30	48°48,3200' N	02°28,5400' W	21,42	RAS
	17	13h30 - 11h05	48°46,3100' N	02°34,3700' W	21,58	RAS
	18	13h40 - 11h30	48°46,572' N	02°30,865' W	21,83	RAS
	19	13h55 - 11h55	48°46,696' N	02°26,4552' W	22,00	RAS
	20		Non échantillonnée		-	Pas d'engin déployé

La campagne du mois de juin s'est quant à elle déroulée entre le jeudi 27 et le samedi 29 juin 2019. A nouveau, les conditions de marée étaient favorables puisque nous sommes intervenus lors de coefficient de morte-eau (40 à 52). Les conditions de mer étaient en revanche plus difficiles avec la présence d'une forte houle les deux premiers jours (2 à 3 m). Cela a engendré une efficacité de pêche sans doute moindre des casiers comme l'indique le fait que nous ayons retrouvé la filière n° 5 complètement emmêlée à la relève, signe que la houle provoquait le déplacement des engins. La perte de la filière n°4 dès la première journée également nous a limité dans le nombre de filières que nous pouvions redéployer pour la seconde partie de l'échantillonnage. Notre choix s'est alors porté sur le retrait de la station n°20 du plan d'échantillonnage, laquelle est la plus éloignée et la plus atypique en comparaison des autres stations (faible bathymétrie, proximité de la côte).

Collecte de données

Pour chaque station, la filière expérimentale a été remontée à bord et le contenu des 10 premiers casiers a été individualisé avant d'être inventorié. Les deux casiers supplémentaires ne sont pas inclus dans l'analyse. Toutes les espèces observées ont été triées et les individus dénombrés. Le poids et le nombre de bulots capturés par casier ont été relevés. Les captures de bulots ainsi décrites en abondance et en biomasse par casier, l'ensemble des individus capturés a été rassemblé et mélangé afin de pouvoir en extraire un échantillon représentatif de 100 individus. Cet échantillon a été fixé à l'alcool pour permettre son retour à terre et un travail ultérieur en laboratoire.

Au laboratoire, chacun des 100 individus composant un échantillon a été mesuré (longueur totale au millimètre inférieur) et pesé (g). Les individus ont également été sexés après dissection et leur âge a été estimé par comptage des stries visibles sur l'opercule de l'animal.

Traitement des données

Les indices de Capture Par Unité d'Effort (CPUE) sont calculés. Ces derniers intègrent la durée d'immersion des engins de pêche et le nombre ou le poids de captures observées. L'unité considérée ici est le casier avec un intervalle de temps de 24h.

La valeur d'abondance ou de biomasse à partir de laquelle ces indices sont construits est issue des valeurs médianes observées au sein des casiers composant la filière (i.e. pour s'affranchir des valeurs extrêmes parfois observées entre les casiers d'une même filière).

Notons que le casier n'est généralement pas considéré comme un engin d'échantillonnage quantitatif car il est difficile de rapporter l'abondance des animaux capturés à une surface connue. Toutefois, un casier exerce son attraction sur les animaux situés à l'intérieur d'un périmètre et une estimation de ce rayon d'attraction peut être faite (Gros et Santarelli, 1986). Ces auteurs ont estimé que l'aire d'appétence d'un casier correspond à une surface de 371,5 m² (+/- 98 m²). Bien que cette estimation ne constitue qu'une approximation de la zone de capture, cet indicateur offre la possibilité de convertir les données en ramenant le nombre de bulots capturés à une surface. Cet indice permet une représentation plus simple des données.

Les données de sexe, d'âge et de taille ont permis la description de la structure en taille et en sexe des captures pour chacune des stations, ainsi que les patrons de croissance observés à l'échelle du site d'étude.

Les données de capture obtenues pour les autres espèces, différentes de l'espèce cible, n'ont pas fait l'objet de traitement particulier en raison de la faible confiance que l'on peut apporter aux données. Une description des captures en termes d'indices de diversité serait non adaptée. En effet, toutes les espèces ne présentent pas une capturabilité équivalente (attractivité de l'appât différente). L'observation d'autres espèces est aussi parfois liée au fait que les casiers sont trainés sur le fond lors des opérations de virage (par exemple nous avons observé la présence de pétoncles blancs, *Aequipecten opercularis*, bivalve filtreur). Pour autant, l'observation de ces espèces reste renseignée dans les bases de données et, est archivée et stockée pour être disponible en cas de besoins futurs.

5.2. Résultats

La campagne d'échantillonnage du mois de mars a permis la capture de 14 493 bulots sur les 180 casiers qui ont été comptabilisés sur les 18 stations validées ; les deux stations 14 et 17 n'ayant pu être échantillonnées au cours de cette campagne (cf. Matériels & Méthodes).

La campagne du mois de juin a permis quant à elle, la capture de 10 272 sur les 170 casiers déployés ; les stations 4, 5 et 20 n'ayant pu être échantillonnées au cours de cette seconde campagne (cf. Matériels & Méthodes).

Le tableau suivant synthétise les captures réalisées lors de ces deux campagnes d'échantillonnage.

TABLEAU 5 : PRESENTATION DES PRINCIPALES DONNEES COLLECTEES A L'ECHELLE DE L'AIRE D'ETUDE (I.E. TOUTE STATION CONFONDUE) LORS DES DEUX CAMPAGNES D'ECHANTILLONNAGE AYANT EU LIEU EN MARS ET JUIN 2019. UNE COMPARAISON DES INDICES CPUE EST EFFECTUEE VIA UN TEST DE STUDENT (INDEPENDANCE DES ECHANTILLONS ET NORMALITE VERIFIEES).

	Nb de casiers	Abondance totale (n)	Biomasse totale (kg)	CPUE (kg/casier/24h)	CPUE (nb/casier/24h)
Mars - 2019	180	14493	225,15	1,176	75
Juin - 2019	170	10272	178,80	0,956	52
			t-Student	t : 2,79 ; p<0,01	t : 4,25 ; p<0,01

Les captures observées sur l'ensemble de l'aire d'étude (toutes stations confondues) entre les deux saisons sont du même ordre de grandeur avec des indices de biomasse autour de 1 kg de bulots par casier et par 24h. Ce chiffre moyen est également celui constaté par la profession dans leur activité. Malgré cette ressemblance, statistiquement une différence significative est relevée entre les deux saisons d'échantillonnage à l'échelle de l'ensemble du site d'étude. Le niveau de capture observé au printemps (juin) est plus faible à la fois en termes d'abondance et de biomasse que celui observé en fin d'hiver (mars). Le traitement de ces données à l'échelle de la station montre que cette différence statistique globale n'est pas systématique entre toutes les stations (cf. Figure 15).

Les captures n'étant pas homogènes entre tous les casiers d'une filière, il convient de décrire les échantillons constitués sur chaque station au travers d'un indice de position (la médiane est ici préférée à la moyenne qui est sensible aux valeurs extrêmes) complété d'un indice de dispersion tels que les quantiles (1^{er} et 3^e).

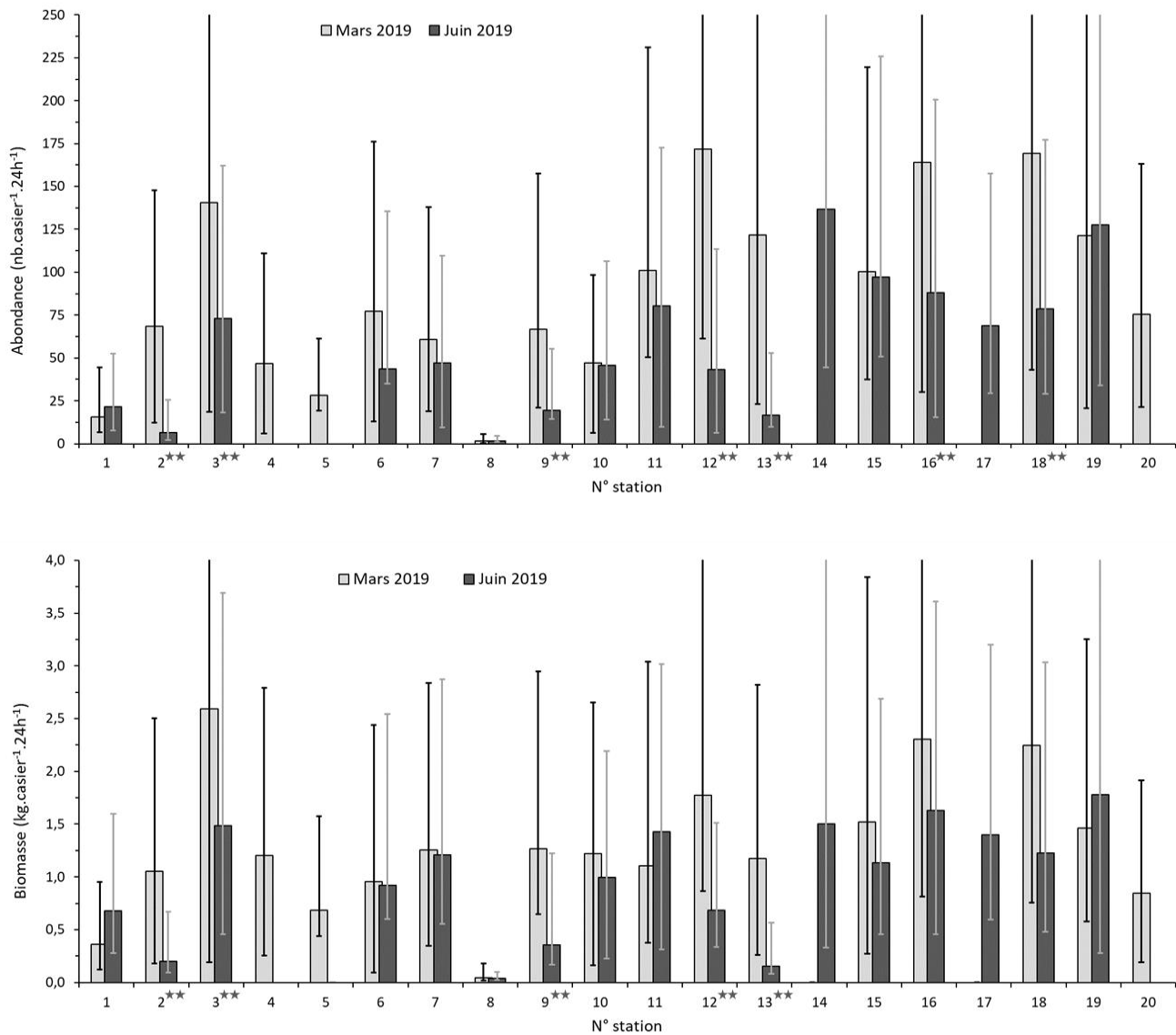


FIGURE 15 : REPRESENTATION SYNTHETIQUE DES ECHANTILLONS CONSTITUES EN TERMES D'ABONDANCE (EN HAUT ; N.CASIER⁻¹.24H⁻¹) ET DE BIOMASSE (EN BAS ; KG.CASIER⁻¹.24H⁻¹) AU SEIN DES 20 STATIONS ECHANTILLONNEES EN MARS 2019 (GRIS) ET EN JUIN 2019 (NOIR). LA MEDIANE DE CHAQUE SERIE EST REPRESENTEE PAR LA HAUTEUR DE L'HISTOGRAMME. LA DISPERSION DES DONNEES EST ILLUSTRÉE PAR LES BARRES D'ERREUR LESQUELLES REPRESENTENT LA POSITION DES 1ER ET 3E QUARTILES. LE NUMERO DES STATIONS POUR LESQUELLES DES DIFFERENCES SIGNIFICATIVES ENTRE ECHANTILLONS EXISTENT, SONT ANNOTEES AVEC * (P< 0.05) OU ** (P< 0.01).

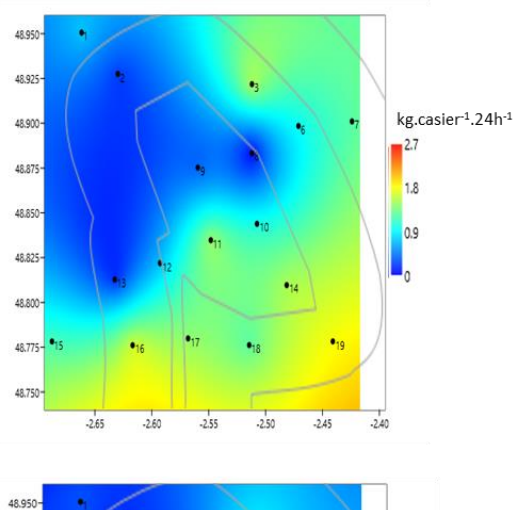
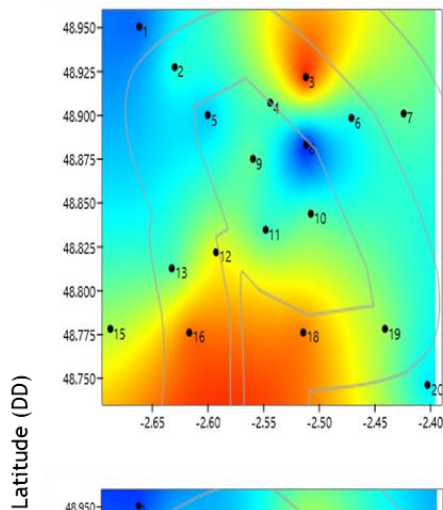
Les abondances les plus faibles sont observées lors de la campagne du mois de juin 2019 sur la station n°08 avec une biomasse de 0,039 kg.casier⁻¹.24h⁻¹ et une abondance de 2 bulots.casier⁻¹.24h⁻¹. Les captures réalisées lors de la première campagne (mars 2019) sur cette même station étaient semblables : 0,047 kg.casier⁻¹.24h⁻¹ et 2 bulots.casier⁻¹.24h⁻¹. A titre de comparaison, nous avons observé des biomasses pouvant atteindre 2,59 kg.casier⁻¹.24h⁻¹ sur la station n°03 au mois de mars (correspondant à 144 bulots.casier⁻¹.24h⁻¹) et 1,780 kg.casier⁻¹.24h⁻¹ sur la station n°19 au mois de juin (correspondant à 128 bulots.casier⁻¹.24h⁻¹).

Une représentation spatiale des CPUE est proposée dans la figure suivante.

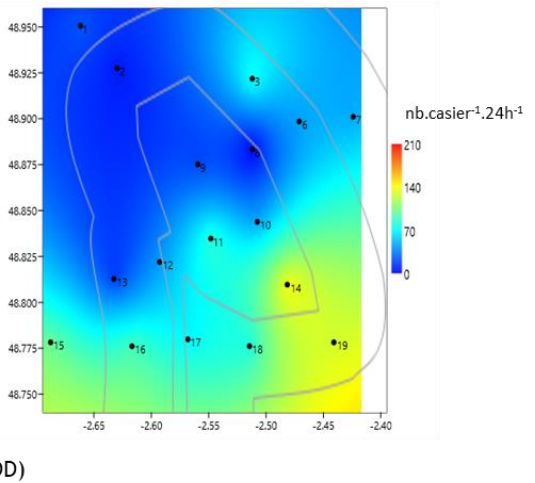
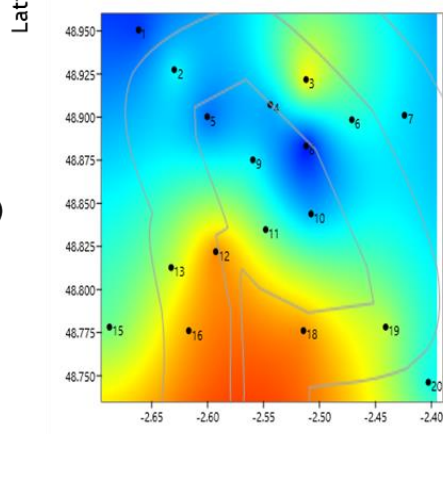
Mars - 2019

Juin - 2019

CPUE (biomasse)



CPUE (abondance)



Longitude (DD)

FIGURE 16 : REPRESENTATION SPATIALE DES INDICES DE CAPTURES PAR UNITE D'EFFORT (CPUE) EXPRIMES EN ABONDANCE (EN BAS ; N.CASIER⁻¹.24H⁻¹) ET EN BIOMASSE (EN HAUT ; KG.CASIER⁻¹.24H⁻¹) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE MARS 2019 (COLONNE DE GAUCHE) ET EN JUIN 2019 (COLONNE DE DROITE). L'INTERPOLATION ENTRE LES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE EST OBTENUE PAR KRIGEAGE.

L'interpolation spatiale doit être considérée avec précaution car l'effort d'échantillonnage n'est pas uniformément réparti. En conséquence, l'erreur standard des indices figurés apparaît forte au droit des zones où les points d'échantillonnage sont distants ou absents (i.e. faible fiabilité des résultats sur les zones périphériques et au centre Ouest et Est du site d'étude). Cet outil géostatistique présente en revanche l'avantage d'illustrer et de rendre plus visible les variations d'indice entre stations qu'une simple représentation graphique par histogrammes.

Bien que les fortes abondances et biomasse observées au mois de mars ne soient pas observées au mois de juin, la répartition spatiale des indices reste similaire entre les deux campagnes de prélèvement. A la fois en termes de biomasse et d'abondance, les CPUE les plus fortes sont rencontrées sur les stations se situant au sud de la zone de parc. De même, les stations n°3 et n°8 se différencient des stations alentours lors des deux campagnes en présentant des indices CPUE les singularisant.

Structure de taille de la population et patron de croissance en baie de Saint-Brieuc

Parmi les données collectées, certaines permettent une description des captures observées en termes de taille, d'âge et de sexe. Ce travail repose sur l'analyse d'un échantillon de 100 individus pour chacune des stations. Les données présentées dans ce rapport intermédiaire ne proviennent que des données bancarisées lors de la campagne du mois de mars. Les échantillons constitués au mois de juin étant en phase d'acquisition et d'analyse, ces derniers ne sont donc pas ici présentés mais seront inclus dans le rapport intermédiaire de 2020.

A l'échelle du site, et d'après les données collectées en mars 2019, une représentation des abondances relatives par classe de taille fait figurer une distribution bimodale (FIGURE 17). Toutefois, l'amplitude observée entre deux valeurs extrêmes est faible avec seulement 3,8% séparant les classes de taille les plus représentées et les moins abondantes. L'analyse des courbes de croissance obtenues (FIGURE 17) permet de voir qu'en revanche, les deux modes ne sont pas composés par le même nombre de cohortes. Le premier rassemble les classes d'âge 1 à 4 alors que le second, plus étroit, correspond à la fraction représentée par les classes d'âge 5 à 11. Ces mêmes données indiquent par ailleurs, qu'aucune distinction n'est observée entre les courbes de croissance constatées entre les bulots mâles et les bulots femelles. Les valeurs asymptotiques comme la vitesse à laquelle cette valeur est atteinte apparaissent équivalentes entre les deux sexes.

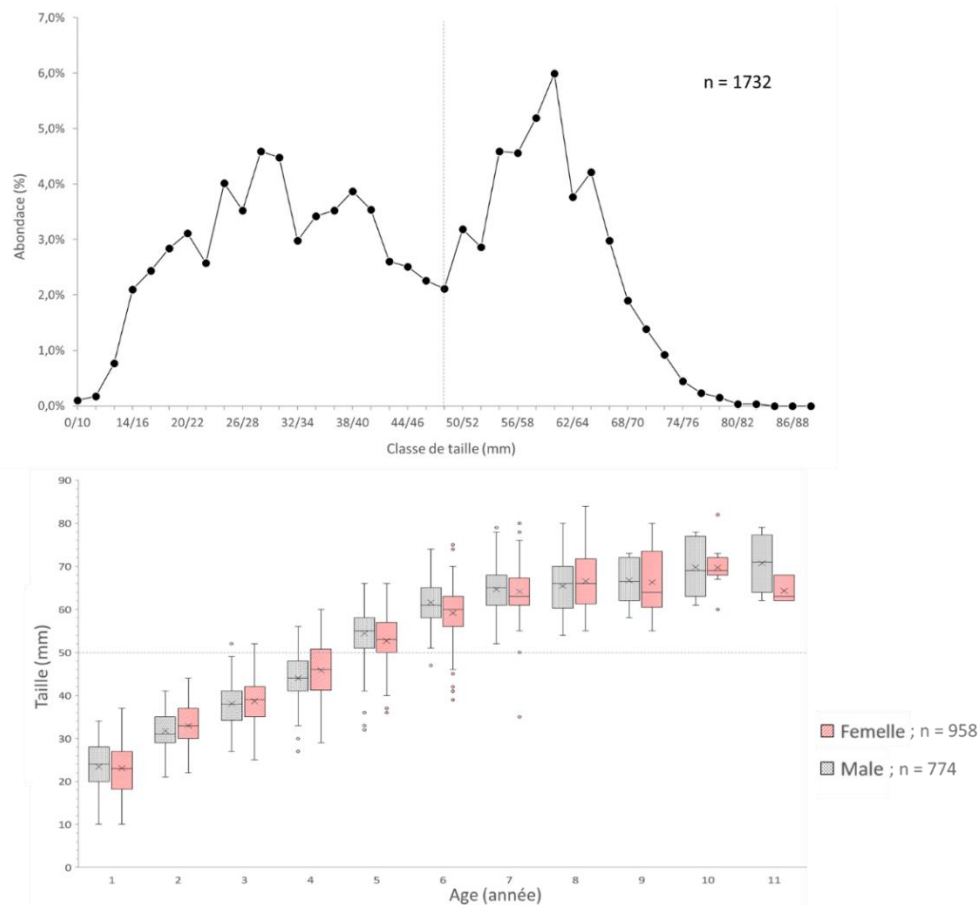


FIGURE 17 : A) NOMBRE D'INDIVIDUS (%) OBSERVE PAR CLASSE DE TAILLE (MM). B) LONGUEUR TOTALE (LT, EN MM) OBSERVEE EN FONCTION DE LA CLASSE D'AGE DES INDIVIDUS MALE (GRIS) ET DES INDIVIDUS FEMELLE (ROUGE). DONNEES EXTRAITES DES CAPTURES FAITES LORS DE LA CAMPAGNE DE MARS 2019.

Disposant de données de structure d'âge pour chaque station échantillonnée, une représentation spatiale des fréquences relatives observées a pu être faite (FIGURE 18). Celle-ci indique une distribution

hétérogène au sein de l'aire d'étude, la classe d'un an présentant une forte abondance relative sur la partie centrale et sud du périmètre. Les individus les plus âgés sont, quant à eux, sur-représentés sur les stations les plus éloignées de la côte. A l'inverse, les fréquences relevées d'individus de 2, 3, 4 et 5 ans au sein des échantillons restent homogènes entre les stations.

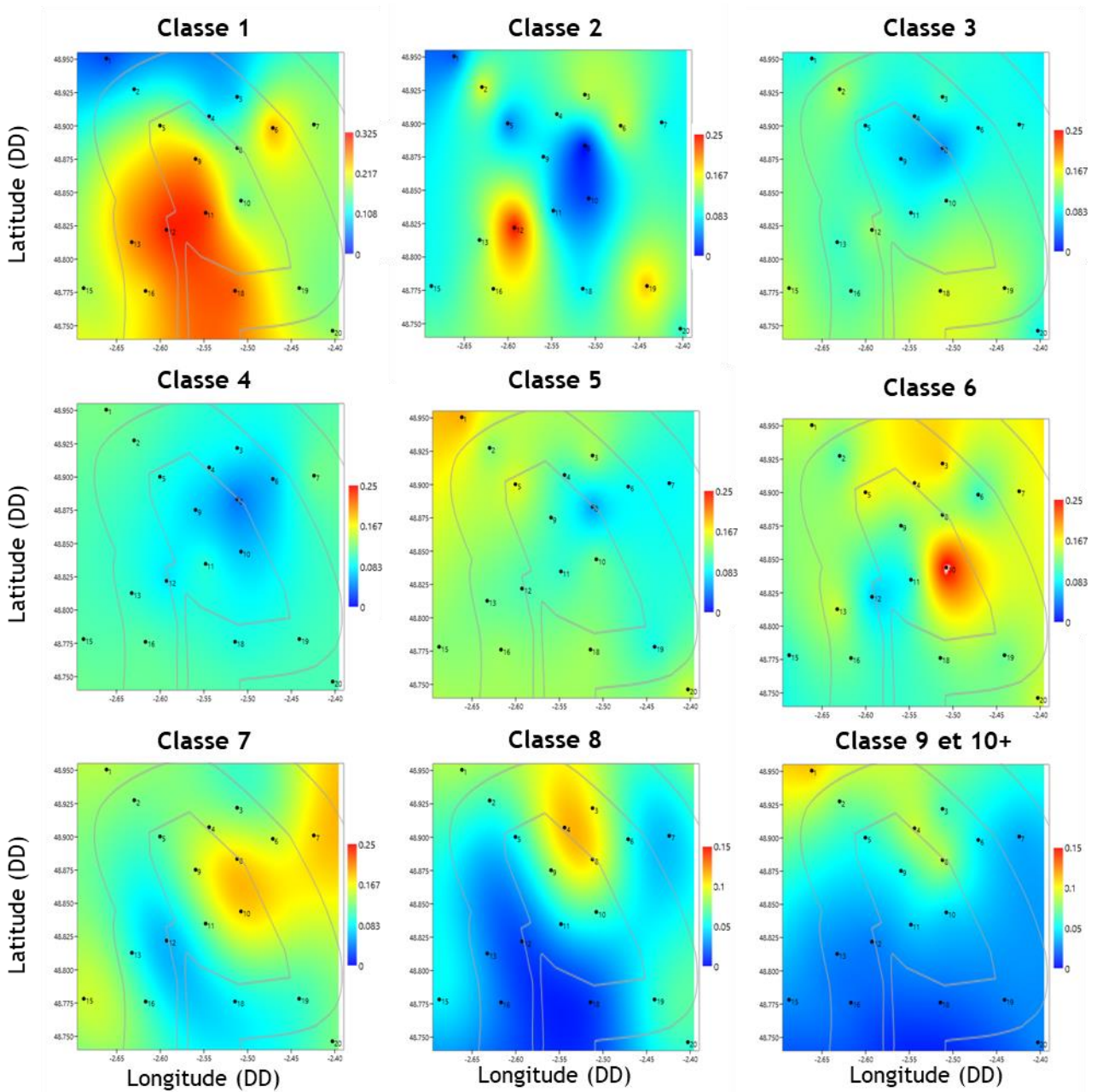
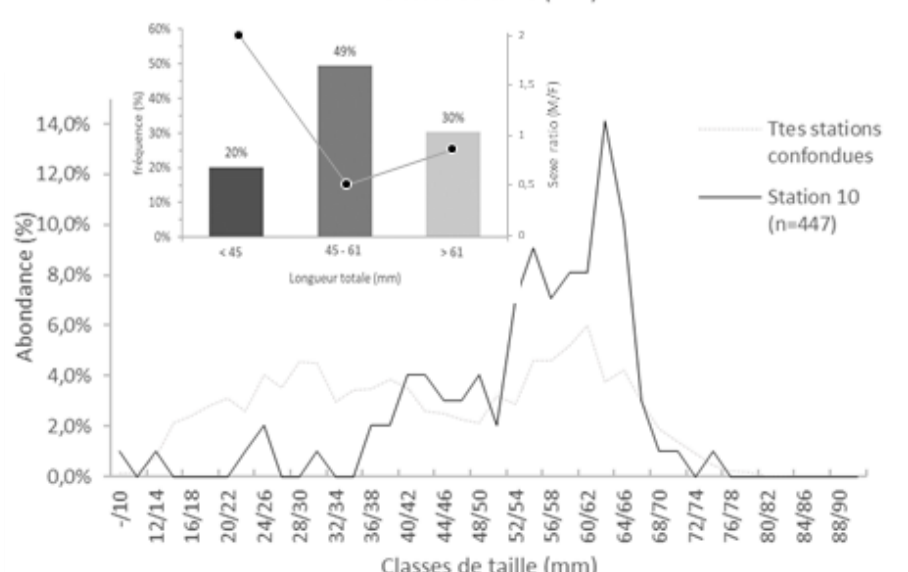
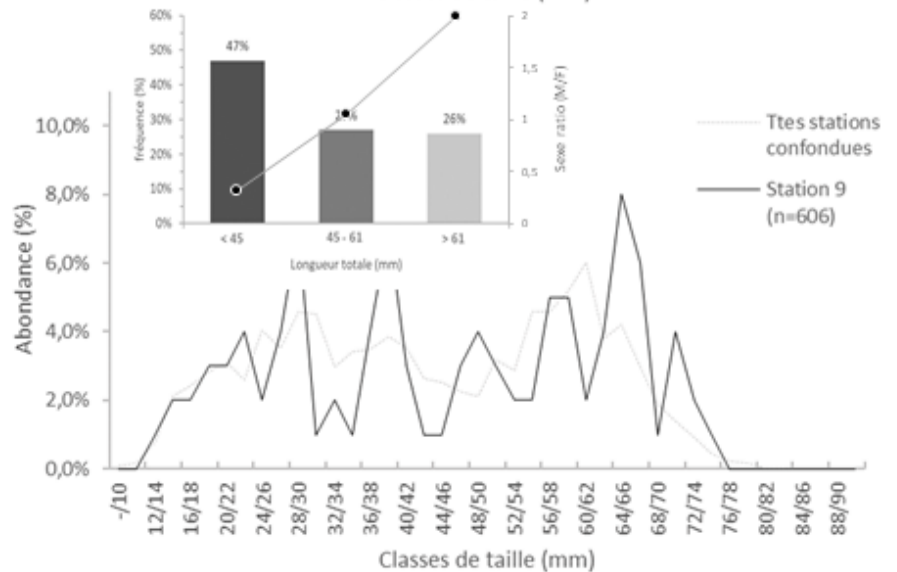
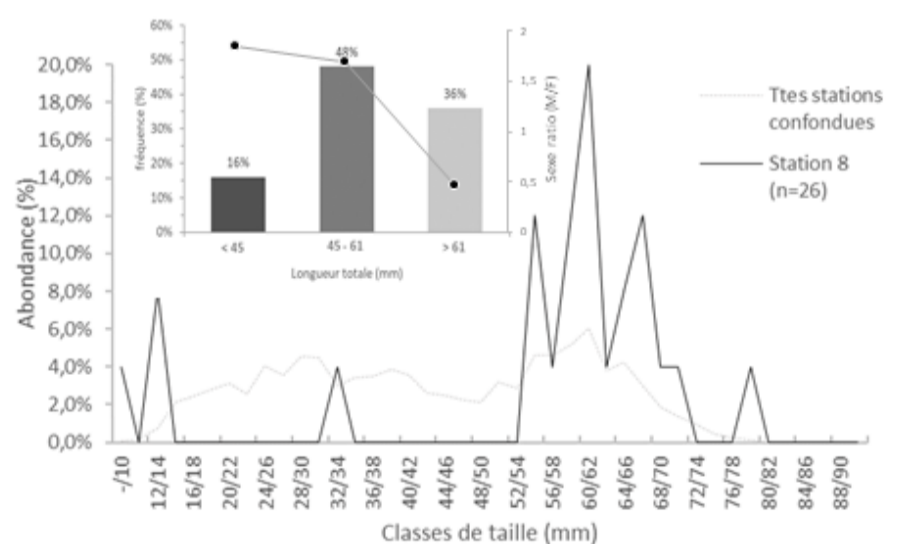
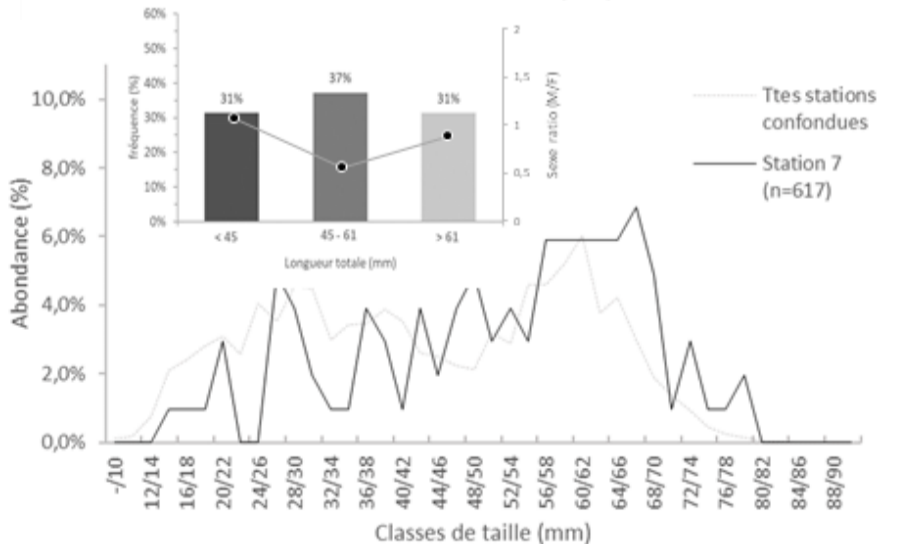
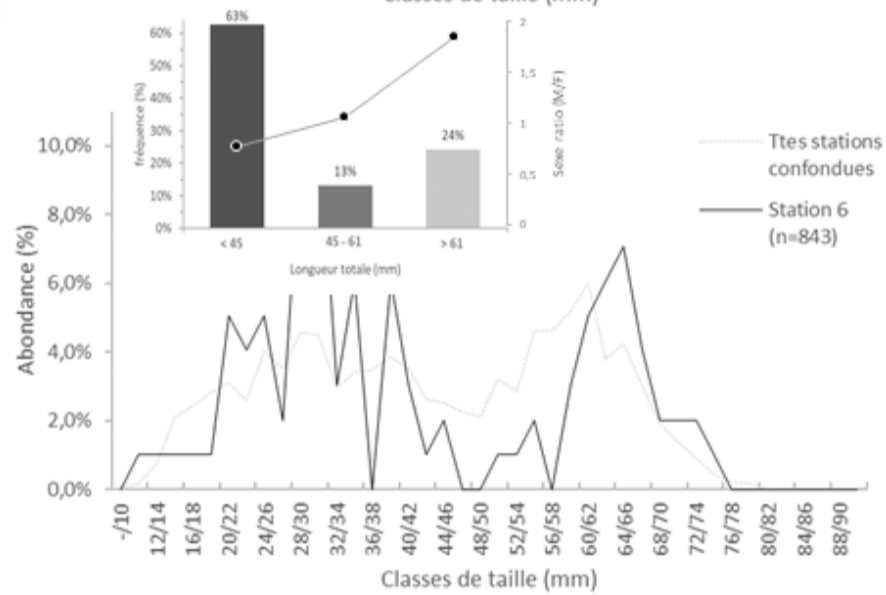
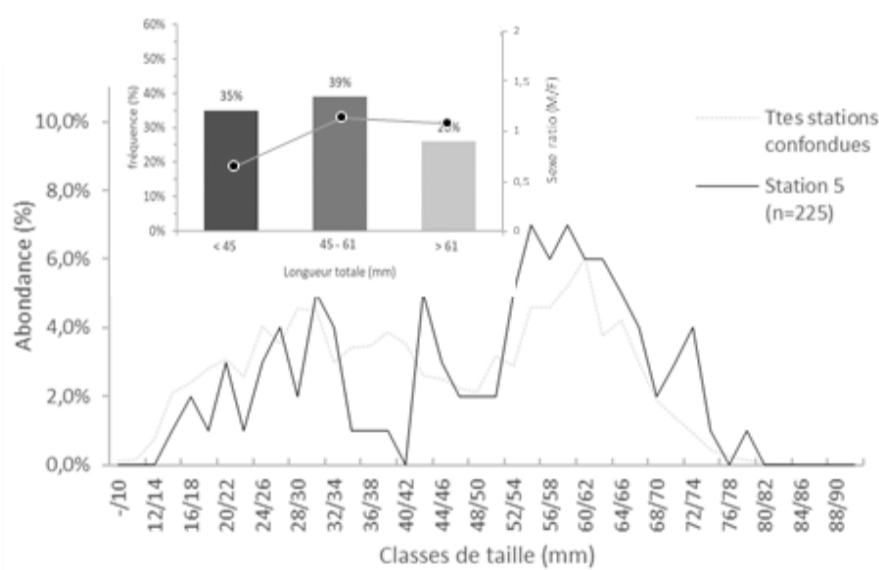
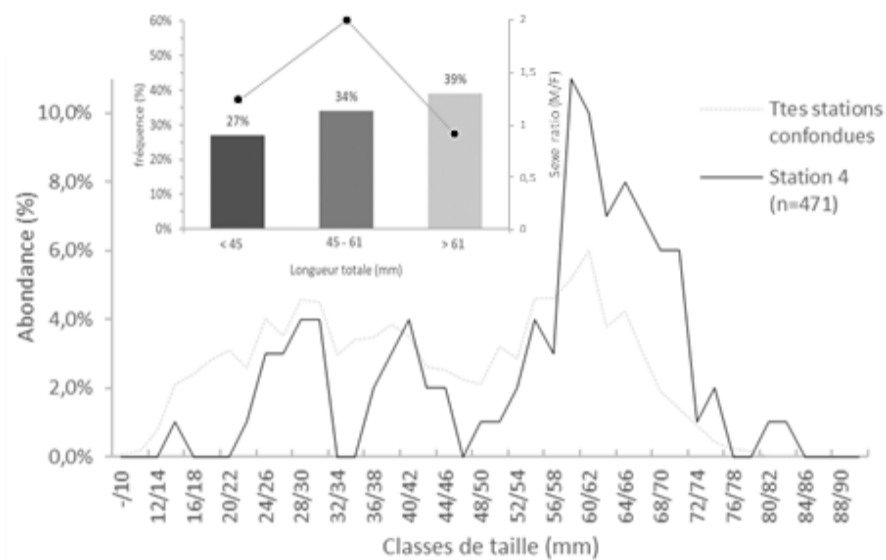
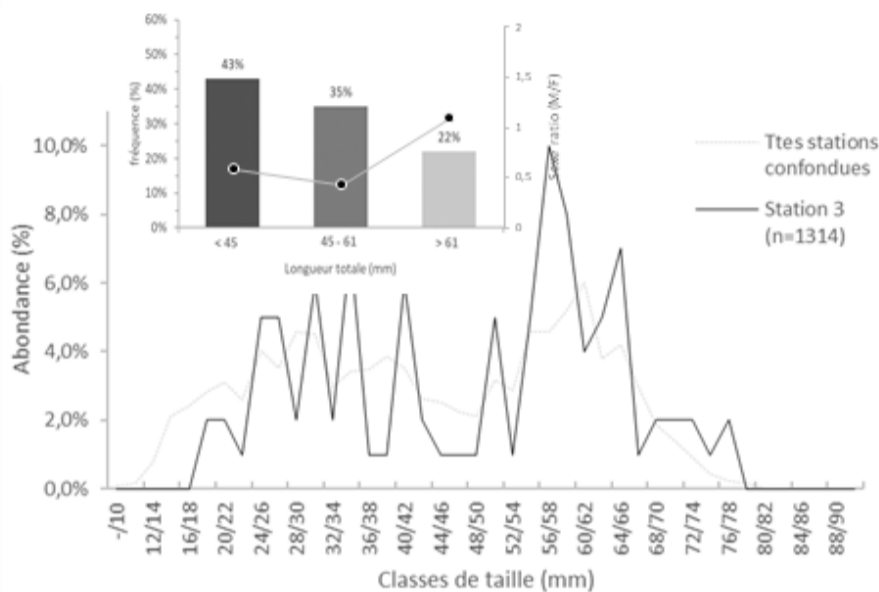
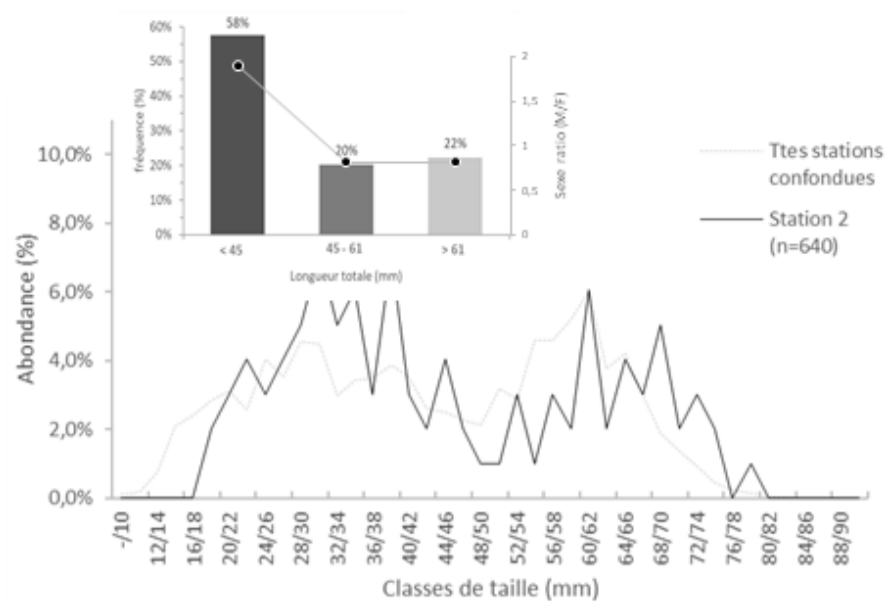
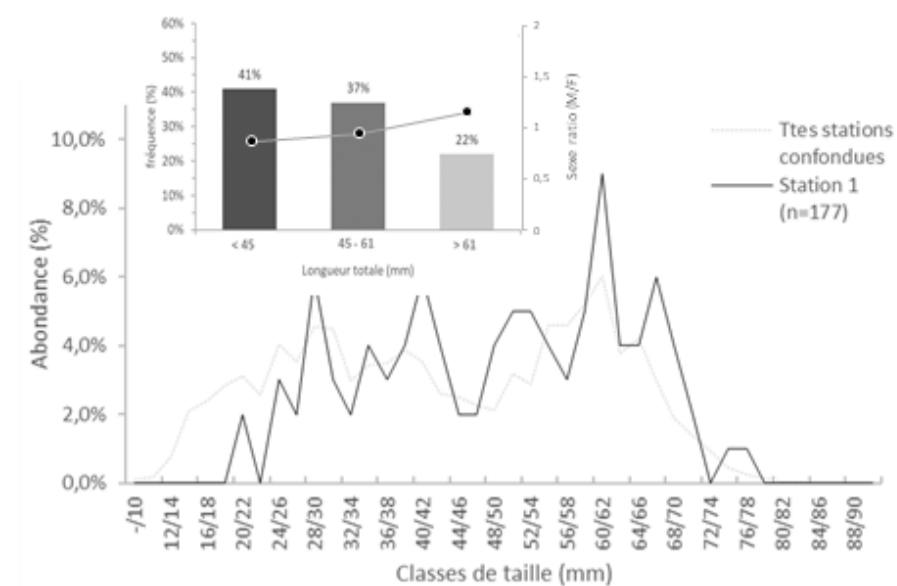


FIGURE 18 : REPRÉSENTATION SPATIALE DES FRÉQUENCES D'OCCURRENCE DES CLASSES D'ÂGE (%) OBSERVÉES AU SEIN DES ÉCHANTILLONS COLLECTÉS. L'INTERPOLATION ENTRE LES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE EST OBTENUE PAR KRIGEAGE.

Tout l'enjeu de cette première année de campagne repose sur l'amorce d'une série temporelle où les données collectées en 2019 représenteront les points initiaux. Ainsi, additionnellement aux figures précédentes, les graphiques ci-dessous (FIGURE 19) complètent les résultats présentés dans ce rapport intermédiaire en mettant en valeur d'autres données collectées à l'échelle de chaque station : la structure en taille et le sexe ratio.



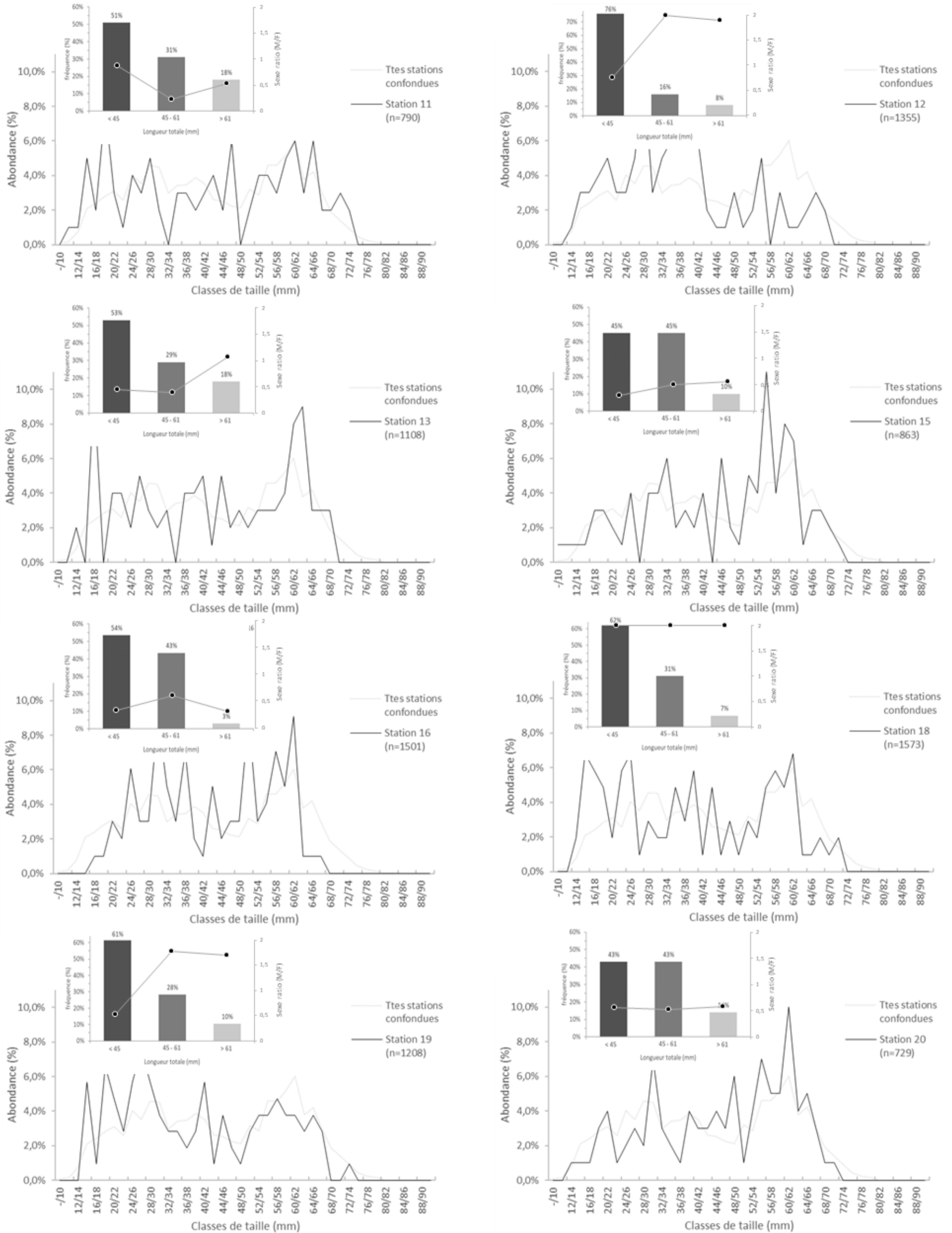


FIGURE 19 : FREQUENCES DES CLASSES DE TAILLE OBSERVEES (DE 0/10mm A 88/90mm) SUR CHACUNE DES STATIONS (TRAIT NOIR). A TITRE COMPARATIF LA STRUCTURE OBSERVEE A L'ECHELLE DE L'AIRE D'ETUDE EST FIGUREE SUR CHACUN DES GRAPHIQUES (POINTILLE GRIS). L'HISTOGRAMME ACCOMPAGNANT CHAQUE GRAPHIQUE SYNTHETISE LES FREQUENCES OBSERVEES (%) AU SEIN DES CLASSES DE TAILLE]0-45 mm],]45-61 mm] ET]61-90 mm] EN INDIQUANT EGALEMENT LE SEXE RATIO (MALE/FEMELLE) OBSERVE (POINTS).

5.3. Discussion

Les deux campagnes de pêche, réalisées au mois de mars et de juin 2019, permettent d'amorcer une série temporelle au travers de plusieurs descripteurs à la fois au niveau stationnel mais aussi de l'aire d'étude. Si les campagnes réalisées n'ont pas permis l'échantillonnage systématique des 20 stations de suivi, elles ont néanmoins permis la collecte de données abondantes et informatives sur la population locale (35 points de suivi réalisés / 40 programmés).

Les indices de CPUE observés lors des deux campagnes (autour de $1 \text{ kg.casier}^{-1} \cdot 24\text{h}^{-1}$) sont en tout point cohérents avec les niveaux de capture observés par les professionnels travaillant sur le secteur. La traduction des abondances correspondantes en termes de densité suggère la présence en moyenne de 0.2 individus par m^2 , avec cependant une hétérogénéité spatiale marquée ; le secteur côtier présentant des indices deux fois plus élevés.

Les structures de taille observées à l'échelle de l'aire d'étude indiqueraient que l'espèce présente un faible taux de mortalité. En effet, la fréquence de capture des individus âgés d'1 an jusqu'à ceux de 5-6 ans est quasi constante. Les individus plus grands et plus âgés (6 ans et plus), ayant atteint la taille limite de capture, présentent en revanche des fréquences d'occurrence qui chutent rapidement.

Notons cependant que la méthode d'échantillonnage peut induire un biais dans cette représentation démographique. En effet, l'aire d'appétence d'un casier est directement liée à la taille des animaux, les plus grands étant capables de parcourir plus de distance que les petits en un même laps de temps. Aussi, l'engin utilisé sous-échantillonne probablement les individus les plus petits.

La répartition spatiale des classes d'âge est également un élément intéressant à mettre en parallèle avec les pratiques des professionnels sur la zone. En effet, le prix de vente du bulot est souvent indexé sur la taille des animaux (les grands individus dévaluent parfois fortement la valeur commerciale d'une pêche). Il est intéressant de constater que les secteurs de prospection privilégiés restent donc davantage côtiers. Les secteurs plus au large restent moins intéressants économiquement (*i.e.* consommation de carburant supérieure, baisse de la valeur commerciale de la pêche) et subissent donc une pression de pêche moins forte tout en concentrant une grande proportion des géniteurs du secteur.

6. Chaluts canadien et franc

Les objectifs des campagnes scientifiques de chalutage reposent sur la volonté d'évaluer l'incidence du parc éolien en mer et de son raccordement en suivant l'évolution des stocks et des ressources halieutiques en étudiant les variations pluriannuelles de peuplements plurispécifiques (poissons et céphalopodes), en termes de distribution, d'abondance et de structure. Cette étude prévoit l'utilisation de deux types de chaluts, canadien et franc, via un échantillonnage saisonnier (bi annuel).

Contrairement à un travail centré sur les statistiques commerciales, ces campagnes d'échantillonnage assurent une couverture synoptique et une retranscription exhaustive des captures réalisées. Ces campagnes scientifiques sont le moyen de fournir des informations utiles sur la relation entre la distribution du poisson et les facteurs de l'environnement, avec pour le projet éolien, l'idée d'évaluer *in fine* les impacts induits des phases travaux et d'exploitation.

La stratégie générale adoptée pour la réalisation de cette étude (i.e. navire, engin, saison, zone d'étude et plan d'échantillonnage systématique) a fait l'objet de discussions entre les diverses parties prenantes entre le mois d'octobre 2017 et septembre 2018, dates des premières campagnes d'échantillonnage. Les paragraphes suivants décrivent les moyens déployés pour la réalisation de ces campagnes et les résultats obtenus lors de cette première année de mesure.

6.1. Matériels et méthodes

Le plan d'échantillonnage est constitué de 46 stations fixes (figure 20). Les stations positionnées sur la partie Nord du secteur d'étude présentant un substrat majoritairement rocheux avec de nombreux affleurements, sont prospectées au moyen d'un chalut canadien (33 stations). Les stations plus côtières, positionnées sur un substrat sableux, sont quant à elles, prospectées au moyen d'un chalut franc (13 stations).



FIGURE 20 : PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DES CAMPAGNES CHALUT FRANC (STATIONS SITUÉES AU SUD DE LA DÉLIMITATION ROUGE, FXX) ET CHALUT CANADIEN (STATIONS SITUÉES AU NORD DE LA DÉLIMITATION ROUGE, CXX). LE SIROCCO IX NAVIRE DÉDIÉ AU CHALUT FRANC ET LE CAP HORN.

L'échantillonnage systématique a lieu deux fois par an en ciblant les assemblages de fin d'été (septembre) et hivernaux (février). Le protocole appliqué suit les préconisations faites dans les principaux guides faisant référence en matière d'échantillonnage des ressources halieutiques (e.g. Manuel des protocoles de campagne halieutique – IFREMER 2009). Dans ce sens, les traits de chalut sont réalisés à contre-courant et à vitesse constante (entre 2 et 4 nœuds) pendant une durée fixe de 20 minutes. Les positions GPS du navire sont relevées au moment du blocage de la fune lors de l'opération de filage et au début du virage de l'engin. Les campagnes ont été programmées lors de coefficients de marée propices à l'utilisation de chaque engin au regard du retour d'expérience des professionnels (chalut franc : coefficients de marée inférieurs à 70, chalut canadien : coefficients compris entre 65 et 90).

Les engins de pêche utilisés sont ceux des professionnels auxquels nous avons ajouté une chaussette de maille réduite (10 mm étirée) pour permettre la capture d'espèces de petites tailles et les juvéniles. Les navires affrétés pour ces opérations ont fait l'objet d'un tirage au sort en amont de la première campagne et ces derniers seront conservés pendant toute la durée de l'étude afin de respecter le principe de continuité. Conformément aux enjeux halieutiques locaux, l'échantillonnage des 46 stations est nocturne.

A bord, chaque opération de pêche est référencée sur une fiche passerelle. Celle-ci fait état des conditions d'échantillonnage (état de la mer, météo, etc.) et mentionne les heures et positions de filage et de virage des engins de pêche. Sur le pont, au terme des 20 minutes de traine, le contenu du chalut est entièrement vidé dans des caisses de criée. Les scientifiques embarqués réalisent ensuite un tri exhaustif des captures en individualisant chaque espèce observée. Chaque espèce est ensuite identifiée. L'identification réalisée, les individus sont dénombrés et une pesée totale par espèce est réalisée. Complémentairement, des mesures biométriques sont réalisées en suivant le guide de l'IFREMER « mensurations des espèces en halieutique » sur un échantillon maximal de 30 individus. Les espèces autres que les poissons, céphalopodes et crustacés sont également inventoriées et dénombrés à cette étape. Toutes ces données brutes sont renseignées sur une fiche « capture ». Celle-ci fait l'objet à terre d'une saisie informatique et ces données sont ensuite bancarisées dans une base de données dédiée à l'étude.

Deux assemblages saisonniers des communautés benthodémersales ont été échantillonnés au cours de cette première année.

L'échantillonnage de fin d'été a été réalisé lors des nuits :

- du 05 et du 06 septembre 2018 à bord du Sirocco IX (chalut franc),
- du 24, 25, 26 et 27 septembre 2018 à bord du Cap Horn (chalut canadien).

L'échantillonnage hivernal a été réalisé lors des nuits :

- du 04, 05 et 18 février 2019 à bord du Cap Horn (chalut canadien),
- du 14 et 15 février 2019 à bord du Sirocco IX (chalut franc).

Traitement des données

Les premiers indicateurs utilisés sont ceux définis à l'échelle de la communauté. Les analyses statistiques qui s'y rapportent suivent les méthodes standards d'analyse décrites par Clarke (1993) et Clarke & Warwick (2001) permettant d'extraire des indicateurs univariés : la richesse spécifique (S), la diversité (indice de diversité de SHANNON, H' et l'équitabilité, J'), et les indices de captures par unité d'effort (CPUE en abondance et en biomasse). Ces indices ont été calculés à l'échelle de l'ensemble du site et pour chaque station.

Dans un second temps, une description détaillée des captures observées par espèce est réalisée. Cela dans le but de décrire la population observée à la fois en termes de fréquences et d'abondance mais aussi et surtout en termes de structure de taille.

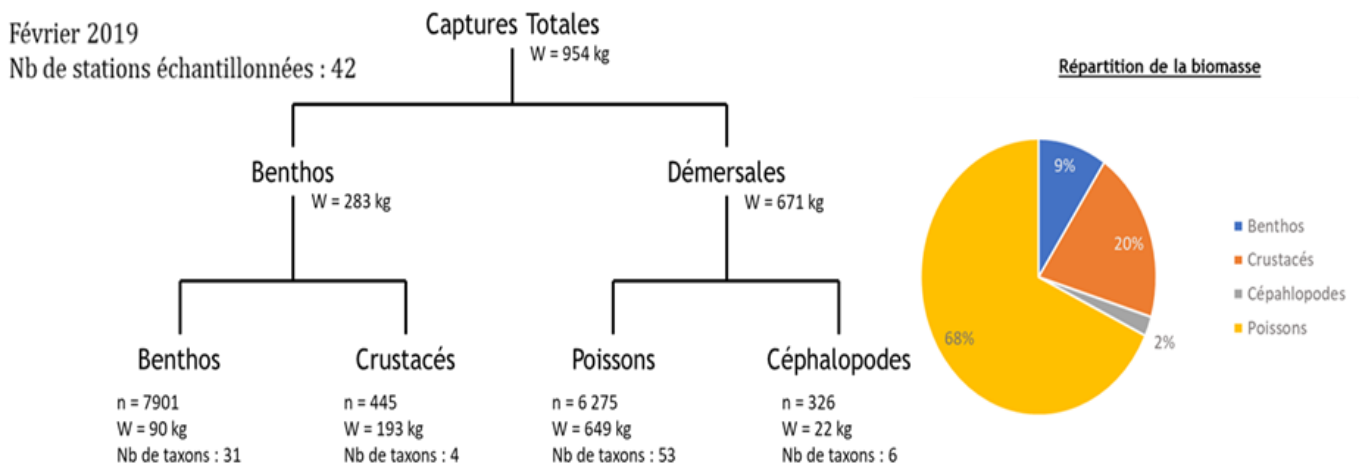
Cette première année de campagne étant le point de départ d'une plus longue série temporelle, l'analyse des données qui est faite dans ce rapport intermédiaire n'est ici qu'une analyse descriptive des indicateurs calculés.

6.2. Résultats

Lors de cette première année de campagne scientifique, deux saisons ont été échantillonnées au travers de quatre campagnes (2 campagnes au chalut franc et 2 campagnes au chalut canadien, en septembre 2018 et février 2019). Celles-ci sont le point de départ d'une série temporelle plus longue. Les résultats des captures et des données collectées au cours de ces deux saisons sont présentés dans les paragraphes suivants. Après une présentation générale des espèces et de leur répartition à l'échelle de l'aire d'étude, les résultats sont détaillés station par station à l'aide d'une fiche synthétique.

Synthèse globale des captures

A)



B)

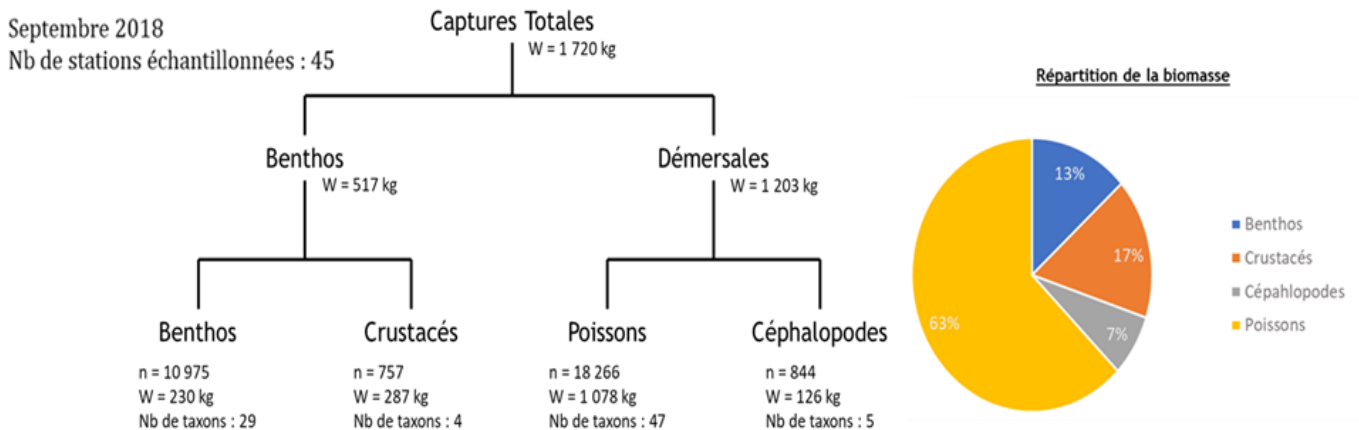


FIGURE 21 : SYNTHÈSE DES CAPTURES RÉALISÉES AU CHALUT CANADIEN ET CHALUT FRANC LORS DES CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE DE SEPTEMBRE 2018 (A) ET DE FÉVRIER 2019 (B).

La biomasse échantillonnée en septembre 2018 est deux fois plus élevée que celle échantillonnée en février 2019. Ces différences sont principalement portées par les compartiments Benthos (forte présence de pétoncles blancs en septembre) et Poissons. Les céphalopodes sont également plus représentés en fin d'été qu'en hiver.

La diversité taxonomique à l'échelle de l'aire d'étude est en revanche plus élevée en hiver (59 espèces de poissons et de céphalopodes) qu'en été (52 espèces de poissons et céphalopodes).

Fréquence d'occurrence

Les résultats suivants font abstraction des compartiments benthos et crustacés, ces groupes d'espèces étant traités spécifiquement par d'autres campagnes. Ces données restent néanmoins bancarisées en totalité.

Les données brutes ont dans un premier temps fait l'objet d'une étude descriptive en catégorisant les espèces observées en classe d'occurrence, depuis les espèces dites « constantes » (fréquence d'observation supérieure à 75%) jusqu'aux espèces dites « accidentelles » (fréquence d'occurrence inférieure à 10%). Le classement obtenu pour chacune des saisons est présenté ci-dessous (FIGURE 22 et FIGURE 23).

Les campagnes de février et de septembre laissent apparaître le même cortège d'espèces majoritaires composant le peuplement halieutique : le petit tacaud, le tacaud commun, la dorade grise, le rouget barbet, la petite roussette, le grondin rouge, le grondin camard et l'encornet commun. La spécificité de la période hivernale se retrouve dans le changement de classes d'occurrence de plusieurs espèces : le merlan (constantes en février, accidentelles en septembre), la sole commune, la lotte commune, le sprat et la sardine (occasionnelles en février, rares ou accidentelles en septembre) et la seiche rose (occasionnelle en février et absente des observations en septembre). La spécificité de la fin de la période estivale réside quant à elle essentiellement sur l'observation des deux espèces d'Emissoles, tachetée et lisse, (absentes des captures de février) et les fortes occurrences de seiche commune et de chinchard (constantes en septembre, rares ou occasionnelles en février). Cette période présente également davantage d'espèces de la classe accidentelles (25 espèces contre 16 en février).

Notons également que les stations se situant au sein du périmètre du futur parc éolien ne présentent que peu d'espèces appartenant aux classes rares et accidentelles (6 espèces sur 25 en septembre, 9 espèces sur 24 en février).

Abondance et Biomasse

Pour les deux saisons échantillonnées, la biomasse est majoritairement portée par le même cortège d'espèces (FIGURE 24), puisque le petit tacaud, le tacaud commun, le congre commun, la petite et la grande roussette, la raie bouclée et la raie brunette représentent, en septembre et en février, près de 80% de la biomasse échantillonnée.

Les spécificités du mois de septembre en termes de biomasse, reposent sur la présence de seiches communes (9% de la biomasse totale) et d'émissoles tachetées (7% de la biomasse totale) alors qu'en hiver ce sont le merlan (9% de la biomasse totale) et la dorade grise (4% de la biomasse totale) qui viennent s'ajouter à ce cortège. La biomasse hivernale est également largement dominée par les raies bouclées et les raies brunettes (plus de 200kg, soit 35% de la biomasse capturée) alors qu'en septembre ce sont les petites roussettes qui dominent la biomasse observée (plus de 400 kg, soit 35% de la biomasse capturée).

En termes d'abondance, les deux saisons présentent une dominance du même cortège d'espèces : le petit tacaud, le rouget barbet, le tacaud commun, le dragonnet lyre, la dorade grise, le chinchard commun, l'encornet commun, la petite roussette. En revanche, le mois de septembre reste remarquable par le nombre d'individus observés avec des abondances autour de 6000 individus pour le petit tacaud et le rouget barbet, contre 1900 et 600 individus respectivement pour ces deux espèces en février. Le chinchard est également plus représenté à cette période avec plus de 3000 individus, contre 200 en février.

La seiche commune et la petite roussette complètent cette liste des espèces les plus abondantes en septembre. Le Merlan complète la liste des espèces bien représentées en février.

Remarquons l'observation de plus de 400 maquereaux communs au mois de février, faisant apparaître l'espèce parmi les 4 plus abondantes à cette saison. Cette abondance, parmi les valeurs les plus fortes, ne repose en fait qu'essentiellement sur les effectifs comptabilisés sur une seule station échantillonnée au chalut franc (station 7 ; 356 individus).

Septembre – 2018

Février – 2019



FIGURE 24 : BIOMASSE (KG – NOIR) ET ABONDANCE (NOMBRE D'INDIVIDUS - ORANGE) DES ESPECES DE POISSONS ET DE CEPHALOPODES ECHANTILLONNEES EN SEPTEMBRE 2018 (COLONNE DE GAUCHE) ET EN FEVRIER 2019 (COLONNE DE DROITE) SUR L'ENSEMBLE DE L'AIRE D'ETUDE. LES VALEURS EXTREMES NON LISIBLES SUR CES GRAPHIQUES SONT : BIOMASSE (SEPTEMBRE 2018) - PETITE ROUSSETTE = 417 KG ; ABONDANCE (SEPTEMBRE 2018) - PETIT TACAUD N= 6247, ROUGET BARBET N= 5951, CHINCHARD COMMUN N= 3023.

Indicateurs de diversité et d'abondance

La richesse spécifique (S) la plus forte est observée à la côte (station chalut Franc F2) avec 22 espèces. La plus faible, avec 8 espèces, est observée parmi les stations situées au large dans la partie Nord-Est de la zone d'étude (station chalut Canadien C9). Autour de ces valeurs extrêmes, S oscille autour d'une valeur moyenne de 15.6 espèces.

Les indices de Shannon (H) et de Pielou (J) indiquent qu'en termes d'abondance, les peuplements observés au sein de chaque station restent dominés par quelques espèces. Un faible gradient côte/large s'observe sur ces indices (

FIGURE 25), celui-ci étant davantage lié à l'évolution de la richesse spécifique le long de ce même gradient.

En termes de biomasse, l'hétérogénéité du peuplement est moins marquée puisque l'on note des indices H et J plus élevés.

On remarque une corrélation négative entre les CPUE exprimée en abondance ($n.km^{-2}$) et la position latitudinale des stations (

FIGURE 25). Les densités les plus fortes sont observées à la côte et décroissent à mesure que l'on se déplace vers le nord. En revanche, il n'apparaît pas de pattern marqué le long de ce même gradient environnemental au regard des valeurs des CPUE exprimées en biomasse ($kg.km^{-2}$). Cette absence de corrélation entre les indices de CPUE d'abondance et de biomasse provient des fortes abondances de juvéniles observés sur quelques stations (de rougets, grondins et tacauds) alors que sur d'autres points les captures sont majoritairement composées d'individus de grande taille (raies et roussettes).

Une représentation spatiale de ces deux indices est proposée FIGURE 27. La répartition des abondances et de la biomasse au sein de l'aire d'étude apparaît fortement influencée par la période d'échantillonnage. Par exemple, le secteur nord concentre la majeure partie de la biomasse en hiver

alors qu'en été les stations côtières portent les valeurs les plus fortes. De même, la présence d'importantes quantités de juvéniles de rouget barbet dans les captures du mois de septembre au sein des stations les plus côtières singularise ce secteur à cette période en termes d'abondance.

Au mois de février, la richesse spécifique apparaît plus importante qu'au mois de septembre, avec une diversité maximale de 27 espèces, valeur observée sur la même station que celle présentant l'indice le plus fort en septembre (station chalut Franc ; F2). La diversité la plus faible est observée dans la partie médiane de l'aire d'étude avec 9 espèces. A l'échelle de l'aire d'étude, la richesse spécifique apparaît négativement corrélée à la position latitudinale des stations (

FIGURE 26), avec une valeur diminuant à mesure qu'on se déplace vers le large.

Le peuplement observé apparaît également moins hétérogène en février qu'au mois de septembre en termes d'abondance avec des valeurs H et J plus élevées de 20%. Cette hétérogénéité est en revanche semblable en termes de biomasse avec des indices H et J équivalents aux observations du mois de septembre.

Septembre -2018

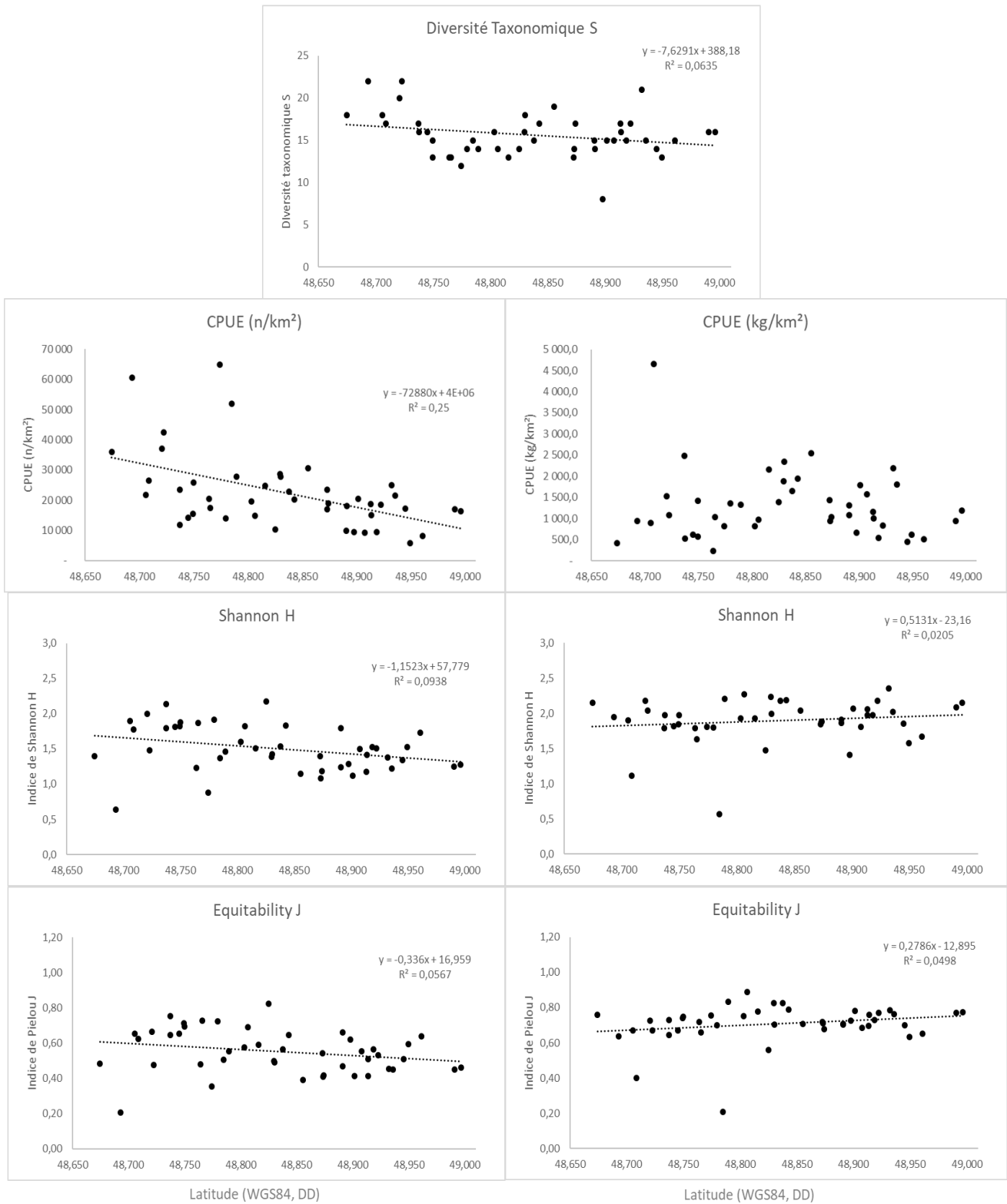


FIGURE 25 : VARIATION DES PRINCIPAUX INDICES DE DIVERSITE CALCULES VIA LES ABONDANCES PAR ESPECE (A GAUCHE) ET VIA LA BIOMASSE PAR ESPECE (A DROITE) POUR LA CAMPAGNE DU MOIS DE SEPTEMBRE 2018 EN FONCTION DE LA POSITION LATITUDINALE DE LA STATION ECHANTILLONNEE (DEGRES DECIMAL).

Février -2019

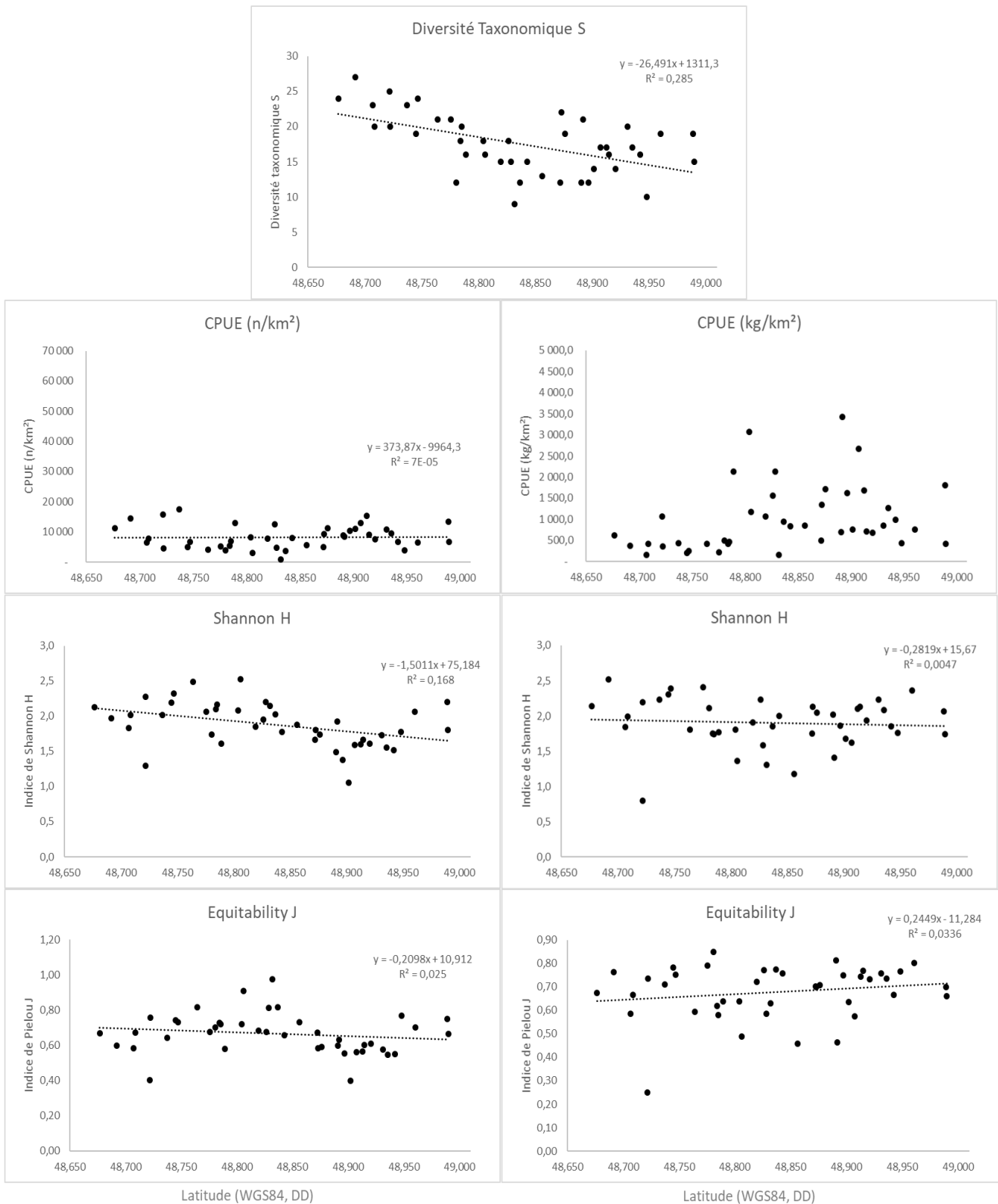
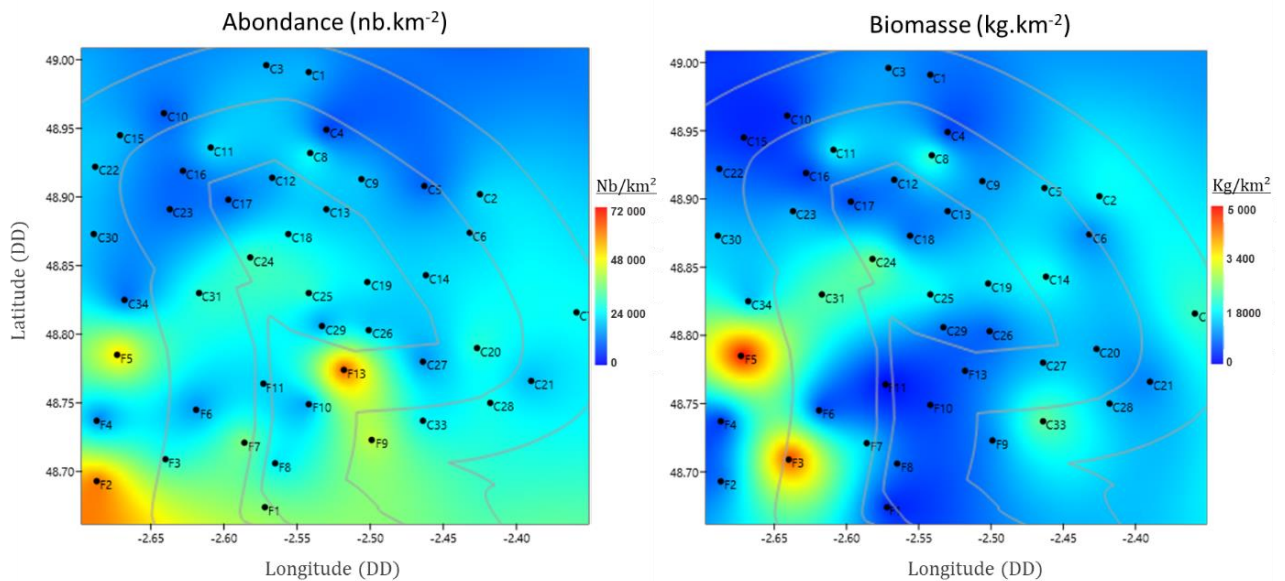


FIGURE 26 : VARIATION DES PRINCIPAUX INDICES DE DIVERSITE CALCULES VIA LES ABONDANCES PAR ESPECE (A GAUCHE) ET VIA LA BIOMASSE PAR ESPECE (A DROITE) POUR LA CAMPAGNE DU MOIS DE SEPTEMBRE 2018 EN FONCTION DE LA POSITION LATITUDINALE DE LA STATION ECHANTILLONNEE (DEGRES DECIMAL).

Septembre 2018



Février 2019

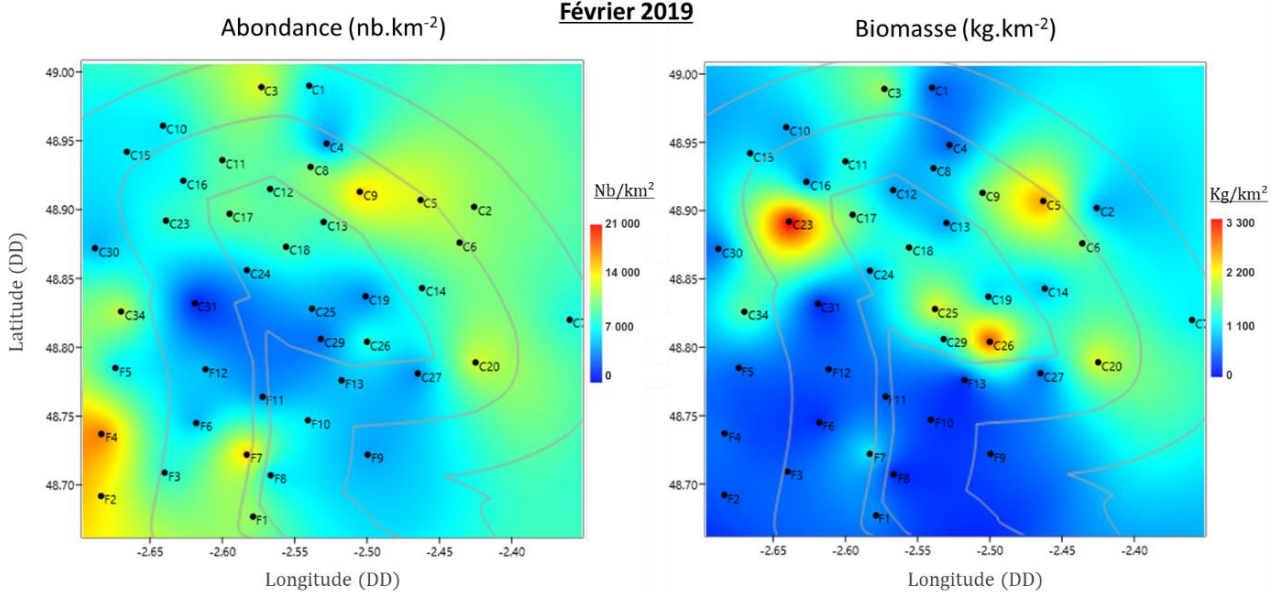


FIGURE 27 : REPRESENTATION SPATIALE DES INDICES DE CAPTURES PAR UNITE D'EFFORT (CPUE) EXPRIMES EN ABONDANCE (A GAUCHE ; $n.km^{-2}$) ET EN BIOMASSE (A DROITE ; $kg.km^{-2}$) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE MARS 2019 (EN HAUT) ET EN JUIN 2019 (EN BAS). L'INTERPOLATION ENTRE LES POINTS D'ECHANTILLONNAGE EST OBTENUE PAR KRIGEAGE.

Description des peuplements observés par strate

Pour évaluer la structuration spatiale des communautés de poissons et de céphalopodes, les peuplements observés sur chacune des stations ont été comparés par des analyses de similarité réalisées à l'aide de la procédure Permanova (Multivariate Analysis of variance by permutation) sous le logiciel R. Permanova est un test non paramétrique similaire à l'analyse de variance mais les valeurs de p sont calculées par permutation ce qui évite de postuler sur la forme de distribution statistique à utiliser pour accepter ou rejeter l'hypothèse nulle. Ce test nous a permis de tester l'influence de trois

facteurs explicatifs des différences de composition du cortège d'espèces observées : la nature sédimentaire de l'habitat, la localisation des stations au sein des champs (i.e. Etude/Médian/Lointain), et le secteur géographique (Nord Est/Nord-Ouest/Sud-Est/Etude-Nord/Etude-Sud).

Les résultats du test sont figurés dans le tableau suivant :

TABLEAU 6 : RESULTATS DES ANALYSES PERMANOVA (SIGNIFICATIVITE $P < 0.01$ POUR LES VALEURS EN GRAS SOULIGNEES) APPLIQUEES SUR LES VALEURS DE RANG DES SIMILARITES (INDICE DE BRAY-CURTIS) DES COMMUNAUTES DE POISSONS ET DE CEPHALOPODES ECHANTILLONNEES SUR L'AIRES D'ETUDE EN SEPTEMBRE 2018 (A) ET FEVRIER 2019 (B) AU CHALUT CANADIEN. LE CALCUL DES SIMILARITES A ETE PRECEDE DE LA STANDARDISATION ET DE LA TRANSFORMATION (RACINE CARREE) DES ABONDANCES (CPUE N/HA) PAR ESPECE.

A) PERMANOVA (Permutation N = 9999) – Septembre 2018

Source	sum of sqrs	df	F	p
Champ	0,100	2	0,447	0,565
Habitat	0,266	2	0,905	0,000
Secteur	0,521	4	0,886	0,000
Champ x Habitat	-1,145	4	-2,557	0,509
Champ x Secteur	-1,503	8	-1,212	0,558
Secteur x Habitat	-1,524	8	-1,297	0,984

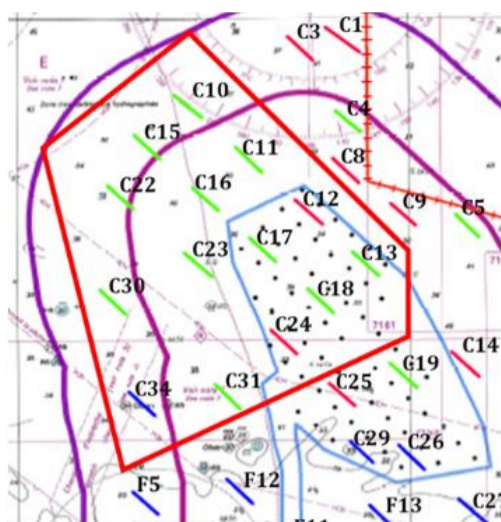
B) PERMANOVA (Permutation N = 9999) – Février 2019

Source	sum of sqrs	df	F	p
Champ	0,220	2	0,210	0,101
Habitat	0,192	1	0,978	0,006
Secteur	0,688	4	0,875	0,000
Champ x Habitat	-0,662	2	-2,511	0,771
Champ x Secteur	-5,480	8	-1,304	0,156
Secteur x Habitat	-1,835	4	-2,334	0,629

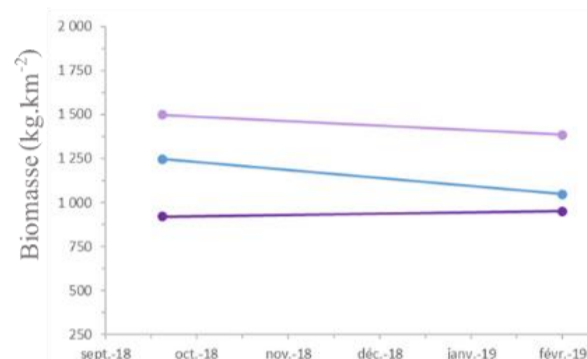
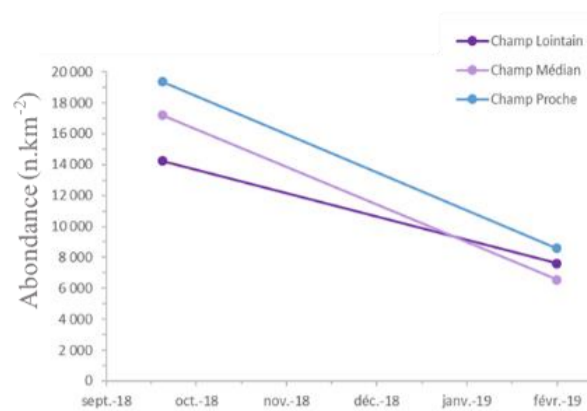
Pour les deux saisons, les assemblages observés au sein des stations sont indépendants du facteur « champ ». De même, aucune interaction entre facteurs n'apparaît comme un facteur de discrimination des communautés observées. A l'inverse, les facteurs « habitat » et « secteur » sont deux facteurs explicatifs significatifs ($p < 0,01$) des différences de structure des communautés de poissons observées entre stations pour les deux saisons. Ces différences reposent sur des variations d'abondance de quelques espèces : le petit tacaud, la dorade grise, le rouget barbet, la petite roussette et la seiche commune en septembre ou le merlan en hiver.

A partir de ces éléments nous avons décomposé le secteur d'étude en 4 strates relativement homogènes. L'intérêt est de pouvoir regrouper des stations qui se ressemblent et ainsi présenter synthétiquement les valeurs d'indices observés pour chaque secteur d'étude. Suivre et interpréter les variations d'indices qui peuvent apparaître dans le temps sera ainsi plus aisé. Les campagnes futures permettront d'apporter plus de puissance aux tests effectués ici.

Les figures ci-dessous présentent les quatre strates que l'on peut considérer au regard de cette première année de suivi. Chacune fait l'objet d'une fiche synthétisant les principales informations.

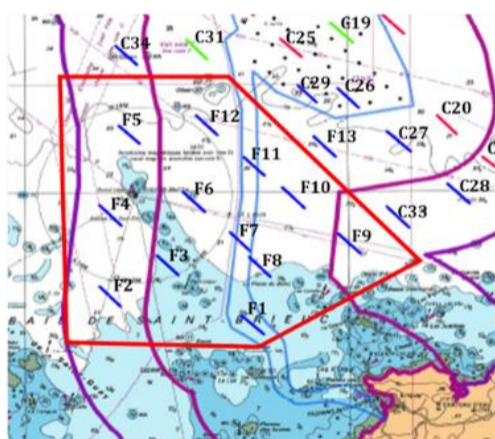


	Code station	Abondance (nb/km ²)		Biomasse (kg/km ²)	
		Sept. 18	Fév. 19	Sept. 18	Fév. 19
Champ Lointain	C10	8179	6429	511,3	758,2
	C22	18491		826,4	
	C30	17078	4896	1436,0	494,0
	C34	10261	12456	1381,1	1556,7
	C15	17199	6657	443,1	988,9
	Moyenne	14241	7609	919,6	949,5
	Interv. conf. (5%)	4098	3258	411,6	443,5
Champ Médian	C11	21576	9513	1806,2	1272,2
	C16	9517	7472	531,8	682,9
	C23	9838	8454	1309,8	3429,9
	C31	27814	811	2347,3	155,9
	Moyenne	17186	6562	1498,8	1385,2
	Interv. conf. (5%)	8856	3845	756,0	1408,6
Champ Proche	C12	15111	9138	997,0	719,6
	C13	18204	8771	1083,4	698,9
	C17	9556	10279	664,0	1616,5
	C18	23417	9162	936,6	1343,1
	Moyenne	19367	8588	1245,0	1046,8
	Interv. conf. (5%)	7028	1550	651,2	360,6

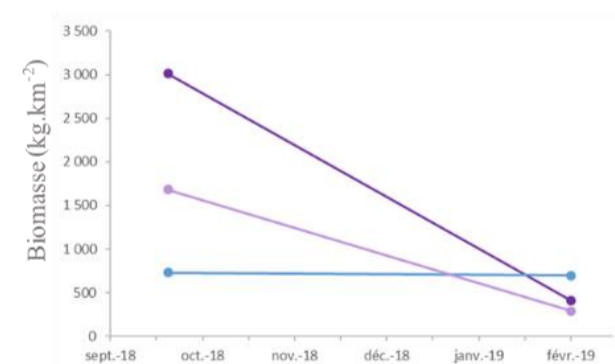
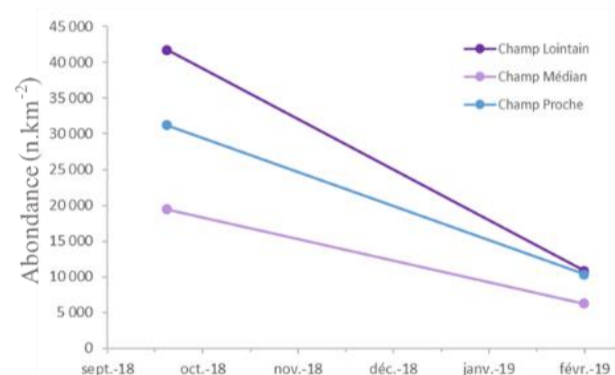


Principales espèces observées

	Sept. 18	Fév. 19
En abondance	Petit tacaud	Petit tacaud
	Chinchard commun	Tacaud commun
	Rouget barbet	Dorade grise
En biomasse	Emissole tachetée	Raie brunette
	Petite roussette	Petite roussette
	Petit tacaud	Merlan



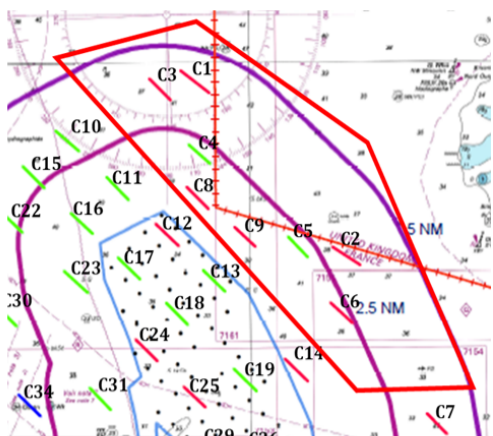
	Code station	Abondance (nb/km ²)		Biomasse (kg/km ²)	
		Sept. 18	Fév. 19	Sept. 18	Fév. 19
Champ Lointain	F2	60574	14440	935,8	379,2
	F4	11942	17548	527,3	440,1
	F5	51894	6796	9503,7	460,0
	F9	42465	4556	1084,7	357,2
		Moyenne	41719	10835	3012,9
	Interv. conf. (5%)	20760	6036	4246,9	47,8
Champ Médian	F3	26511	7690	4649,7	417,9
	F6	14139	4986	608,3	197,4
	F8	21728	6534	894,1	158,8
	F10	15522	6616	564,5	248,0
	F12		5403		426,7
	Moyenne	19475	6246	1679,1	289,7
	Interv. conf. (5%)	5621	940	1946,0	109,6
Champ Proche	F1	36092	11300	418,5	615,3
	F7	37000	15764	1532,7	1063,8
	F11	20479	4074	230,3	415,2
		Moyenne	31190	10379	727,2
	Interv. conf. (5%)	10510	6676	796,5	375,8



Groupe Sud Ouest

Principales espèces observées

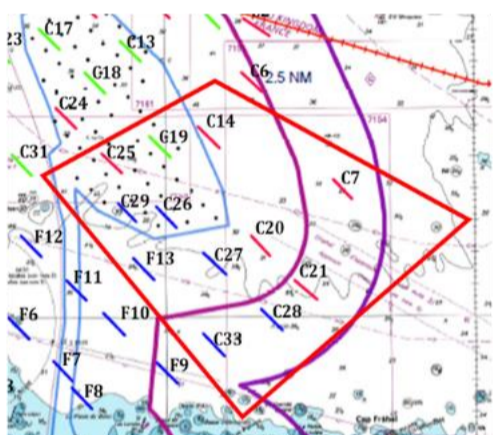
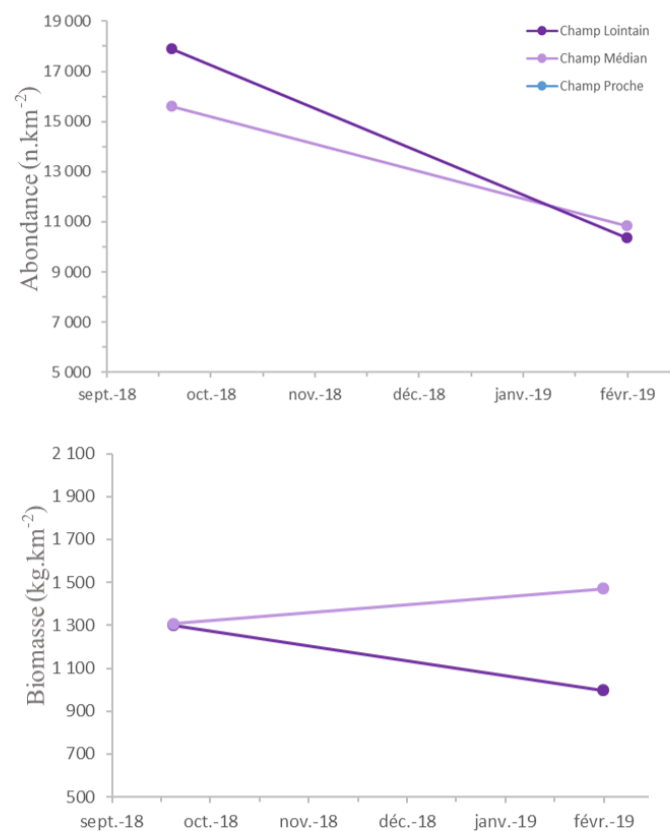
	Sept. 18	Fév. 19
En abondance	Rouget barbet	Maquereau commun
	Petit tacaud	Rouget barbet
	Petite roussette	Petit tacaud
En biomasse	Petite roussette	Maquereau commun
	Seiche commune	Petite roussette
	Raie brunette	Raie brunette



Groupe Nord Est Principales espèces observées

	Sept. 18	Fév. 19
En abondance	Petit tcaud	Petit tcaud
	Chincharde commun	Dorade grise
	Seiche commune	Dragonnet lyre
En biomasse	Raie bouclée	Lotte commune
	Grande rousette	Raie brunette
	Raie brunette	Raie bouclée

	Code station	Abondance (nb/km ²)		Biomasse (kg/km ²)	
		Sept. 18	Fév. 19	Sept. 18	Fév. 19
Champ Lointain	C1	16987	6689	934,3	413,6
	C2	20449	11095	1780,6	763,3
	C3	16276	13303	1185,9	1814,1
	<i>Moyenne</i>	<i>17904</i>	<i>10362</i>	<i>1300,3</i>	<i>997,0</i>
	<i>Interv. conf. (5%)</i>	<i>2527</i>	<i>3811</i>	<i>491,8</i>	<i>824,8</i>
Champ Médian	C4	5904	3919	608,3	442,1
	C5	9338	13009	1566,0	2670,6
	C6	19056	11266	1026,8	1711,8
	C8	25032	10721	2188,3	851,0
	C9	18692	15254	1152,1	1682,7
	<i>Moyenne</i>	<i>15605</i>	<i>10834</i>	<i>1308,3</i>	<i>1471,6</i>
	<i>Interv. conf. (5%)</i>	<i>6842</i>	<i>3726</i>	<i>524,9</i>	<i>757,2</i>
Champ Proche	C12	15111	9138	997,0	719,6
	C13	18204	8771	1083,4	698,9
	C17	9556	10279	664,0	1616,5
	C18	23417	9162	936,6	1343,1
	C24	30549	5590	2544,0	855,7
	<i>Moyenne</i>	<i>19367</i>	<i>8588</i>	<i>1245,0</i>	<i>1046,8</i>
	<i>Interv. conf. (5%)</i>	<i>7028</i>	<i>1550</i>	<i>651,2</i>	<i>360,6</i>



Groupe Sud Est Principales espèces observées

	Sept. 18	Fév. 19
En abondance	Petit tcaud	Dorade grise
	Chincharde commun	Petit tcaud
	Rouget barbet	Tcaud commun
En biomasse	Petite rousette	Raie bouclée
	Raie bouclée	Raie brunette
	Emissole lisse	Grande rousette

	Code station	Abondance (nb/km ²)		Biomasse (kg/km ²)	
		Sept. 18	Fév. 19	Sept. 18	Fév. 19
Champ Lointain	C7	24879	7750	2153,3	1071,9
	C21	17554		1029,5	
	C28	25886		1421,6	
	C33	23414		2480,1	
	<i>Moyenne</i>	<i>22933</i>	<i>7750</i>	<i>1771,1</i>	<i>1071,9</i>
	<i>Interv. conf. (5%)</i>	<i>3652</i>		<i>650,3</i>	
Champ Médian	C14	20337	8007	1948,5	841,5
	C20	27893	12899	1324,9	2128,4
	C27	13895	3970	1363,0	494,5
	F13	64906	5247	809,7	224,4
	<i>Moyenne</i>	<i>31758</i>	<i>7531</i>	<i>1361,5</i>	<i>922,2</i>
	<i>Interv. conf. (5%)</i>	<i>22370</i>	<i>3876</i>	<i>456,3</i>	<i>826,0</i>
Champ Proche	C19	22776	3736	1649,6	949,5
	C25	28705	4787	1887,1	2135,5
	C26	19598	8260	809,6	3072,3
	C29	14781	3118	977,0	1177,6
	<i>Moyenne</i>	<i>21465</i>	<i>4975</i>	<i>1330,8</i>	<i>1833,7</i>
	<i>Interv. conf. (5%)</i>	<i>5723</i>	<i>2250</i>	<i>508,6</i>	<i>953,0</i>

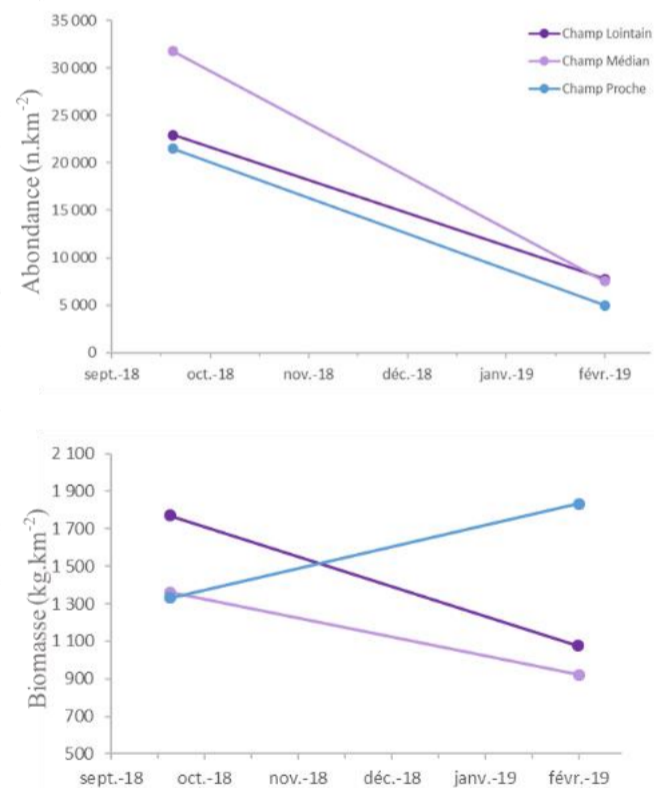


FIGURE 28 : FICHES SYNTHETIQUES PRESENTANT L'EMPRISE DES QUATRE STRATES IDENTIFIEES, LES STATIONS S'Y RAPPORTANT AINSI QUE LES VALEURS DE CPUE OBSERVEES POUR CHACUNE LORS DES CAMPAGNES DE SEPTEMBRE ET DE FEVRIER. UN GRAPHIQUE ILLUSTRE LES VALEURS MOYENNES DE CES INDICES POUR CHACUN DES CHAMPS D'ETUDE. LES PRINCIPALES ESPECES COMPOSANT LES CAPTURES REALISEES EN ABONDANCE ET EN BIOMASSE SONT MENTIONNEES A TITRE INDICATIF.

Les indices obtenus par station et ici présentés par strate puis par champ d'étude doivent avant tout être regardés comme les premiers points d'une série temporelle qui ne fait que s'amorcer. Il s'agira également au cours des prochaines années de suivi réalisées dans le cadre de cet état de référence de vérifier que les structures et sectorisation ici obtenues sont bien pérennes dans le temps.

Focus sur quelques espèces de poissons et de céphalopodes

Dans cette dernière partie, les espèces présentant un intérêt commercial et/ou pour lesquelles nous disposons de données biométriques abondantes font l'objet d'une fiche. Celle-ci présente la répartition spatiale de l'espèce telle qu'elle a été observée lors des campagnes d'échantillonnage et parallèlement présente sous la forme d'un tableau et d'un graphique la structure de taille observée. Une indication de la taille à première maturité (données bibliographiques) y est figurée.



Merlan

Merlangius merlangus

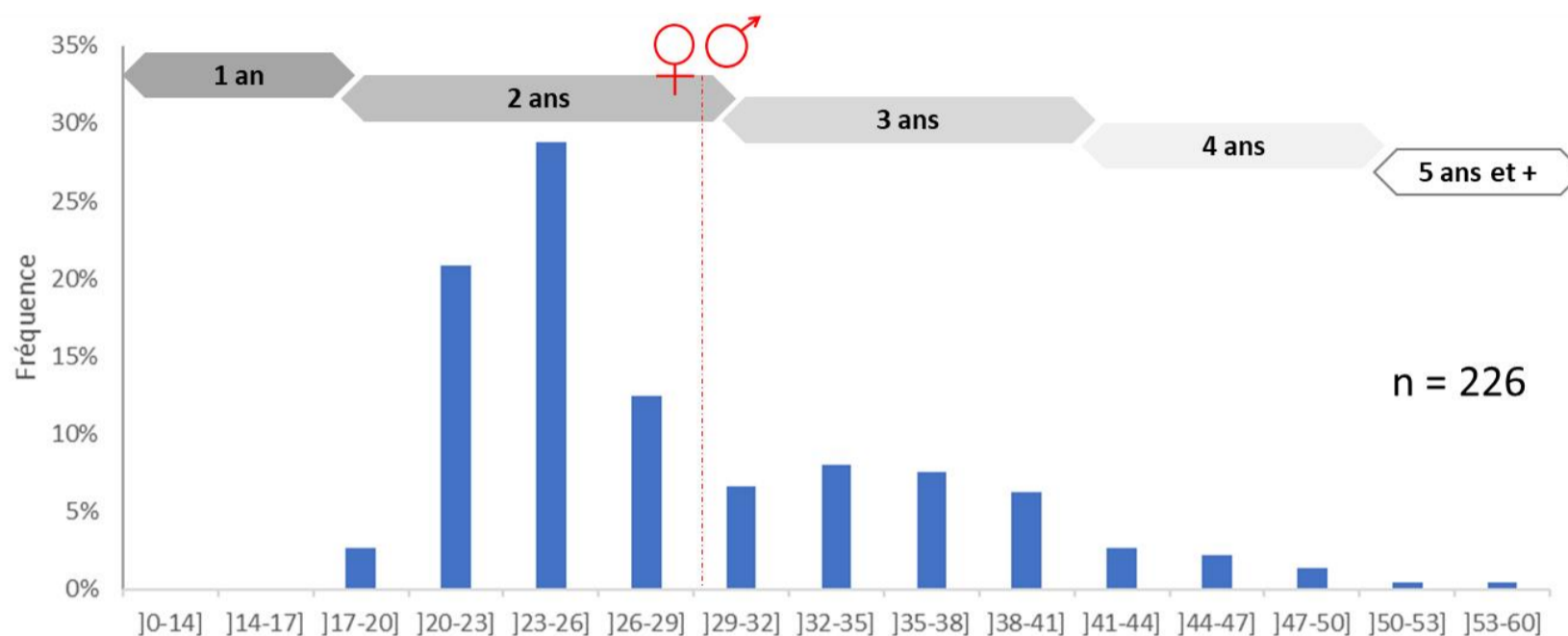
Le merlan est un poisson démersal vivant jusqu'à 200m de profondeur. Il se rencontre surtout sur les fonds de graviers et de vase. Les petits merlans consomment surtout des petits crustacés, vers et petits poissons. En grandissant ils deviennent principalement piscivores et s'attaquent alors aux petits tacauds, sardines et sprats, voire à leurs propres congénères.

Le merlan a une croissance assez rapide et mesure environ 30cm à l'âge de deux ans. À 5 ans, il mesure environ 50cm pour un poids d'environ 1kg et il peut atteindre une taille maximale d'environ 70 cm.

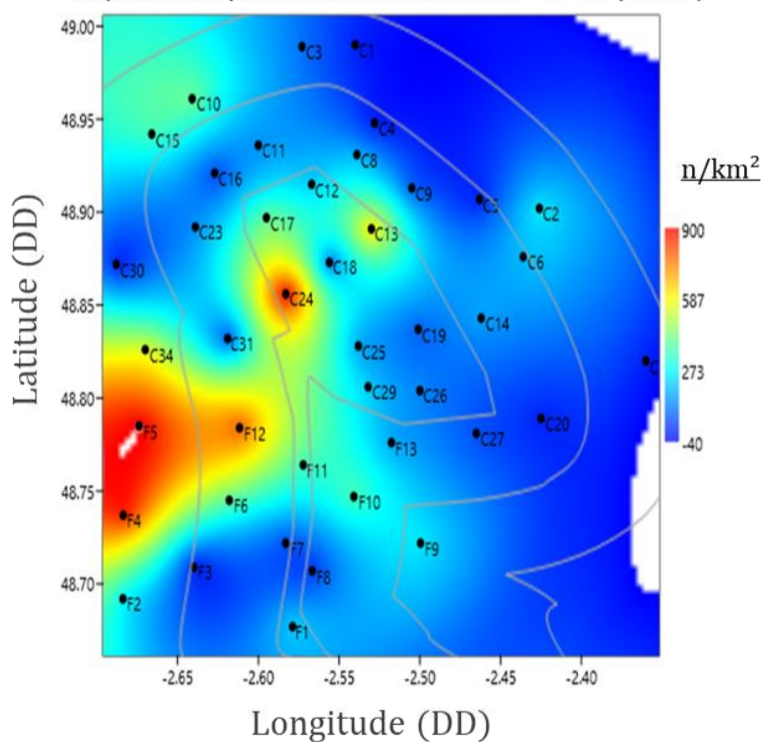
La reproduction, fractionnée, commence en janvier-février et s'intensifie en mars-avril. Elle peut durer jusqu'en juin. Les merlans fraient entre 40 et 80m de profondeur.

La taille commerciale de l'espèce est fixée à 27 cm.

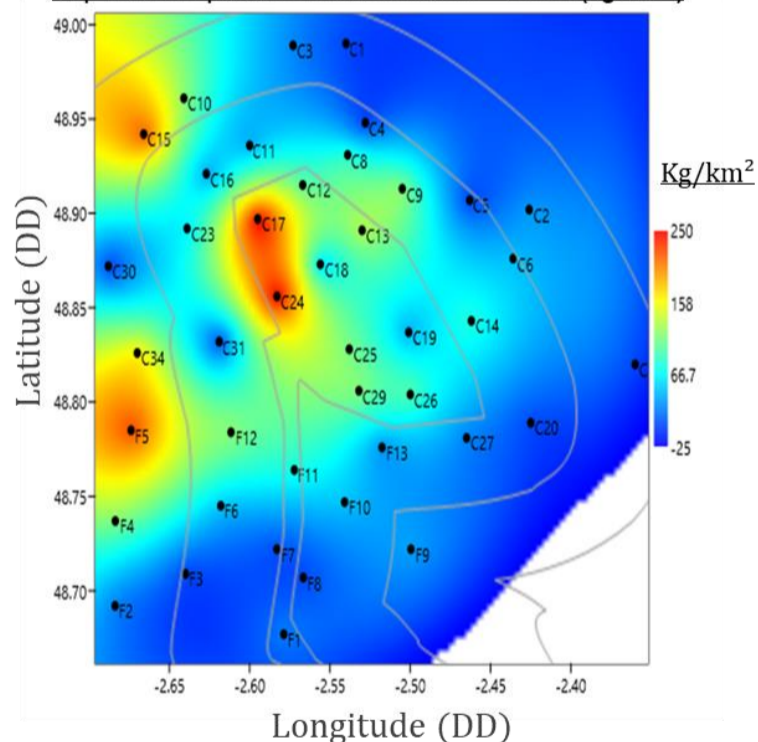
Février 2019 Fréquence d'observation des classes de taille (cm)



Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)



Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)



L'espèce n'a pas été observée lors des campagnes de septembre



Petit tacaud

Trisopterus minutus

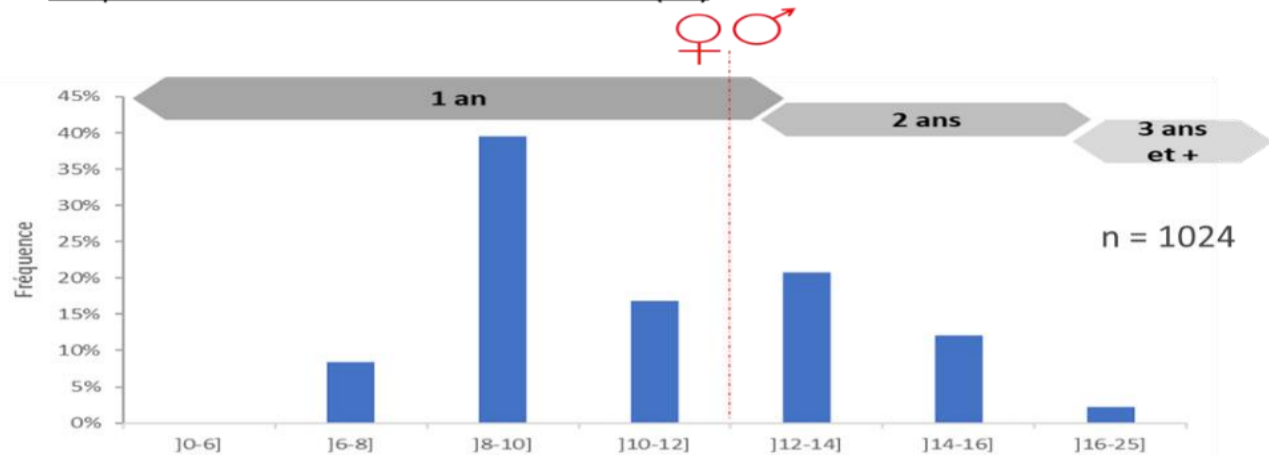
Le petit tacaud, ou capelan, est un poisson benthique vivant entre 10 m et 400 m, le plus souvent dans la zone des 20–40 m. Les juvéniles sont observés entre 10 et 30 m. On le rencontre sur les fonds sableux et/ou vaseux, dans et autour des épaves, le long des roches profondes. Son alimentation très variée comprend des petits crustacés, des vers annélides, des alevins et d'autres petits poissons.

Les capelans se reproduisent de février à juin. Les alevins forment des bancs et rejoignent les eaux côtières où leur croissance est rapide. La maturité sexuelle est atteinte au bout d'un an.

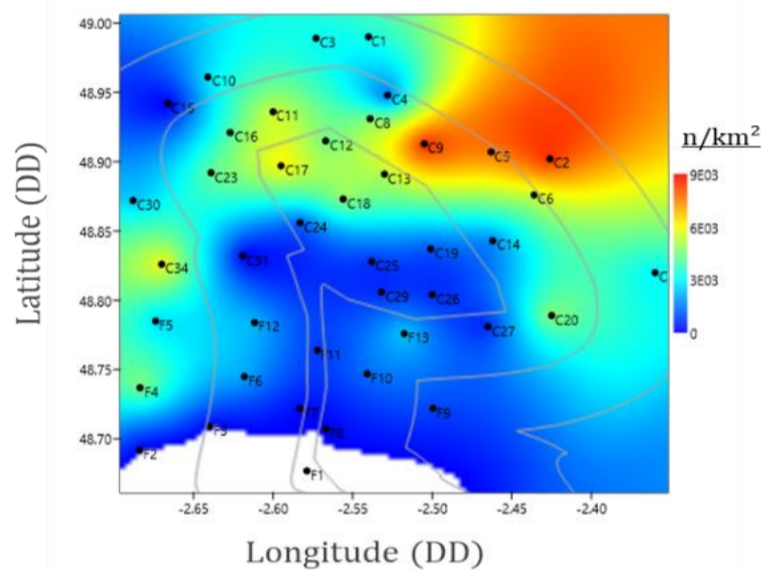
Espèce sans intérêt commercial

Février 2019

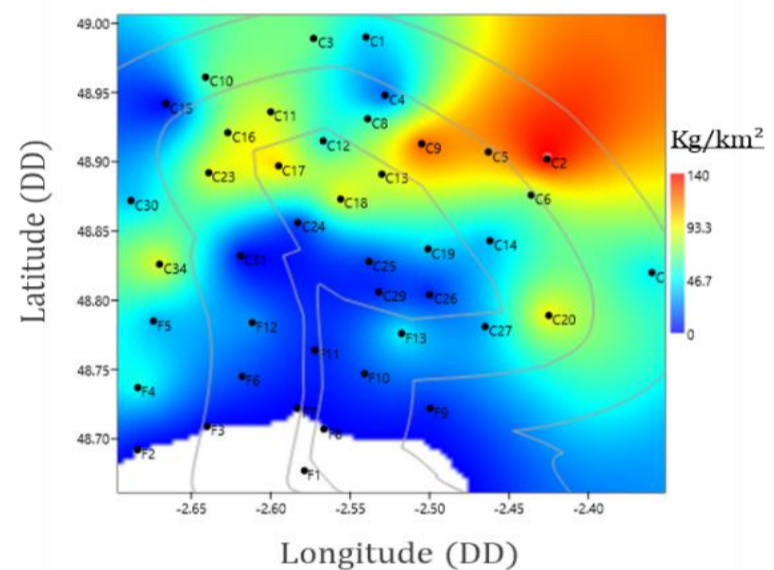
Fréquence d'observation des classes de taille (cm)



Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)

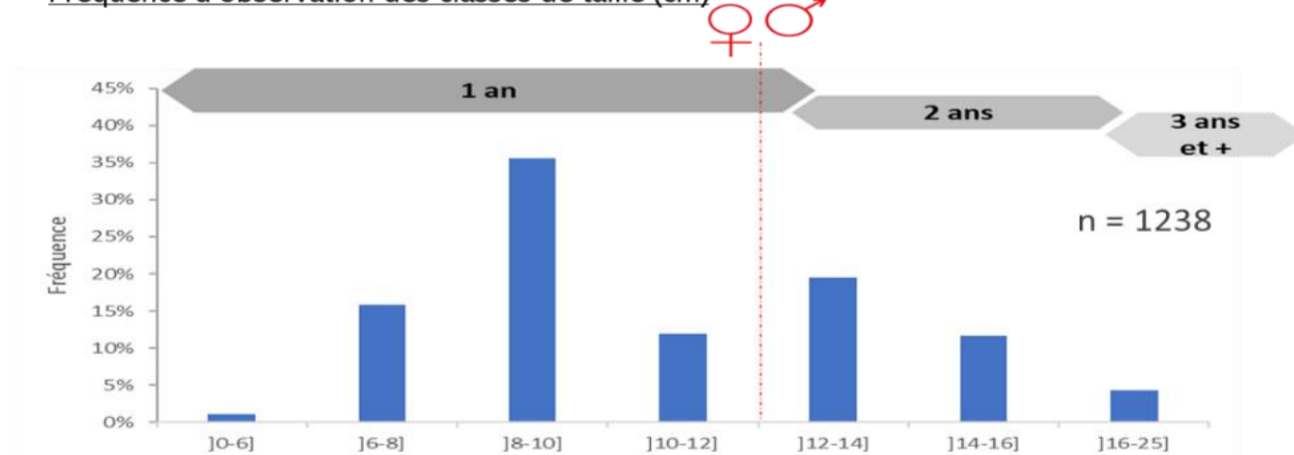


Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)

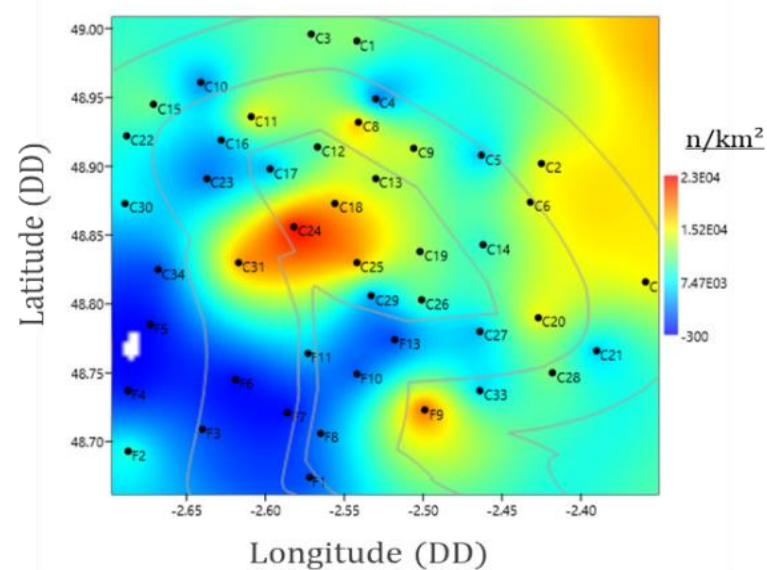


Septembre 2018

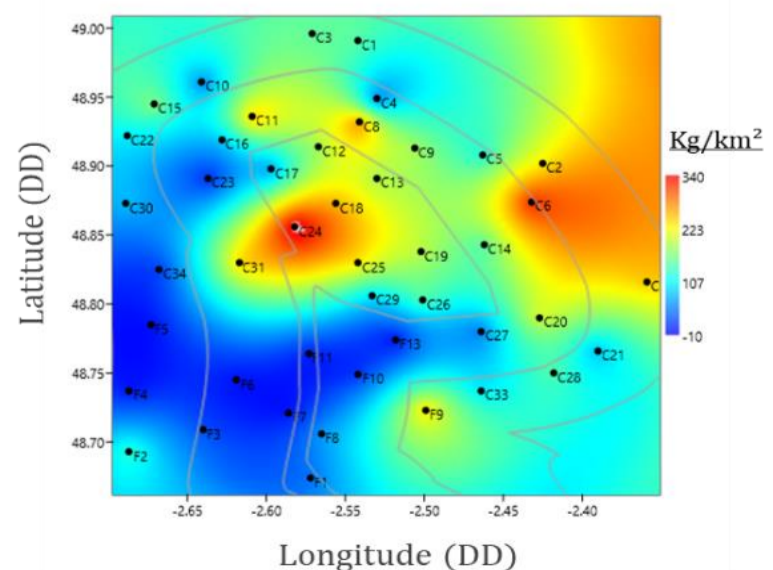
Fréquence d'observation des classes de taille (cm)



Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)



Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)





Tacaud commun

Trisopterus luscus

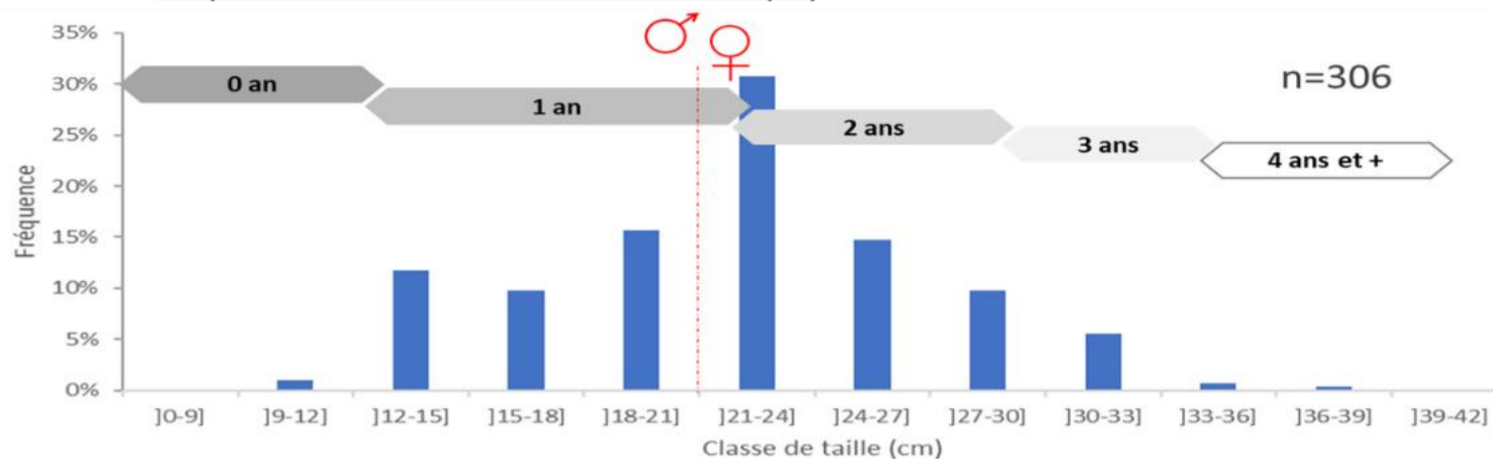
L'aire de répartition du Tacaud commun s'étend du sud de la Norvège au Nord du Maroc et en Méditerranée occidentale. Le tacaud est un poisson démersal très commun. On le rencontre entre 5 et 200m de profondeur, et particulièrement à proximité des zones pouvant lui servir d'abri : roche, grotte, épave... Grégaire, les tacauds vivent en groupes allant de quelques-uns à plusieurs centaines d'individus. Son alimentation est constituée de petits crustacés, petits poissons, céphalopodes et vers.

La croissance du tacaud est très rapide. Il atteint 20 à 25cm à la fin de la première année. Sa longévité est courte : 4 ans pour une taille maximale de 45 cm et un poids d'environ 1kg.

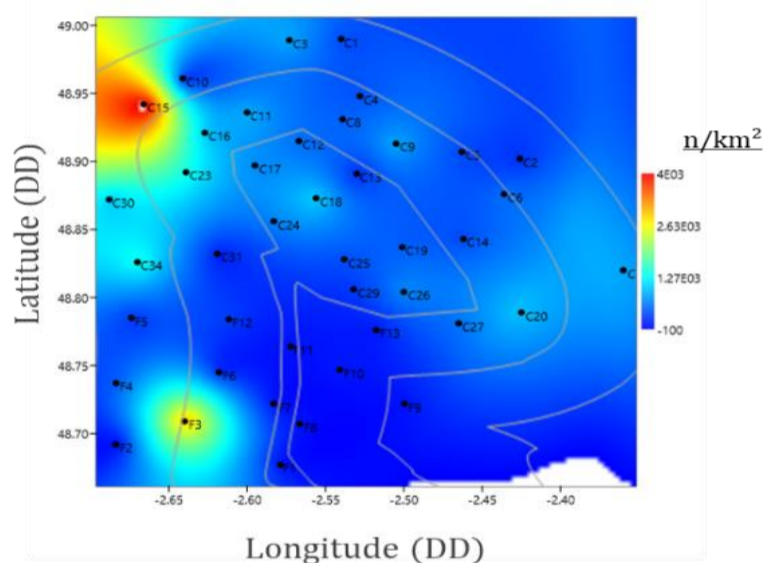
Les tacauds sont matures sexuellement dès l'âge d'un an. La reproduction a lieu en mars-avril. Les juvéniles affectionnent les fonds marins de faible profondeur, puis s'éloignent de la côte au fur et à mesure de leur croissance.

Février 2019

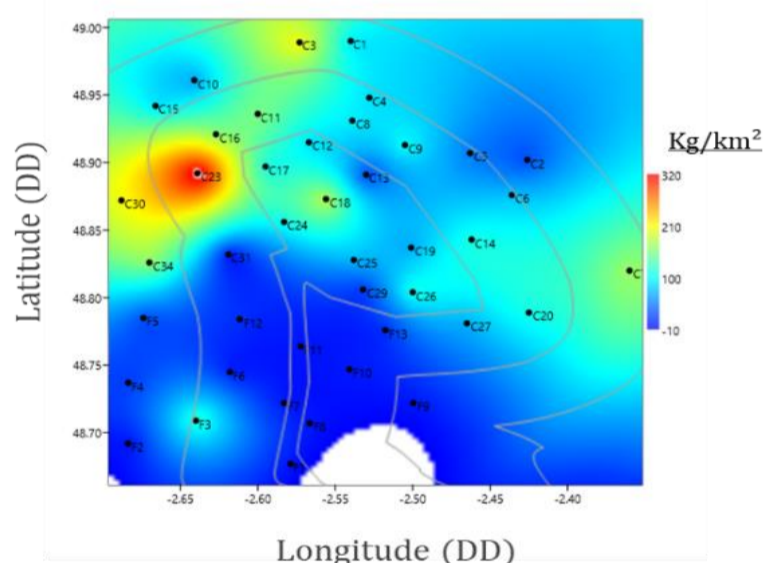
Fréquence d'observation des classes de taille (cm)



Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)

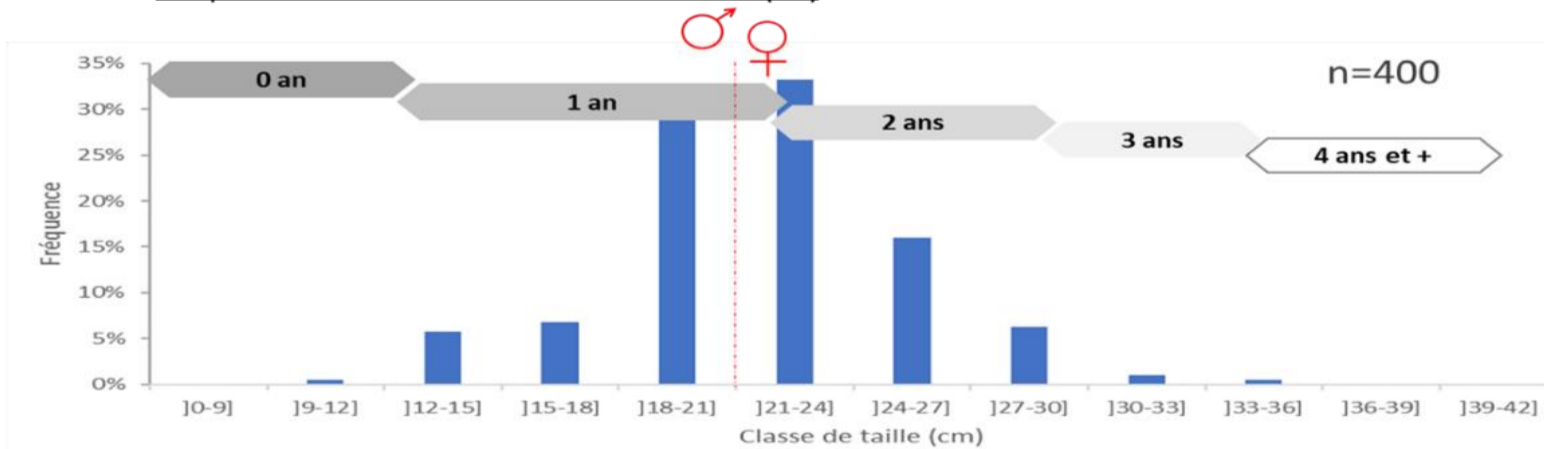


Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)

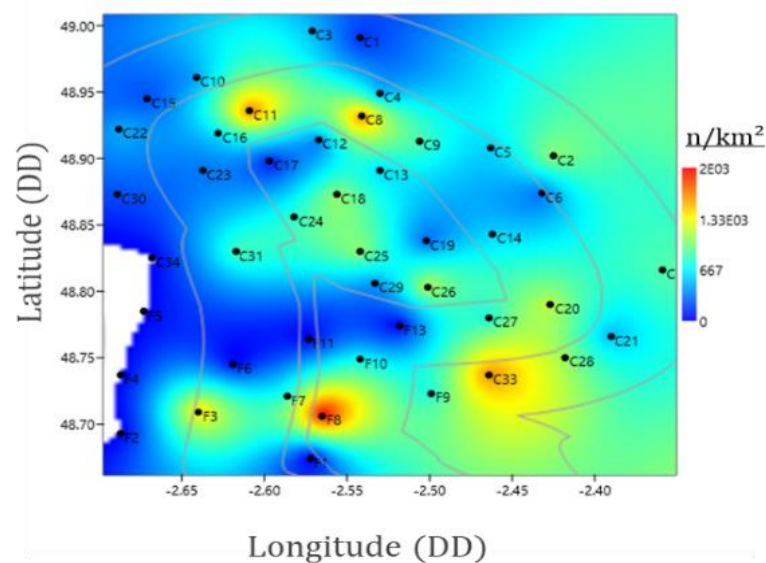


Septembre 2018

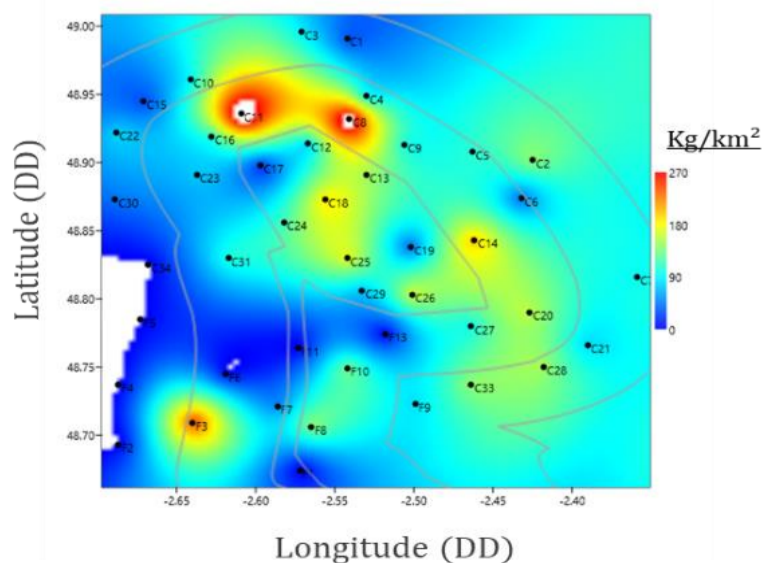
Fréquence d'observation des classes de taille (cm)



Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)



Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)





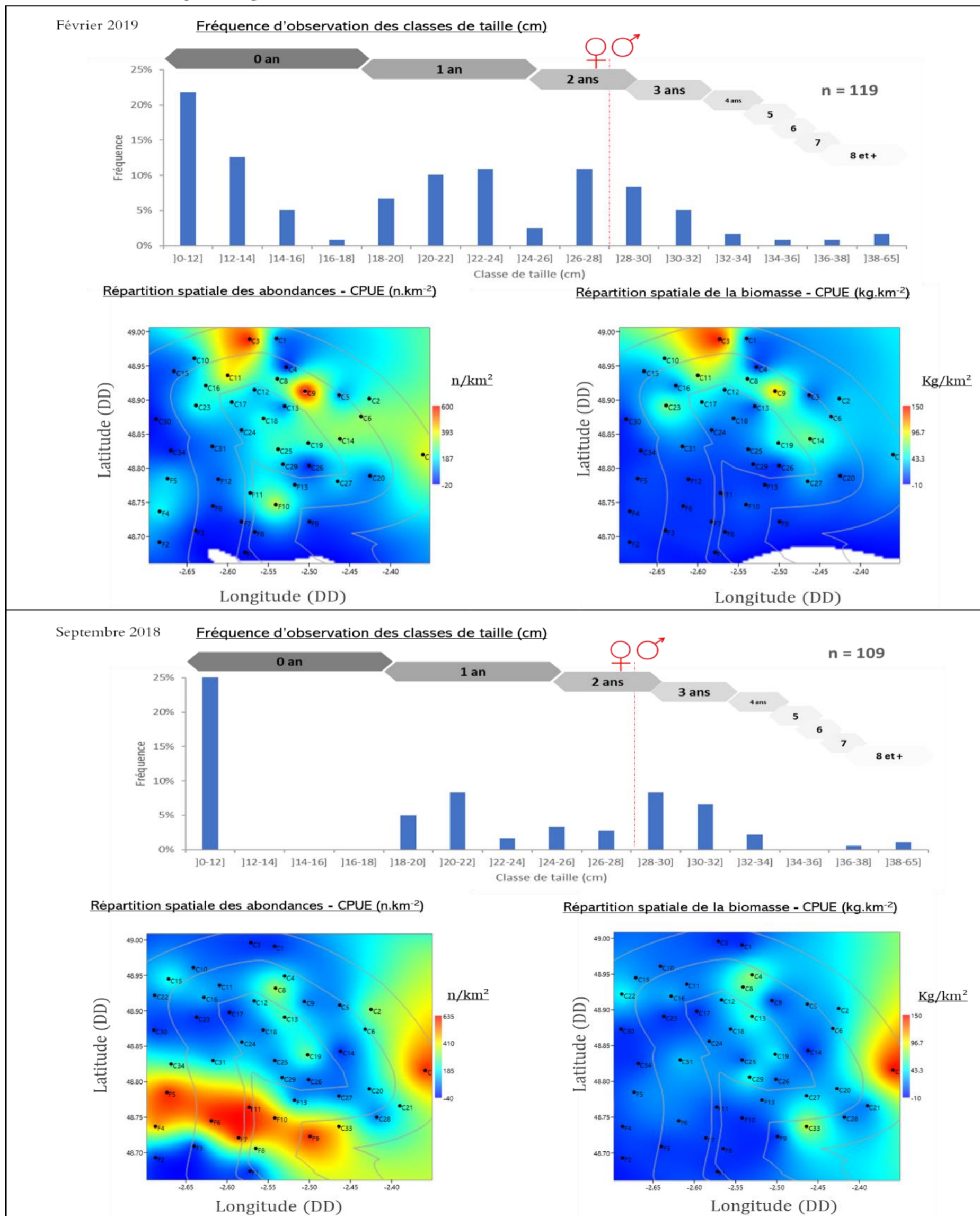
Grondin rouge

Chelidonichthys cuculus

Réparti, en Atlantique Nord-Est, du sud de la Norvège et du nord des Iles britanniques jusqu'en Mauritanie, le grondin rouge est plus rare en mer du Nord. On le trouve sur le plateau continental, surtout entre 20 mètres et 200 mètres et préférentiellement sur des fonds de graviers ou de sables caillouteux. En Manche occidentale les plus grandes concentrations sont situées aux abords de la fosse centrale jusqu'à 90 m de fond. De comportement souvent grégaire, c'est un carnassier qui se nourrit de crustacés et de divers petits poissons typiquement benthiques.

Les femelles ont une croissance plus rapide que les mâles (taille maximale d'environ 50 cm pour les femelles et 40cm pour les mâles) et cette différence s'accroît avec l'âge. L'espèce a une longévité relativement faible (on rencontre rarement des individus de plus de dix ans). La taille de première maturité sexuelle serait en moyenne de 26-29 cm pour un âge de 2-3 ans.

Poids minimum de capture : 60 grammes





Sole commune

Solea solea

La sole est un poisson plat benthique qui vit de préférence sur les fonds meubles de sable fin ou de vase. Elle s'alimente la nuit d'organismes vivants sur le fond (petits crustacés, bivalves...).

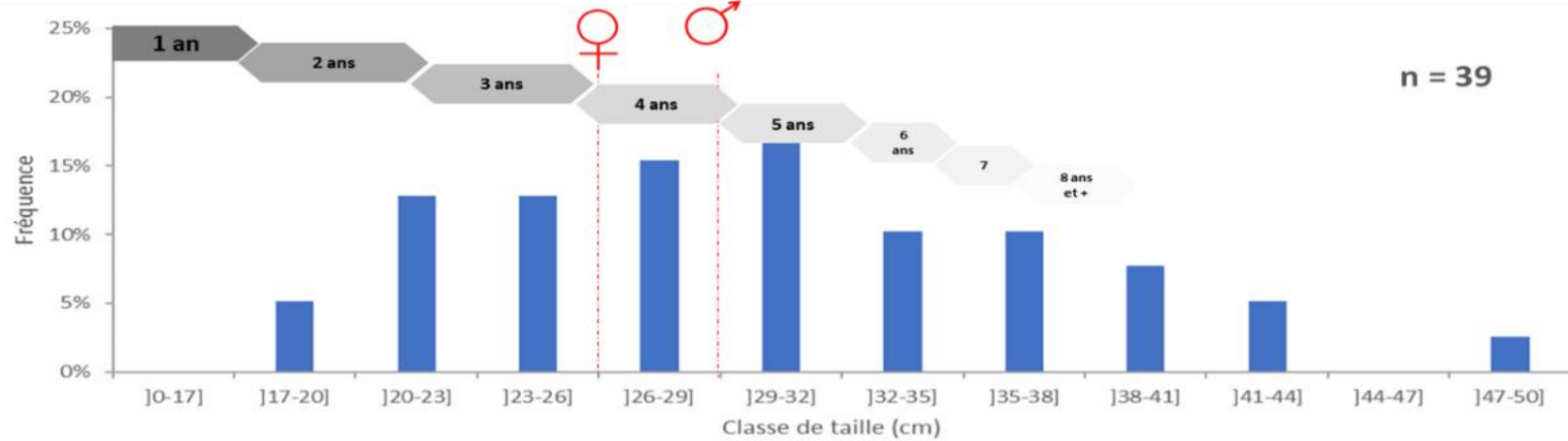
Elle se reproduit de février à avril avec un maximum en mars dans les eaux côtières.

La maturité sexuelle chez la sole est atteinte à l'âge de 3 à 5 ans pour une longueur de 25 à 35 cm.

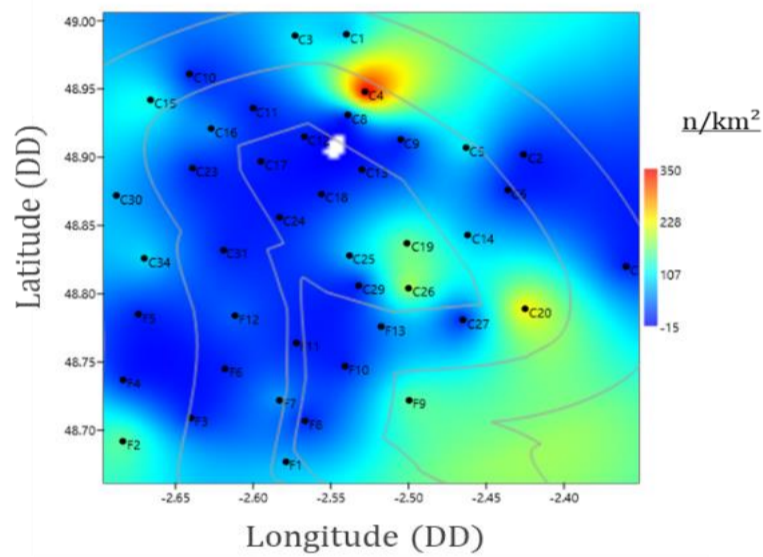
Elle peut atteindre une taille maximale de 70 cm pour un poids de 3 kg.

Sa taille minimale de capture est de 24 cm.

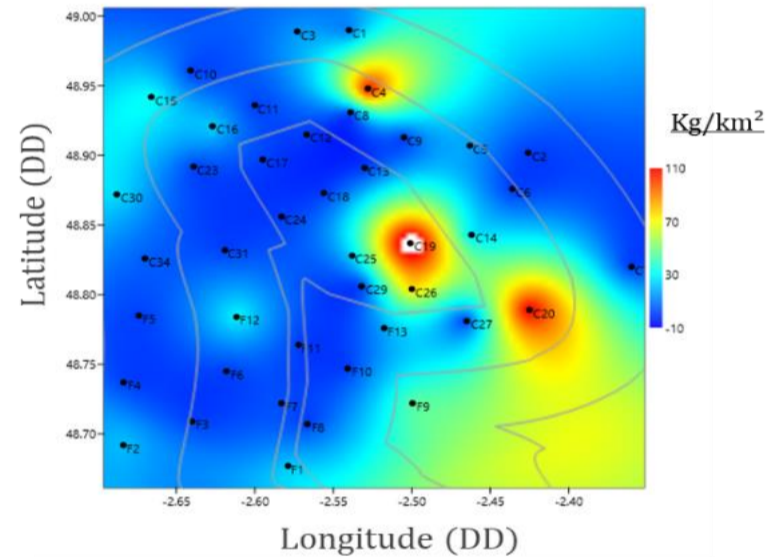
Février 2019 Fréquence d'observation des classes de taille (cm)



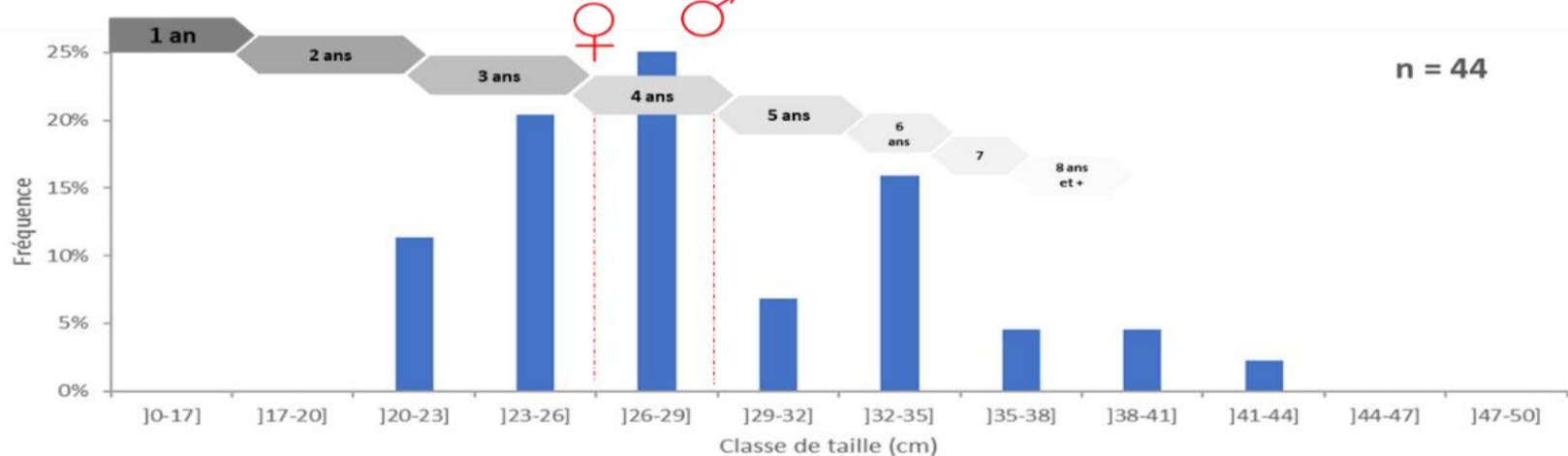
Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)



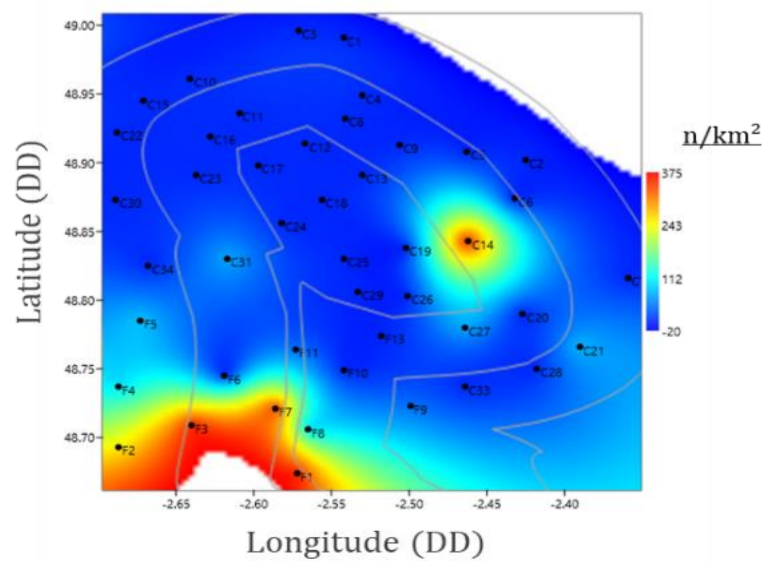
Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)



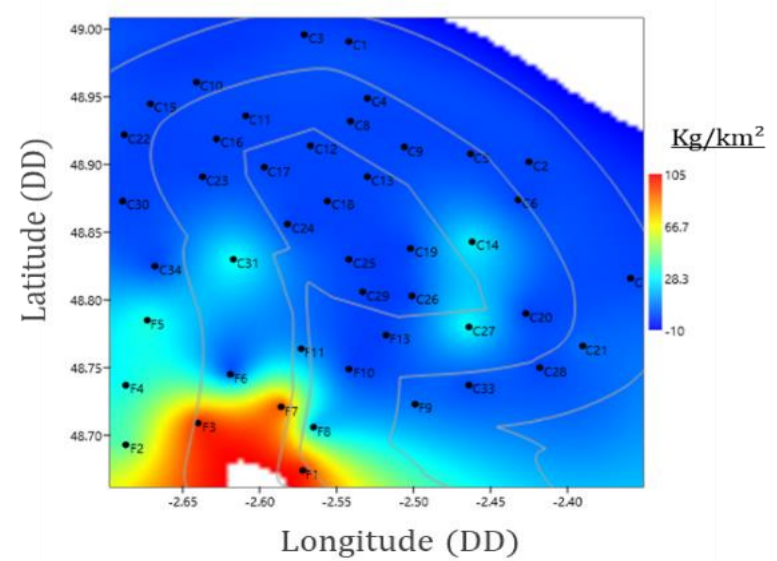
Septembre 2018 Fréquence d'observation des classes de taille (cm)



Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)



Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)





Raie bouclée

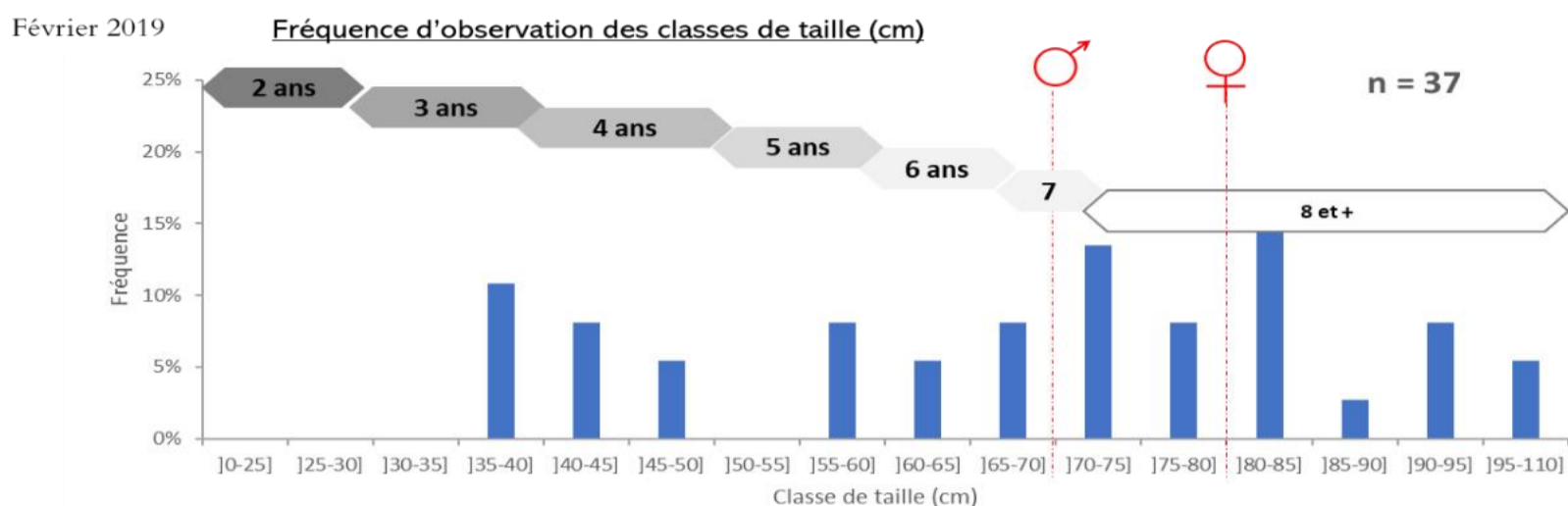
Raja clavata

La raie bouclée vit sur des fonds meubles (sable, cailloutis, galets et roches) depuis la côte jusqu'à 100 mètres de profondeur. D'activité plutôt nocturne, c'est un carnivore consommant de nombreuses proies (petits crustacés, vers lançons, tacauds, soles...).

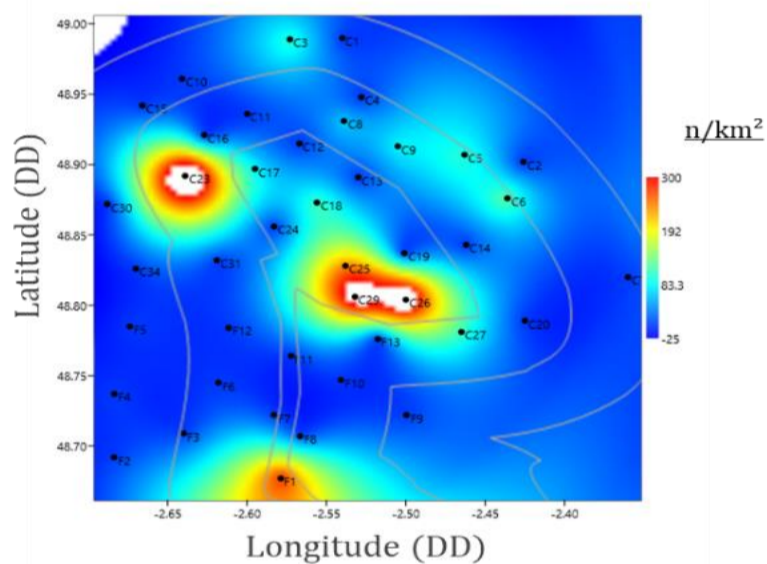
La raie bouclée, une des espèces de raie les communément pêchée sur les côtes normandes. L'espèce peut mesurer jusqu'à près d'1m et peser jusqu'à 20 kg pour une longévité maximale de 20 ans.

Les raies sont ovipares ; elles pondent des œufs peu nombreux (de 60 à 150 par an). L'accouplement peut s'étendre sur toute l'année et la ponte des œufs a lieu principalement entre février et septembre.

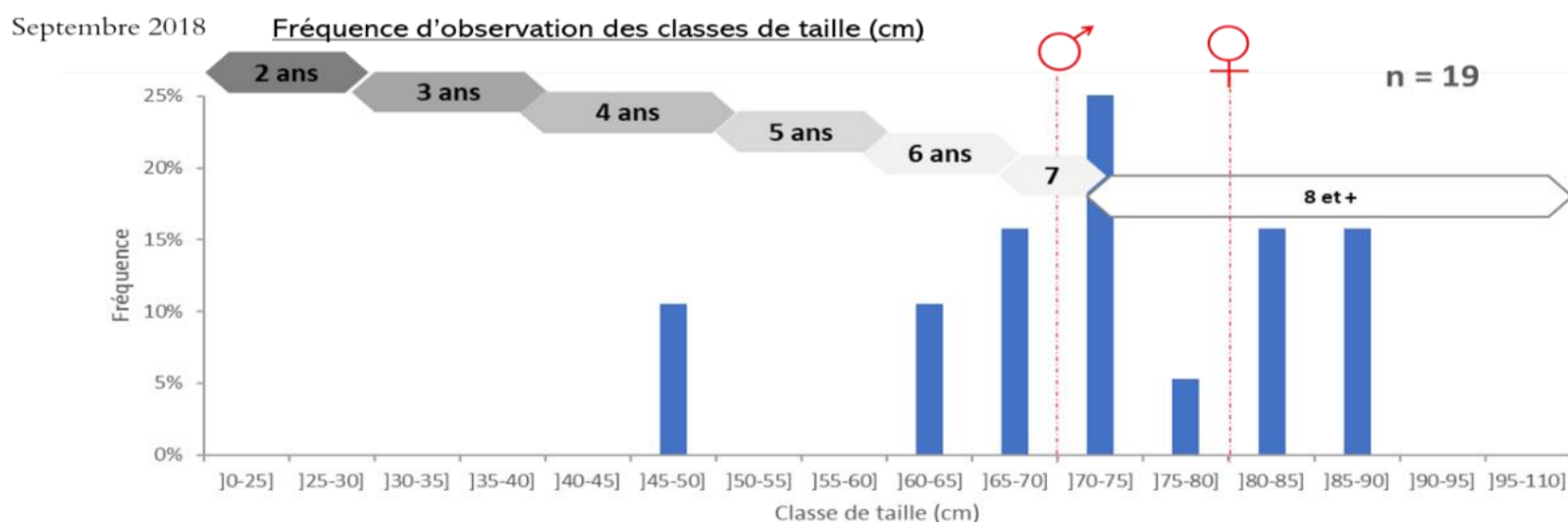
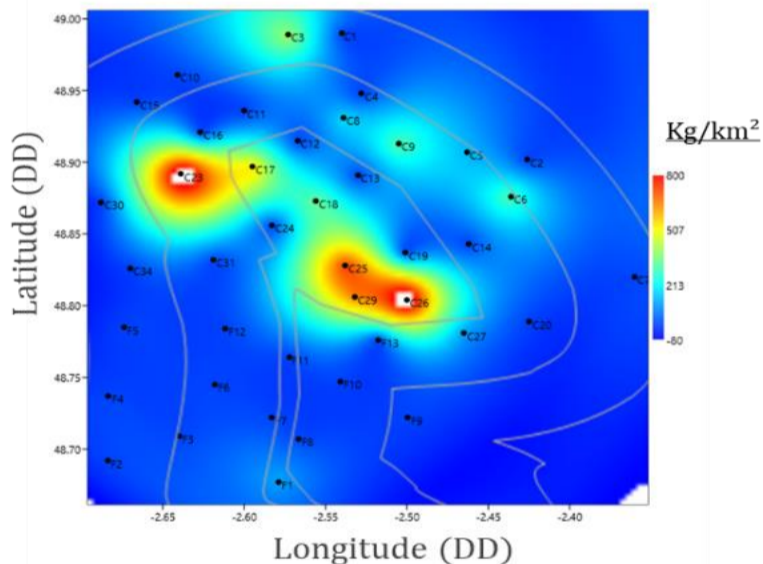
Il n'existe pas de taille minimale de capture, mais un poids de commercialisation : 1 kg depuis 2011.



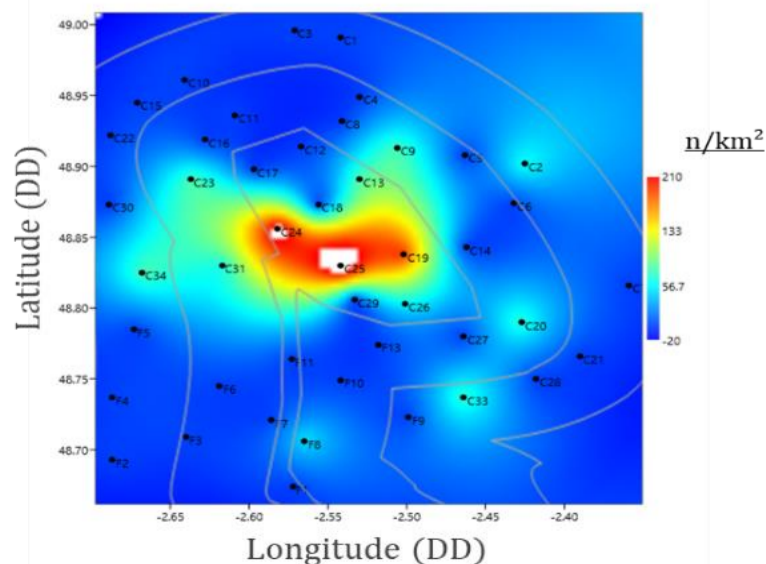
Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)



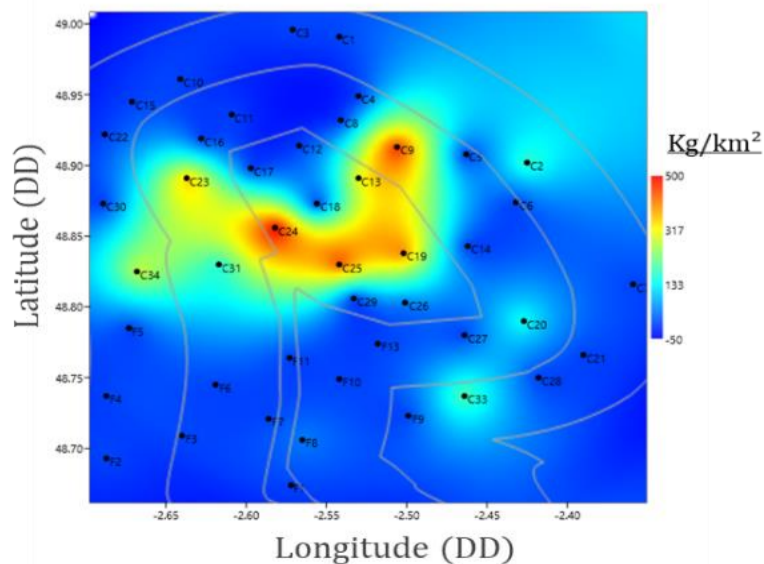
Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)



Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)



Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)

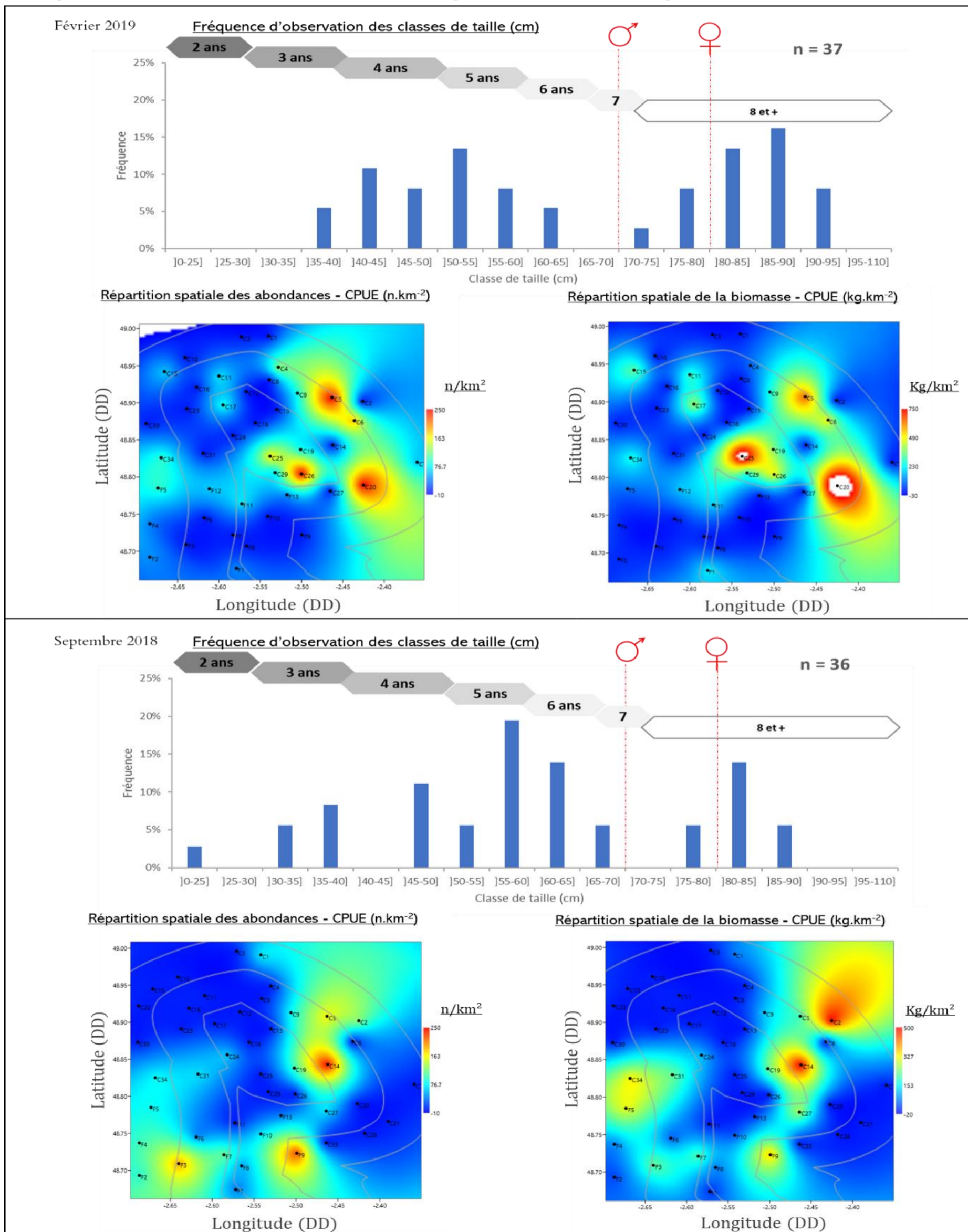




Raie brunette

Raja undulata

La raie brunette vit sur des fonds de sable ou de graviers, près des côtes, mais fréquente une large gamme bathymétrique (0 à 200m).
la principale nourriture de la raie brunette est benthique. Prédateur carnivore, elle avale petits crustacés, calmars, poissons...
La période de reproduction s'étend de mars à septembre.
Depuis le 21 mars 2019, sa commercialisation est autorisée en respectant une taille minimale de capture de 78 cm.





Rouget barbet

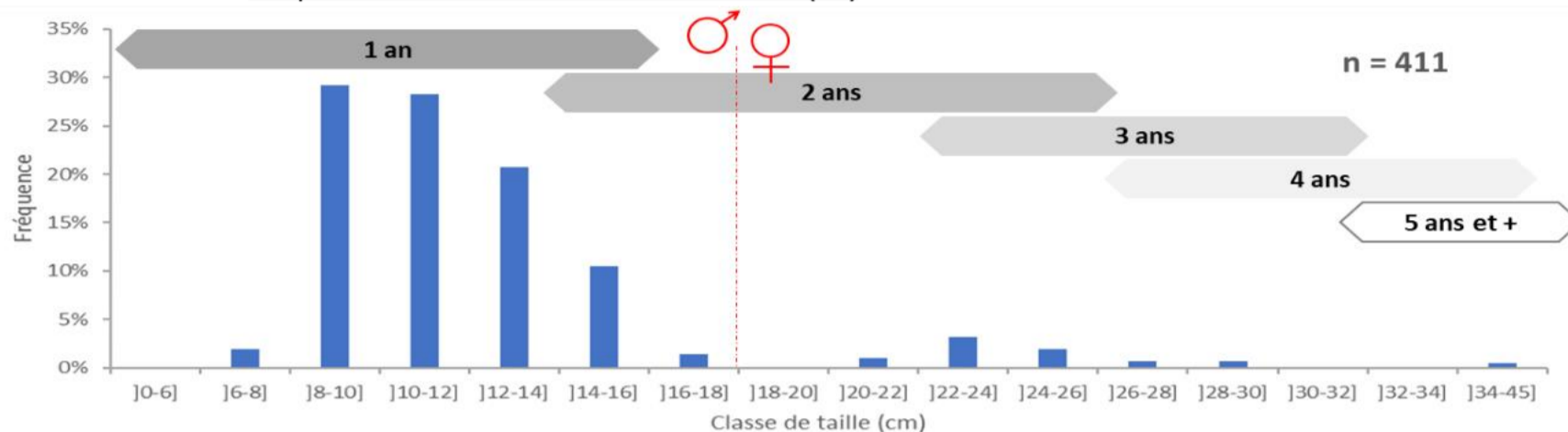
Mullus surmeltus

Bien que parfois appelé rouget de roche, le rouget barbet se rencontre plus fréquemment sur les fonds de sable et de graviers, à des profondeurs n'excédant pas 100m. Poisson benthique, il se nourrit des petits vers, mollusques et crustacés qu'il détecte grâce aux deux barbillons pourvus de récepteurs tactiles et gustatifs.

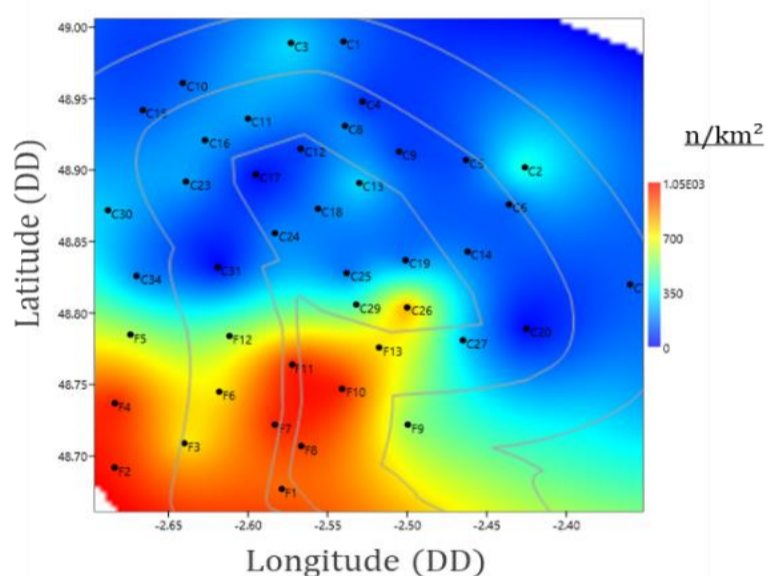
Les rougets-barbets acquièrent leur maturité sexuelle dès leur deuxième année pour une taille comprise entre 15 et 22 cm.

La taille minimale de capture est de 15 cm.

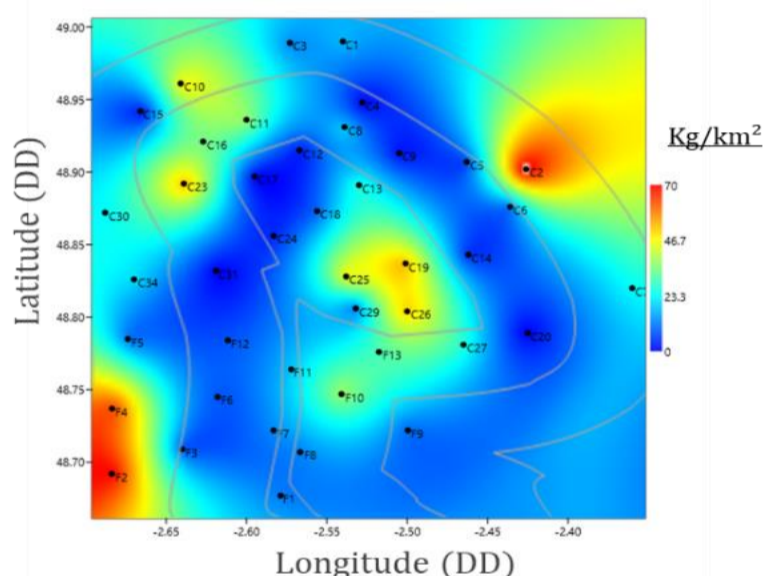
Février 2019 **Fréquence d'observation des classes de taille (cm)**



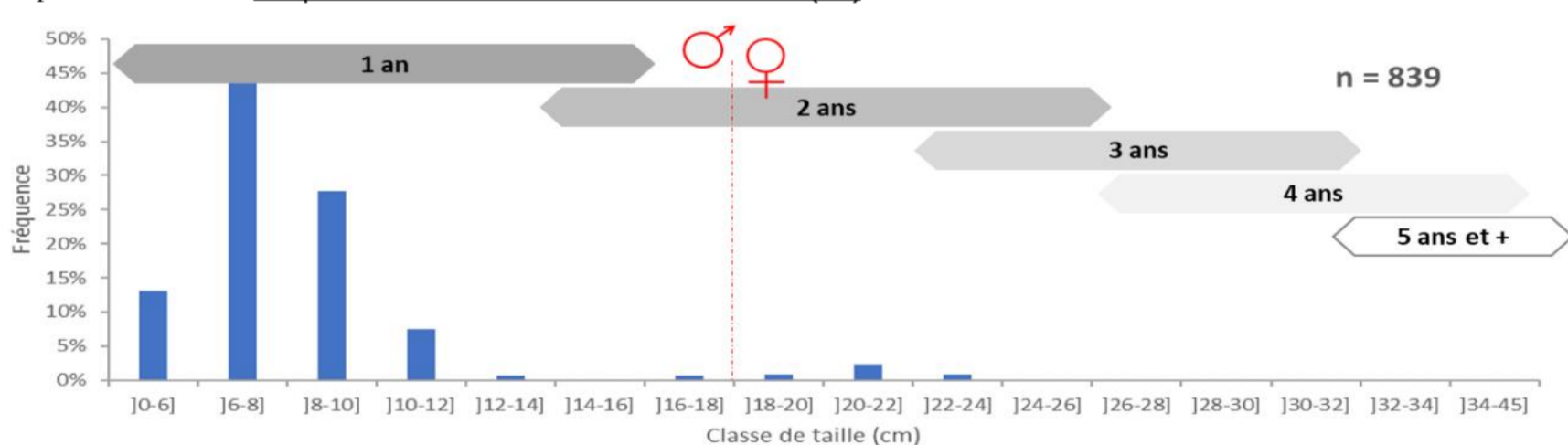
Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)



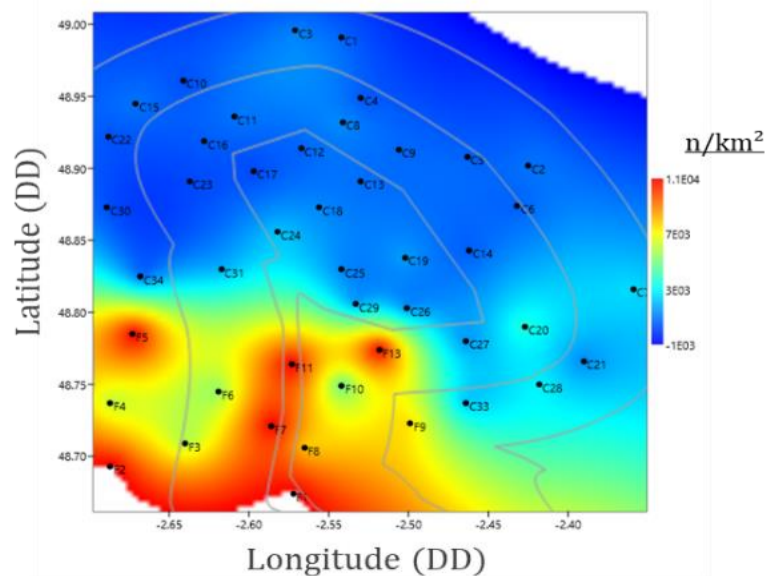
Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)



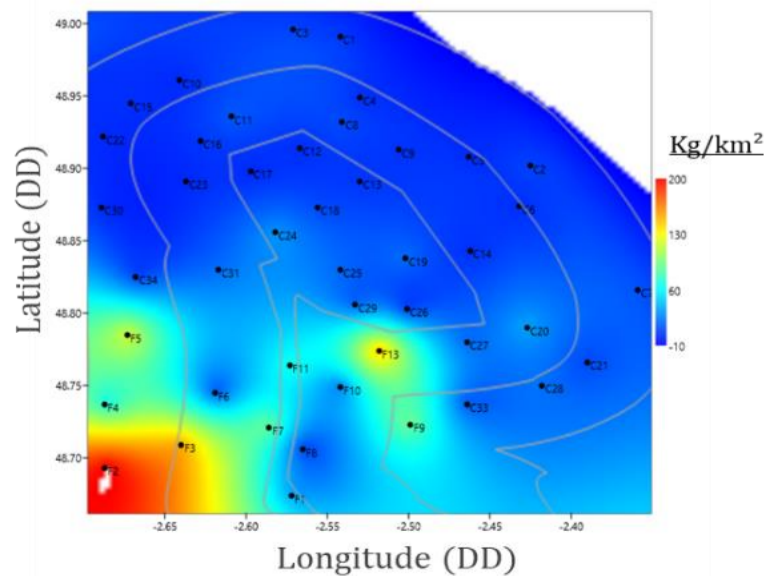
Septembre 2018 **Fréquence d'observation des classes de taille (cm)**



Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)



Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)





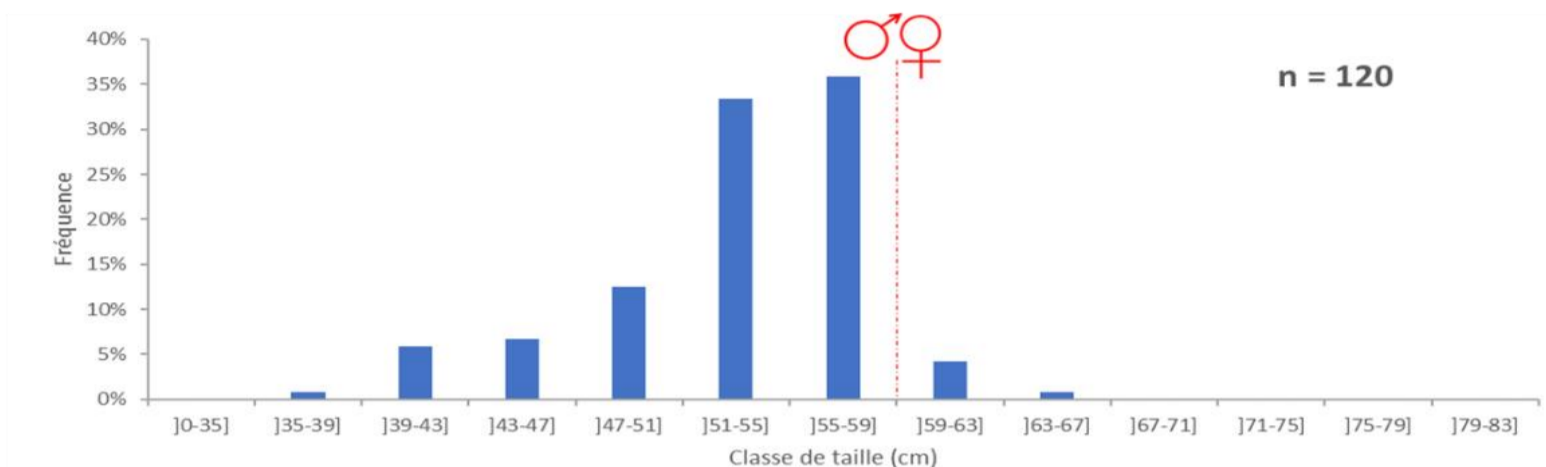
Petite roussette

Scyliorhinus caniculaulus

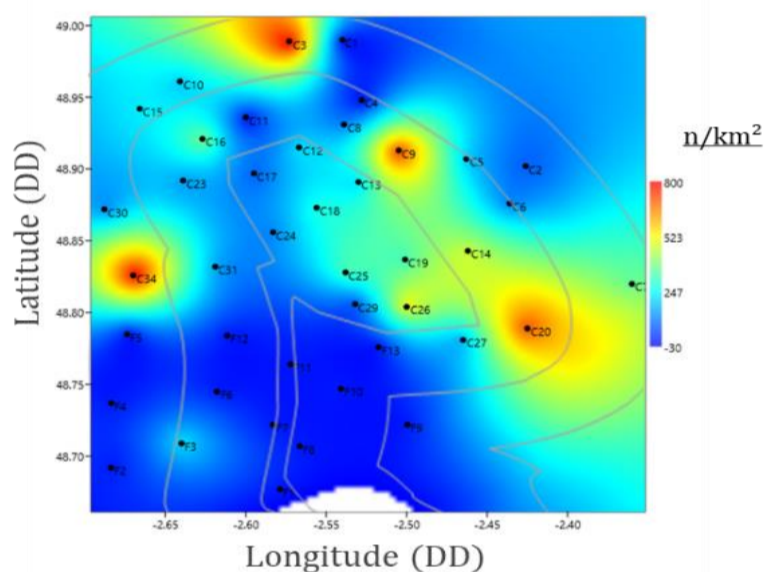
C'est un requin de petite taille et vivant sur des fonds de sable, de gravier ou de vase, à une profondeur de 10 à 400 mètres. La petite roussette est un prédateur nocturne au régime très varié. Elle se nourrit de mollusques gastéropodes, de céphalopodes, de crustacés, de vers et de petits poissons. Sa croissance est assez mal connue chez les roussettes. On peut cependant citer des tailles communes autour de 60 cm et maximales de 80 cm. Les roussettes sont ovipares et pondent un peu toute l'année avec des pics en fin d'hiver et au mois de juillet. Elle atteint sa maturité sexuelle vers l'âge de 5 ans. Il n'existe pas de taille minimale de capture.

Février 2019

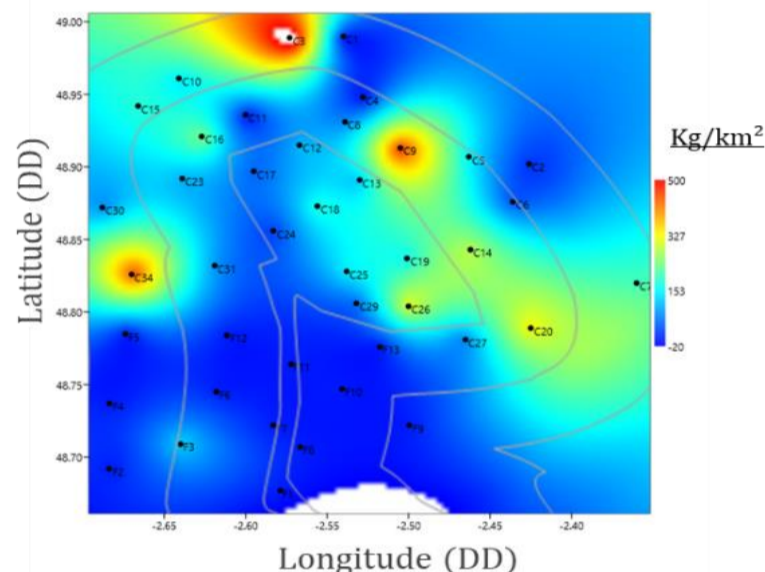
Fréquence d'observation des classes de taille (cm)



Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)

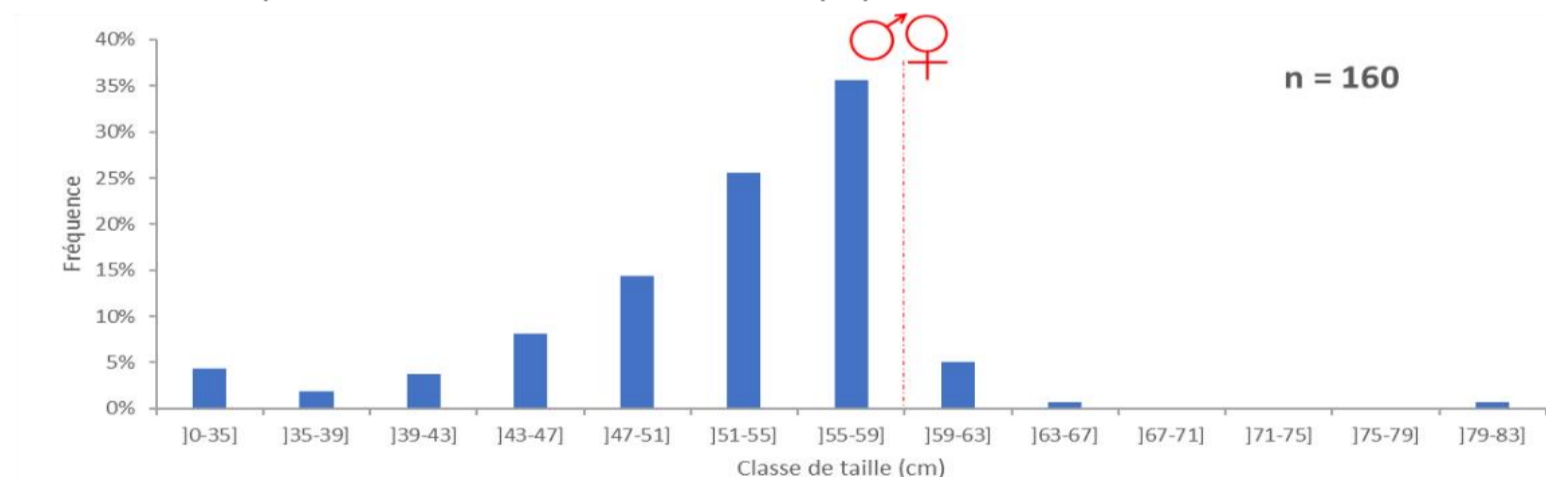


Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)

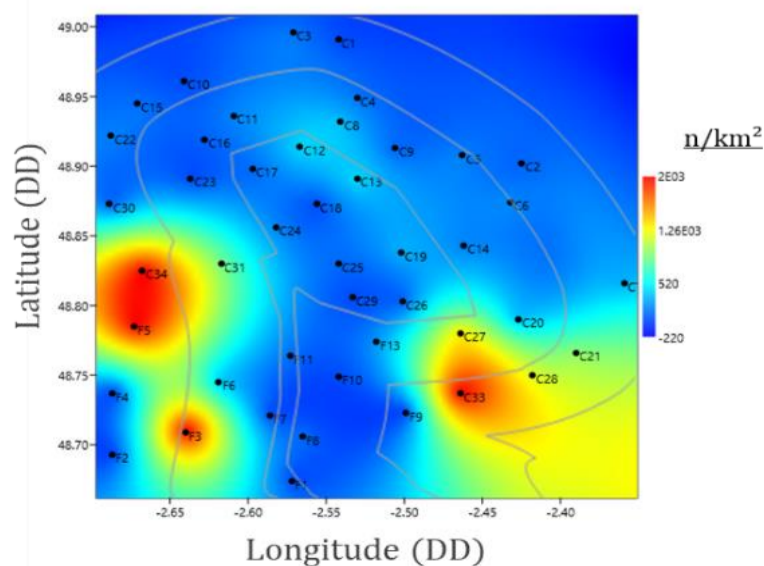


Septembre 2018

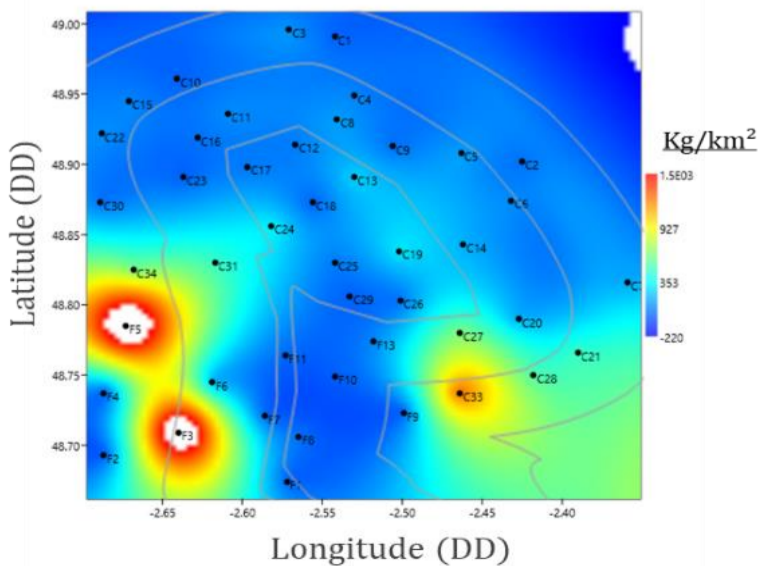
Fréquence d'observation des classes de taille (cm)



Répartition spatiale des abondances - CPUE (n.km⁻²)



Répartition spatiale de la biomasse - CPUE (kg.km⁻²)

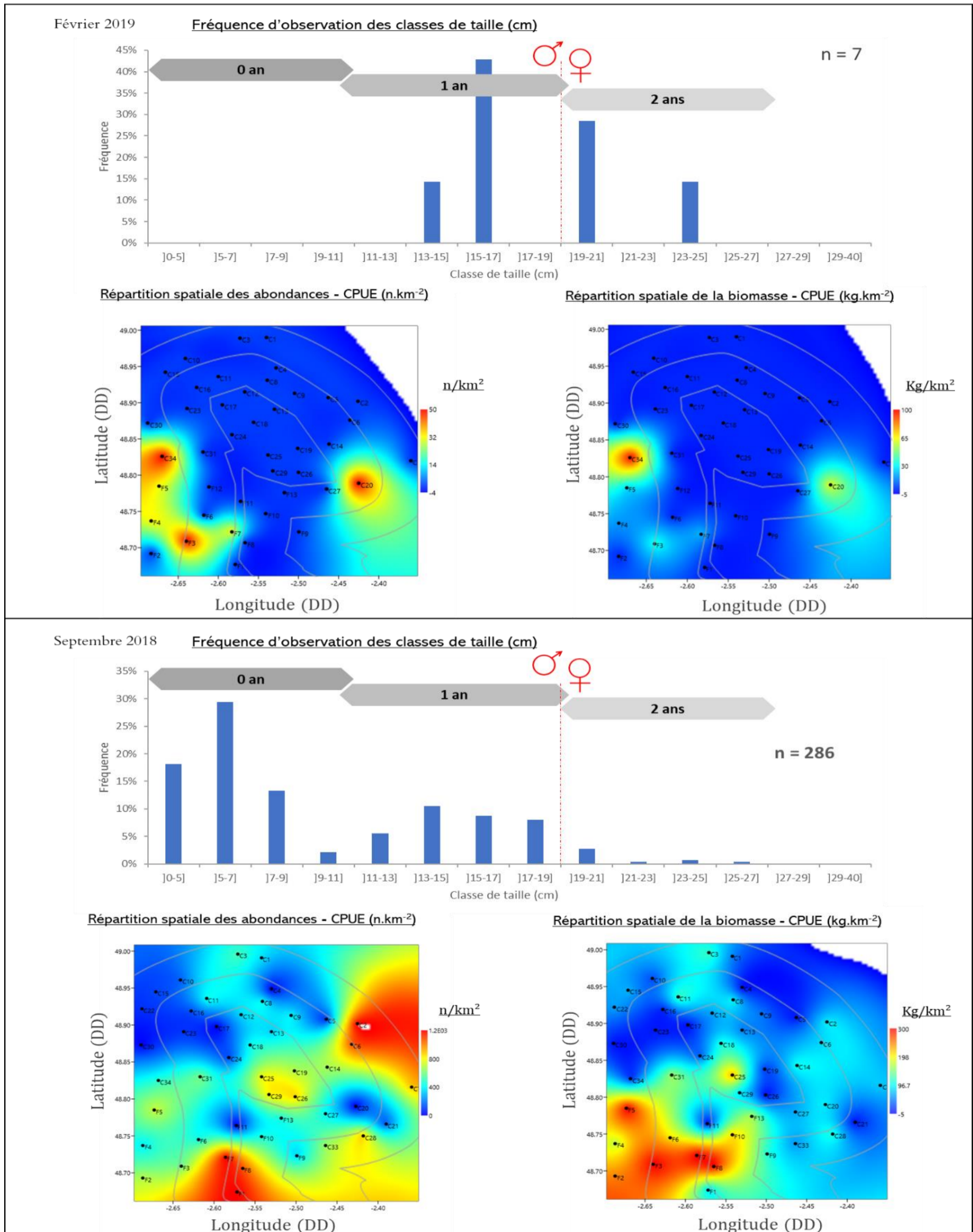




Seiche commune

Sepia officinalis

La seiche ne se reproduit qu'une seule fois au cours de sa vie, vers l'âge de 2 ans. Les mâles mesurent alors 14 cm et les femelles 18 cm. Les femelles fécondées pondent entre avril et mai, dans les eaux côtières. Les juvéniles appelés « sépions » restent près du littoral tout l'été et, dans le cas du stock de la Manche, regagnent le centre de la zone en octobre. Vorace, la seiche se nourrit de poissons, de crevettes et de crabes mais également de ses propres congénères. L'espèce n'est soumise à aucune réglementation.



6.3. Discussion

Les campagnes de pêche scientifiques réalisées en septembre 2018 et février 2019 ont permis l'observation des communautés de poissons et de céphalopodes qui fréquentent le site d'étude en fin d'été et en hiver. Celles-ci sont le point de départ d'une série temporelle où les données recueillies offriront le moyen de suivre l'évolution d'indices de diversité, de captures, de biomasse et de composition des assemblages d'espèces.

Les données récoltées ont été analysées sous deux aspects : l'un multi spécifique, et le deuxième de façon monospécifique en traitant 10 espèces dont le volume de données était suffisamment consistant. Le traitement multi spécifique a mis en évidence, la richesse, l'abondance et la biomasse, les constances ou dominances. Le traitement monospécifique apporte une représentation cartographique des densités des principales espèces rencontrées et une information relative à la structure en classe de taille de ces populations.

Bien que des spécificités puissent être localement relevées via par exemple un indice d'abondance localement plus important de telle ou telle espèce, l'assemblage observé en septembre et en février est dominé par le même cortège sur l'ensemble du site d'étude. Parmi ces espèces les plus largement distribuées, on retrouve la plupart des espèces à forte dominance (petit tacaud, tacaud commun, dorade grise, raie bouclée, petite roussette). A celles-ci viennent ensuite s'ajouter ou se soustraire d'autres espèces, réalisant des migrations saisonnières (merlan, émissoles, seiches). Aussi, le périmètre décrit par le plan d'échantillonnage se présente comme une unité géographique homogène. Les mêmes espèces structurantes sont observées sur toutes les stations et seules leurs proportions relatives se modifient quelque peu suivant l'habitat bio-sédimentaire échantillonné (sable, gravier ou cailloutis).

Parmi les 65 espèces de poissons et céphalopodes inventoriées sur le site, 36 espèces (55%) présentent un intérêt halieutique, depuis les plus emblématiques comme le lieu jaune, la sole commune et le turbot jusqu'à celles faiblement valorisées comme le chinchard ou le tacaud. En termes de biomasse, ces espèces représentent environ 75% des captures (toute classe de taille confondue et pour les deux saisons). L'analyse des distributions spatiales des adultes et des juvéniles n'est pas présentée dans ce rapport intermédiaire, celle-ci sera intégrée ultérieurement en s'appuyant sur une série temporelle plus longue. Toutefois, les données de cette première année montrent que la fraction juvénile domine largement les captures observées dans le cas des espèces exploitées, comme l'illustrent les diagrammes de fréquence des classes de tailles fournis pour les dix espèces ayant fait l'objet d'un traitement monospécifique. Cet élément souligne la fonction de nurricerie que remplit le secteur d'étude (lequel s'inclue plus largement au sein de la baie de Saint-Brieuc) pour de nombreuses espèces de poissons. L'observation de plus faibles abondances concernant les individus de taille adulte témoigne également d'une pression de pêche importante.

7. Filet à araignées

Si la pêche n'a ciblé l'Araignée de mer qu'à partir des années 60 pour faire face aux baisses de rendement des langoustes et des homards, son exploitation est aujourd'hui importante. L'espèce peut être pêchée à proximité immédiate des côtes au printemps à l'aide de casiers ou plus au large, en automne et en hivers à l'aide de filets. La Bretagne Nord et la presqu'île du Cotentin sont les principales régions de production au sein d'une aire de distribution qui s'étend sur toute la façade Atlantique depuis les côtes mauritaniennes jusqu'aux îles britanniques. En baie de Saint-Brieuc, l'espèce fait partie des ressources exploitées par les professionnels.

La répartition de l'araignée varie selon les saisons. L'espèce est répartie d'une manière générale sur tous les fonds dont la profondeur est supérieure à 30 m. D'après Lemoigne (1979), les mâles marqueraient une préférence pour les fonds accidentés, les femelles pour les fonds durs peu accidentés et les fonds meubles. Les déplacements dans le secteur normano-breton ont été étudiés par marquage depuis 1975 (Le Foll 1993). Les animaux ayant mué en baie de Saint-Brieuc durant l'été, migrent durant l'automne vers le plateau rocheux de la Horaine, de Barnouic, des Roches Douvres à l'ouest et vers le plateau des Minquiers et les îles anglo-normandes à l'est (FIGURE 29). Ils reviennent chaque printemps à la côte au moment de la reproduction pour repartir dans le courant de l'été (FIGURE 30).

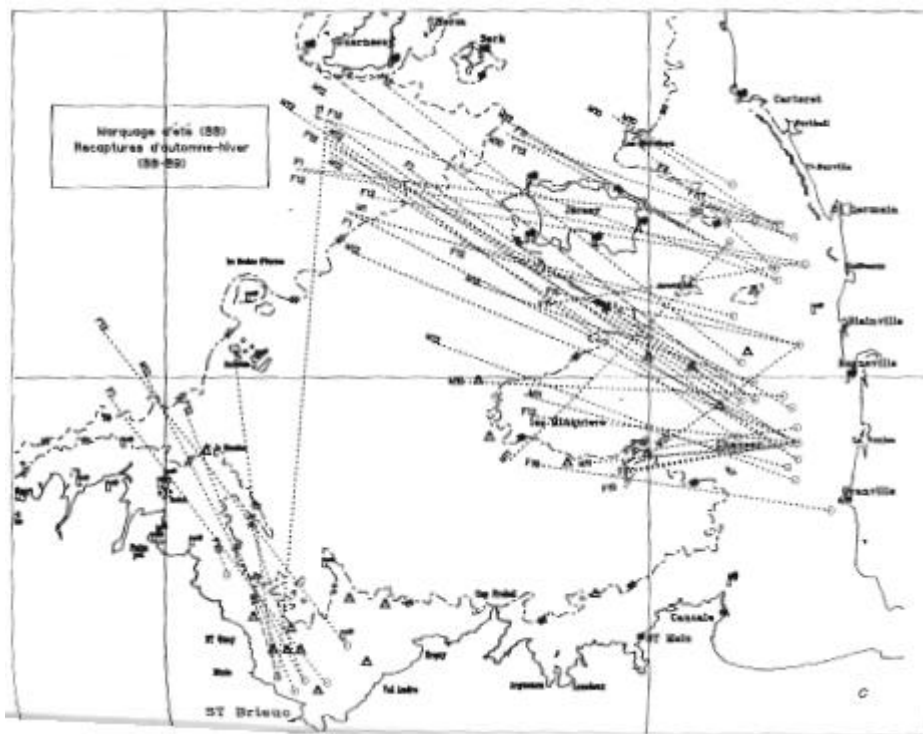


FIGURE 29 : LOCALISATION DES POINTS DE CAPTURES/MARQUAGES, RECAPTURES OBSERVES LORS DE LA CAMPAGNE D'ETE 1988 (MARQUAGE) ET D'AUTOMNE-HIVER 1988/89 (RECAPTURE) (EXTRAIT DE LE FOLL, 1993).

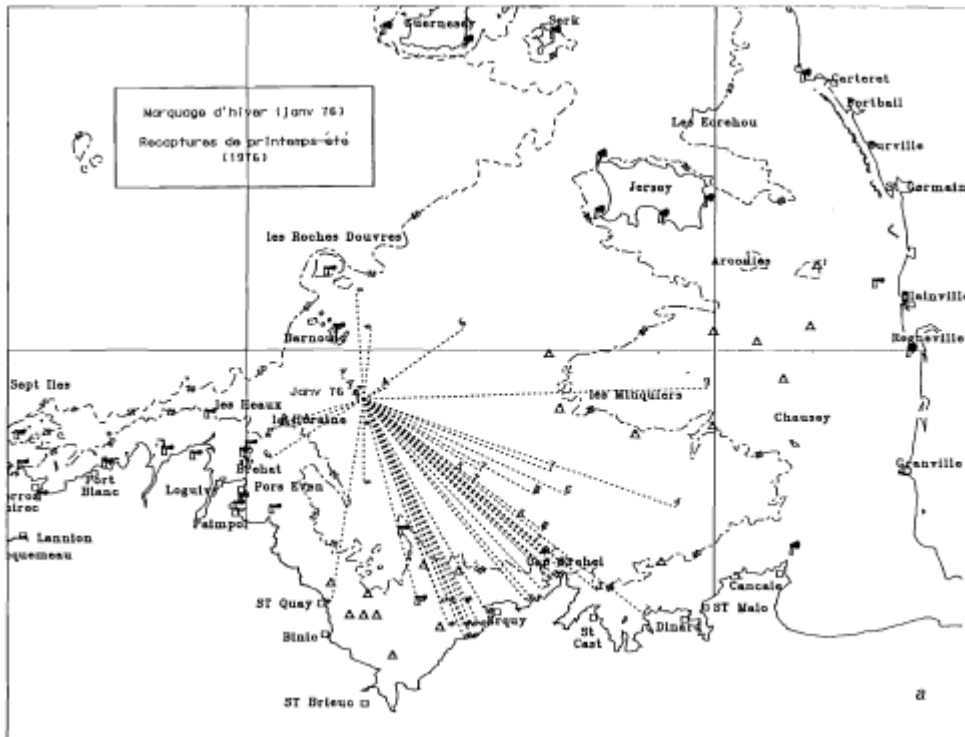


FIGURE 30 : LOCALISATION DES POINTS DE CAPTURES/MARQUAGES, RECAPTURES OBSERVES LORS DE LA CAMPAGNE HIVER 1976 (MARQUAGE) ET DE PRINTEMPS-ETE 1976 (RECAPTURE) (EXTRAIT DE LE FOLL, 1993).

Le secteur d'étude s'implante donc au sein de périmètre de fréquentation de l'espèce. Celle-ci représentant un enjeu économique important à l'échelle de la baie, des campagnes de pêches scientifiques ciblant spécifiquement cette ressource ont été réfléchies et construites pour suivre l'espèce et disposer de données décrivant la ressource locale. Un échantillonnage bi-annuel est réalisé, avec une première campagne de prélèvement en automne (novembre) et une seconde en fin d'hivers (mars). Les données collectées lors de cette première année d'étude sont présentées dans la suite de ce rapport.

7.1. Matériels et méthodes

Deux campagnes annuelles sont programmées, en automne (novembre) et en fin d'hiver (mars), lors de périodes de mortes-eaux. Celles réalisées au cours de cette première année de suivi se sont effectuées à bord du fileyeur le GIMACO (FIGURE 31).

La campagne d'hiver s'est déroulée du 13 au 16 novembre 2018 et la campagne de fin d'hiver du 11 au 14 mai 2019. Les fenêtres météorologiques rares et les difficultés du professionnel à intercaler les périodes d'affrètement de son navire avec son activité (approvisionnement de ses clients) expliquent la programmation tardive de cette dernière par rapport au calendrier initial.



FIGURE 31 : Le GIMACO, FLEVEUR DEDIE AU FILET A ARAIGNEES (LOGUIVY-DE-LA-MER).

Le plan d'échantillonnage suivi pour l'échantillonnage des araignées de mer, *Maja brachydactyla*, au filet est constitué de 19 stations réparties sur l'ensemble de l'aire d'étude (FIGURE 32). L'engin de pêche utilisé est celui du professionnel. Il s'agit d'un filet composé d'une nappe simple à grandes mailles (120 mm) d'une hauteur de 2,4 m. La modification apportée à l'engin de pêche ne repose que sur le nombre de nappes raboutées afin de limiter la longueur totale du filet à 300 mètres (les professionnels travaillant avec des longueurs de l'ordre du kilomètre). L'axe de pose des engins était conforme aux pratiques du professionnel et suivait pour toutes les stations celui des courants de marées.

Nous avons pour objectif de respecter un temps de calée de 72h pour toutes les stations. Seulement, le temps de démaillage des captures engendrant parfois de long temps d'immobilisation du navire et les conditions de mer ayant été parfois particulièrement difficiles, cette durée a varié entre 68 et 79 h en novembre 2018 et, entre 76 et 88h lors de la campagne de mai 2019.

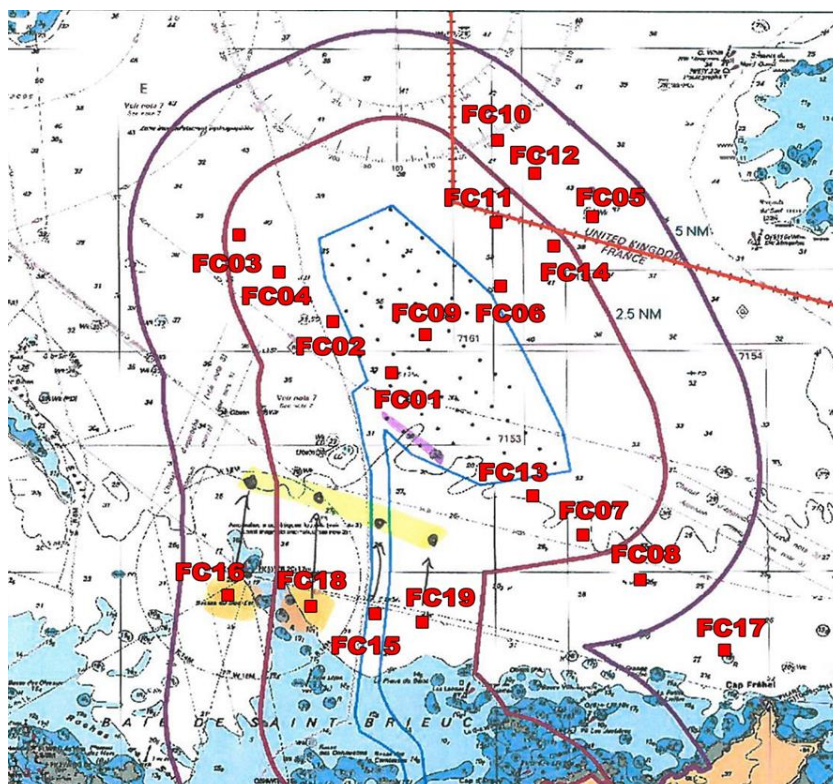


FIGURE 32 : CARTE DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA CAMPAGNE FILET A ARAIGNÉES. QUATRE STATIONS (FC15, 16, 18, ET 19) SONT DÉPLACÉES VERS LE NORD (SURLIGNAGE JAUNE) LORS DES CAMPAGNES D'HIVERS POUR PERMETTRE

Pour chaque station, une fois le filet remonté à bord, les captures sont d'abord toutes démaillées et stockées dans des bacs de criée. Un tri des espèces est ensuite opéré en séparant les prises accessoires (poissons, tourteaux, homards) des araignées tout en séparant les sexes. Un poids total par espèce est alors mesuré puis des mesures biométriques (longueur du céphalothorax pour les crustacés, longueur totale pour les poissons) sont réalisées sur un échantillon représentatif de 50 individus. Les résultats sont alors extrapolés à tous les individus de la population de l'échantillon.

Traitement des données

Les indices de Capture Par Unité d'Effort (CPUE) sont calculés. Ces derniers intègrent la durée d'immersion des engins de pêche et leur longueur ainsi que le nombre ou le poids de captures observées. L'unité considérée ici est le mètre de filet avec un intervalle de temps de 1h.

Notons que le filet n'est pas un engin d'échantillonnage quantitatif car il est impossible de rapporter l'abondance des animaux capturés à une surface connue. De même, puisque c'est un engin passif son efficacité est extrêmement dépendante de l'activité des individus, lesquels doivent se déplacer pour être capturés. L'observation d'indices faibles ne sera donc pas nécessairement synonyme d'absence de l'espèce sur la zone et l'observation d'indices forts ne permettra que de repérer un secteur de passage/transit de l'espèce.

En parallèle de ces indices, les données de sexe et de taille ont permis la description de la structure en taille et en sexe des captures pour chacune des stations.

Les données de capture obtenues pour les autres espèces n'ont pas fait l'objet de traitement particulier en raison de la faible abondance des captures accessoires et de la sélectivité de l'engin utilisé. Une description des captures en termes d'indices de diversité serait pour ce métier non adaptée. Pour autant, l'observation de ces espèces reste renseignée dans les bases de données et, est archivée et stockée pour être disponible en cas de besoins futurs.

7.2. Résultats

La campagne de pêche réalisée en novembre 2018 a permis la capture de 1 007 araignées représentant une biomasse totale de 1 200 Kg. La campagne réalisée en mai 2019 a permis quant à elle, la capture de 2 115 araignées pour une biomasse totale de 2 000 kg. Le nombre total de captures par sexe et par campagne ainsi que la distribution des indices de CPUE observés à l'échelle du site d'étude sont présentés ci-dessous (FIGURE 33).

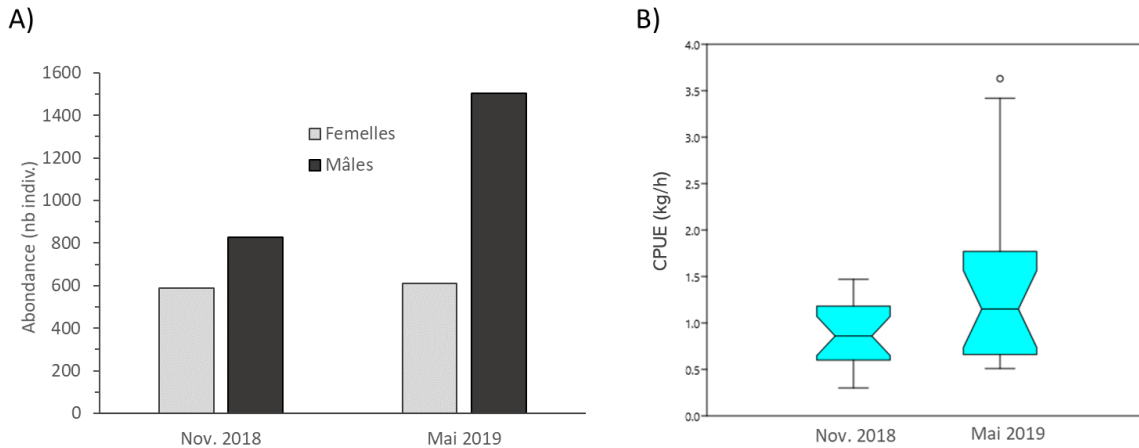


FIGURE 33 : A) NOMBRE TOTAL D'ARAIGNEES DE MER FEMELLES (CLAIR) ET MALES (FONCE) CAPTURE LORS DES CAMPAGNES D'HIVER 2018 (A GAUCHE) ET AU PRINTEMPS 2019 (A DROITE) ; B) DISTRIBUTION DES INDICES DE CAPTURES (CPUE ; KG.H⁻¹) OBSERVES EN NOVEMBRE 2018 ET MAI 2019.

Les captures réalisées en mai 2019 représentent le double de celles de novembre 2018 et cette différence est largement portée par la capture d'un nombre plus important d'araignées mâles. Cette simple comparaison apparait néanmoins biaisée puisque le temps d'immersion moyen des engins n'a pas été équivalent entre les deux campagnes (72h en moyenne en novembre contre 84h en novembre). C'est d'ailleurs ce que souligne la comparaison des distributions des indices de CPUE entre les deux saisons puisqu'aucune différence significative n'est révélée dans ce cas.

La comparaison des classes de taille observées en hiver et au printemps indique également que la structure de la population reste identique entre les deux campagnes (FIGURE 34).

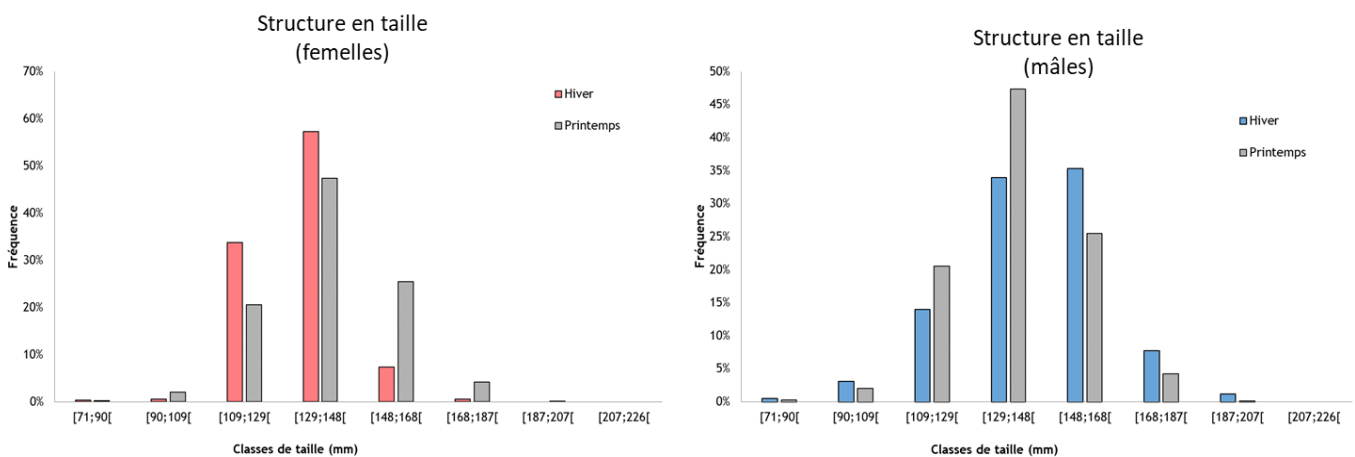


FIGURE 34 : COMPARAISON HIVER/PRINTEMPS DES CLASSES DE TAILLE OBSERVEES POUR LES ARAIGNEES FEMELLES (A GAUCHE) ET LES ARAIGNEES MALES (A DROITE).

Si à l'échelle de l'aire d'étude, les deux saisons d'échantillonnage présentent des points communs (e.g. CPUE moyen, structure en taille de la population), une analyse stationnelle des informations

recueillies indique que les animaux ne sont pas uniformément répartis entre toutes les stations, ni en hiver, ni au printemps (FIGURE 35 ;

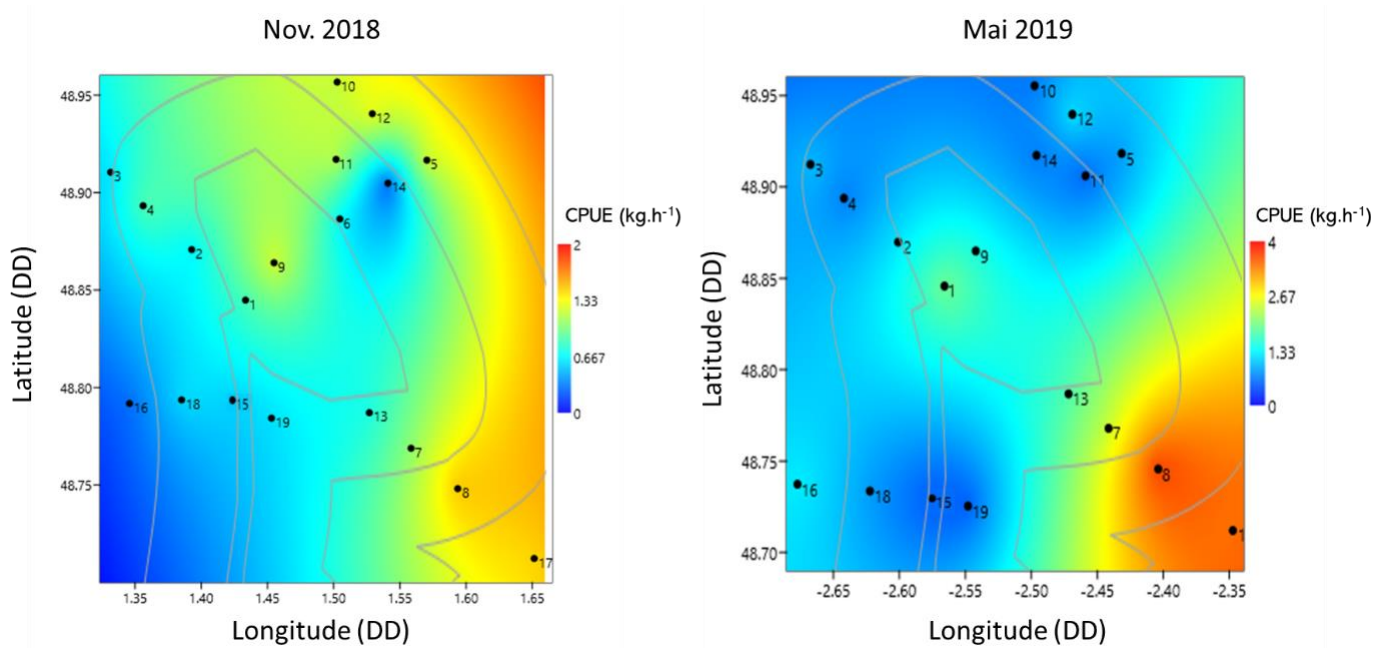


TABLEAU 7).

FIGURE 35 : REPRESENTATION SPATIALE DES INDICES DE CAPTURES PAR UNITE D'EFFORT (CPUE) EXPRIMES EN BIOMASSE (kg.h^{-1}) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE NOVEMBRE 2018 (A GAUCHE) ET DE MAI 2019 (A DROITE). L'INTERPOLATION ENTRE LES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE EST OBTENUE PAR KRIGEAGE.

TABLEAU 7 : INDICES DE CAPTURES PAR UNITE D'EFFORT (CPUE) EXPRIMES EN BIOMASSE (kg.h^{-1}) ET EN ABONDANCE (nb.h^{-1}) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE NOVEMBRE 2018 ET DE MAI 2019.

Stations	CPUE (kg/h)		CPUE (nb/h)	
	nov-18	mai-19	nov-18	mai-19
1	0,86	1,89	1,15	1,85
2	0,66	1,21	0,76	1,33
3	0,62	0,96	0,82	1,00
4	0,86	0,66	0,94	0,73
5	1,16	0,84	0,71	0,88
6	0,67	-	0,71	-
7	1,04	2,38	0,73	2,61
8	1,47	3,63	0,74	3,89
9	1,20	1,49	1,34	1,61
10	1,18	0,66	1,08	0,73
11	1,12	0,57	1,04	0,60
12	1,25	1,15	0,69	1,11
13	0,75	1,77	0,72	1,87
14	0,30	0,67	0,32	0,75
15	0,56	0,51	0,77	0,56
16	0,30	1,25	0,35	1,26
17	1,45	3,42	0,72	3,59
18	0,57	0,82	0,78	0,84
19	0,60	0,52	0,83	0,58

En hiver, les indices de captures les plus forts sont observés au nord d'un axe nord-ouest / sud-est. Par opposition, les indices les plus faibles sont observés au sud-ouest du périmètre d'étude. Au printemps, ce sont les stations les plus côtières qui concentrent la majeure partie de la biomasse qui a été capturée. Les stations 7, 8 et 17 représentent à elles seules près de 40% des captures à cette période de l'année (23% en novembre).

7.3. Discussion

Le mode d'échantillonnage utilisé, parfaitement passif, rend délicat l'interprétation des données collectées en termes de relation entre l'espèce et l'habitat. Les individus capturés au moyen d'un filet sont des individus mobiles et les secteurs se différenciant par des indices plus forts doivent avant tout être perçus comme des sites de transit pour l'espèce. Ils ne peuvent pas à l'inverse être informatifs sur les densités d'individus réellement présents au droit de ces points. Néanmoins, les campagnes d'échantillonnage au filet à araignées, réalisées en novembre 2018 et mai 2019, démontrent une fréquentation importante du site d'étude par l'espèce avec des indices de CPUE moyens (automne et printemps confondus) de $1,1 \text{ kg.h}^{-1}$.

Un effet saisonnier marqué est observé. Celui-ci est très probablement accentué par nos dates d'intervention au mois de mai. A cette période de l'année, comme indiqué en introduction de cette partie, la majorité de la population a déjà rejoint les habitats les plus côtiers pour la reproduction. Dans la perspective d'une série temporelle plus longue, cet élément précis sera à considérer. Le schéma de fréquentation de la zone que l'on peut présager au sortir de l'hiver 2020 sera probablement différent de celui observé au printemps 2019.

Les stations situées dans le quart sud-ouest de l'aire d'étude et positionnées autour du fuseau de raccordement électrique du parc éolien présentent des indices de captures faibles en automne et au printemps. Ces éléments soutiennent l'idée d'une localisation excentrée de ce secteur par rapport aux axes majeurs de déplacement des animaux au sein de la baie. A l'inverse, la partie est et nord-est du secteur apparaît comme un axe largement emprunté par l'espèce. Cette analyse ne s'appuyant que sur les résultats de cette première année de suivi, les prochaines campagnes permettront de préciser ce schéma.

8. Bivalves à la benne Hamon

8.1. Matériels et méthodes

Le suivi des bivalves a été réalisé sur un ensemble de 29 stations réparties autour du futur parc éolien et de son raccordement (figure suivante) à bord du navire « Lydia D » de la compagnie Jifmar Offshore Services.

Les conditions météorologiques variables durant la mission et la casse de la benne Hamon ont contraint à un phasage de la campagne de prélèvement en deux temps : du 17 au 20 septembre et le 27 septembre.

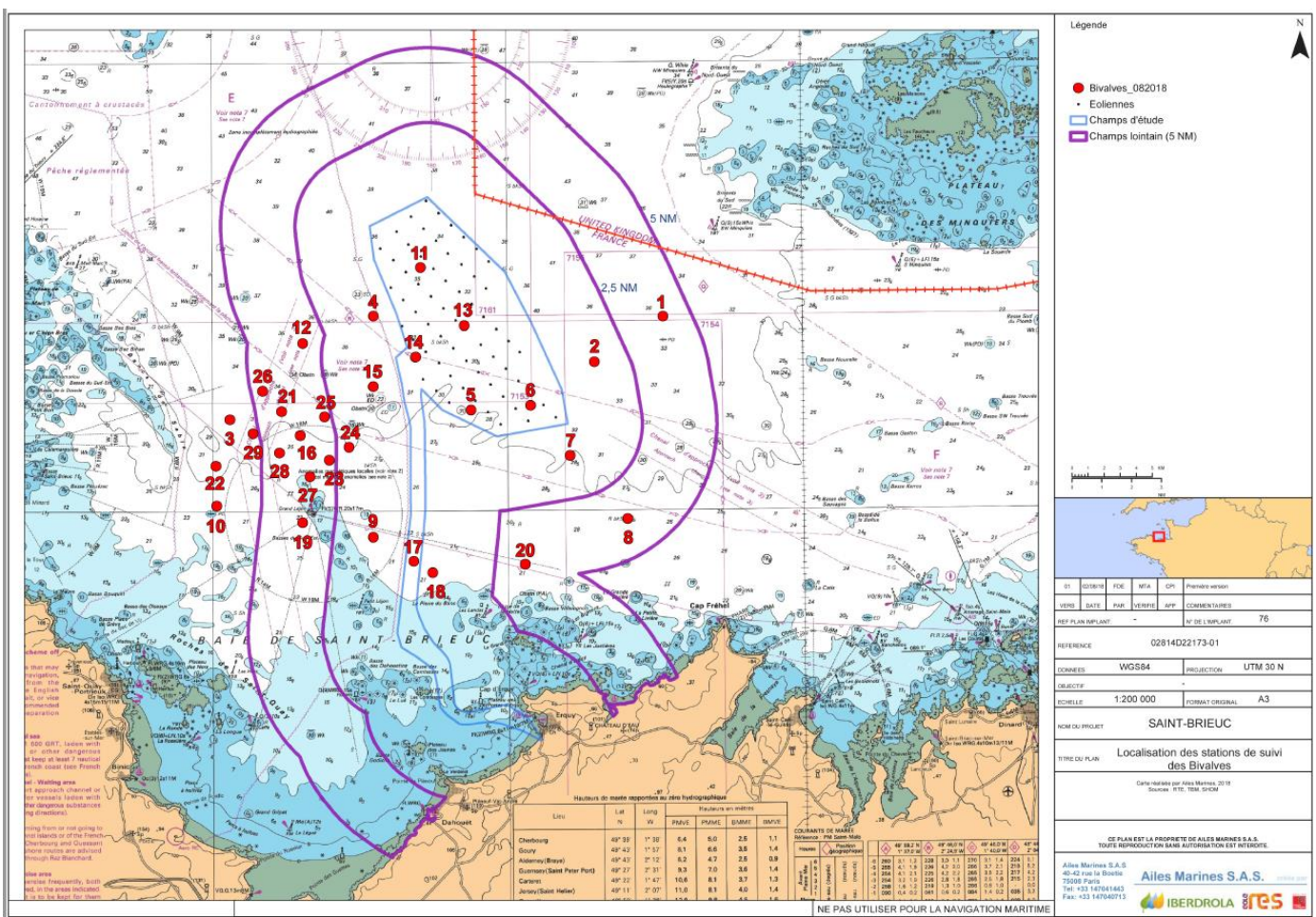


FIGURE 36 : PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DES STATIONS BIVALVES (STATIONS NOMMEES 01 A 29)

Les prélèvements ont été réalisés au moyen d'une benne Hamon (figure suivante). Cette benne permet d'appréhender le macrobenthos sur des fonds hétérogènes (galets, cailloutis, sables grossiers, etc.), et est particulièrement adaptée aux sédiments très grossiers.

Pour l'étude des populations de bivalves en baie de Saint-Brieuc, une surface de prélèvement de 0,5 m² à chaque station.

Afin de faciliter le dénombrement, chaque échantillon prélevé a été tamisé à l'aide de trois tamis superposés de maille décroissante (19, 12.7 et 5 mm). Une manche à eau est actionnée sur les tamis pour accélérer l'évacuation du sédiment à travers les mailles des tamis.

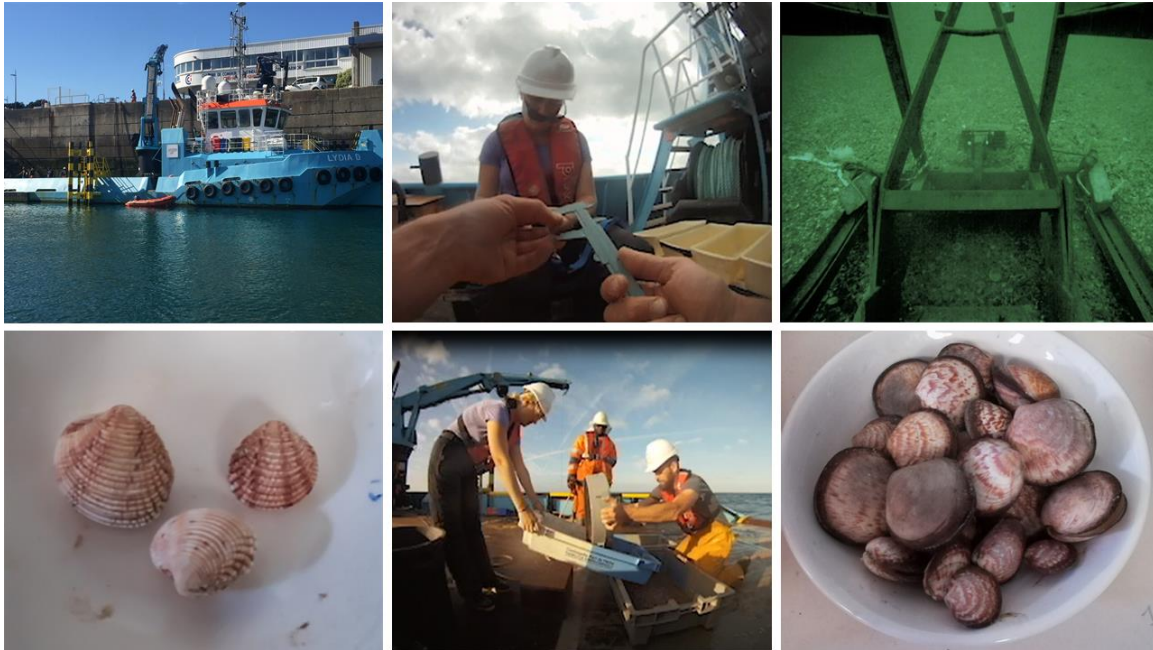


FIGURE 37 : CAMPAGNE BIVALVES DE SEPTEMBRE 2018 (HAUT EN BAS, GAUCHE A DROITE) : LE NAVIRE « LYDIA D », MESURE DES BIVALVES A L'AIDE D'UN PIED A COULISSE, BENNE HAMON, PRAIRES (VENUS VERRUCOSA), TAMISAGE DES PRELEVEMENTS, AMANDE DE MER (GLYCYMERIS GLYCYMERIS)

Conformément au protocole employé par IFREMER pour caractériser les populations de bivalves (Pitel et al., 2004), pour chaque benne, les mollusques bivalves sont identifiés, comptés, mesurés et pesés à bord. La mesure des individus est effectuée selon le « Guide de la mensuration des poissons, mollusques, crustacés, reptiles et mammifères marins en halieutique » (IFREMER, 2011). Les mesures biométriques sont réalisées au moyen d'un pied à coulisse (FIGURE 37).

Les données collectées par espèce sont les suivantes :

- Richesse spécifique ;
- Effectif ;
- Paramètres biométriques : Largeur / hauteur / poids.

Elles permettent de déterminer :

- La densité,
- Les effectifs par espèce,
- Les courbes taille/effectif ;
- La part des individus de taille commerciale.

8.2. Résultats

Données générales

Les prélèvements ont permis la collecte de 601 bivalves d'intérêt commercial. Le tableau et le diagramme circulaire suivants résument les effectifs totaux (abondances spécifiques) collectés par espèce.

Nombre d'individus total récolté sur la zone d'étude	
Amande de mer	319
Palourde	220
Pétoncle	21
Peigne	13
Coquille Saint-Jacques	11
Praire	5
Spisule	12

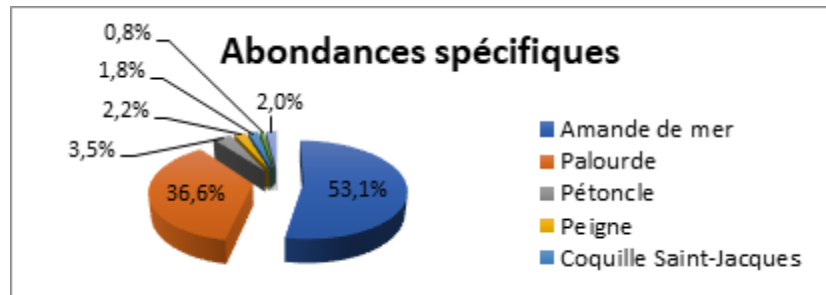


FIGURE 38 : ABONDANCES SPECIFIQUES

La figure suivante présente sous forme d'histogrammes les densités (ind/m²) par espèces et par station.

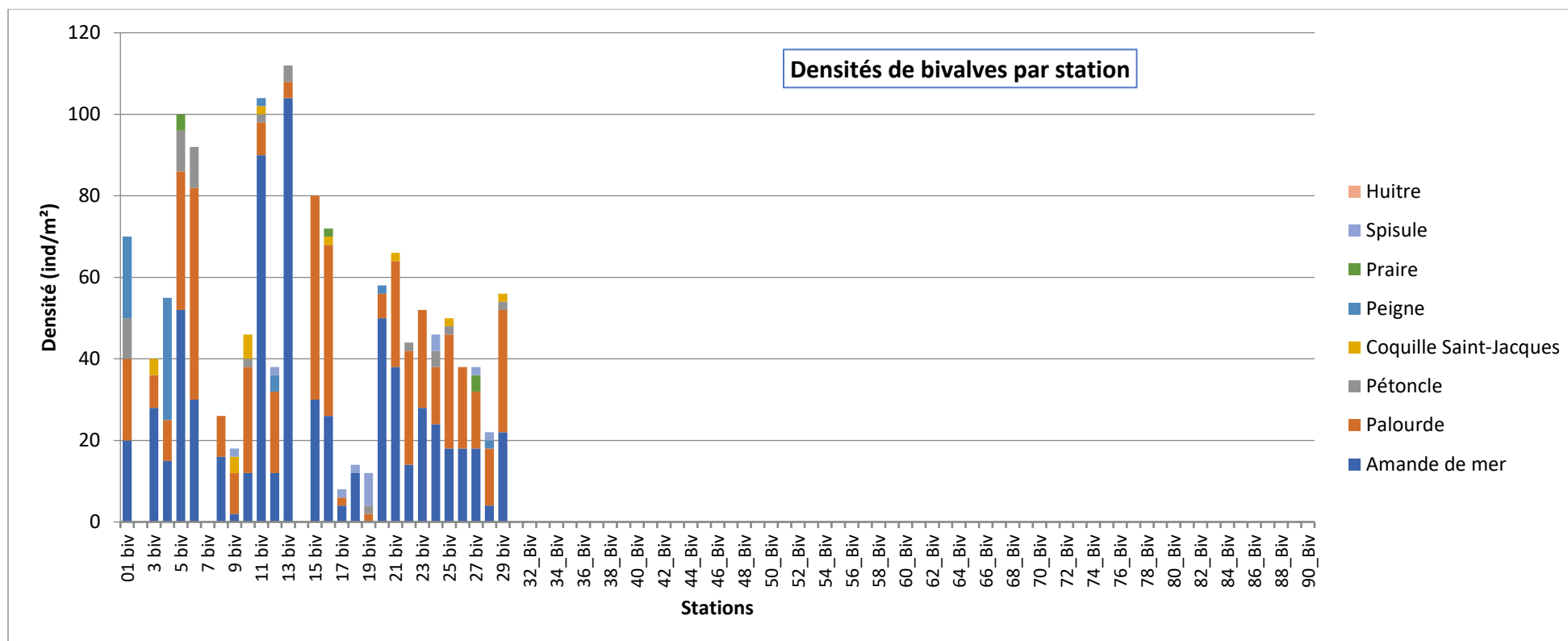


FIGURE 39 : DENSITES DE BIVALVES PAR STATION

Toutes espèces confondues, les densités oscillent entre 8 (station 17) et 112 ind/m² (station 13). Globalement, sur l'ensemble des stations, ce sont les palourdes et les amandes de mer qui présentent les densités les plus élevées.

Pour l'amande de mer, les densités varient entre 0 (station 19) et 104 ind/m² (station 13, FIGURE 40). La répartition spatiale des densités moyennes d'amandes de mer (toutes classes de taille confondues) indique que les plus fortes densités se trouvent dans la zone d'implantation potentielle des éoliennes. Seules 4 stations sur les 29 stations échantillonnées présentent une absence totale d'individus.

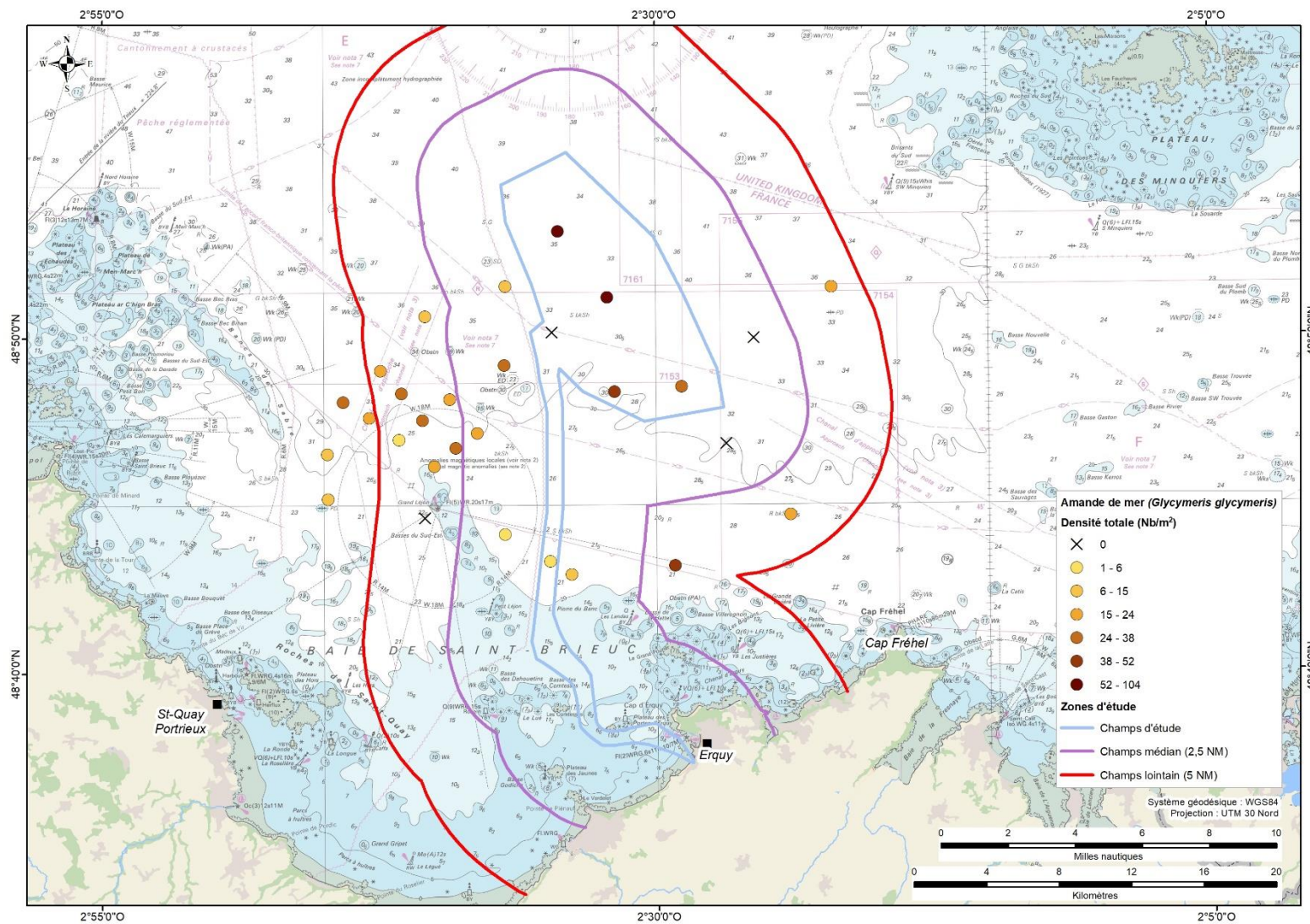


FIGURE 40 : DENSITES MOYENNES (IND/M²) PAR STATION DES AMANDES DE MER, TOUTES CLASSES DE TAILLE CONFONDUES

Pour les palourdes, les densités sont comprises entre 0 (station 18) et 52 ind/m² (station 6). La répartition spatiale des densités moyennes par station des palourdes roses semble relativement homogène. Les zones nord et sud présentent des densités moindre. Seules 4 stations sur les 29 échantillonnées présentent une absence totale d'individus.

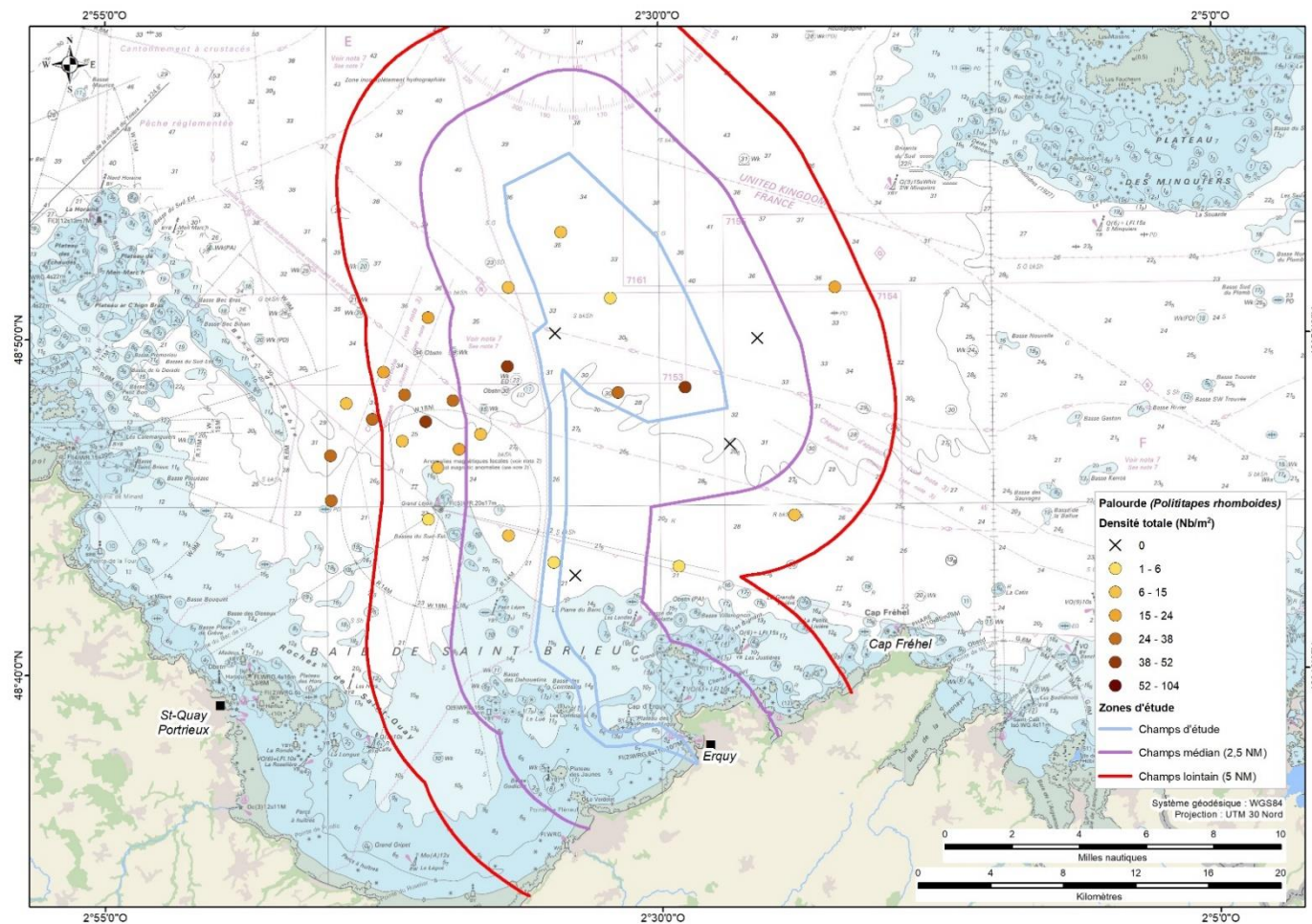


FIGURE 41 : DENSITES MOYENNES (IND/M²) PAR STATION DES PALOURDES ROSES, TOUTES CLASSES DE TAILLE CONFONDUES

Le tableau suivant présente les densités moyennes et écart-types (ind/m²) :

- totaux,
- du champ d'étude (zone d'implantation des éoliennes et leur raccordement),
- du champ médian,
- du champ lointain,
- extérieurs aux champs.

TABLEAU 8 : VALEURS DE DENSITES MOYENNES PAR ESPECE ET PAR STRATE

Espèce	Densité moyenne totale (ind/m ²)	Ecart-type	Densité moyenne champ lointain (ind/m ²)	Ecart-type	Densité moyenne champ d'étude (ind/m ²)	Ecart-type	Densité moyenne champ médian (ind/m ²)	Ecart-type	Densité moyenne extérieur (ind/m ²)	Ecart-type
Amande de mer	26,4	24,5	20,7	13,7	46,7	43,5	13,8	11,8	19,0	7,4
Coquille Saint-Jacques	0,9	1,6	0,5	0,9	0,3	0,8	0,7	1,6	3,0	2,6
Huitre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Palourde	19,3	14,3	18,8	10,8	16,7	21,3	14,0	18,5	23,0	10,1
Peigne	2,3	6,9	2,3	5,7	0,3	0,8	5,0	12,2	0,0	0,0
Pétoncle	1,9	3,2	1,2	2,9	4,3	4,6	0,7	1,6	1,5	1,0
Praire	0,4	1,1	0,5	1,2	0,7	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Spisule	0,9	1,8	1,2	2,3	0,3	0,8	1,3	1,6	0,0	0,0

Pour chaque zone, l'amande de mer et la palourde présentent les plus fortes densités.

Structure de taille

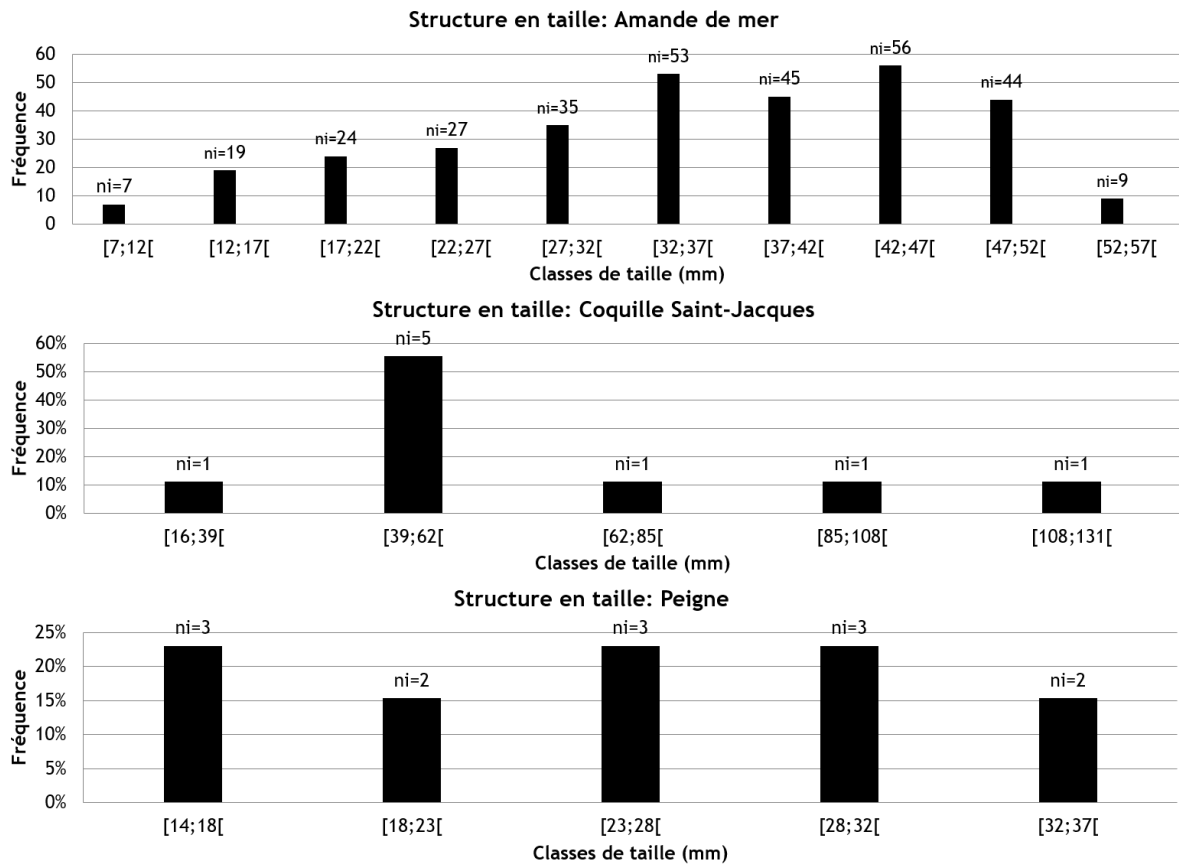
Cette section vise à établir les structures en taille pour chaque espèce d'intérêt commercial recensée.

Les histogrammes suivants présentent la répartition des individus dans les différentes classes de taille.

L'amande de mer est présente sur l'ensemble des stations échantillonnées exceptée la station 19. Au total 319 individus ont été capturés dont 129 individus de taille commerciale (40,4 %, >40 mm). La classe en taille la plus représentée est la [42 ;47[avec 56 individus puis la classe [32 ;37[avec 53 individus.

La coquille Saint-Jacques est relevée sur seulement 5 stations d'échantillonnage et présente un effectif total de 8 individus. Seul, un individu présente une taille commerciale (11,2 cm).

Le peigne est représenté par 13 individus sur l'ensemble des stations. Les classes de taille les plus représentées sont [14 ;18[, [23 ;28[, [28 ;32[avec 3 individus recensés par classe.



Pour le pétoncle, les structures en taille montrent que les individus les plus grands sont les plus nombreux. Cependant, les faibles effectifs récoltés ne permettent pas l'identification d'une structuration en taille particulière.

Pour les praires, les faibles effectifs récoltés (5 individus) ne permettent pas l'identification d'une structuration en taille particulière.

Pour la spicule, seul un individu de taille commerciale a été recensé.

La palourde rose est présente sur 17 stations au total avec un effectif de 220 individus. Pour l'ensemble de la zone, les classes de taille les plus grandes sont les mieux représentées. La part des individus de taille commerciale (>38 mm) est de 14,1%.

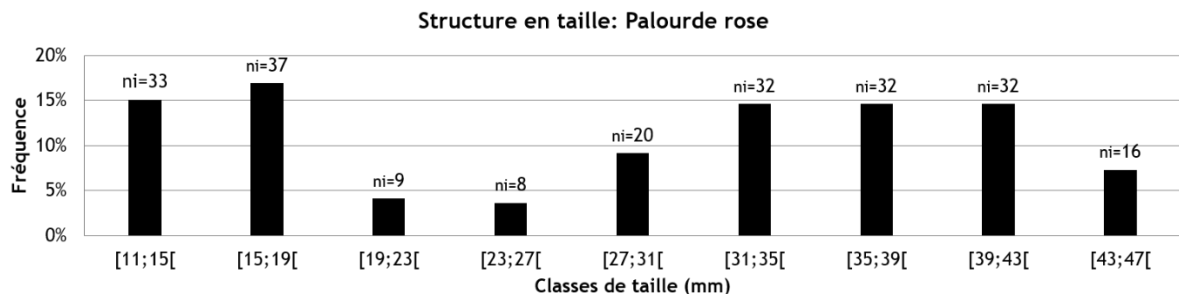
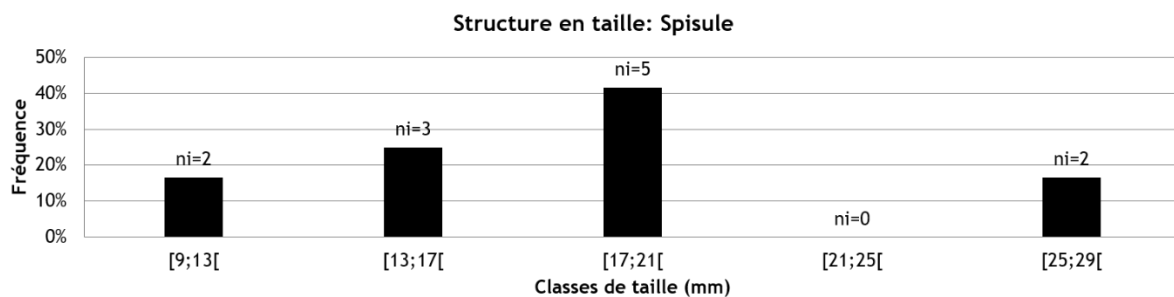
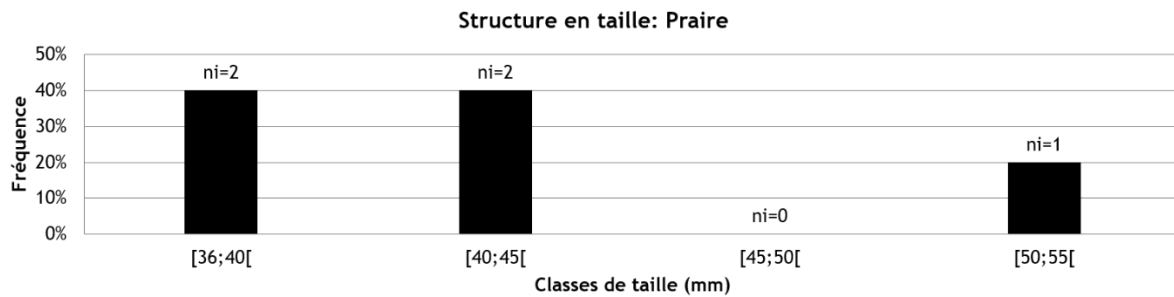
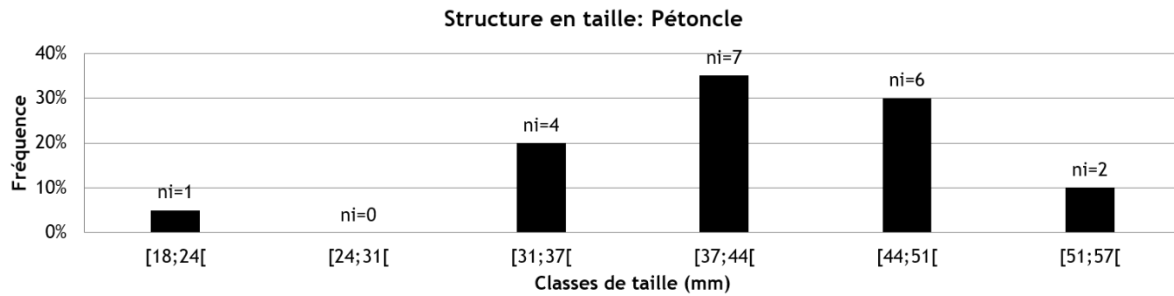


Figure 42 : Structures en taille des espèces commerciales recensées de l'ensemble des stations échantillonnées



8.3. Discussion

Les espèces d'intérêt commercial identifiées sur la zone d'étude sont l'amande de mer (*Glycymeris glycymeris*), la palourde rose (*Polititapes rhomboides*), le pétoncle (*Aequipecten opercularis*), le peigne (*Mimachlamys varia*), la coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus*), la praire (*Venus verrucosa*) et la spisule (*Spisula solid*).

Les prélèvements ont permis la collecte de 601 bivalves d'intérêt commercial et ont révélé la nette dominance de l'amande de mer (319 individus prélevés) et de la palourde rose (220 individus prélevés).

La densité moyenne pour l'amande de mer est de 26 ind par m² sur l'ensemble de la zone d'étude, 46 ind par m² dans le champ d'étude, 13 ind par m² dans le champ médian, 20 ind par m² dans le champ lointain et 19 ind par m² dans la zone extérieure aux champs étudiés. Elle atteint un maximum de 104 individus par m² à la station 13 (champ d'étude).

Ces résultats traduisent la disponibilité d'un habitat favorable à l'installation de ces bivalves. Les variabilités spatiales observées peuvent être le fait d'une variabilité naturelle de la répartition des bivalves mais également peuvent traduire une exploitation par pêche différentielle sur certains secteurs.

La densité moyenne pour la palourde est de 19 ind par m² sur l'ensemble de la zone d'étude, 16 ind par m² dans le champ d'étude, 14 ind par m² dans le champ médian, 18 ind par m² dans le champ lointain et 23 ind par m² dans la zone extérieure aux champs étudiés. Elle atteint un maximum de 52

individus par m² à la station 6 (champ d'étude). Ces résultats montrent que la répartition spatiale des densités moyennes par champ des palourdes roses semble relativement homogène.

La part de taille commerciale pour l'amande de mer et la palourde est respectivement égale à 40,4 % et 14,1% sur l'ensemble des stations échantillonnées.

Les autres espèces de bivalves d'intérêt commercial ont été prélevées en faibles quantités. Ainsi, ont été récoltés 21 pétoncles, 13 peignes, 11 coquilles Saint-Jacques, 5 praires et 12 spisules. Ces faibles effectifs ne permettent pas de dégager une réelle tendance quant à la répartition géographique des densités, ou à la structure en taille des populations.

La campagne bivalves de 2018 a permis d'obtenir un premier état de référence de la ressource halieutique au sein des différents champs d'étude définis sur la base des incidences potentielles du projet. Les deux campagnes annuelles à venir (2019 et 2020) permettront de préciser la tendance observée quant à la répartition géographique des densités ou à la structure en taille des populations.

9. Synthèse 1^{ère} année de suivi

Les campagnes réalisées au cours de cette première année et les données qu'elles ont permis de collecter, amorcent une série temporelle qui se prolongera lors des deux prochaines années pour constituer l'état de référence. Les protocoles d'études impliquant chaque métier ont ainsi pu être tous éprouvés et adaptés en cas de besoin selon les difficultés rencontrées lors des premières campagnes. Ainsi, au terme de cette année 1, tous les compartiments (poissons, bulots, araignées, bivalves, coquilles Saint-Jacques) ont pu être traités en respectant les protocoles définis dans le cahier des charges. La qualité du jeu de données construit et ici présenté témoigne d'une part du bon déroulement des campagnes mais aussi de l'implication des professionnels avec lesquels nous avons collaborés.

10. Références bibliographiques

- Badts V., Bertrand J. (2012). Guide de la mensuration des espèces en halieutique. ©IFREMER.
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian journal of ecology*, 18(1), 117-143.
- Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (2001). A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine ecology Progress series*, 216, 265-278.
- Dumas N., Foveau F., et al. (2013). Modelling larval dispersal of the king scallop (*Pecten maximus*) in the English Channel: examples from the bay of Saint-Brieuc and the bay of Seine. *Ocean Dynamics*. Vol. 63, no 6, p. 661-678.
- Fifas S., Caroff N., Huet J. (2015). Analyse comparative du potentiel en coquilles Saint-Jacques de la zone concernée par le projet IBERDROLA du champ éolien offshore de la baie de Saint-Brieuc. Zoom sur les campagnes d'évaluation directe 2013 et 2014.
- Fifas S. (1993). Un modèle de capturabilité pour le stock de coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*, L.) en baie de Saint-Brieuc (Manche, France).
- George J.-P. (2005). Les croches et les arts traînants. Editions Quae.
- Golikov A.N., 1968, Distribution and variability of long-lived benthic animals as indicators of currents and hydrological conditions. *Sarsia* 34, 199–208.
- Gros, P., & Santarelli, L. (1986). Méthode d'estimation de la surface de pêche d'un casier à l'aide d'une filière expérimentale. *Oceanologica acta*, 9(1), 81-87.
- Heude-Berthelin, C., Hégron-Macé, L., Legrand, V., Jouaux, A., Adeline, B., Mathieu, M., & Kellner, K. (2011). Growth and reproduction of the common whelk *Buccinum undatum* in west Cotentin (Channel), France. *Aquatic living resources*, 24(3), 317-327.
- Le Foll D. (1993). Biologie et exploitation de l'araignée de mer *Maja squinado* Herbst en Manche Ouest. Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale p. 529.
- Lemoine M. (1979). Inventaire des ressources halieutiques et conchylicoles de la Manche. Institut scientifique et technique des pêches maritimes n°053.
- Martel, A., L'Arrivée D.H., Klein K.R., Himmelman J.H., 1986. Reproductive cycle and seasonal feeding activity of the neogastropod *Buccinum undatum*. *Mar. Biol.* 92, 211–221.
- Mercier, A., & Hamel, J. F. (2008). Nature and role of newly described symbiotic associations between a sea anemone and gastropods at bathyal depths in the NW Atlantic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 358(1), 57-69.
- Santarelli-Chaurand L., 1985. Les pêcheries de buccin (*Buccinum undatum* L.: Gastropoda) du golfe Normano-Breton : éléments de gestion de la ressource. Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille.
- Valentinsson, D., Sjödin, F., Jonsson, P. R., Nilsson, P., & Wheatley, C. (1999). Appraisal of the potential for a future fishery on whelks (*Buccinum undatum*) in Swedish waters: CPUE and biological aspects. *Fisheries Research*, 42(3), 215-227.