

Contexte

NANTES
SAINT-NAZAIRE
PORT

INVENTAIRE DE L'ICHTYOFAUNE
SUR LES VASIERES
DE L'ECOSYSTEME ESTUARIEN DE
LA LOIRE

Sur un cycle annuel
d'octobre 2018 à octobre 2019



Rapport V1

Contrat 18068



BIO-LITTORAL

Écologie en environnements marin et estuarien
Siret 479 506 404 000 17

Siège social

3 place du Patureau
44 240 La Chapelle sur Erdre

Tel : 09 82 43 12 85

Laboratoires

2, rue du Château de l'Eraudière
Immeuble Le Nevada CS 80693
44 306 Nantes Cedex 3

E-mail : al.barille@bio-littoral.fr



REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire, qui a financé cette étude de grande ampleur sur l'estuaire de la Loire.

Initiée en 1981 (Mme J marchand de l'Université de Nantes) puis réitérée en 2010 (Bio-Littoral), l'étude de 2018-2019 réalisée sur 13 mois permet d'appréhender l'évolution spatio-temporelle des poissons de l'estuaire au cours d'une année complète et à long terme avec une emprise spatiale qui va de Cordamais à Saint-Brevin.

Au-delà du particularisme lié aux projets d'aménagements portuaires, les résultats de ce travail permettent de mieux appréhender l'implication du compartiment ichtyofaune dans le fonctionnement écologique global de l'estuaire de la Loire.

Table des matières

I	Contexte de l'étude	5
II	Objectifs de l'étude	6
III	Méthodologie	7
III.1	Stratégie d'échantillonnage	7
III.2	Protocole de prélèvement	8
III.2.1	Le chalut.....	8
III.2.2	Moyens à la mer	9
III.2.3	Paramètres hydrologiques.....	9
III.2.4	Personnel embarqué	10
III.3	Traitement des échantillons.....	10
III.3.1	Au laboratoire.....	12
III.4	Analyse des données.....	13
IV	Résultats des campagnes de chalutages 2018-2019	14
IV.1	Synthèse des missions.....	14
IV.2	Caractéristiques physico-chimiques de l'estuaire.....	15
IV.2.1	Les débits de la Loire.....	15
IV.2.2	La salinité	15
IV.2.3	La température	18
IV.2.4	La teneur en oxygène dissous.....	19
IV.3	Caractéristiques globales de la faune capturée	21
IV.3.1	Caractéristiques mensuelles de la faune capturée.....	21
IV.3.2	Occurrence des espèces	23
IV.3.3	Abondance numérique par espèce de poissons	26
IV.3.4	Abondance pondérale par espèce de poissons	28
IV.4	Evolution spatio-temporelle de l'ichtyofaune dans l'estuaire de la Loire.....	32
IV.4.1	Richesse spécifique	32
IV.4.2	Abondance numérique et pondérale.....	33
IV.4.3	Répartition et démographie des principales espèces de poissons	39
IV.4.4	Répartition et démographie des espèces au statut de conservation particulier.....	91
IV.4.5	Répartition des crevettes.....	96

IV.4.6	Les guildes écologiques.....	102
IV.5	Evolution historique de la faune benthodémersale de l'estuaire de la Loire	107
V	Conclusions.....	108
V.1	Biodiversité	108
V.2	Evolution spatiale et temporelle des peuplements.....	108
V.2.1	Relation entre les crevettes et les poissons.....	110
V.2.2	I.1.1 Analyse spatiale et temporelle des peuplements ichthyologique:	111
V	Bibliographie.....	119

ANNEXES

I Contexte de l'étude

Les zones côtières et en particulier les estuaires situés à l'interface des eaux marines et fluviales assurent de nombreuses fonctions écologiques. En effet, ces milieux bien que ne recouvrant que 6,3 % de la surface du globe terrestre génèrent 38 % de la valeur de tous les services rendus par les écosystèmes (*Constanza et al., 1997*).

L'estuaire de la Loire, situé sur la côte atlantique française (Figure 1), est caractérisé par un marnage de 1,9 m à 6 m à Saint Nazaire qui génère de fortes variations des paramètres physiques tels que la salinité, le débit, la température, et ce à des fréquences différentes (marée, jour, mois, saison...). Cette forte variabilité permet d'accueillir des espèces aux exigences écologiques distinctes. D'après l'étude de *Phil et al. (2002)* basée sur 26 estuaires européens, 38.6 % des poissons commercialisés utilisent les milieux estuariens à un moment donné de leur cycle de vie.



Figure 1 : Localisation de la vasière de Méan au sein du complexe portuaire de Saint-Nazaire. *Source et réalisation : Google Map, Bio-Littoral.*

En raison de ce rôle écologique primordial, plusieurs études ont été réalisées sur l'ichtyofaune benthodémersale de l'estuaire de la Loire. Une campagne a été réalisée sur 17 mois en 1981- 1982 par l'université de Nantes (*Marchand et Elie, 1983*), puis plusieurs autres études ont été menées sur la période estivale en 2008 (*Bio-Littoral, 2012*) ou dans le cadre du suivi de la Directive Cadre Eau (*Lacoue-Labarthe et al., 2010*). Une étude

annuelle sur l'ichtyofaune benthodémersale de la vasière de Méan a été réalisée entre octobre 2010 et octobre 2011 par Bio-Littoral, pour le GPMNSN. Enfin, une étude (*Bio-Littoral, 2015*) commandé par le SMIDAP a permis d'évaluer l'état de conservation des nourriceries de Loire, de Saint-Nazaire à Cordemais, sur la base de chalutages réalisés de juin à octobre 2014 sur 13 sites et d'étudier l'évolution, sur près de 35 ans (1981-2014), des zones de nourricerie de l'estuaire de La Loire.

Les résultats de ces études ont permis de mettre en évidence les fonctionnalités écologiques de ce milieu pour les espèces résidentes qui y réalisent tout leur cycle vital comme les gobies ou les éperlans. Pour les espèces migratrices telles que l'anguille, les aloses, le saumon, la truite, la lamproie marine, l'estuaire de la Loire est une zone de passage obligé et une zone d'acclimatation, permettant aux juvéniles d'acquérir les caractéristiques physiologiques qui leur permettront de vivre dans leur nouveau milieu. Enfin l'estuaire de la Loire est connu pour être une zone de nourricerie de juvéniles de première importance au niveau national, en particulier pour les juvéniles de soles.

C'est pourquoi, afin d'évaluer l'impact écologique d'un projet d'aménagement de la vasière du Grand Tourteau également connue sous le nom de « vasière de Méan » (Figure 1), le GPMNSN a lancé plusieurs campagnes d'inventaires afin d'envisager des mesures compensatoires à la hauteur des pertes de fonctionnalités induites par ce projet. La présente étude s'inscrit dans ce cadre et prévoit un suivi de l'ichtyofaune sur un cycle annuel, lors de la période octobre 2018 -octobre 2019.

II Objectifs de l'étude

- réaliser, sur une année (octobre 2018 – octobre 2019) l'inventaire des espèces de poissons et crevettes qui utilisent les vasières de l'estuaire de la Loire ;
- analyser les éléments collectés sur la base de tableaux, graphiques et cartes ;
- compléter l'étude NOURELEP précitée à partir des données disponibles depuis 1981 sur : l'état des lieux des populations des différentes espèces ; l'évolution du peuplement ichthyologique sur la période 1981-2019 ;
- caractériser les spécificités pour l'ichtyofaune des différents secteurs de vasières : estuaire externe, Méan, Bilho, Imperlay, Saint-Nicolas, Corsept, Donges, Moutons, Pierre Rouge, Lavau, Pipy.

III Méthodologie

Le protocole adopté est conforme au CCTP et identique à la campagne de 2010-2011 réalisée par Bio-Littoral.

III.1 Stratégie d'échantillonnage

La stratégie d'échantillonnage a été élaborée pour répondre à la problématique abordée. Elle reprend celle mise en œuvre lors de la campagne de 2010-2011. Ainsi, 17 sites répartis sur les vasières polyhalines, mésohalines et oligohalines de l'estuaire de la Loire (Figure 2) ont été chalutés au cours de 13 campagnes mensuelles entre octobre 2018 et octobre 2019.

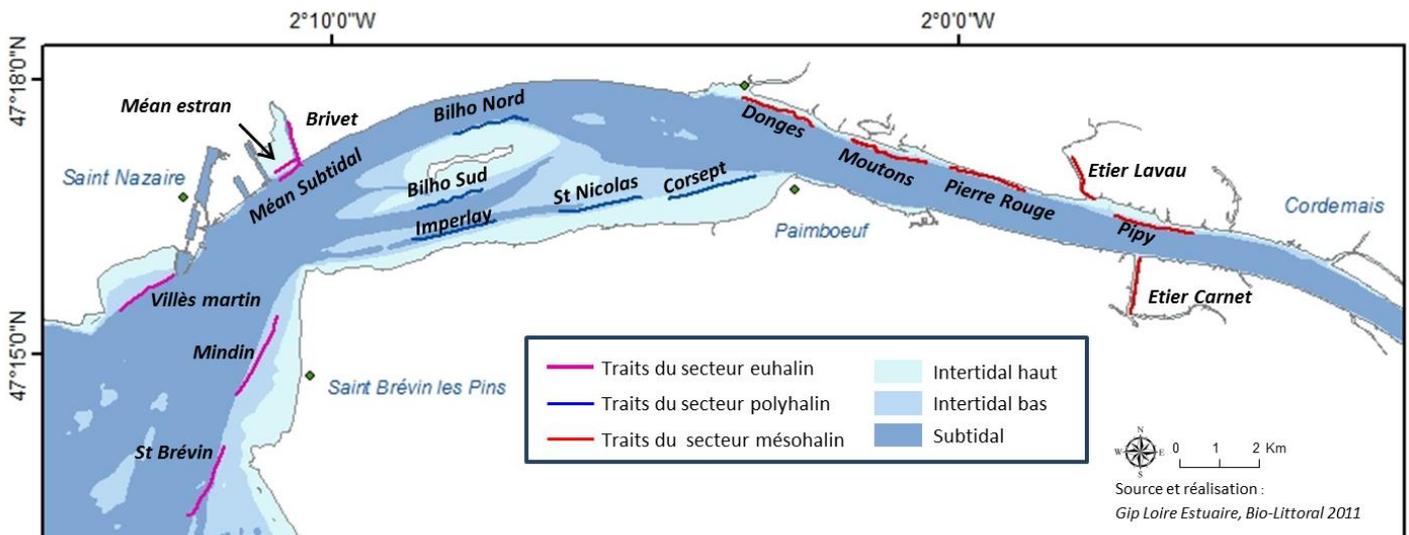


Figure 2: Localisation des 17 stations de chalutage étudiées entre octobre 2010 et octobre 2011 dans l'estuaire de la Loire (les coordonnées des stations sont données en annexe 1)

Les investigations sur **la vasière de Méan** portent sur 3 stations (*Méan estran*, *Méan subtidal* Brivet) permettant ainsi d'échantillonner les poissons à deux profondeurs différentes et le long de l'étier du Bas-Brivet.

L'estuaire externe (salinité supérieure à 30 psu) plus marin est appréhendé à travers 3 stations (*Villès-Martin*, *Mindin*, *St-Brévin*) situées sur des petits fonds qui ont déjà été étudiés lors de l'hiver-2010 pour le GIP Loire-Estuaire (*Lacoue-Labarthe et al. 2010*).

Le domaine polyhalin (salinité comprise entre 18 et 30 psu) situé entre Mindin et Paimboeuf est couvert par 5 stations de mi-estran (*Imperlay*, *Bilho Sud*, *Bilho Nord*, *St Nicolas*, *Corsept*) qui ont déjà été échantillonnées en 2008 pour le SMIDAP (*Bio-Littoral, 2012*).

Le domaine mésohalin (salinité comprise entre 5 et 18 psu) de Donges à Cordemais, permet de suivre les 4 vasières de *Donges*, *Les Moutons*, *Pierre-Rouge* et *Pipy*, qui ont fait l'objet de chalutage en 2003 (*Creocean, 2004*) et en 2008 (*Bio-Littoral, 2012*).

Le suivi des étiers de *Lavau* et de la *Percée du Carnet* est très intéressant en terme de zone refuge. Leur étude permettra de comparer leur rôle à celui du Bas-Brivet.

La stratégie d'échantillonnage adoptée permet de comparer le fonctionnement écologique de la vasière de Méan au cours d'une année avec celui des différents secteurs de l'estuaire de la Loire. De plus, une comparaison des résultats avec les études ichtyologiques menées antérieurement permettra d'étudier leur évolution au cours du temps.

Les campagnes ont été réalisées mensuellement sur une courte période où les coefficients de marée sont proches de 70 afin de chaluter dans des conditions de courants d'intensité moyenne ainsi que cela a été préconisé dans les études antérieures. De plus, il est apparu essentiel de considérer les phénomènes de marées car certaines espèces réalisent des migrations tidales. C'est pourquoi afin d'avoir la meilleure représentativité des populations benthiques présentes, il a été choisi de chaluter chaque station au flot et au jusant, le même jour.

III.2 Protocole de prélèvement

Dans un souci d'harmonisation des données au niveau national, le protocole utilisé est conforme aux conditions d'échantillonnage halieutique recommandées par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau.

III.2.1 Le chalut

Les prélèvements s'effectuent à l'aide d'un **chalut à perche** spécialement conçu pour l'étude des poissons de l'estuaire de la Loire (*Desaunay et al., 1980*). D'une ouverture de **2,7 m** de large et **0,50 m** de haut, il est gréé avec un filet de **40 mm** de maille et une poche de **20 mm** de maille étirée (approprié pour les juvéniles de poissons vivant au fond) (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). La manipulation du chalut à perche dans l'estuaire de la Loire nécessite un bateau équipé d'une grue hydraulique.

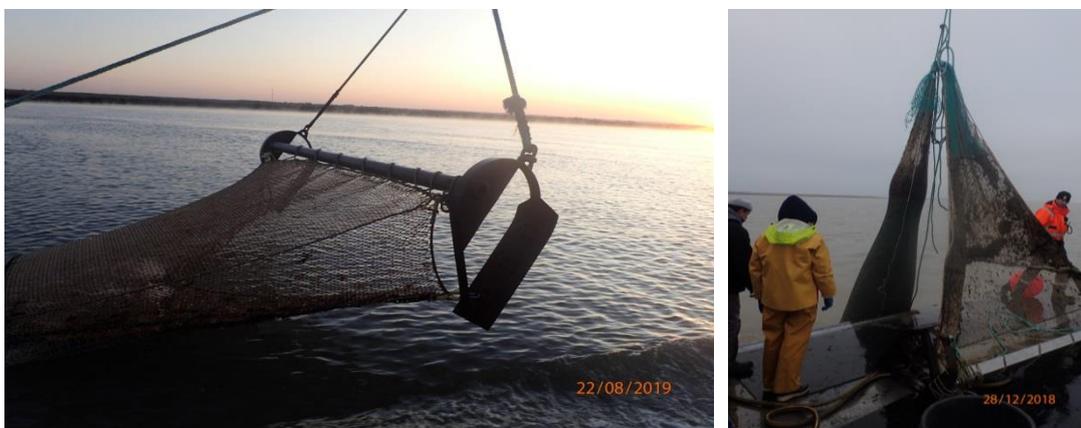


Figure 3 : Chalut à perche de 3m de large (type DCE) manipulé à l'aide d'une grue hydraulique.

Chaque prélèvement a été effectué à contre-courant sur une durée de 15 à 20 minutes avec une vitesse de chalutage de 2 à 3 nœuds. La distance parcourue est d'environ **1600 m** et la surface prospectée est d'environ **4400 m²**. Afin de calculer plus précisément ces longueurs pour estimer les densités de poissons prélevés, les

traits chalutés sont enregistrés sur un GPS Mobil Mapper CE. L'heure et la profondeur, données par la sonde bathymétrique du bateau, sont notées.

III.2.2 Moyens à la mer

Les bateaux doivent être munis d'une grue hydraulique afin de pouvoir manœuvrer rapidement le chalut à perche. Il faut également qu'ils aient une motorisation suffisamment puissante pour se positionner précisément sur les points définis malgré le courant. De plus il faut qu'ils soient à faible tirant d'eau afin d'échantillonner les zones d'estran. Les missions ont été réalisées avec le **Tzigane II, barge à fond plat** appartenant à la société Tetis qui s'est rendu disponible aux dates prévues pour bénéficier des coefficients de marée autour de 70. La totalité des 34 traits de chalut mensuels est réalisée en 3 jours consécutifs en prenant soin de bien calculer au préalable les niveaux d'eau sur chaque station qui sont à faire en flot et en jusant. En décembre 2018, les conditions météo se sont fortement dégradées le 3ème jour et nous n'avons pas pu finir la mission. Lorsque les conditions ont été plus clémentes, le Tzigane II n'était plus disponible, nous avons du affréter le Tzigane III, une barge à fond plat de 15.5m de long appartenant à la société AMS (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cependant, il s'est avéré que le Tzigane III n'est pas capable de tourner sur lui-même comme le fait le Tzigane II et son capitaine n'a pas souhaité s'engager dans les étiers de Lavau et du Carnet, qui n'ont donc pas pu être échantillonnés en décembre 2018.



Figure 4 : Moyens nautiques : le Tzigane II (société Tétis) et le Tzigane III (société AMS).

III.2.3 Paramètres hydrologiques

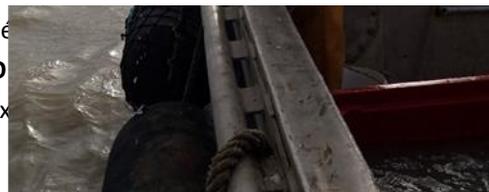


Figure 5).

En cas de soucis avec la sonde EXO3, la sonde multi-paramètres WTW350i/ MPP 350 dotée d'un câble de 30 m mesurera la température, la salinité et l'oxygène dissous en surface (-1m) et au fond (+1m).



Figure 5 : Enregistrement du tracé du chalut sur GPS mobil mapper et mise à l'eau de la sonde EXO.

III.2.4 Personnel embarqué

4 à 5 personnes sont nécessaires sur le bateau en fonction de la quantité de poissons pêchés.

1 – Le pilote du bateau et son matelot

2 - Une personne reste en poste sur la passerelle pour enregistrer la position des traits de chalut et reporter les paramètres hydrologiques, mesurés à l'aide d'une sonde, sur la fiche passerelle.

3 et 5 – Une à trois personnes, dont un spécialiste en systématique des poissons, sont chargées d'identifier, mesurer et peser les poissons avant de les mettre dans le vivier.

III.3 Traitement des échantillons

Le contenu du chalut est vidé dans une caisse à poissons avant d'être photographié avec son étiquette (traçabilité). Le contenu est ensuite trié sur un plateau dont la maille est de 2mm. Les poissons de plus de 10 cm, sont anesthésiés par une solution d'eugénol (essence de clous de girofle) (Figure 6). Ils sont ensuite identifiés à l'espèce, dénombrés, pesés sur une balance de précision de 2g et mesurés en mm de la bouche à la fourche de la nageoire caudale (Figure 7) puis remis dans un vivier alimenté en permanence par la manche à eau du bateau afin que l'anesthésiant soit évacué (Figure 8). Ils ne sont rejetés en mer qu'en fin de journée afin de ne pas les recapturer ce qui pourrait biaiser les résultats. Pour un même trait de chalut, lorsque les individus d'une même espèce sont très nombreux, seul 30 individus représentatifs de la population sont mesurés individuellement le reste est dénombré et pesé globalement.

Les individus trop petits ou présentant des doutes sur l'identification sont mis en glacière avant d'être congelé au laboratoire.



Figure 6 : Ouverture du chalut, photographie de chaque pêche et tri des poissons qui sont immédiatement mis dans un bac avec de l'eugénol. L'anesthésiant les endort rapidement et les poissons sont le ventre en l'air mais les fonctions respiratoires sont assurées.



Figure 7 : Mesures à bord de la taille et du poids des individus de plus de 10 cm.



Figure 8 : Mise en vivier des poissons anesthésiés. Photo du vivier en fin de journée.

III.3.1 Au laboratoire

Après décongélation, les petits individus sont égouttés afin d'éliminer le surplus d'eau, puis ils sont triés et déterminés. Afin d'obtenir des informations démographiques, les organismes sont mesurés sur ichtyomètre (au mm près) et pesés individuellement (au 1/100ème de gramme). Un sous-échantillonnage de **30** individus par espèce et par prélèvement est effectué pour les espèces dépassant cet effectif. Un poids moyen est calculé sur cet échantillon de 30 individus ce qui permet d'estimer l'effectif des individus restant d'après leur poids. Les mesures de longueur ont été prises de l'extrémité du rostre à l'extrémité du telson pour les crevettes, et de l'extrémité de la bouche à la fourche de la queue pour les poissons (Figure 9) Ces mesures permettent ensuite de séparer les individus en différentes classes d'âge et de suivre leur croissance mensuelle.

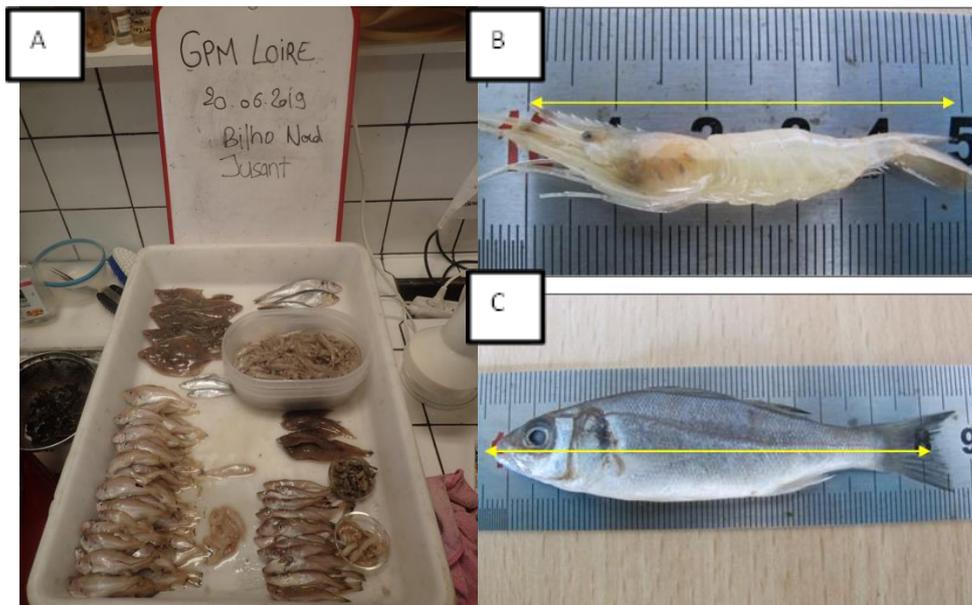


Figure 9 : Tri des échantillons et mesure des individus (crevette : *Palaemon longirostris*) et poisson (*Dicentrarchus labrax*).

III.4 Analyse des données

Différents paramètres ont été utilisés pour le traitement statistique des données :

- **La densité** est exprimée en nombre d'individus (n) ramenés à l'hectare, la surface chalutée étant calculée à partir de la largeur du chalut et de la longueur du trait enregistré par le GPS.
- **La biomasse** est rapportée en grammes de poids frais chalutés par hectare.
- **La richesse faunistique spécifique** recense les différentes espèces prélevées. Elle reflète la biodiversité du secteur étudié.
- **Le taux d'occurrence** des différentes espèces dans l'estuaire peut être évalué grâce à un indice de fréquence (If, %), prenant en compte la présence ou l'absence d'une espèce sur la totalité des chalutages. Cet indice traduit l'homogénéité de la répartition spatiale d'une espèce sur l'ensemble du secteur étudié indépendamment du nombre d'individus pêchés.

Calculé de façon binomiale et indépendamment du nombre d'individus, il équivaut au pourcentage de traits de chalut positifs pour cette espèce :

$$If = 100 * (xi/P)$$

(avec xi : nombre de traits de chalut où l'espèce a été rencontrée et P : nombre total de traits)

Différentes classes d'occurrence ont été définies à partir de ces indices de fréquence (*Marchand et Elie, 1983 ; Desaunay et al., 2006*).

If = 100 % : espèce stable

50 % ≤ If < 100 % : espèce constante

25 % ≤ If < 50 % : espèce commune

10 % ≤ If < 25 % : espèce occasionnelle

If < 10 % : espèce accidentelle ou rare

- **L'abondance numérique relative** (%) d'une espèce correspond au rapport de son effectif (n) sur l'effectif total des prises (N).
- **L'abondance pondérale relative** (%) est donnée par la biomasse d'une espèce rapportée à la biomasse totale de toutes les espèces chalutées lors des 13 campagnes.
- **La notion de guildes écologiques** : une guilda représente l'ensemble des espèces qui exploitent la même niche écologique. L'utilisation de ces regroupements, qui prennent en compte la dimension fonctionnelle des espèces, est particulièrement intéressante dans le cadre de l'étude des fonctionnalités estuariennes (*Lobry et al., 2003*).

IV Résultats des campagnes de chalutages 2018-2019

IV.1 Synthèse des missions

Au cours des 13 campagnes de pêche qui ont eu lieu d'octobre 2018 à octobre 2019, une surface totale de 152.86 ha a été échantillonnée. **434 traits de chalut** sur les 442 prévus ont pu être réalisés. Le changement de bateau lié aux conditions météo en décembre n'a pas permis d'échantillonner les étiers de Lavau et du Carnet. En mars, les chaluts dans le Brivet ont été invalidés en raison de l'accumulation de feuilles. L'ensemble des dates de sorties, des coefficients de marée et diverses remarques sont consignés dans le tableau 1.

Tableau 1: Données mensuelles de sorties sur le terrain

Mois/ année	Jour	Marée	Nb traits	Remarques
Octobre 2018	29-30-31	73-55	34	Tzigane + 3j
Novembre 2018	28-29-30	69-56	34	Tzigane + 3j Un filet déchiré, utilisation du second chalut.
Décembre 2018	19-20-21- 28	61-79 75	30	Le 21 trop de vent, mission annulée. Fin le 28 avec le Didier Frédérique (Tzigane non libre) mais bateau pas adapté pour les étiers (Lavau et Carnet non faits)
Janvier 2019	10-11-14	72-45	34	Tzigane + 3j
Février 2019	13-14-15	42-47	34	Tzigane + 3j
Mars 2019	26-27-28	73-40	30	Tzigane + 3j. Traits du Brivet annulés car énormément de vase et feuilles + chalut déchiré
Avril 2019	23-24-25	85-55	34	Tzigane + 3j. Un filet déchiré, utilisation du second chalut.
Mai 2019	14-15-16	61-84	34	Tzigane + 3j Un filet déchiré, utilisation du second chalut.
Juin 2019	20 – 21 - 24	76-62	34	Tzigane + 3j
Juillet 2019	15 –16 –17	71-77	34	Tzigane + 3j
Aout 2019	20 –21 -22	73-58	34	Tzigane + 3j
Septembre 2019	11 –12 –13	65-80	34	Tzigane + 3j
Octobre 2019	9 -10 -15	51-72	34	Tzigane + 3j

IV.2 Caractéristiques physico-chimiques de l'estuaire

Les populations de poissons estuariens sont généralement caractérisées par d'importantes fluctuations spatio-temporelles, en raison de la variabilité importante des conditions physico-chimiques. Ces fluctuations s'opèrent à différentes échelles temporelles : journée (cycle de marée), saison (périodes de crue et d'étiage, coefficients de marée, température), et année. Une étude des paramètres physiques du milieu est donc menée afin d'analyser dans quelle mesure ceux-ci influencent la répartition des espèces.

IV.2.1 Les débits de la Loire

Les caractéristiques physico-chimiques sont dépendantes du débit de la Loire, d'où l'intérêt de suivre son évolution au cours de l'année. Celui-ci varie en fonction des apports pluvieux de son bassin versant, de 109930 km² (1/5^{ème} de la France). Les données proviennent de la station de Montjean-sur-Loire située à 112 km en amont de Saint Nazaire, hors de la zone soumise à la marée dynamique (Figure 10). L'étiage est défini pour des débits inférieurs à 250 m³/s. A l'inverse, les périodes de crue sont associées à des débits supérieurs à 1 500 m³/s. Le module correspond à un débit moyen de 850 m³/s (*GIP-Loire-Estuaire, 2003*).

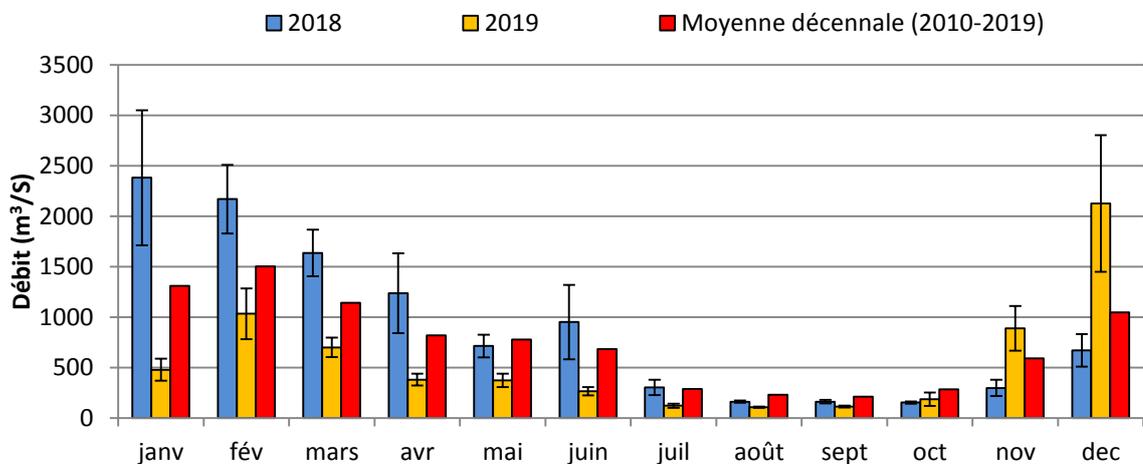


Figure 10: Débits moyen mensuels de la Loire enregistrés en 2018 et 2019 à Montjean-sur-Loire et moyenne décennale (2010-2019). Les barres d'erreurs correspondent aux écarts types. Sources : Banque hydro

Les moyennes mensuelles du débit de la Loire augmentent progressivement au cours de l'automne 2018 jusqu'à atteindre **2381 m³/s** en Janvier 2019. Puis le débit diminue pendant le printemps pour atteindre un minimum de **106 m³/s** en août 2019 (Figure 10).

La comparaison des débits mensuels moyens mesurés en 2018-2019 à Montjean-sur-Loire avec leurs valeurs moyennes calculées sur les 10 dernières années (Figure 10) permet de mettre en évidence les « anomalies » survenues au cours de la période échantillonnée. Les débits enregistrés au cours de la période d'étude (octobre 2018-octobre 2019) sont toujours inférieurs à la moyenne décennale.

IV.2.2 La salinité

Dans un estuaire, les mesures de salinité présentent une très grande variabilité spatio-temporelle car les masses d'eau douce et d'eau de mer se mélangent très mal. Les mesures ponctuelles de salinité sont difficiles à

interpréter car une importante variabilité journalière peut être enregistrée sur un même secteur (...rapport de 2011). Pour pallier ceci, les valeurs représentées dans les graphiques des Figure 11 et Figure 12 correspondent à une moyenne des salinités mesurées lors des 2 traits de chalut pour une même station en flot et en jusant à différents moments d'une même journée.

Un gradient halin vertical est observable dans la colonne d'eau tout au long de l'année

La salinité de surface est inférieure à la salinité mesurée en profondeur (Fig. 8). Les eaux douces arrivant du fleuve s'écoulent en surface, tandis que l'eau de mer plus dense reste au fond. Ces deux masses d'eau se mélangent plus ou moins rapidement en fonction de l'hydrodynamisme (débit et marée). En février et janvier 2020, une différence moyenne de **6.6 psu** est observée entre la surface et le fond (Figure 11). A cette période le débit de la Loire est supérieur à $500\text{m}^3/\text{s}$ (Figure 10), l'eau douce sort dans l'estuaire externe sans se mélanger à la lame d'eau du fond, plus salée. Inversement en juillet, un faible gradient a été noté, le débit du fleuve étant faible ($< 150\text{m}^3/\text{s}$), le mélange des deux masses d'eau se réalise progressivement dans l'estuaire.

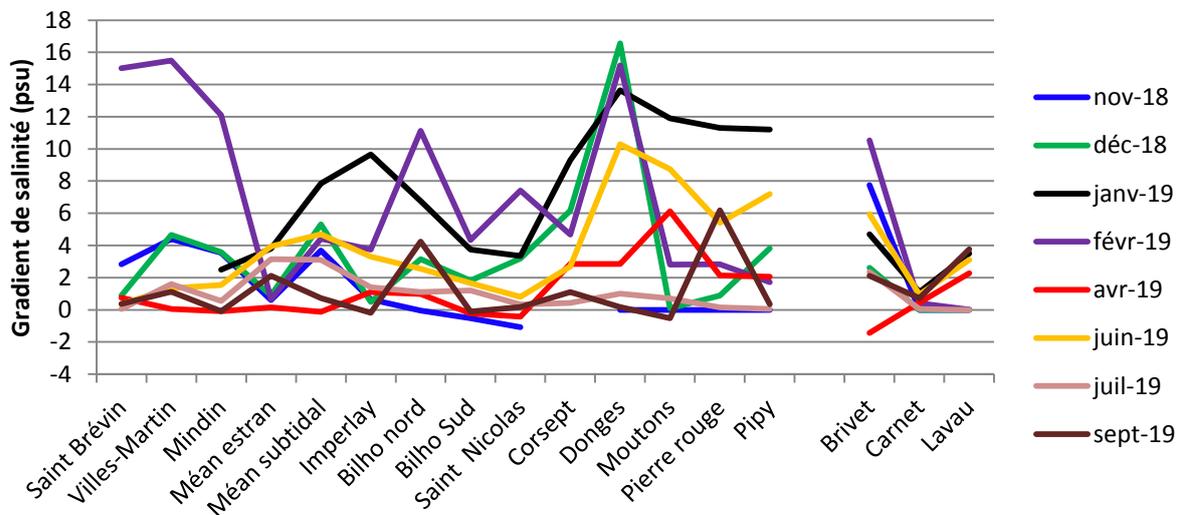


Figure 11: Variation du gradient verticale de salinité (moyenne de salinité de fond - moyenne de salinité de surface) entre octobre 2018 et octobre 2019 sur l'estuaire de la Loire.

La salinité mesurée au fond (Fig. 9) est variable dans le temps et dans l'espace.

Compte tenu de l'engin de prélèvement utilisé dans cette étude (chalut benthique) et de la population visée : organismes vivant près du fond, nous nous intéresserons plus particulièrement à la salinité mesurée sur la masse d'eau de fond. Elle est globalement décroissante d'aval en amont, ce qui correspond à la pénétration du « coin salé ». L'amplitude de variation au cours de l'année est beaucoup plus importante en amont qu'en aval : les valeurs de salinité sont comprises entre **24 et 30.5 psu** sur le site le plus en aval (St Brévin), et entre **2.8 et 11.7 psu** sur le site le plus en amont (Pipy). Les étiers présentent une variabilité accrue du fait de leur exposition directe aux apports pluvieux du bassin versant. Les salinités les plus faibles ont été mesurées en **hiver** (novembre-décembre-janvier-février) en raison de l'important débit de la Loire à cette période (Figure 10). A l'inverse, les fortes salinités du mois de juillet et septembre sont à mettre en relation avec la situation d'étiage de la Loire.

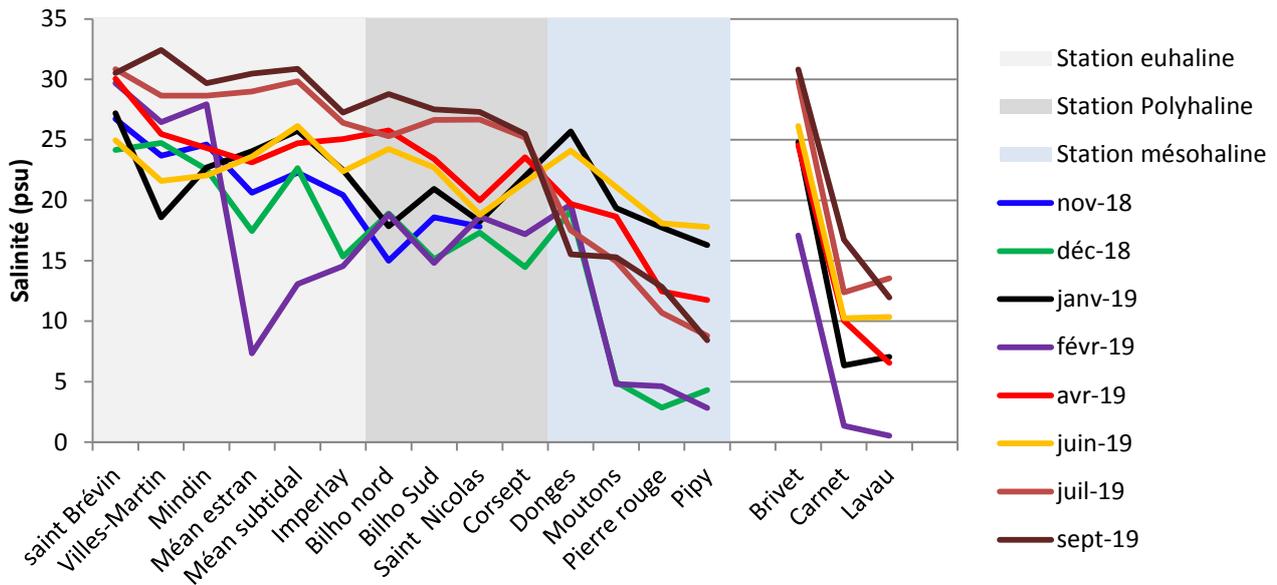


Figure 12: Evolution de la salinité de fond mesurée d'octobre 2018 à octobre 2019.

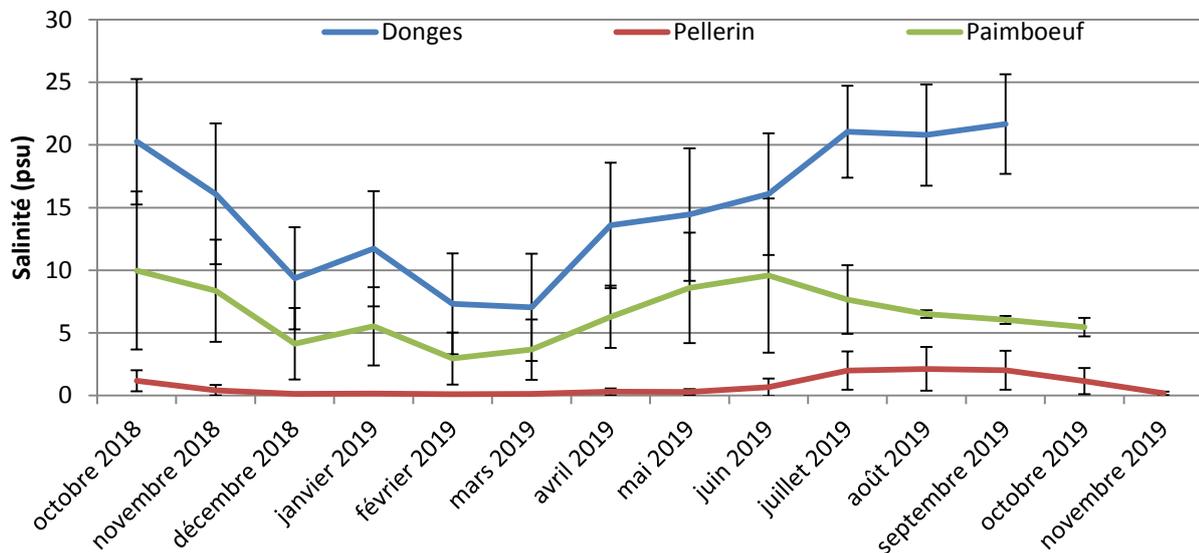


Figure 13: Evolution de la salinité moyenne de surface d'octobre 2018 à octobre 2019 (Donnée Gip Loire estuaire)

IV.2.3 La température

La température influence la répartition des poissons de par ses valeurs (minimum, maximum, moyenne) mais aussi selon l'amplitude de ses variations. Les juvéniles de poissons marins pénètrent dans l'estuaire lorsque la température de l'eau douce devient plus chaude que celle de la mer. Le gradient inverse conditionne le retour des poissons marins vers la mer.

La figure 10 présente les fluctuations temporelles et spatiales de la température de l'eau en surface et au fond. Une faible différence (non significative) entre le jusant et le flot ayant été enregistrée, le graphique suivant présente la moyenne des températures mesurées en surface et au fond, sur chaque site sans distinction de la phase de marée.

La température varie au cours de l'année (Figure 15) :

Les stations les plus en amont, subissent une plus grande amplitude thermique au cours de l'année. Une température minimale de **6,3°C** est atteinte en Janvier à la station d'Imperlay pour une moyenne de **7,5°C** à l'échelle de l'estuaire. Elle augmente ensuite progressivement et atteint une moyenne de **21,9°C** en juillet avec une température maximale de **24.3°C** relevée à Pipy. Par la suite elle diminue à nouveau progressivement et atteint une moyenne de **19,7°C** en septembre.

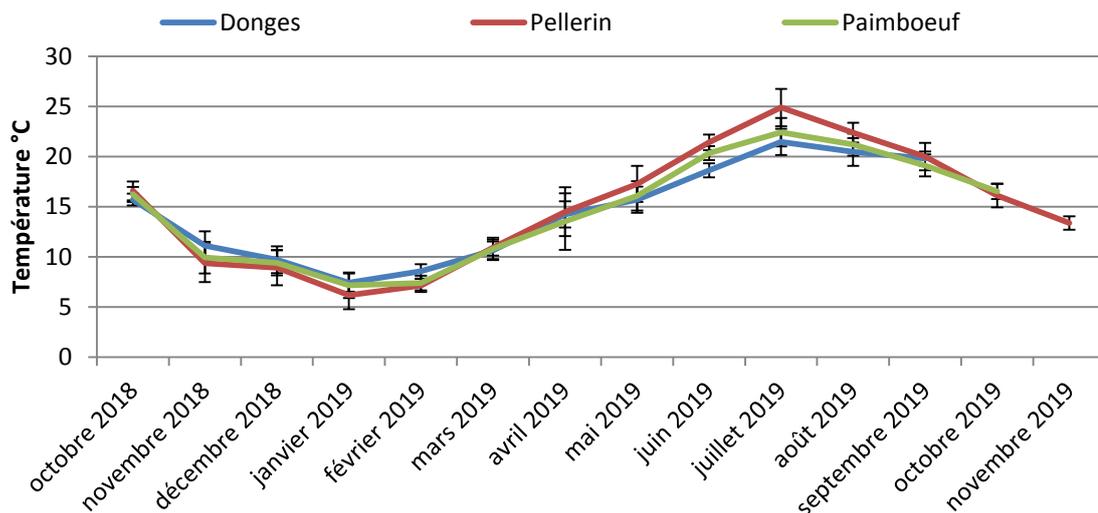


Figure 14: Evolution de la température moyenne de surface d'octobre 2018 à octobre 2019 (Donnée Gip Loire estuaire)

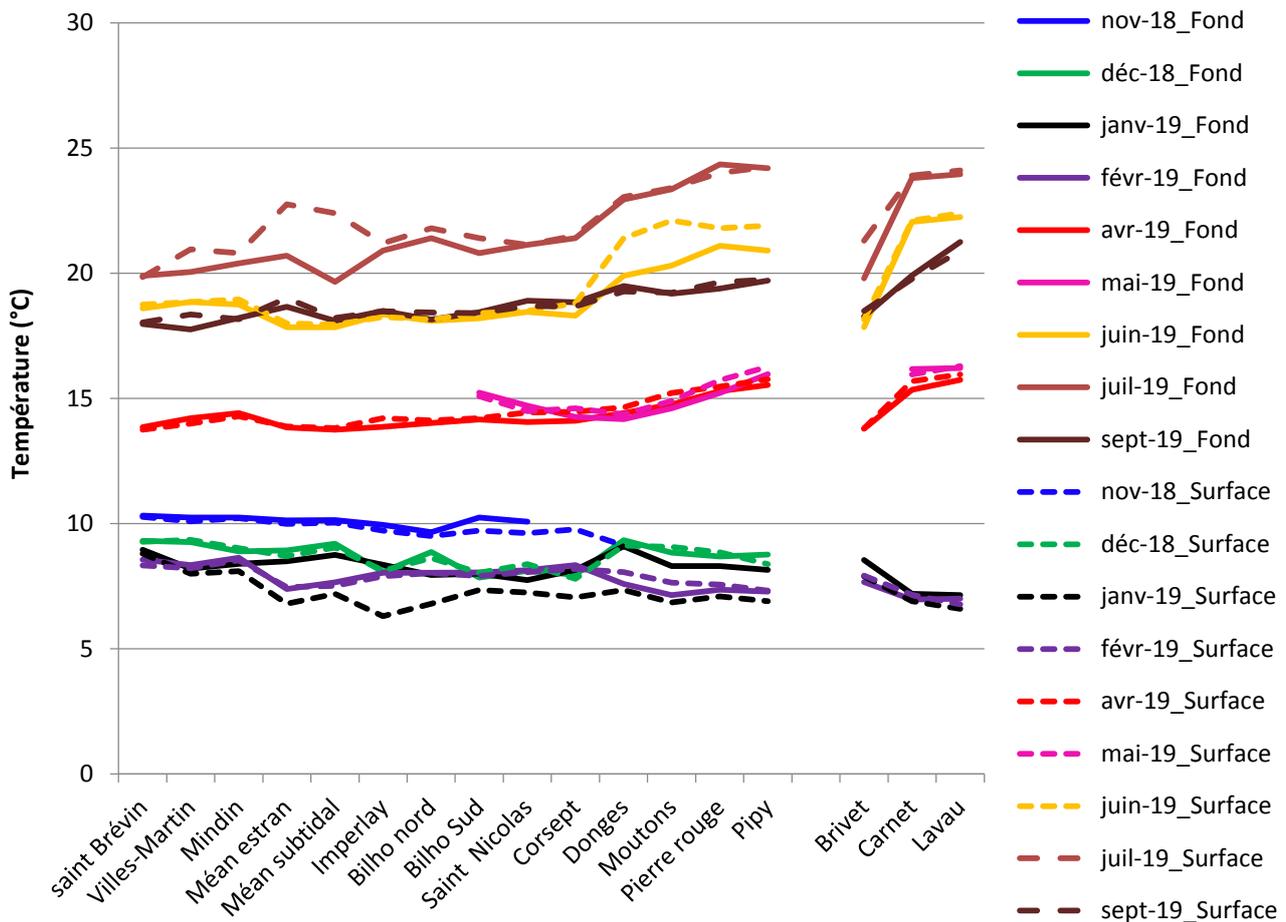


Figure 15: Evolution de la température moyenne de surface et de fond mesurée d'octobre 2018 à octobre 2019

La température évolue spatialement :

D'avril à septembre, elle est globalement croissante d'aval en amont, une différence maximale de presque **4,5°C** se faisant sentir au mois de juillet entre les sites les plus éloignés. Ce gradient thermique indique que **l'eau de mer est plus froide que l'eau douce au printemps et en été**. En novembre, la température s'uniformise sur l'ensemble de l'estuaire traduisant le refroidissement plus rapide de l'eau douce par rapport à l'eau de mer. Le gradient de température amont-aval s'atténue donc et disparaît en hiver avec la crue.

Un gradient thermique vertical est observable dans la colonne d'eau :

De décembre à février, l'eau de surface est plus froide que l'eau de mer située au fond. Après février, l'eau de surface se réchauffe atténuant les différences. A partir d'avril, l'eau douce de surface devient plus chaude que l'eau de mer qui est au fond. C'est en juillet, que les différences sont les plus marquées (gradient max de 2°C).

IV.2.4 La teneur en oxygène dissous

La teneur en oxygène fluctue de façon importante dans les estuaires modifiant les conditions du milieu. En estuaire de Loire les concentrations en oxygène varient essentiellement en fonction de la température et du

déplacement du bouchon vaseux. En effet, ce bouchon vaseux est constitué de toutes petites particules argileuses remises en suspension dans l'eau par les courants. La matière organique qui provient du bassin versant, se fixe sur ces particules et est dégradée par des bactéries qui consomment l'oxygène pour réaliser cette dégradation. Plus il fait chaud, plus l'activité bactérienne augmente, entraînant une consommation accrue de l'oxygène (une élévation de 10°C double leur consommation en O₂).

Un faible taux d'oxygène peut être critique pour de nombreuses espèces (par exemple pour le bar, une concentration inférieure à 3 mgO₂.L⁻¹ provoque des stress physiologiques importants pour les poissons (*Quéro et Vayne, 2005*). Plus la température augmente, plus les organismes aquatiques ont besoin d'oxygène pour accomplir leur activité quotidienne.

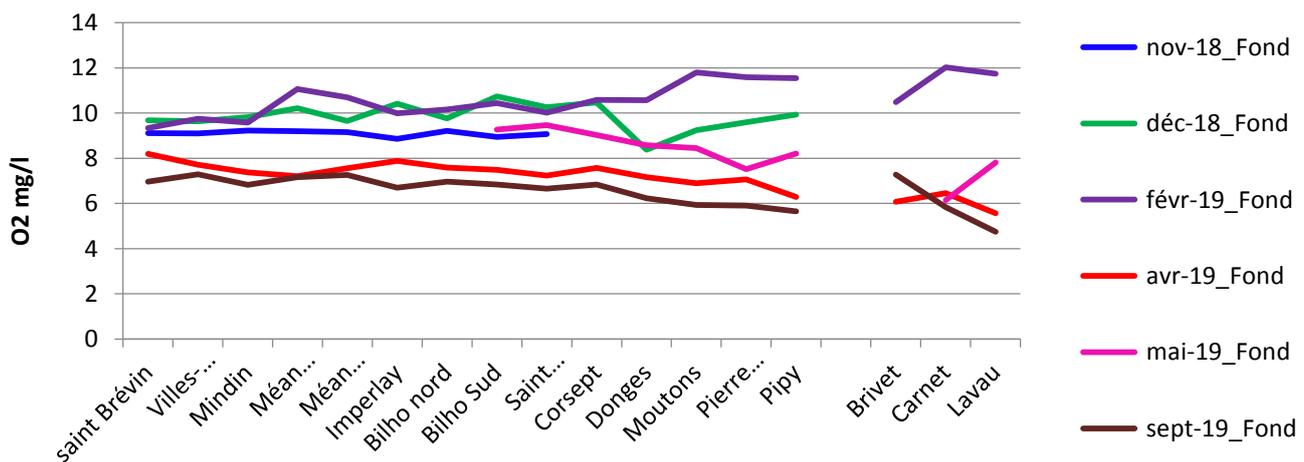


Figure 16: Evolution de la concentration en oxygène dissous mesurée au fond d'octobre 2018 à octobre 2019

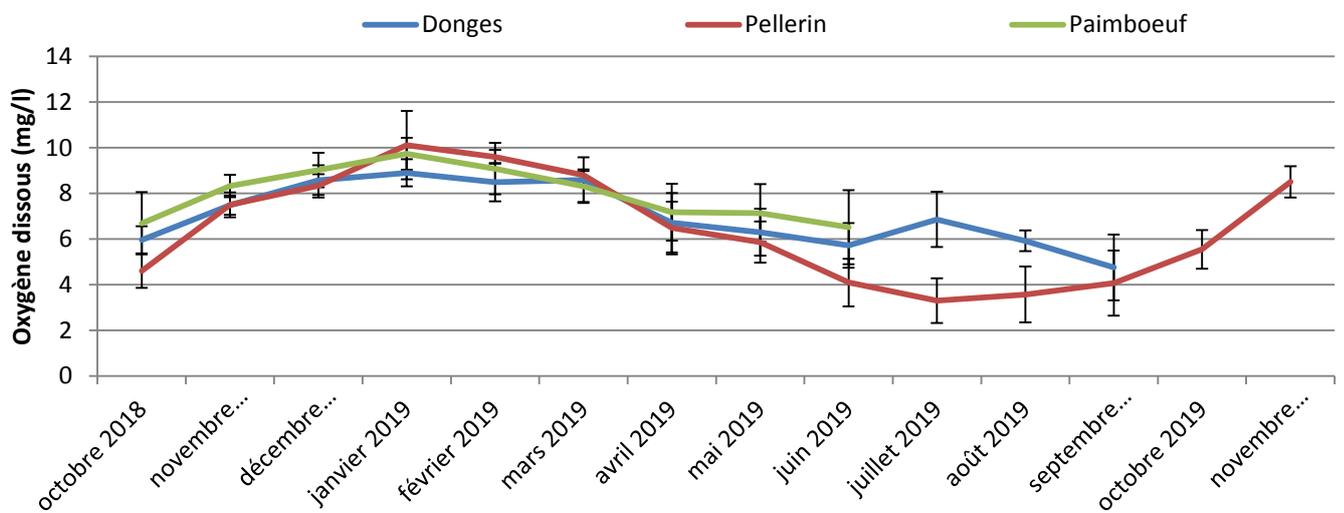


Figure 17: Evolution de la concentration en oxygène dissout de surface d'octobre 2018 à octobre 2019 (Donnée Gip Loire estuaire)

Le taux d'oxygène dissous ne descend jamais à moins de 4mg/L, seuil en-dessous duquel les organismes aquatiques connaissent un stress physiologique important. Il n'y a donc pas de phénomène d'hypoxie notable pendant la période d'étude malgré les très faibles débits de la Loire.

IV.3 Caractéristiques globales de la faune capturée

Sur les **434 traits** de chalut réalisés entre octobre 2018 et octobre 2019 en estuaire de la Loire, **76888 poissons**, **353063 crevettes** **1 écrevisse** et **274 céphalopodes** ont été capturés.

Les moyennes mensuelles (densité et biomasse) des principales espèces sont présentées sous forme de tableaux dans l'annexe 3.

IV.3.1 Caractéristiques mensuelles de la faune capturée

Les campagnes de chalutage ont permis d'inventorier **56** espèces présentes dans l'estuaire de la Loire en amont de Saint Nazaire, dont **48** espèces ou genres de poissons, **5** espèces de crustacés (**4** crevettes, **1** écrevisse) et **3** espèces ou genres de céphalopodes (Tab. 2).

Les **céphalopodes** représentent moins de **0.1 %** de la biomasse totale échantillonnée.

Il n'y a pas de relation entre les densités ou les biomasse de crevettes et celle des poissons sur l'ensemble de l'estuaire Figure 18 Figure 19

Relation crevettes-poissons :

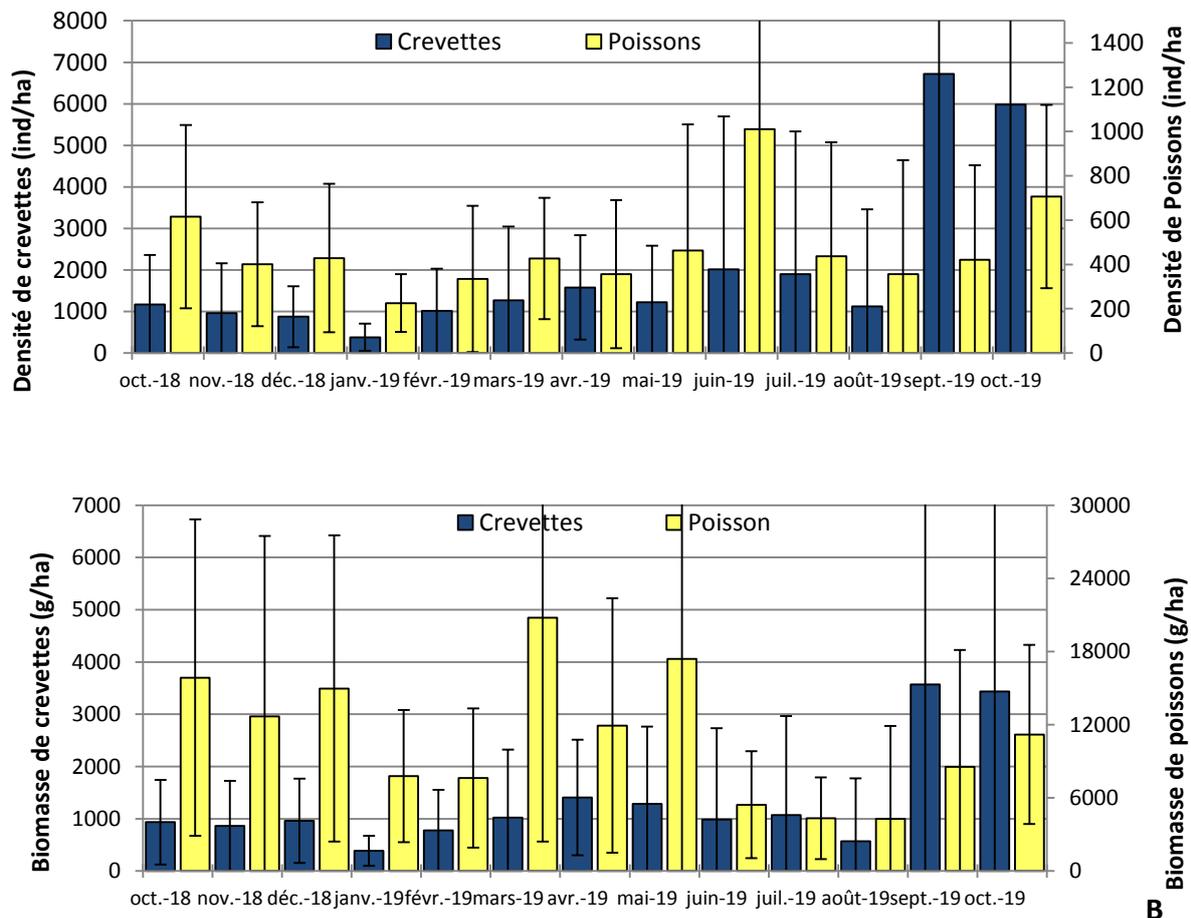


Figure 18: Evolution mensuelle des densités (A) et des biomasses (B), des poissons et crevettes capturés. Les barres d'erreurs représentent les écarts-types de tous les chaluts réalisés.

Bien que très nombreuses, avec des densités supérieures à **2000 ind/ha** les **crevettes** représentent moins de **12%** de la biomasse totale échantillonnée (Fig. 13). De fortes densités sont observées en septembre et octobre 2019 avec des densités moyennes supérieures à **5000 ind/ha**.

Les plus **fortes densités de poissons** sont rencontrées en **Juin (1100 ind/ha** en moyenne sur l'estuaire). En **mai, juillet, septembre et octobre** elles sont supérieures à **400 ind/ha** alors que les plus importantes biomasses sont notées en mars (**20,782 kg/ha**) et en mai (**17,405 kg/ha**). Les fortes densités de poissons sont liées à la forte densité de gobies (8786 ind/ha à Mindin). Ce sont de petits poissons, ce qui explique la faible biomasse malgré la forte densité de poisson observé. En septembre et mars, ce sont les densités de juvéniles de soles et de bars qui influent le plus sur l'ichtyofaune de l'estuaire de la Loire.

Les plus **faibles densités de crevettes (380 ind/ha)**, et de **poissons (225 ind/ha)** sont mesurées dans l'estuaire au mois de **Janvier**.

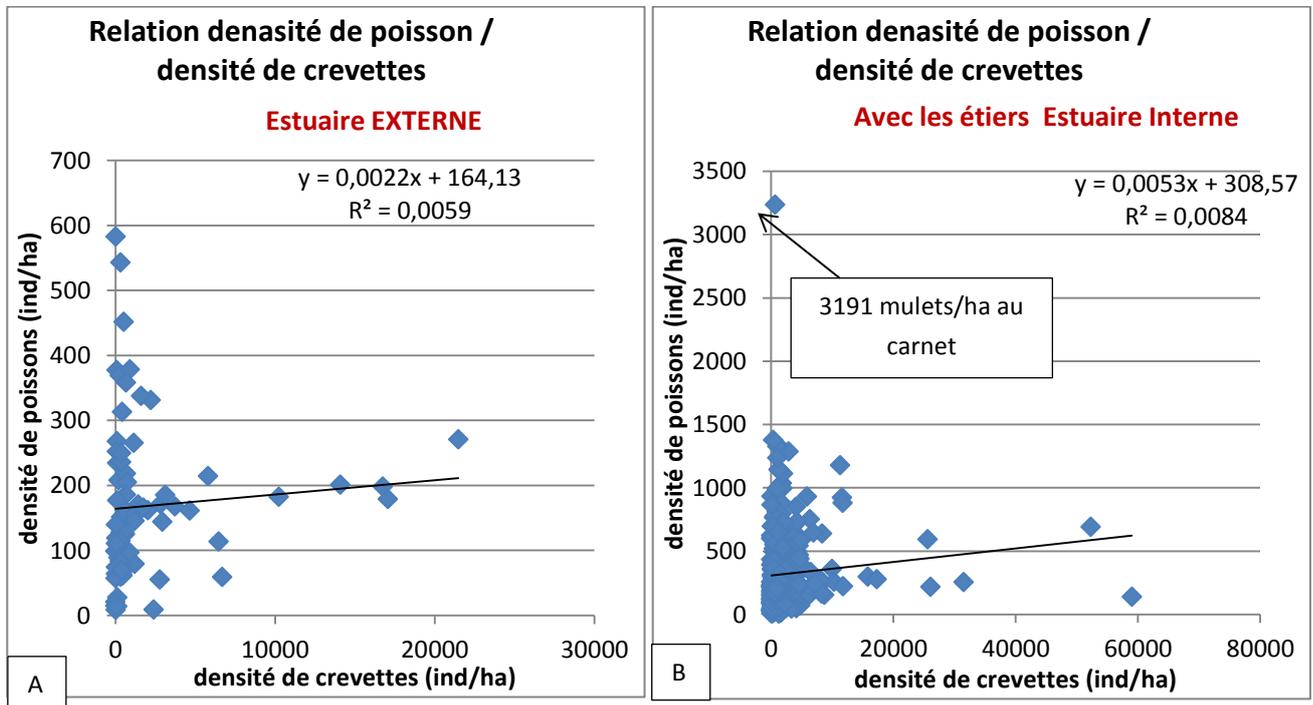


Figure 19: Relation entre les densités de poissons et les densités de crevettes entre octobre 2018 et octobre 2019. A) estuaire interne, entre Saint-Nazaire et Cordemais ; B) estuaire externe (St Brévin, Villes-Martin, Mindin).

IV.3.2 Occurrence des espèces

Les indices de fréquence (If) associés aux différentes espèces (Tab. 2) révèlent une grande variabilité de leur occurrence dans l'estuaire de la Loire au cours d'une année.

- Aucune espèce n'est retrouvée dans tous les chaluts réalisés dans l'estuaire entre octobre 2018-et octobre 2019 (espèces « stables » **If = 100 %**).
- Les espèces les plus couramment rencontrées et considérées comme « **constantes** » (If ≥ 75 %) sont **Le bar** (*Dicentrarchus labrax*), **les gobies** (*Pomatoschistus 92%*) **le flet** (*Platichthys flesus*), **la sole** (*Solea solea*), et **la crevette grise** (*Crangon crangon*).
- Une espèce de crustacé est considérée comme « **commune** » ($75 \% > \text{If} \geq 50 \%$): **la crevette blanche** (*Palaemon longirostris*).
- Cinq espèces de poissons sont notées comme « **occasionnelles** » ($25 \% \leq \text{If} < 50 \%$), **Le mulet porc** (*Liza ramada*), **le sprat** (*Sprattus sprattus*) et **l'anchois** (*Engraulis encrasicolus*), **le tacaud** (*Trisopterus sp.*), **l'éperlan** (*Osmerus eperlanus*)
- Enfin, **38** espèces de poissons, **3** espèces de céphalopodes ainsi que **3** espèces de crustacés sont « **rares** » dans l'estuaire (If < 25 %). Certaines, sont des espèces marines qui ne font des intrusions estuariennes que très rarement. D'autres sont des espèces d'eau douce qui dérivent lors des crues. Enfin, d'autres espèces ont un mode de vie pélagique et sont donc mal échantillonnées par le chalut à perche ([Marchand et Elie, 1983](#)).

Afin de prendre en compte la représentativité des pêches réalisées par le chalut benthique sur chacune des espèces étudiées, leur mode de vie adulte est indiqué dans le tableau 2 :

- **Pélagique** : qui vit dans la colonne d'eau (anchois, hareng....)
- **Bentho-démersal** : qui nage près du fond (merlan, tacaud, brème...)
- **Benthique** : qui nage sur le fond, comme la plupart des poissons plats (soles, flets...)

Cependant, les poissons peuvent changer de mode de vie en fonction des phases de leur cycle vital. Ainsi les juvéniles de bars seront plutôt bentho-démersaux, et les poissons pélagiques ont un mode de vie plus proche du fond en période de reproduction pour déposer et ensemençer les œufs.

Tableau 2 : Indices de fréquence de la faune capturée et classes d'occurrence correspondantes (classification de *Marchand et Elie, 1983*). Classement des poissons selon leur mode de vie adulte : **Pélagique**, **nageant près du fond**, **vivant sur le fond**.

	Espèce	Noms commun	Fréquence %	Classe d'occurrence
Poissons	<i>Pomatoschistus spp.</i>	gobie	91,9%	Constante
	<i>Dicentrarchus labrax</i>	bar commun	89,5%	
	<i>Platichthys flesus</i>	flet	78,5%	
	<i>Solea solea</i>	sole	77,6%	
	<i>Chelon ramada</i>	mulet porc	49,2%	Occasionnelle
	<i>Sprattus sprattus</i>	sprat	49,2%	
	<i>Trisopterus luscus</i>	tacaud	45,1%	
	<i>Osmerus eperlanus</i>	éperlan	41,0%	
	<i>Engraulis encrasicolus</i>	anchois commun	25,2%	
	<i>Anguilla anguilla</i>	anguille	23,3%	Rare
	<i>Ciliata mustela</i>	motelle	23,3%	
	<i>Alosa fallax</i>	alose feinte	17,2%	
	<i>Atherina presbyter</i>	prêtre	15,8%	
	<i>Merlangius merlangus</i>	merlan	15,3%	
	<i>Abramis brama</i>	brème commune	12,6%	
	<i>Aphia minuta</i>	nonnat	12,6%	
	<i>Pleuronectes platessa</i>	plie	8,9%	
	<i>Syngnathus rostellatus</i>	syngnathe	6,9%	
	<i>Conger conger</i>	congre	4,3%	
	<i>Callionymus lyra</i>	callionyme lyre	3,9%	
	<i>Hippocampus hippocampus</i>	hippocampe	3,7%	
	<i>Clupea harengus</i>	hareng	3,4%	
	<i>Pegusa lascaris</i>	sole pole	2,5%	
	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	grondin perlon	2,1%	
	<i>Pollachius pollachius</i>	lieu jaune	1,8%	
	<i>Sander lucioperca</i>	sandre	1,8%	
	<i>Triglidae</i>	triglidaé	1,8%	
	<i>Carassius gibelio</i>	carpe prussienne	1,6%	
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	épineche	1,6%	
	<i>Scophthalmus rhombus</i>	barbue	1,6%	
<i>Eutrigla gurnardus</i>	grondin gris	1,1%		
<i>Solea senegalensis</i>	solea senegalensis	1,10%		

	Espèce	Noms commun	Fréquence %	Classe d'occurrence
Poissons	<i>Petromyzon marinus</i>	lamproie marine	0,9%	Rare
	<i>Ameiurus melas</i>	poisson chat	0,7%	
	<i>Callionymus reticulatus</i>	callionyme réticulé	0,7%	
	<i>Dicentrarchus punctatus</i>	bar tacheté	0,7%	
	<i>Clupeidae</i>	clupeidé	0,5%	
	<i>Raja microocellata</i>	raie mêlée	0,5%	
	<i>Raja undulata</i>	raie brunette	0,5%	
	<i>Scophthalmus maximus</i>	turbot	0,5%	
	<i>Spinachia spinachia</i>	épinoche de mer	0,5%	
	<i>Syngnathus sp.</i>	syngnathe	0,5%	
	<i>Trachurus trachurus</i>	chinchard	0,5%	
	<i>Ammodytes tobianus</i>	lançon équille	0,2%	
	<i>Chelidonichthys sp.</i>	grondin	0,2%	
	<i>Echiichthys vipera</i>	petite vive	0,2%	
	<i>Nerophis lumbriciformis</i>	nérophis lombriciform	0,2%	
	<i>Rutilus rutilus</i>	gardon	0,2%	
	<i>Sardina pilchardus</i>	sardine	0,2%	
	<i>Scomber scombrus</i>	maquereau commun	0,2%	
	<i>Soleidae</i>	solea	0,2%	
	<i>Syngnathus acus</i>	syngnathe aiguille	0,2%	
Cephalopoda	<i>Alloteuthis sp.</i>	encornet	6,9%	Rare
	<i>Sepiola atlantica</i>	souchet d'Orbigny	4,8%	
	<i>Sepia officinalis</i>	seiche commune	0,5%	
Crustacés	<i>Crangon crangon</i>	crevette grise	95,7%	Constante
	<i>Palaemon longirostris</i>	crevette blanche	61,8%	Commune
	<i>Palaemon serratus</i>	bouquet	7,1%	Rare
	<i>Palaemon macrodactylus</i>	Palaemon macrodactylus	6,9%	
	<i>Faxonius limosus</i>	Écrevisse américaine	0,2%	

IV.3.3 Abondance numérique par espèce de poissons

L'abondance numérique relative d'une espèce, correspondant au rapport de son effectif sur l'effectif total des prises. Cette variable permet de visualiser la structure du peuplement ichthyologique (Fig. 21) en montrant clairement les peuplements dominants.

La structure des peuplements de l'ichtyofaune de l'estuaire de la Loire reflète une importante diversité spécifique même si les **5 espèces clefs de cet écosystème (gobie, sole, flet, mullet, bar)** représentent plus de 75 % du nombre de poissons pêchés à chaque saison (Fig. 21):

1. **Les gobies** (*Pomatochistus minutus*, *P. microps* et *Aphia minuta*) sont des petits poissons, de taille inférieure à 10 cm, qui servent de proies fourrages pour les plus gros carnivores. Ils représentent plus de **40 %** de l'ichtyofaune de la Loire tout au long de l'année. Les *Pomatochistus* effectuent tout leur cycle de vie dans l'estuaire tandis que *Aphia minuta*, plus marin, est surtout présent en été.
2. Les juvéniles de **sole commune** (*Solea solea*) colonisent l'estuaire pendant leur trois premières années de vie. En estuaire interne, ils sont particulièrement abondants du printemps à l'automne, avec un maximum atteint **au printemps** où ils représentent plus de **41% de l'ichtyofaune**.
3. **Le flet** (*Platichthys flesus*), colonise l'estuaire tout au long de l'année, particulièrement abondant en **hiver avec 20 %** de la densité totale des poissons pêchés à cette période en estuaire de Loire.
4. Le **mulet porc** (*Chelon ramada*), occupe une part non négligeable du peuplement caractéristique de l'estuaire de la Loire, avec une prépondérance pendant la **période printanière** où il représente **16 %** de l'ichtyofaune pêchée.
5. Le **bar** (*Dicentrarchus labrax*) est présent tout au long de l'année sur l'ensemble de l'estuaire mais il peut présenter de très fortes abondances notamment en **hiver** où il représente plus de **24 %** de l'ichtyofaune.

La structure des peuplements de poissons de l'estuaire de la Loire montre une forte saisonnalité liée aux conditions hydroclimatiques et aux seuils de tolérance des différentes espèces.

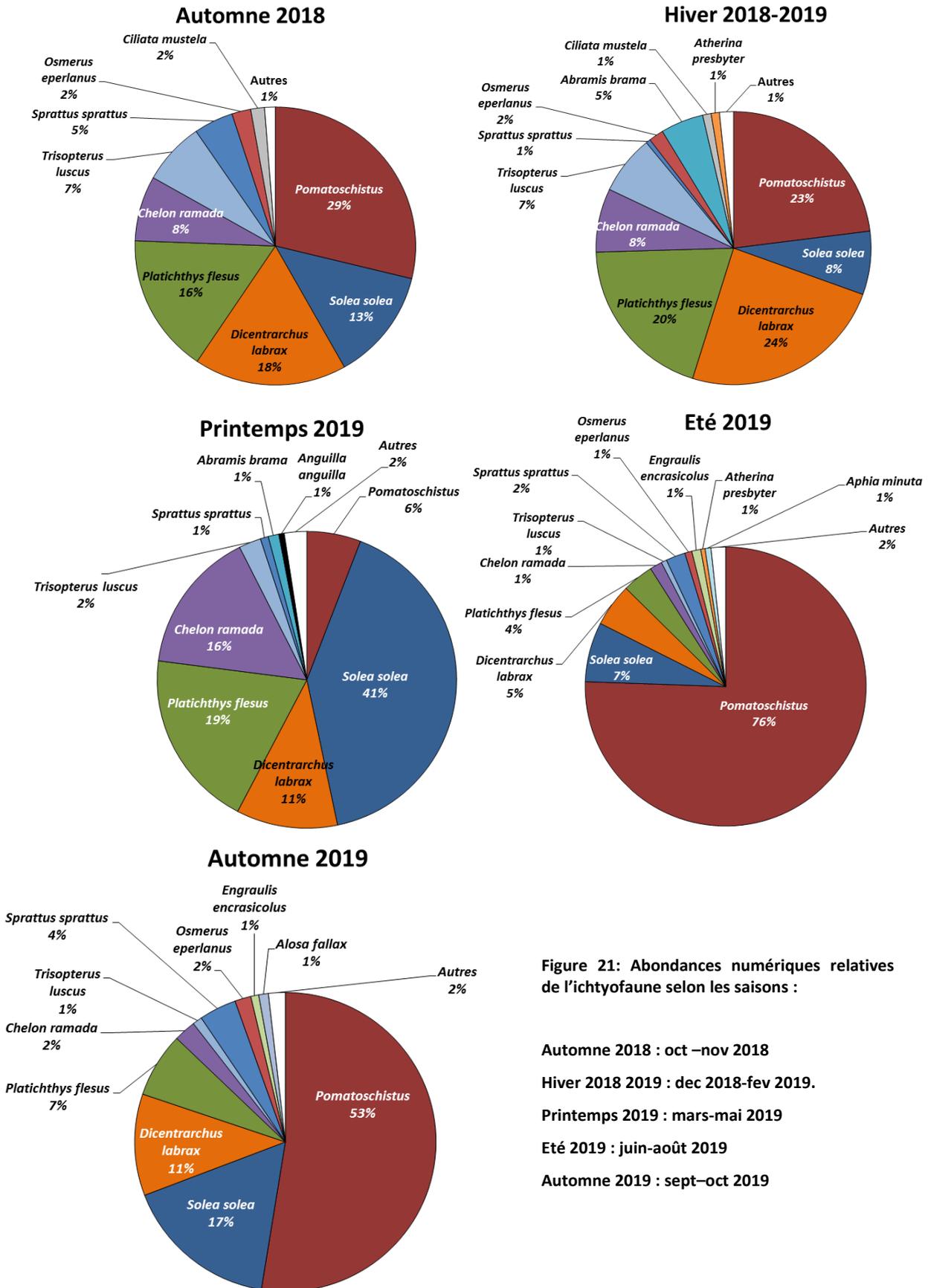


Figure 21: Abondances numériques relatives de l'ichtyofaune selon les saisons :

Automne 2018 : oct –nov 2018

Hiver 2018 2019 : dec 2018-fev 2019.

Printemps 2019 : mars-mai 2019

Été 2019 : juin-août 2019

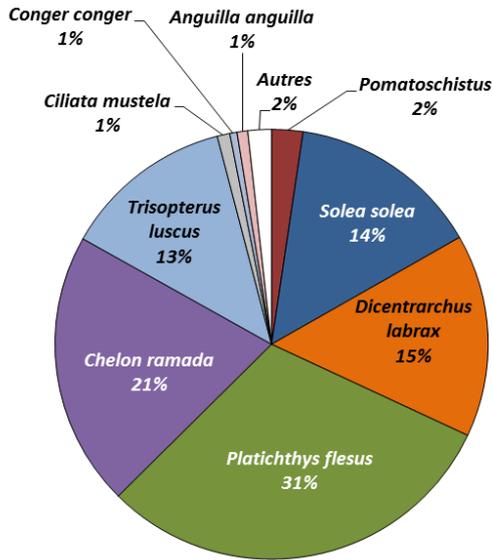
Automne 2019 : sept–oct 2019

IV.3.4 Abondance pondérale par espèce de poissons

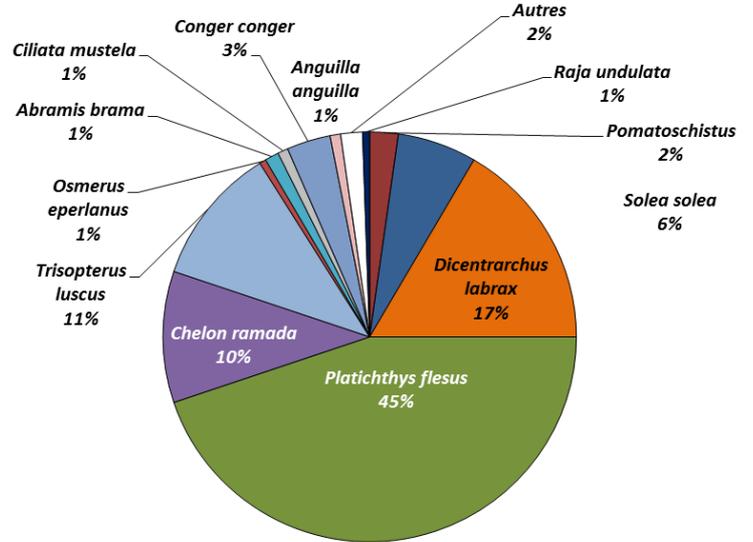
La biomasse totale de poissons pêchés lors des **13** campagnes atteint près de **1661 kg**. Les biomasses relatives, présentées pour chaque saison (Fig. 22), correspondent à la biomasse de chaque espèce rapportée à la biomasse totale chalutée lors des 13 campagnes.

En termes de biomasse, les soles, les bars, les flets et les mullets sont prépondérants tandis que les gobies (*Pomatoschistus*) comptent pour moins de 2% malgré leurs effectifs très importants. Les gros poissons comme les anguilles (*Anguilla anguilla*), les congres (*Conger conger*) participent pour 1 à 4 % de la biomasse, bien que leurs effectifs soient très restreints.

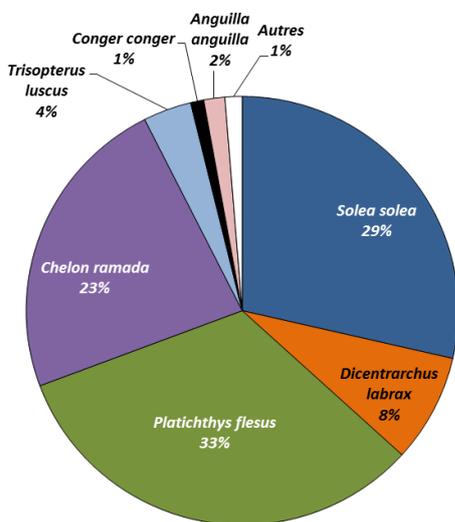
Automne 2018



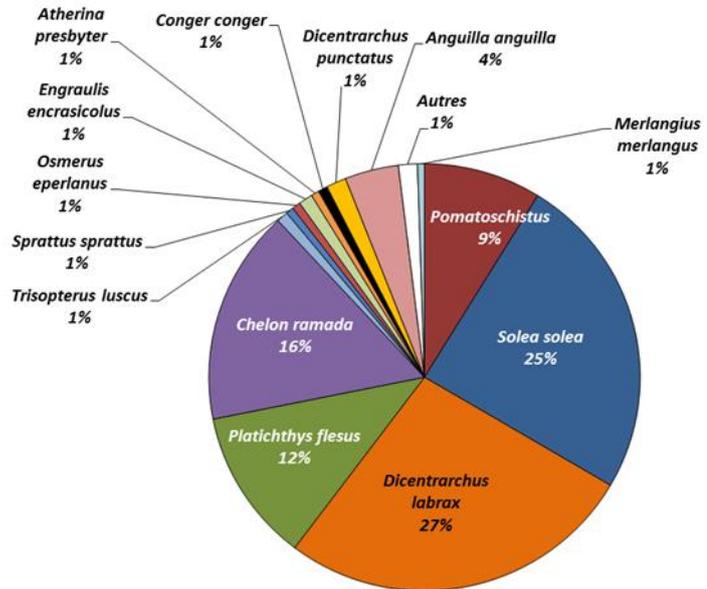
Hiver 2018-2019



Printemps 2019



Été 2019



Automne 2019

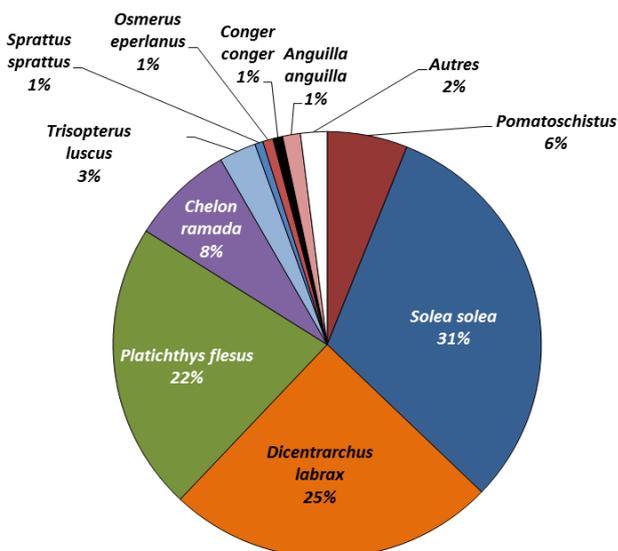


Figure 23: Abondances numériques relatives de l'ichtyofaune selon les saisons :

Automne 2018 : oct –nov 2018

Hiver 2018 2019 : dec 2018-fev 2019.

Printemps 2019 : mars-mai 2019

Été 2019 : juin-août 2019

Automne 2019 : sept–oct 2019

Synthèse :

L'estuaire de la Loire accueille une grande diversité de poissons mais 4 espèces constituent l'essentiel de l'ichtyofaune benthodémersale de l'estuaire tant en termes d'effectif que de biomasse, **le flet, la sole et le mulet et le bar**. **Les gobiidés**, (gobies et nonnats) sont présents en abondance, mais représentent une faible biomasse en raison de leur petite taille. D'autres espèces peuvent être très abondantes dans l'estuaire à certaines saisons, comme **l'éperlan, l'anchois, le tacaud et la brème**. Le tableau 3 synthétise la structure des peuplements ichtyologiques relevés au cours des deux fonctionnalités écologiques de l'estuaire pour l'ichtyofaune: « été –nourricerie » et « hiver-zone de refuge ». Le printemps et l'automne étant des périodes de transition entre ces deux types de peuplements, la structure de leurs peuplements varie d'une année sur l'autre en fonction des paramètres environnementaux tels que la température et le débit du fleuve.

Tableau 3: Synthèse des caractéristiques de l'ichtyofaune benthodémersale estuarienne. (Les densités et abondances relatives sont caractérisées de : Forte : valeur > 10 % ; Moyenne : valeur > 5 % et Faible : valeur > 1 %) ; les classes d'occurrences correspondent à la classification de *Marchand et Elie, 1983*).

		Occurrence	Biomasse relative		Abondance relative	
			Hiver	Été	Hiver	Été
gobie	<i>Pomatoschistus</i>	Constante	forte	forte	faible	moyenne
sole	<i>Solea solea</i>	Constante	moyenne	moyenne	moyenne	forte
bar commun	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Constante	forte	moyenne	forte	forte
flet	<i>Platichthys flesus</i>	Constante	forte	faible	forte	forte
mulet porc	<i>Chelon ramada</i>	Occasionnelle	moyenne	faible	forte	forte
tacaud	<i>Trisopterus sp.</i>	Occasionnelle	moyenne	très faible	forte	très faible
sprat	<i>Sprattus sprattus</i>	Occasionnelle	très faible	faible	très faible	très faible
éperlan	<i>Osmerus eperlanus</i>	Occasionnelle	faible	très faible	très faible	très faible
brème commune	<i>Abramis brama</i>	Rare	moyenne	très faible	faible	très faible
motelle	<i>Ciliata mustela</i>	Rare	faible	très faible	très faible	très faible
anchois commun	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Occasionnelle	très faible	faible	très faible	faible
prêtre	<i>Atherina presbyter</i>	Rare	faible	très faible	très faible	très faible
congre	<i>Conger conger</i>	Rare	très faible	très faible	faible	très faible
bar tacheté	<i>Dicentrarchus punctatus</i>	Rare		très faible		faible
anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	Rare	très faible	très faible	très faible	faible
merlan	<i>Merlangius merlangus</i>	Rare	très faible	très faible	très faible	très faible
raie brunette	<i>Raja undulata</i>	Rare	très faible		très faible	
nonnat	<i>Aphia minuta</i>	Rare	très faible	très faible	très faible	très faible

IV.4 Evolution spatio-temporelle de l'ichtyofaune dans l'estuaire de la Loire

Afin de comparer les performances écologiques du secteur de Méan avec celles du reste de l'estuaire de la Loire, les différents traits de chalut ont été regroupés en secteurs homogènes en termes de fonctionnement écologique :

1. **Estuaire externe** : ce secteur caractérise les potentialités ichtyologiques de l'estuaire externe, plus marin. Il regroupe les vasières de Villes-Martin, Mindin et Saint Brévin.
2. **Méan** : cette zone comprise entre le pont et les chantiers navals de Saint Nazaire, regroupe les zones intertidales et subtidales de la vasière ainsi que l'influence directe du Bas-Brivet sur cette vasière.
3. **Bilho** : cet îlot créé artificiellement en 1981 est caractérisé par des vasières nord et sud un peu plus sableuses (taux de pelletes < 80%) que celles de l'estuaire interne ([Bio-Littoral, 2011](#)).
4. Le secteur **Vasière Sud**, regroupe les vasières de l'Imperlay, Saint Nicolas et Corsept, situées en aval de Paimboeuf. Caractéristiques du domaine polyhalin, elles ont une granulométrie et une faune benthique très similaires ([Bio-Littoral, 2009](#)).
5. Le secteur **Vasière Nord** caractérise le fonctionnement des vasières du domaine mésohalin en regroupant celles de Donges, Mouton, Pierre-Rouge et Pipy.
6. Le secteur **Étier** regroupe les étiers du Carnet et de Lavau, situés en domaine mésohalin.

IV.4.1 Richesse spécifique

Sur les **437** traits de chalut réalisés entre octobre **2018** et octobre **2019** dans l'estuaire de la Loire, **48** espèces ou genres de poissons ont été inventoriés .

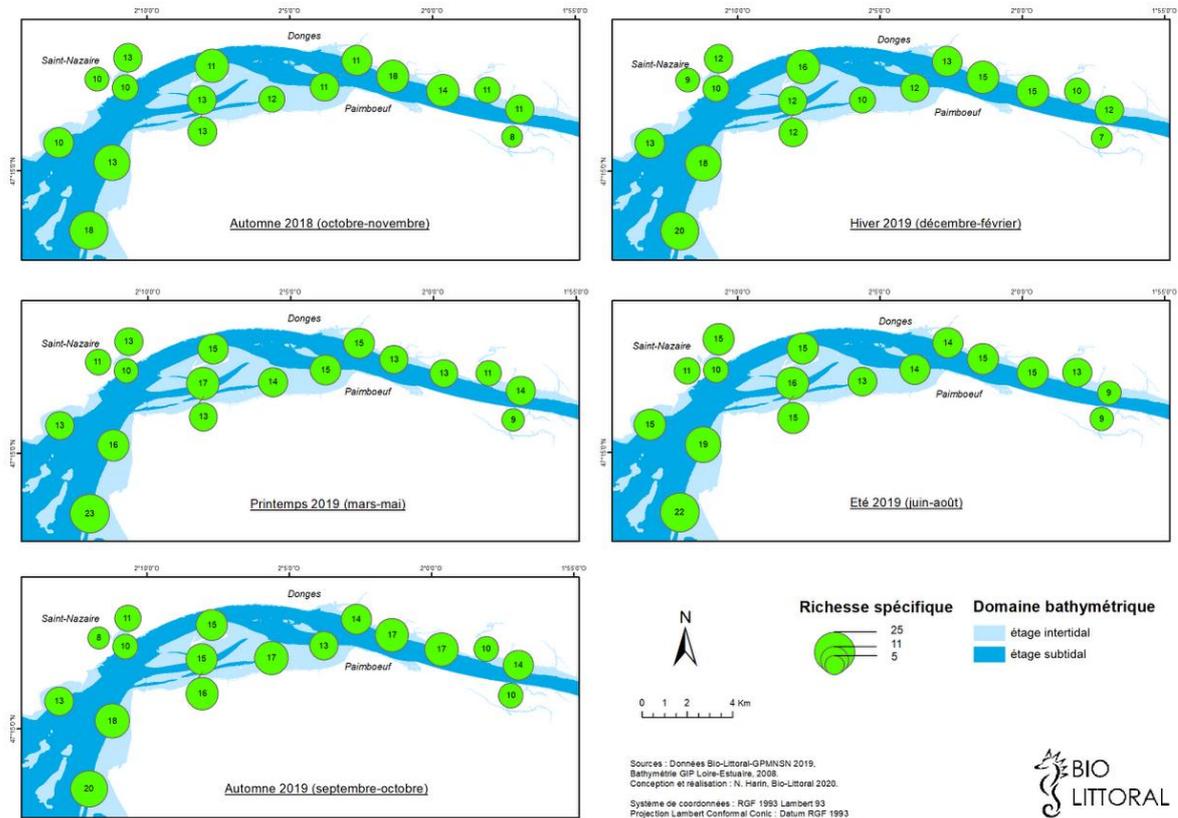


Figure 22 : Richesse spécifique de l'ichtyofaune benthodémersale observée sur chaque secteur de l'estuaire ligérien entre octobre 2018 et octobre 2019

La plus grande diversité est observée dans l'estuaire externe où de nombreuses espèces marines (Raie, hippocampe, turbot) sont observées

IV.4.2 Abondance numérique et pondérale

Comme nous l'avons vu précédemment, les densités (cf chap. III.3.3) et les biomasses (cf chap. III.3.4) de poissons fluctuent au cours des saisons. Leur évolution spatialisée est présentée par secteurs de chalutage dans la figure 18 a et b.

Evolution spatiale

Quelles que soient la période ou les espèces qui fréquentent l'estuaire de la Loire, **les vasières et les étiers compris entre Corsept et Cordemais sont les plus attractifs pour les poissons en termes de densité et de biomasse.**

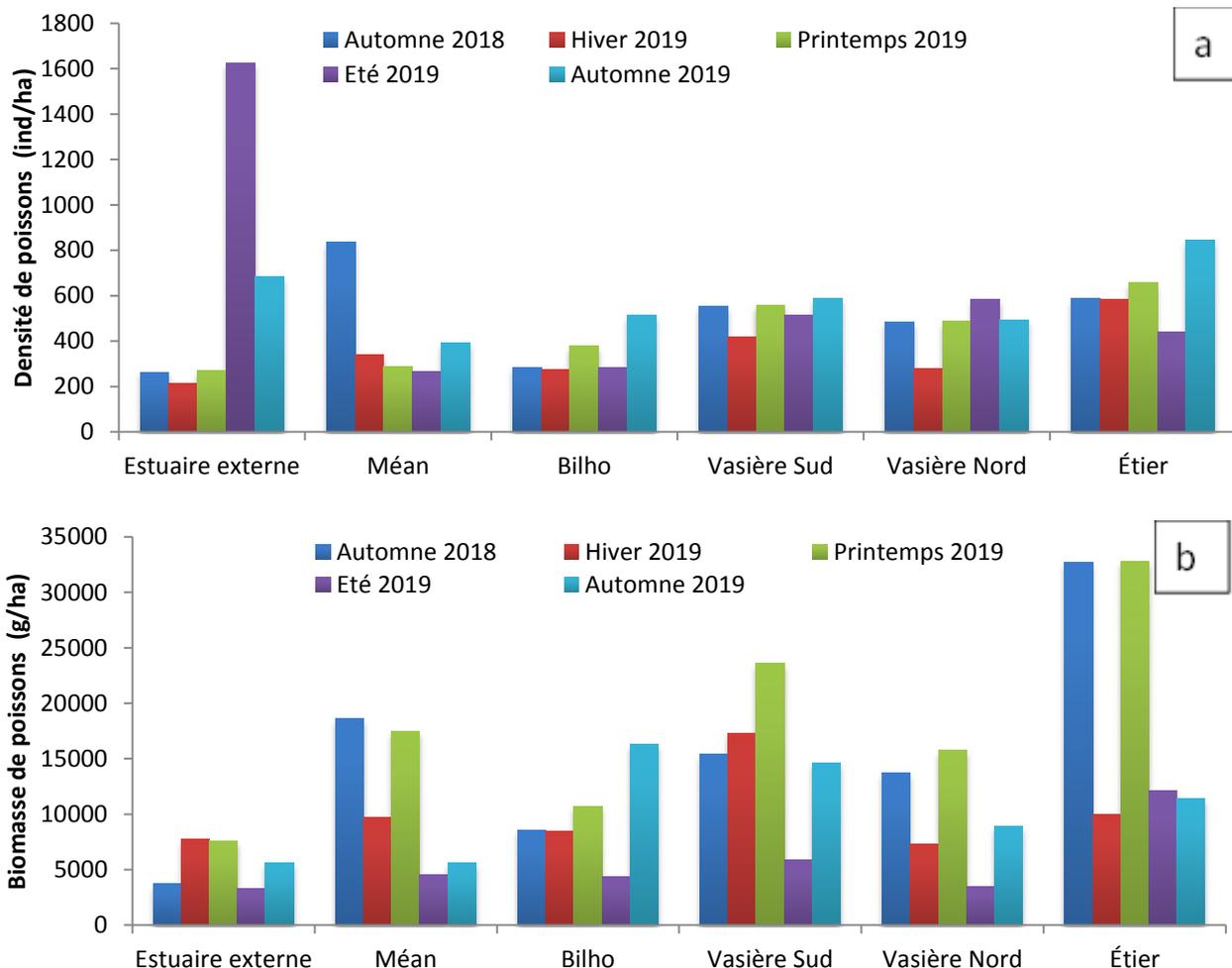


Figure 23: a) Densité moyenne de poissons ; b) Biomasse moyenne de poissons, mesurées par saison sur chaque secteur de l'estuaire de la Loire entre octobre 2018 et octobre 2019.

En moyenne, entre octobre 2018 et octobre 2019 **les biomasses les plus importantes ont été observées dans les étiers** de Lavau (641 ind/ha pour une biomasse de 18958 g/ha) et du Carnet (603 ind/ha soit 20172g/ha). Sur ces deux stations les mullets (*Liza ramada* représente plus de 77% de la biomasse).

La forte abondance (4164 ind/ha) enregistrée à Mindin (Estuaire externe) en été, est formée pour 96% de gobies (*Pomatochistus minutus*). En effet, le 20 juin 2019, 8468 *Pomatochistus* ont été capturés par hectare à Mindin au jusant et 9105 ind/ha au flot.

Evolution saisonnière

La représentation par cartes des densités (Fig. 25) et des biomasses (Fig. 26) permet la visualisation de l'évolution saisonnière de la répartition spatiale de l'ichtyofaune. Les données qui ont permis l'établissement de ces cartes sont présentées dans le tableau 4 pour les densités et dans le tableau 5 pour les biomasses saisonnières.

Tableau 4 Evolution saisonnière des densités moyennes de poissons dans l'estuaire de la Loire sur les différents sites suivis.

Densité (ind/ha)	Automne 2018	Hiver 2019	Printemps 2019	Eté 2019	Automne 2019
Bilho Nord	256	276	298	384	607
Bilho Sud	318	279	476	188	400
Brivet	1256	363	403	355	498
Carnet	594	362	972	449	642
Corsept	565	499	908	736	403
Donges	391	380	863	443	416
Imperlay	547	383	363	516	757
Lavau	569	827	335	424	1050
Méan estran	504	200	225	245	242
Méan subtidal	780	453	242	196	369
Mindin	398	274	356	4164	1302
Moutons	447	260	493	734	744
Pierre Rouge	724	286	394	796	487
Pipy	382	197	193	322	300
Saint-Brévin	240	230	193	287	663
Saint-Nicolas	554	387	434	309	607
Villès-Martin	155	130	268	442	101

(Moyenne : Densité ind/total/station Total)

Densité (ind/ha)	Automne 2018	Hiver 2019	Printemps 2019	Eté 2019	Automne 2019
Bilho Nord	246	275	276	382	628
Bilho Sud	316	276	480	188	399
Brivet	1243	370	392	352	526
Carnet	617	364	975	455	638
Corsept	559	494	875	723	408
Donges	384	369	878	447	419
Imperlay	545	377	363	512	742
Lavau	557	803	337	423	1051
Méan estran	504	201	226	249	257
Méan subtidal	757	452	240	196	394
Mindin	396	273	350	4157	1302
Moutons	448	261	485	730	754
Pierre Rouge	723	284	402	835	495
Pipy	384	195	190	321	309
Saint-Brévin	239	231	190	286	652
Saint-Nicolas	552	388	440	311	608
Villès-Martin	155	130	268	432	98

(Moyenne: nb ind /ha Total)

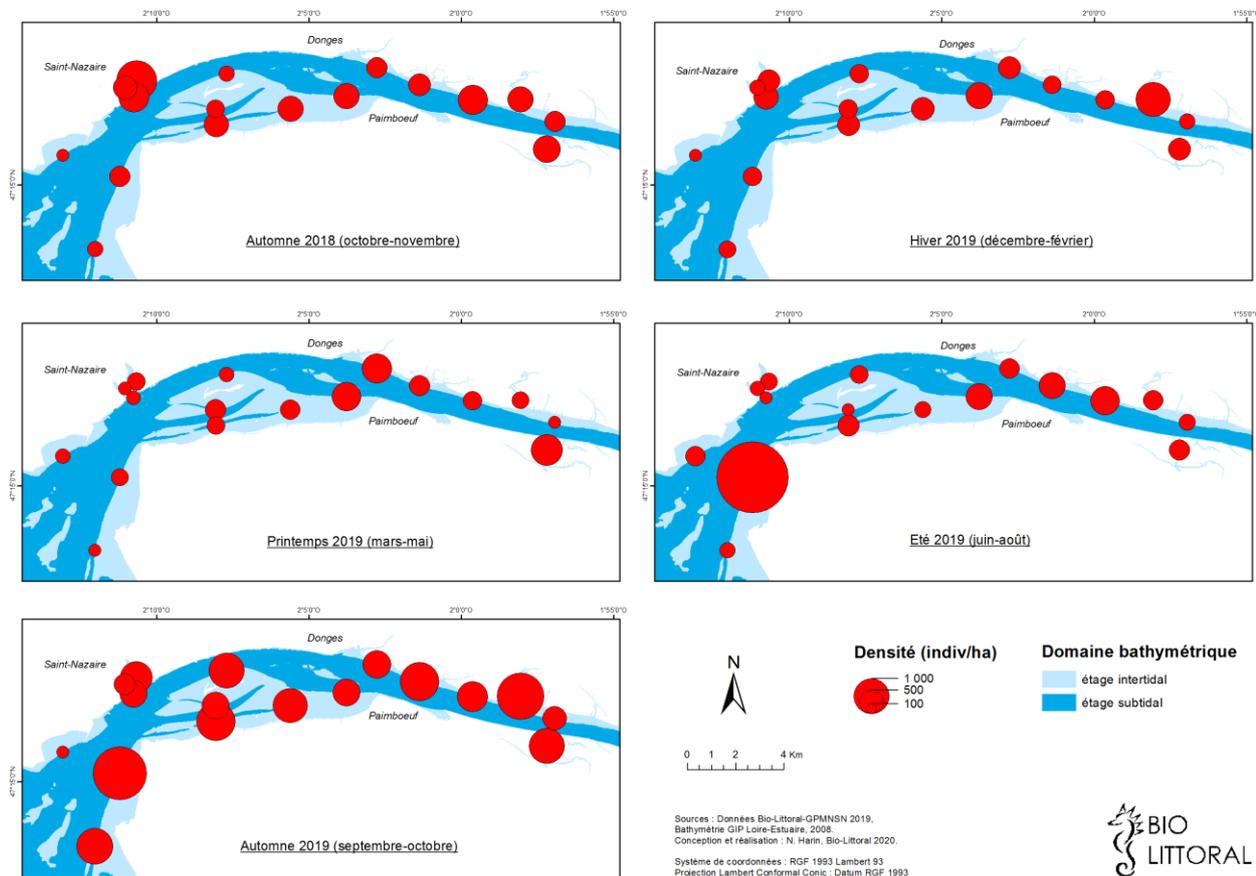


Figure 24: Evolution spatio-temporelle saisonnière des densités de poissons dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019.

Tableau 5 Evolution saisonnière des biomasses moyennes de poissons dans l'estuaire de la Loire sur les différents sites suivis.

Biomasse (g/ha)	Automne 2018	Hiver 2019	Printemps 2019	Eté 2019	Automne 2019
Bilho Nord	10100	8622	9783	3448	8238
Bilho Sud	7189	8389	12584	5267	24201
Brivet	38497	8272	14515	6762	6238
Carnet	27695	11369	49511	7494	4796
Corsept	11606	17090	36444	5394	7872
Donges	8260	13711	28613	3305	6955
Imperlay	15050	11890	17180	6723	15326
Lavau	35313	8535	16223	16890	17827
Méan estran	6574	4424	15181	3326	7121

Méan subtidal	10519	16216	22882	3757	3187
Mindin	4511	7322	10455	5385	10055
Moutons	10563	7010	14329	4444	15477
Pierre Rouge	24886	6234	14201	4060	10073
Pipy	11089	2893	5308	2189	2558
Saint-Brévin	3344	6266	3947	1565	3869
Saint-Nicolas	19494	23255	21179	5601	21006
Villès-Martin	3524	9836	8418	3111	3098

(Moyenne: Biomasse g/ha total/station total)

Biomasse (g/ha)	Automne 2018	Hiver 2019	Printemps 2019	Eté 2019	Automne 2019
Bilho Nord	9813	8671	8930	3475	8491
Bilho Sud	7256	8324	12552	5231	24116
Brivet	38767	8356	13943	6609	6413
Carnet	28624	11659	49403	7502	4680
Corsept	11442	16844	33440	5391	7922
Donges	8340	13239	29258	3259	6905
Imperlay	15011	11762	16513	6698	14980
Lavau	36783	8377	16237	16698	18135
Méan estran	6582	4447	15638	3316	7108
Méan subtidal	10466	16243	22786	3731	3412
Mindin	4502	7301	10169	5391	10103
Moutons	10517	7017	14023	4427	15713
Pierre Rouge	24917	6204	14498	4031	10296
Pipy	11156	2893	5249	2153	2596
Saint-Brévin	3296	6266	3875	1564	3801
Saint-Nicolas	19737	23198	20878	5598	21069
Villès-Martin	3533	9768	8568	3078	2995

(Moyenne:Poids (g)/ha total)

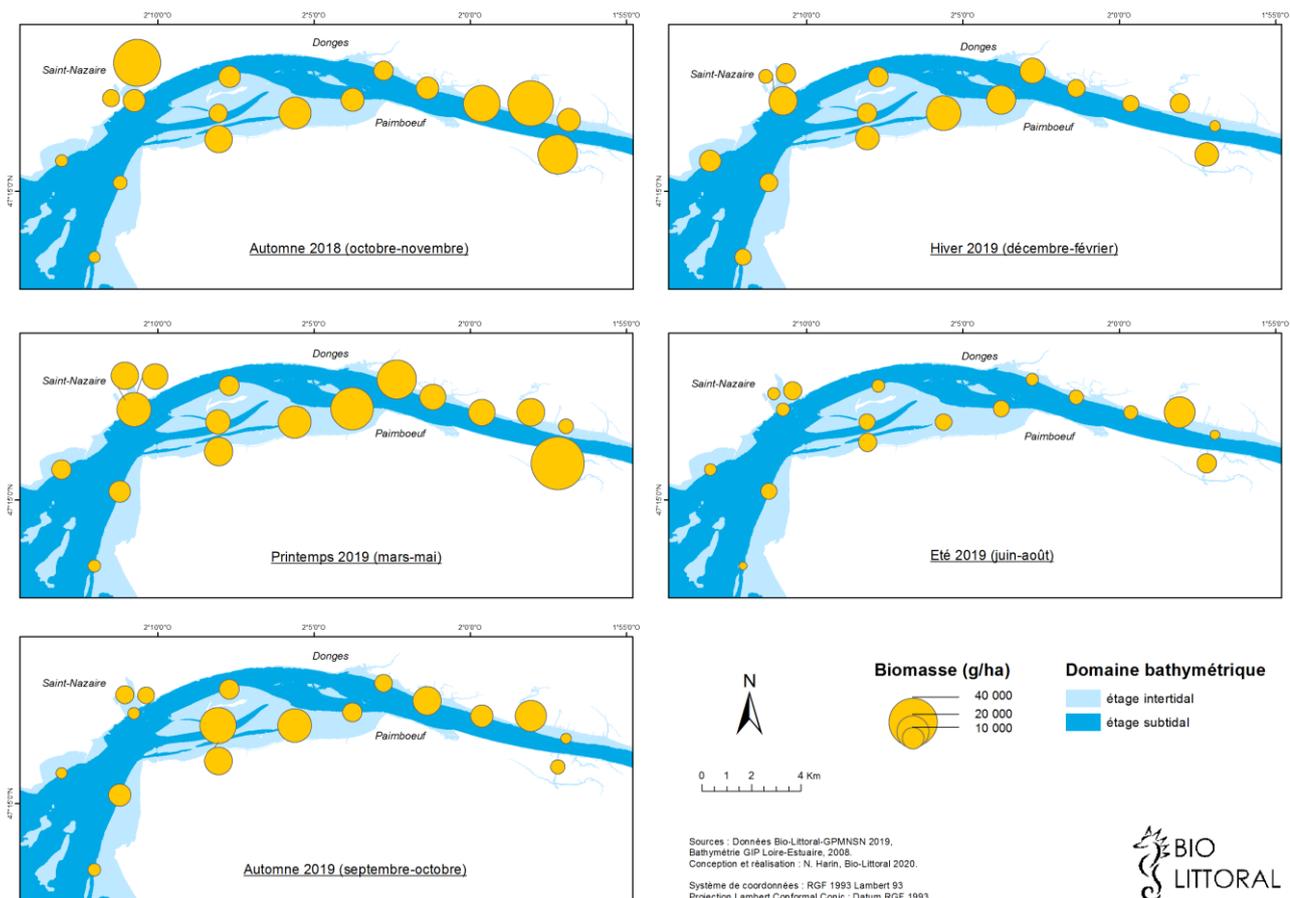


Figure 25: Evolution spatio-temporelle saisonnière des biomasses de poissons dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019.

En période hivernale (Décembre-Février),

En période printanière (Mars-Mai)

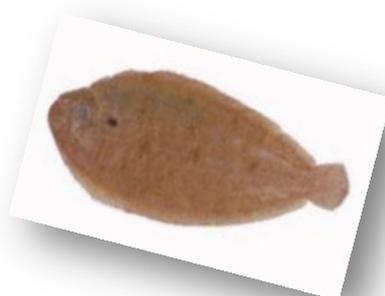
En période estivale (Juin- Août),

En période automnale,

Le chapitre suivant présente l'évolution spatio-temporelle détaillée des principales espèces qui constituent l'ichtyofaune de l'estuaire de la Loire en tenant compte des caractéristiques de leur cycle vital (mode de vie juvénile et mode de vie adulte).

IV.4.3 Répartition et démographie des principales espèces de poissons

○ *La sole commune (Solea solea)*



Solea solea

La sole est caractérisée par une tâche noire arrondie située à l'arrière de la nageoire pectorale de sa face colorée et par une narine antérieure non dilatée sur sa face aveugle.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Pleuronectiformes

Famille : Soleidés

• Caractéristiques générales

La sole commune est présente en abondance sur le plateau continental de l'Atlantique oriental. Sa distribution géographique s'étend de la Norvège aux côtes nord de l'Afrique et comprend le bassin méditerranéen (*Quéro et Vayne, 2005*). Ce poisson benthique, fréquent dans l'estuaire de la Loire a été choisi à plusieurs reprises comme modèle biologique pour étudier les nourriceries côtières et estuariennes (*Koutsikopoulos et al., 1989 ; Riou, et al., 2001 ; Le Pape et al., 2003a*). Son abondance et son taux de croissance sont de bons indicateurs de la qualité de ces écosystèmes. De plus la sole, dont le stock sur le Golfe de Gascogne semble en déclin, est une ressource halieutique largement exploitée et reste la première ressource financière des pêcheries françaises.

La sole devient sexuellement mature à l'âge de 3 ans. Elle se reproduit alors de janvier à mai sur deux frayères situées au large de la Loire et au large de la Gironde sur des fonds de -50 à -80m (*Koutsikopoulos, 1991*). Les larves reviennent à la côte par transport passif pour passer leurs trois premières années dans des nourriceries : zones de faible profondeur (baie ou estuaire) et de forte productivité benthique (*Le Pape, 2005*). En estuaire de Loire, les études des contenus stomacaux réalisées en 1977 (*Marchand et al., 1977*) et en 2006 (*Bio-Littoral GIP-LE, 2007*) indiquent que les soles de moins de 13 cm se nourrissent de petits crustacés copépodes et de *Corophium*. Les plus gros individus consomment préférentiellement des crevettes grises et des annélides néréidés.

• Evolution démographique de la sole

La sole est présente dans l'estuaire à différents stades de croissance. Le découpage de la population en classes de taille permet de mettre en évidence graphiquement la présence de trois groupes d'âge ou cohortes dans l'estuaire de la Loire entre octobre 2018 et octobre 2019 (Fig. 28). Les seuils de tailles utilisés sont ceux qui ont été définis par *Schaan et Marchand (1995)*.

-Groupe 0 : individus nés en hiver-printemps 2019

-Groupe 1 : individus nés en hiver-printemps 2018

-Groupe 2 : individus nés en hiver-printemps 2017

➤ **Prépondérance des juvéniles âgés de 1 an :**

En 2018 et 2019, les groupes **0** et **1** constituent **78 à 100 %** des captures selon le mois de campagne. Le groupe **2** est quant à lui beaucoup moins présent dans les prélèvements effectués. Ces résultats confortent les études précédentes (*Marchand et Elie, 1982; Schaan et Marchand, 1995; Créocéan, 2003(Rapport de 2011)*). Les premiers individus, G0 sont observés à partir du mois d'avril 2018 mais il est possible qu'ils n'aient pas été pêchés plus tôt en raison de leur taille inférieure à la maille du filet (*Schaan et Marchand, 1995 ; Feunteun et al.,2006*). (Fig 28)

Entre mai et octobre 2019, les G0 représentent en moyenne 46 % des individus contre 60% en 2011 (*Bio-Littoral, rapport2011*). En 2011, les G0 (67 ind) sont plus abondants qu'en avril 2018 (3ind). → Le recrutement en 2018 est moins important. (Fig 27).

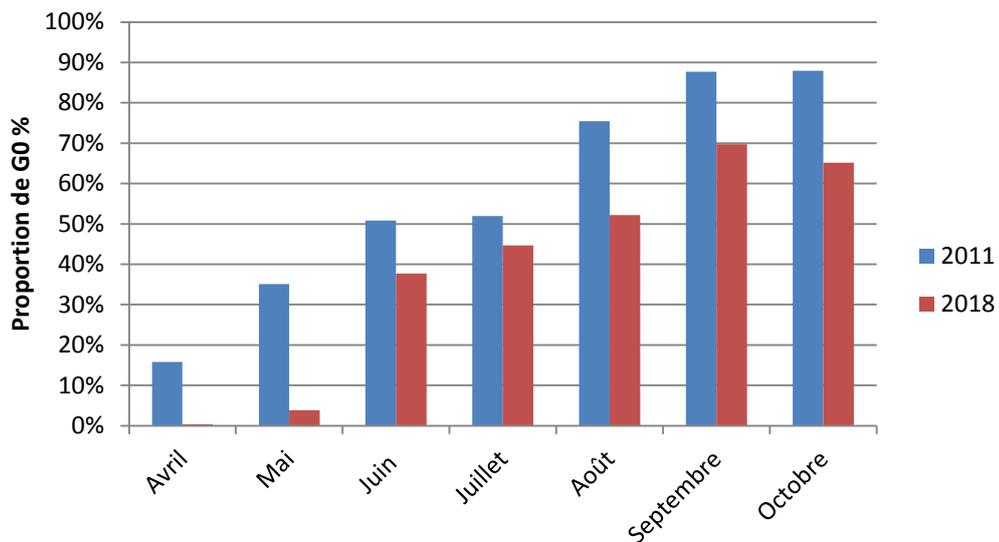


Figure 26: Comparaison de la proportion de GO mesuré sur l'estuaire de la Loire en 2011 et 2019

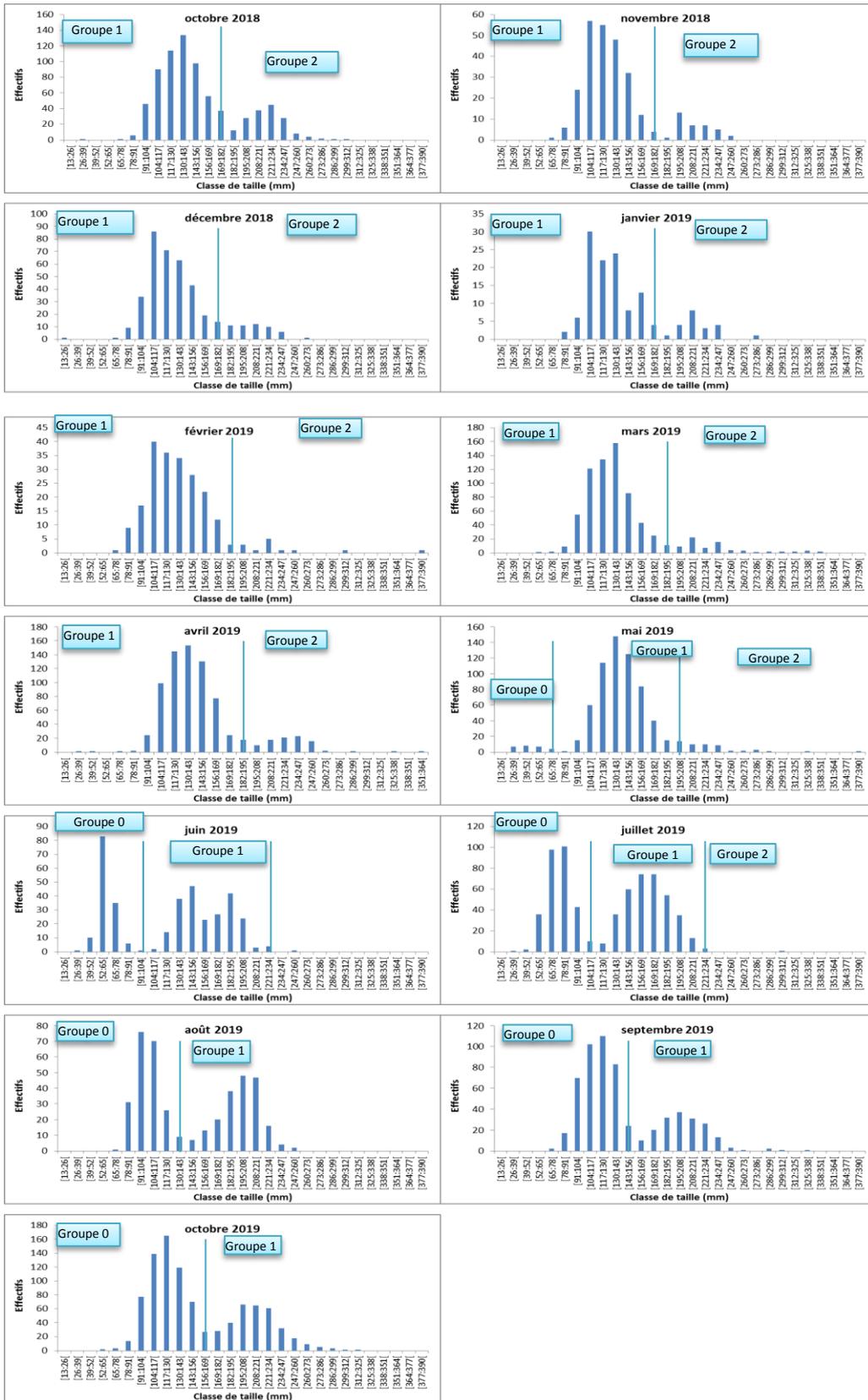


Figure 27: Variations mensuelles des effectifs de soles par classe de taille dans l'estuaire de la Loire, d'octobre 2010 à octobre 2011.

- Croissance des soles

La croissance des soles semble être faible, voire nulle en hiver (octobre 2018-Avril 2019) (Fig. 29). A partir de mai, les performances de croissance augmentent pour les trois groupes d'âge. Le groupe 0, mesurant en moyenne **48 mm** en mai a doublé sa taille en **4 mois**, puis a poursuivi sa croissance jusqu'à atteindre en moyenne **123 mm** en octobre. Le groupe 1 est passé d'une taille moyenne de **141 mm à 216 mm** entre mai et octobre. Ces performances de croissance forte (**+74 mm** en moyenne en 7 mois pour la GO, et **79 mm** pour la G1) sont similaires à celles décrites précédemment pour les soles de l'estuaire de la Loire ([Marchand, 1981](#) ; [Parlier et Feunteun, 2004](#) ; [Bio-Littoral, 2012](#)).

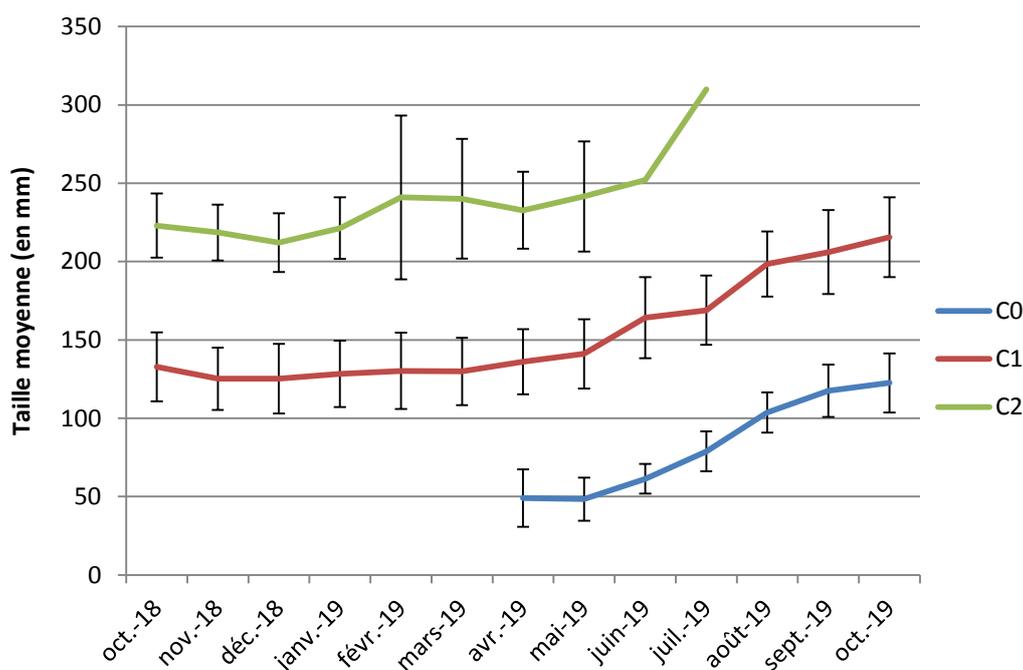


Figure 28: Taille moyenne des cohortes de soles d'octobre 2018 à octobre 2019. (Les barres d'erreur représentent l'écart type).

- Evolution de la répartition des différentes cohortes de soles dans l'estuaire de la Loire

La fréquentation de la sole dans l'estuaire de la Loire est variable dans le temps et dans l'espace. Les densités de soles représentées sur la figure 23, synthétisent les captures réalisées par saison sur chaque site. Au cours des **13** campagnes, un total de **12610** soles a été capturé. Les densités, les plus importantes ont été observées en avril à Donges (**985 ind/ha**).

En hiver (décembre-janvier-février), des faibles densités sont observées sur l'estuaire. Un maximum de **179 ind/ha** est mesuré à Donges en décembre 2018 et 114ind/ha à Moutons en février 2019. Les soles occupent aussi **les stations Mindin et St Brévin**, situées dans l'estuaire externe. Cette répartition correspond au cycle biologique de l'espèce, d'après [Marchand, 1993](#) à cette saison les soles qui ont atteint leur troisième année, rejoignent leur aire de ponte sur le plateau continental tandis que les immatures regagnent leur aire d'hivernage plus au large, quelques individus restant au niveau de l'estuaire externe.

Au printemps (mars, avril, mai), les soles reviennent à cette période, leur densité passant en moyenne sur la totalité de l'estuaire de **19 ind/ha en février à 125 ind/ha** en mars. Les individus pêchés au cours de ces 3 campagnes printanières sont principalement des juvéniles âgés de plus d'un an. Les premiers individus de la G0 (de l'année) sont observés à partir du mois d'avril.

En été (juin, juillet, août), les densités de soles diminuent mais un maximum de **223 ind/ha** à Imperlay en juillet est observé. Les soles occupent au cours de cette saison les **trois domaines de salinité** avec une préférence pour les vasières mésohalines (Donges, Moutons, Pierre Rouge, Pipy) et la vasière de Corsept. Les juvéniles fréquentent plus particulièrement ces deux zones au cours de leur phase de forte croissance, ce qui n'est possible que par la présence d'une importante ressource benthique adaptée à ces petits individus. Cependant, bien qu'abondantes dans le domaine mésohalin, les soles pénètrent très peu dans les étiers de Lavau ou du Carnet. Ce phénomène avait déjà été observé en 2008 et 2011 (Bio-Littoral, 2012,2011).

En automne 2019 (septembre-octobre) (83 ind/ha en moyenne sur la saison)

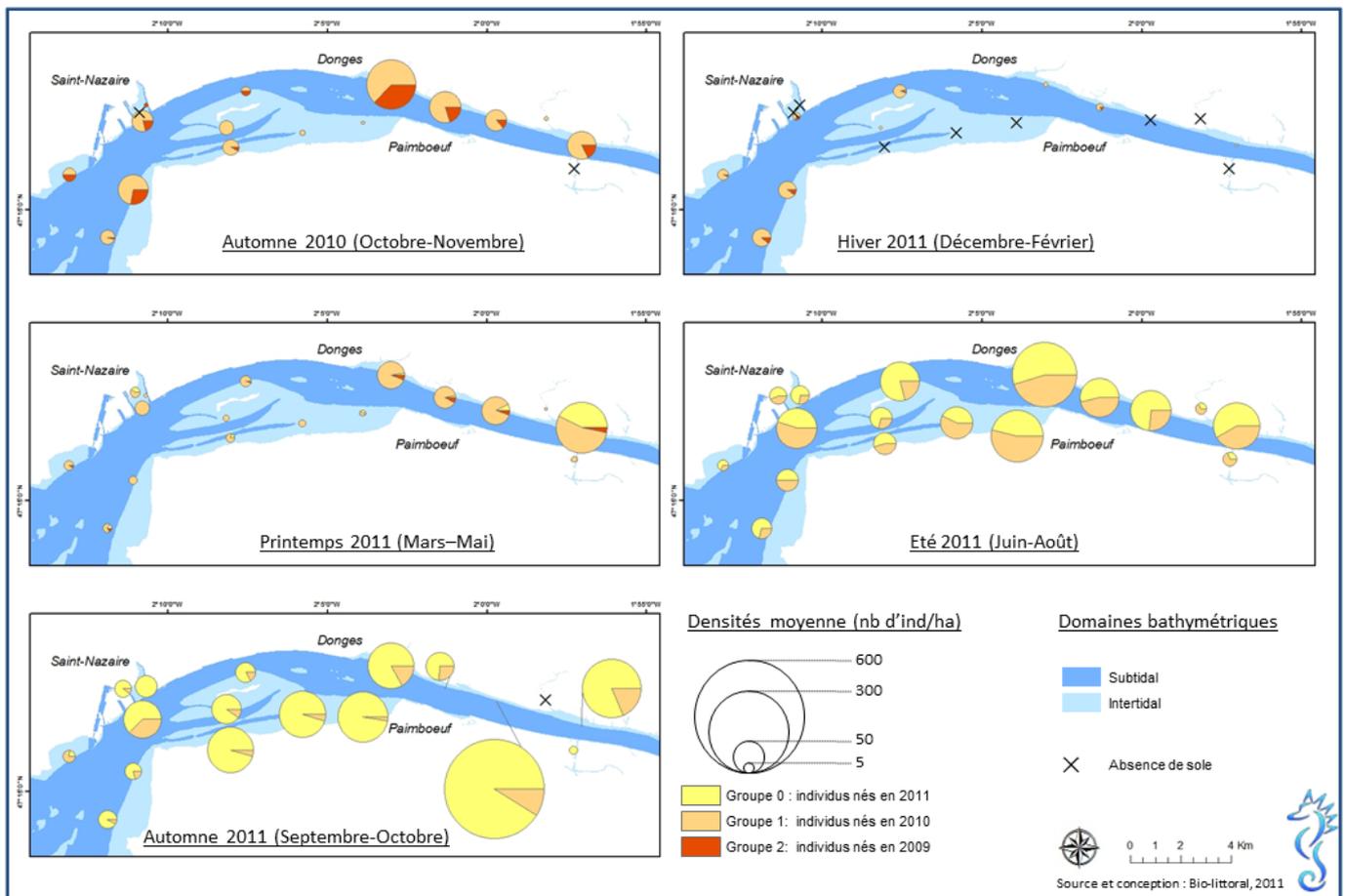


Figure 29: Répartition spatio-temporelle des différentes cohortes de soles dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2010 à octobre 2011.

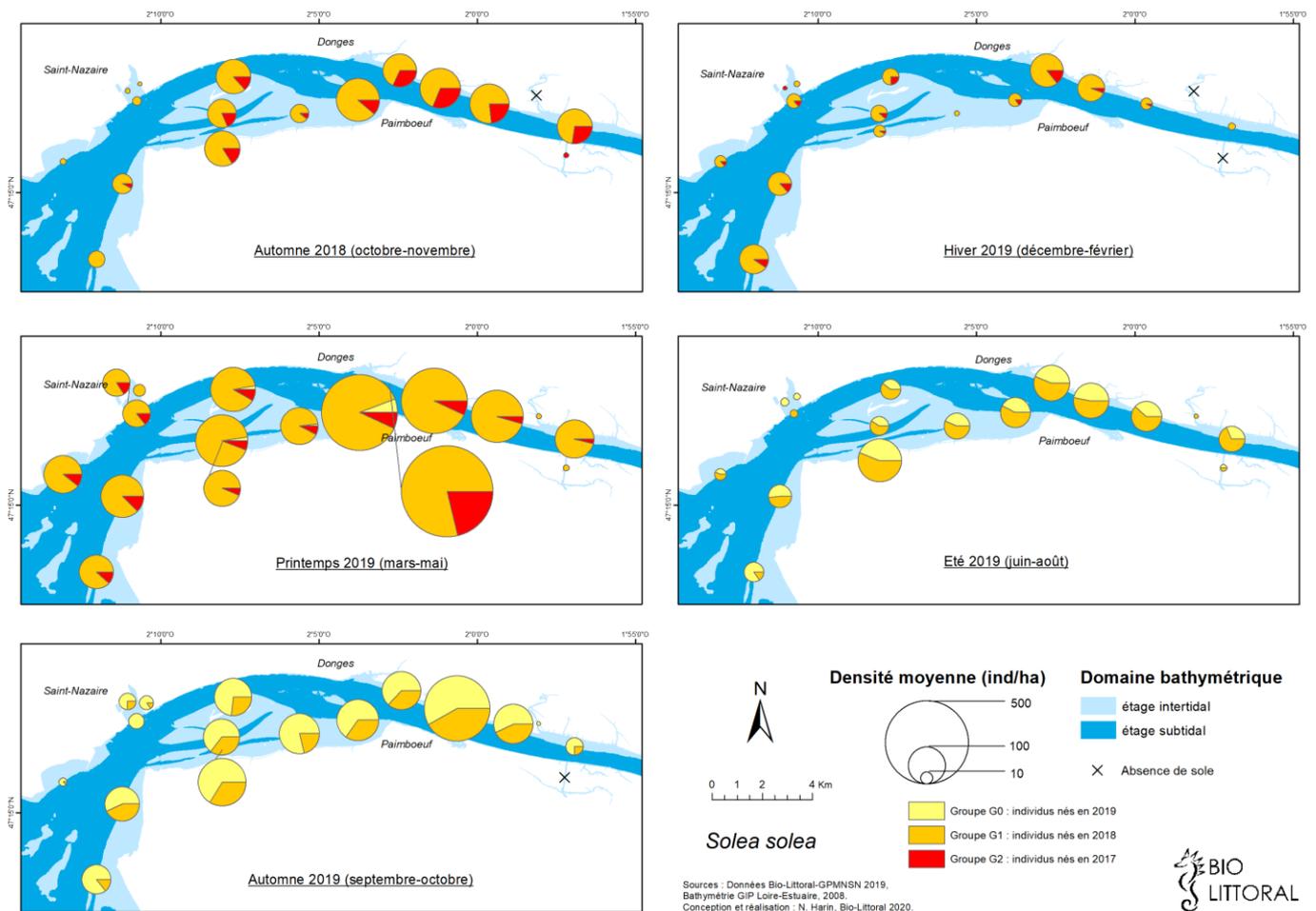


Figure 30: Répartition spatio-temporelle des différentes cohortes de soles dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019.

○ *Le Flet (Platichthys flesus)*



Platichthys flesus

Le flet est le seul poisson plat à présenter une rangée de tubercules épineux dirigés postérieurement, à la base des nageoires dorsales et anales.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Pleuronectiformes

Famille : pleuronectidés

• Caractéristiques générales

Le flet est une espèce migratrice benthique, vivant dans les eaux marines estuariennes et littorales (jusqu'à 60m de profondeur). Sa distribution géographique s'étend de la mer du Nord au Maroc et le long des côtes méditerranéennes (*Masson, 1987*). Cette espèce amphihaline, supporte de grandes variations de salinité.

Le flet devient sexuellement mature à l'âge de 2 ans (20 cm). Il se reproduit alors de janvier à mars sur des frayères situées au large (entre l'île d'Yeu et Belle Ile) sur des fonds de -30 à -70m (*Masson, 1987*). Les larves reviennent à la côte par transport passif au cours du printemps pour passer leurs premières années sur les aires de nourricerie, en estuaire de Loire. Au cours de sa première année, l'alevin se nourrit de copépodes, de diatomées et de larves de chironomes, puis de crustacés amphipodes. En Loire, les flets de plus de 8 cm, consomment des bivalves (scrobiculaires), des annélides polychètes et des crustacés (*Corophium* et *Crangon*) (*Bio-Littoral Gip-LE, 2007*). Le flet est une des espèces les plus présentes en estuaire de Loire tant en termes d'occurrence, d'abondance numérique que de biomasse. Au cours de cette étude, **8817** individus ont été pêchés.

• Evolution démographique du flet

Le flet est présent dans l'estuaire à différents stades de croissance. Cette étude permet de mettre en évidence la présence de plusieurs groupes d'âge ou cohortes dans l'estuaire de la Loire entre octobre 2018 et octobre 2019 (Fig. 32).

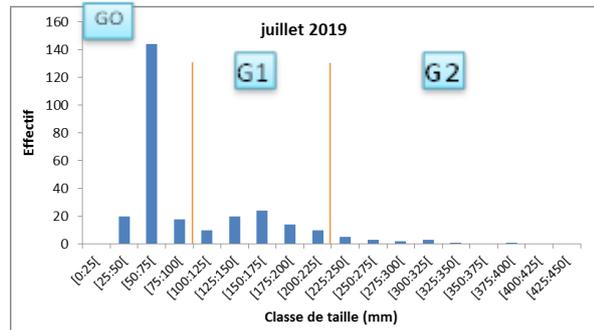
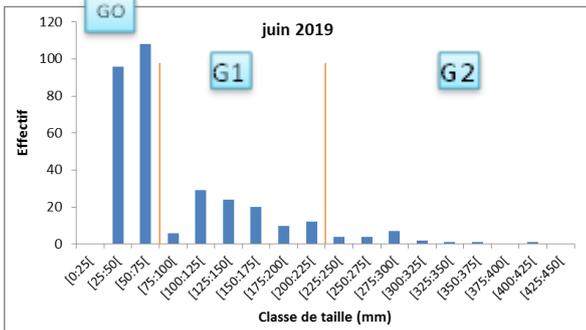
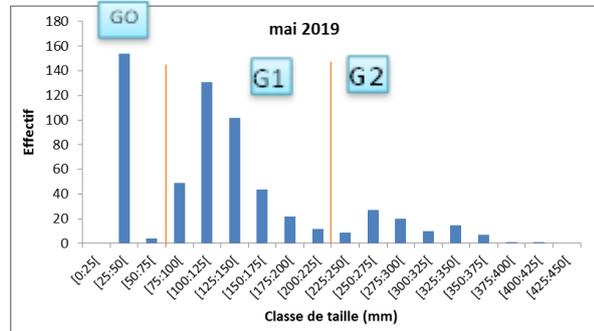
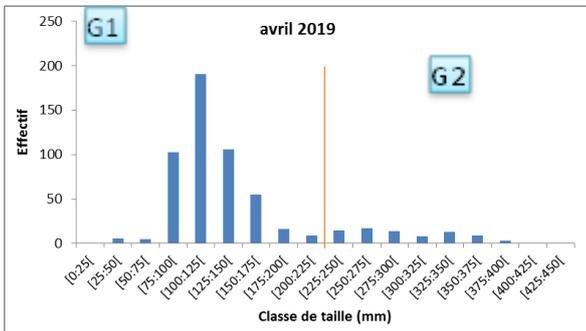
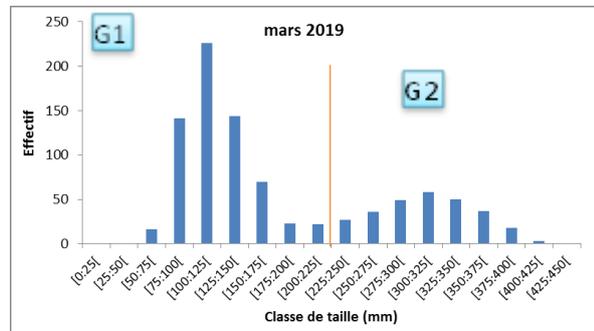
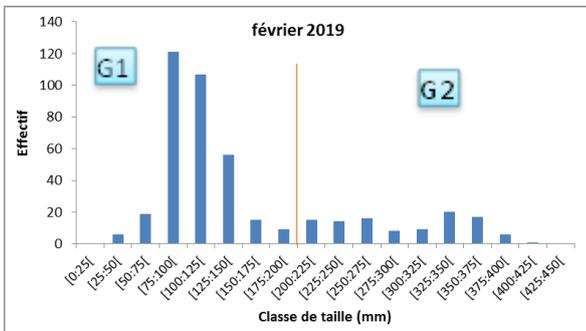
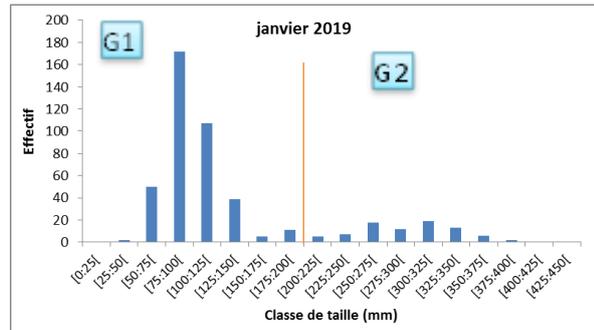
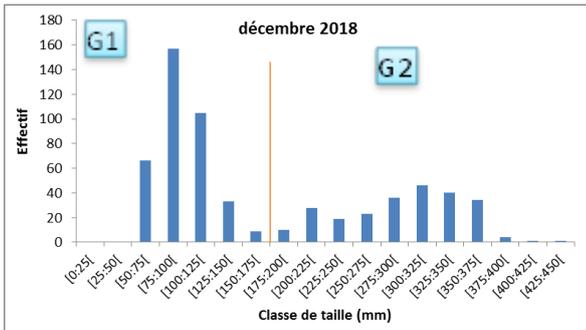
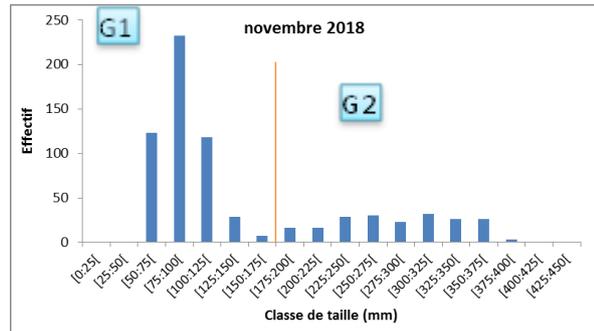
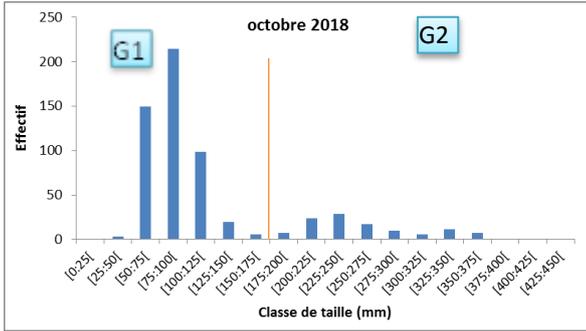
-Groupe 0 : individus nés en hiver-printemps 2019

-Groupe 1 : individus nés en hiver-printemps 2018

-Groupe 2 : individus nés avant 2018 qui ont atteint leur maturité sexuelle.

• Prépondérance des juvéniles âgés de 1 an

La population ligérienne est principalement marquée par une forte abondance d'individus immatures. Ces résultats confortent les études de 2008. 2010 (*Bio-Littoral, 2012*), qui observaient la prépondérance des groupes 0 et 1 dans l'estuaire de la Loire. Les premiers individus du **GO** sont observés à partir du mois **mai 2019**. Cependant il est possible qu'ils n'aient pas été détectés avant en raison de la taille de la maille du filet de 2 mm étirée (*Schaan et Marchand, 1995 ; Feuntun et al., 2006*). → En 2011 les flets GO ont été observés à partir d'Avril



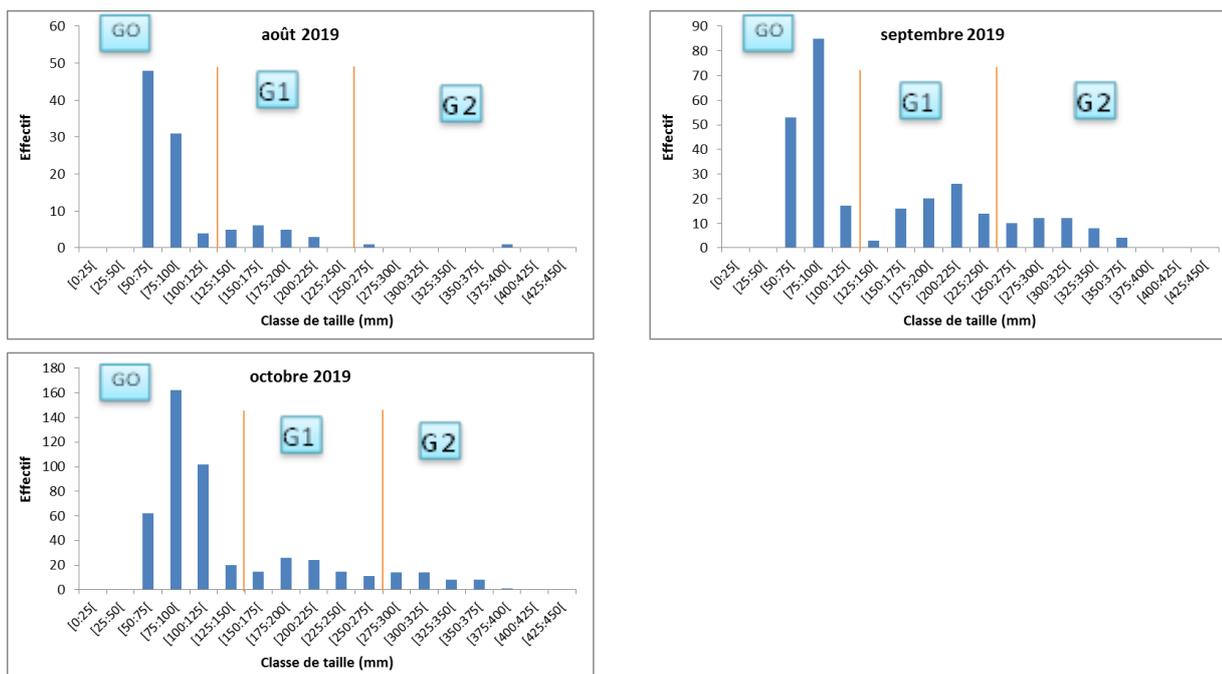


Figure 31: Variations mensuelles des effectifs de flets par classe de taille dans l'estuaire de la Loire, d'octobre 2018 à octobre 2019

- Evolution de la répartition des différentes cohortes de flets dans l'estuaire de la Loire

Le flet semble est abondant tout au long de l'année dans l'estuaire de la Loire. Les densités représentées sur la figure 25, moyennent les pêches réalisées sur chaque site, par saison. Les plus fortes densités sont observées au printemps avec **84 ind/ha** en moyenne sur l'ensemble de l'estuaire avec des maxima de **290 ind/ha** à Donges au mois de mars. Puis les densités diminuent progressivement, jusqu'à atteindre un minimum de **8 ind/ha** en moyenne sur l'estuaire au mois d'août.

Le flet est capable d'exploiter les estuaires depuis l'aval jusqu'à la limite de marée dynamique (*Andersen et al., 2005*). Les juvéniles nés en 2019 apparaissent **au printemps** et fréquentent l'estuaire tout au long de l'été.

Comme en 2011, cette espèce est faiblement présente dans les étiers (Lavau et Carnet)

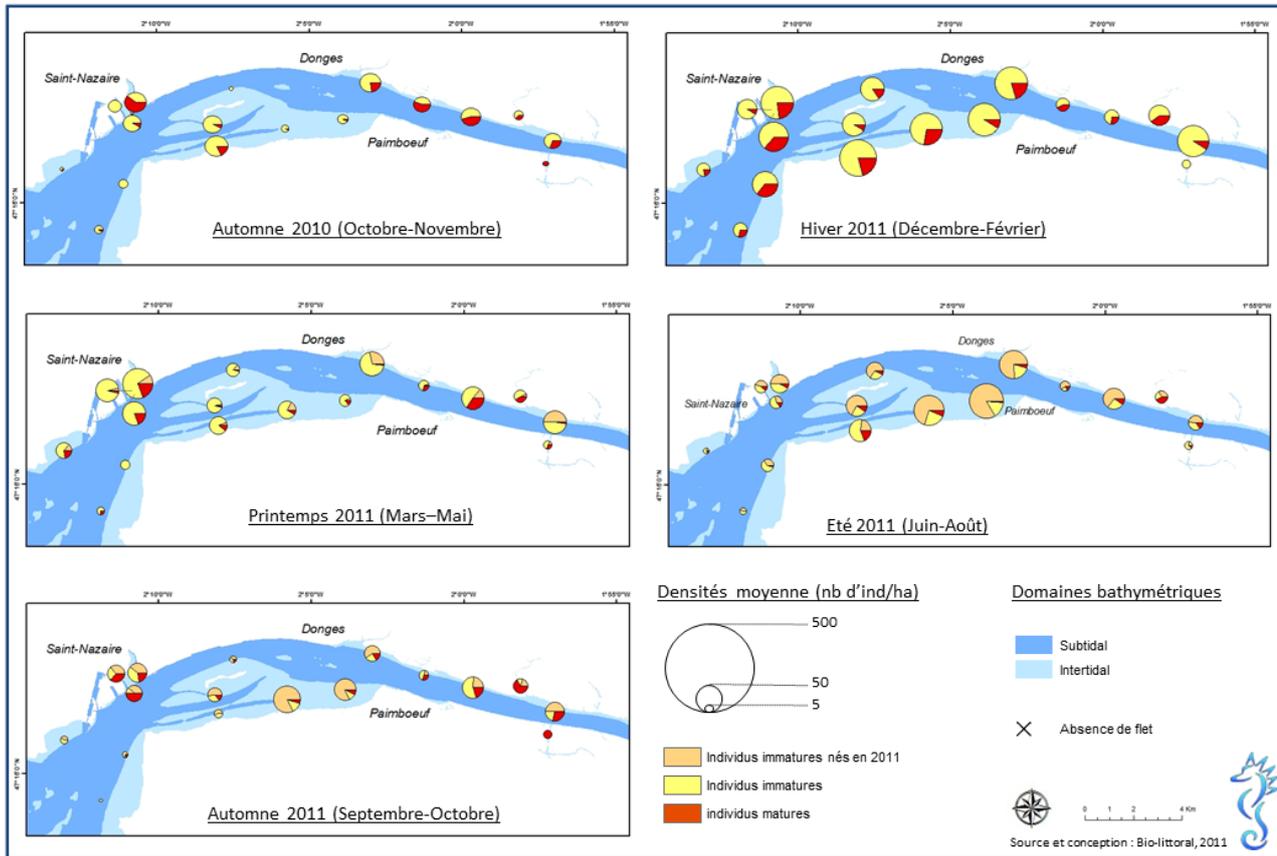


Figure 32: Répartition spatio-temporelle des différentes cohortes de flets dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2010 à octobre 2011.

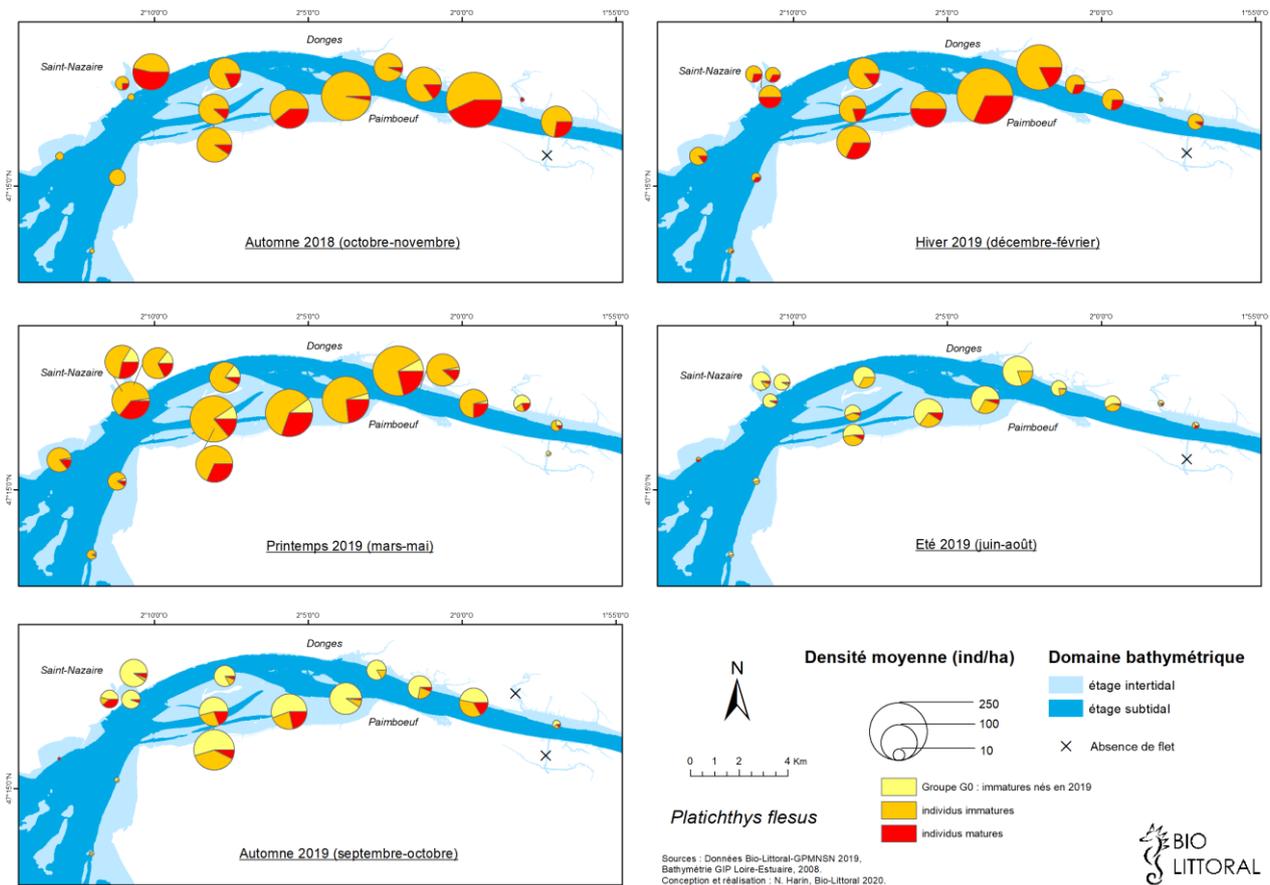


Figure 33: Répartition spatio-temporelle des différentes cohortes de flets dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019

○ *Le bar commun (Dicentrarchus labrax)*



***Dicentrarchus labrax* :**

Caractérisé par la présence d'une première nageoire dorsale épineuse totalement séparée de la seconde et d'un opercule armé de deux épines.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Perciformes

Famille : Moronidés

• **Biologie et écologie**

L'aire de répartition du bar commun s'étend de la Norvège au Maroc, ainsi qu'en Méditerranée. Le bar est un poisson marin côtier présent surtout dans les milieux peu abrités et bien oxygénés mais il peut également pénétrer dans les estuaires. C'est une espèce euryhaline dont les adultes sont capables de supporter des salinités comprises entre 0,5 et 40 psu (*Quero et Vayne, 2005*). Selon ces mêmes auteurs, les juvéniles ne toléreraient pas de salinité inférieure à 22 psu, cependant nos études montrent que les juvéniles de bars fréquentent les étiers ayant des taux de salinité entre 15 et 5 psu.

Dans le Golfe de Gascogne, la reproduction se déroule de février à mai au large (*Fritsch, 2001*). Les larves reviennent à la côte pour rejoindre les zones de nurserie au cours du printemps. Le bar atteint sa maturité sexuelle à l'âge de 4 ans. En estuaire de Loire, les juvéniles (<7cm) se nourrissent essentiellement de copépodes, les jeunes consomment préférentiellement des annélides *Boccardiella ligERICA* et *Hediste diversicolor* et des crustacés *Corophium* tandis que les adultes consomment des poissons (sardines, anchois, sprats, merlans, tacauds, gobies...) et beaucoup de crevettes (*Bio-Littoral Gip-LE, 2007*).

• **Evolution démographique du bar**

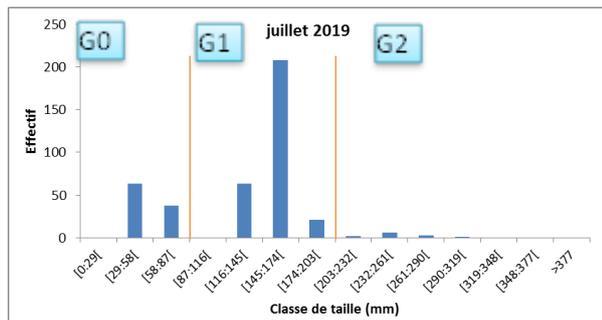
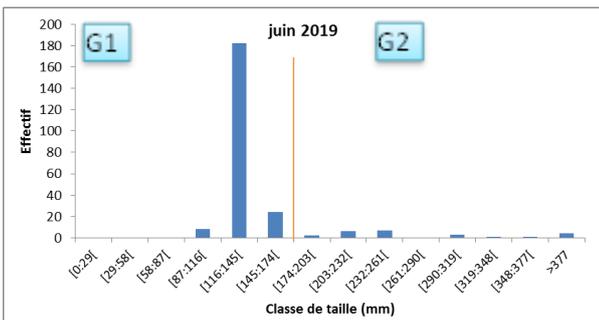
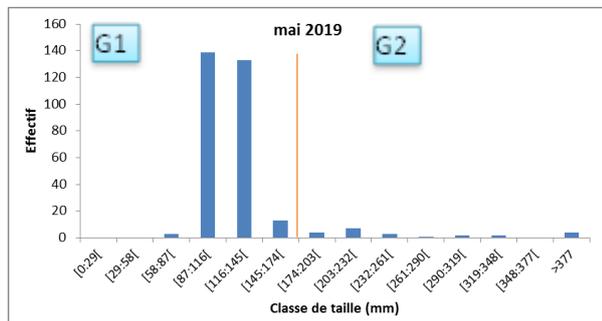
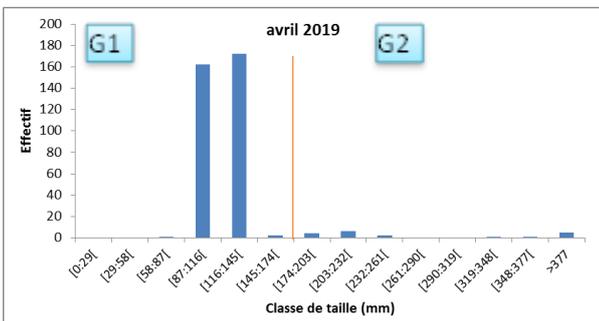
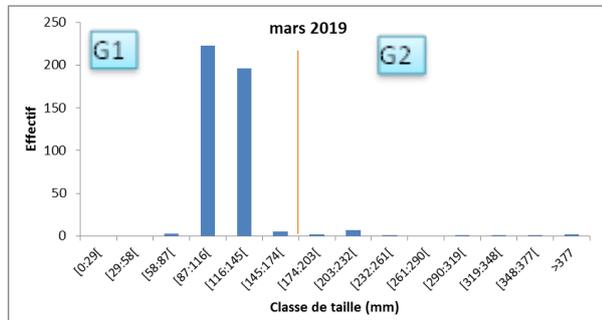
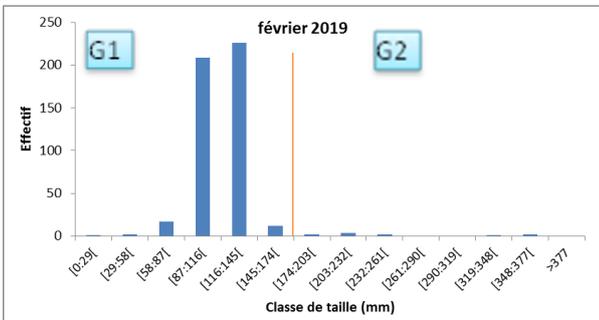
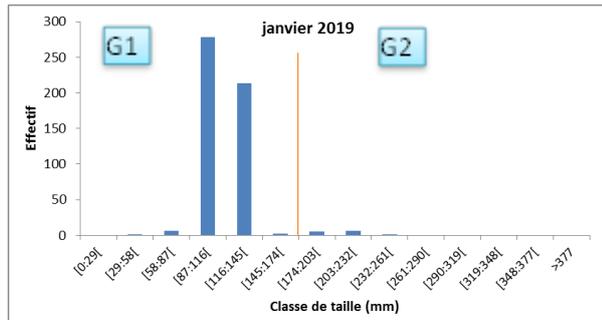
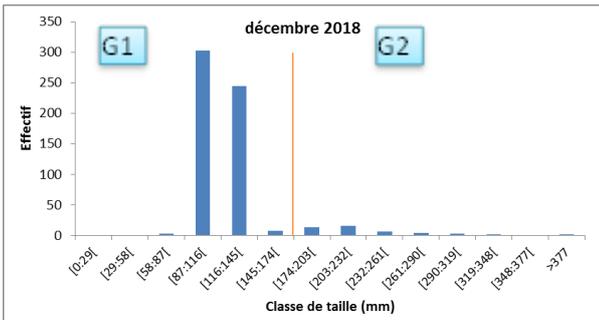
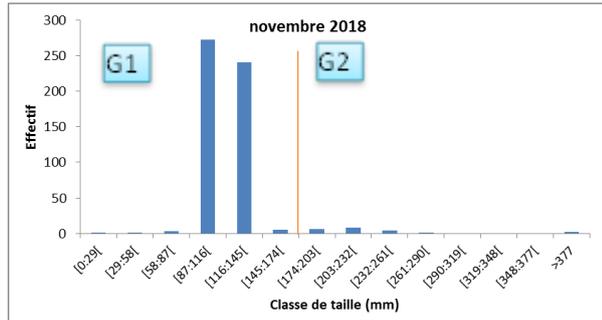
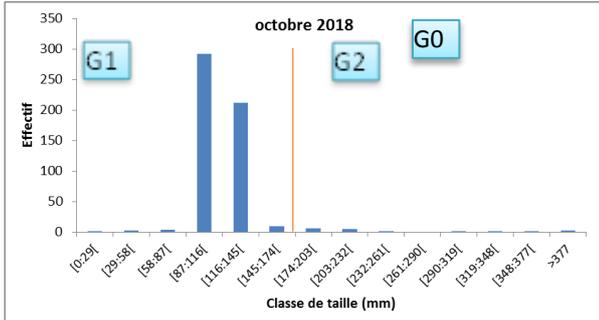
Au cours des **13** campagnes, **9094 bars communs ont** été pêchés. 3 groupes d'âge différents sont observés dans l'estuaire de la Loire entre octobre 2018 et octobre 2019(Fig. 35) :

Groupe 0 : individus nés en 2019, âgés de moins d'un an

Groupe 1 : individus nés en 2018

Groupe 2 : individus nés avant 2018

Entre octobre 2018 et octobre 2019, les groupes 0 et 1 constituent **90 à 99.8 %** des captures selon le mois de campagne. les premiers individus de la G0 ne sont observés qu'à partir du mois de juillet 2019, mais il est possible qu'ils soient présents avant et qu'ils n'aient pas été détectés, la maille d'échantillonnage ne permettant pas la capture des plus petits individus (*Schaan et Marchand, 1995 ; Feunteun et al., 2006*).



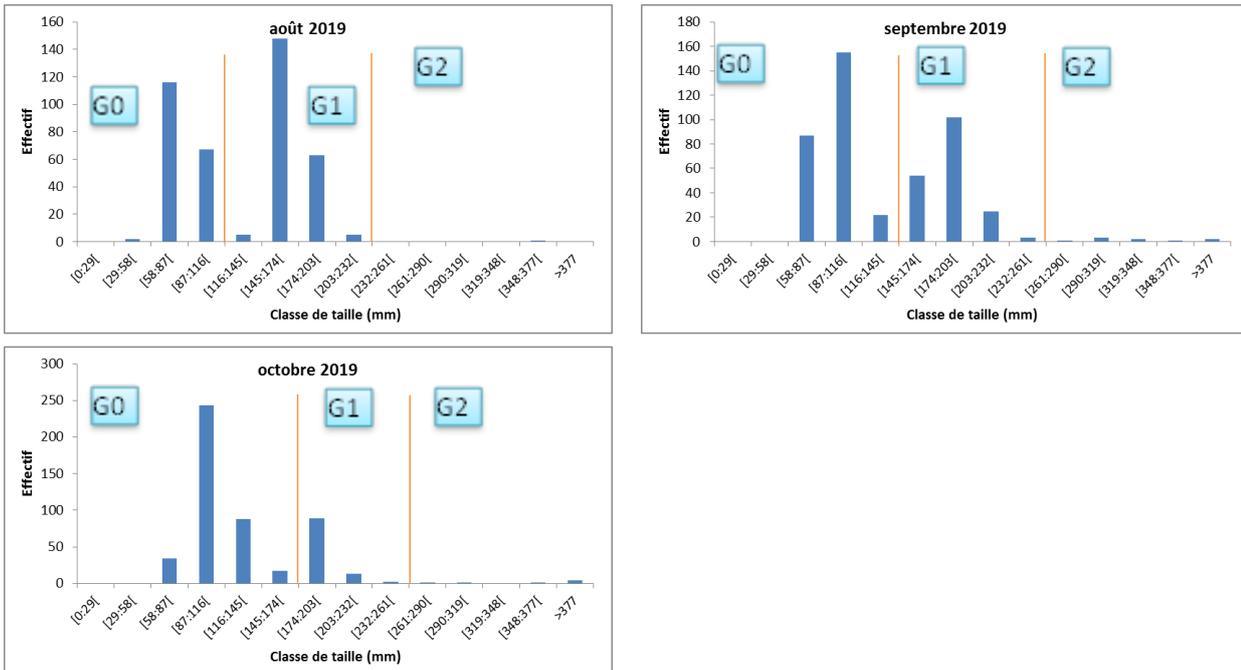


Figure 34: Variations mensuelles des effectifs de bars par classe de taille dans l'estuaire de la Loire, d'octobre 2018 à octobre 2019.

- Croissance des bars communs

La croissance des bars est faible, voire nulle en hiver (octobre 2018-mai 2019) (Fig.36). A partir de mai les performances de croissance augmentent, le groupe d'âge 1 passe d'une taille moyenne de **118 mm** en mai à une taille de **192 mm** en octobre 2019. Le groupe d'âge 0, mesurant en moyenne **55 mm** en juillet double presque sa taille en 4 mois. Ces performances de croissance forte (**+74 mm** en moyenne en 5 mois pour le G1, et **+52 mm** en 3 mois pour le G0) sont nettement supérieures à celles décrites précédemment en estuaire de Loire (*Parlier et Feunteun, 2004 ; Bio-Littoral, 2012*).

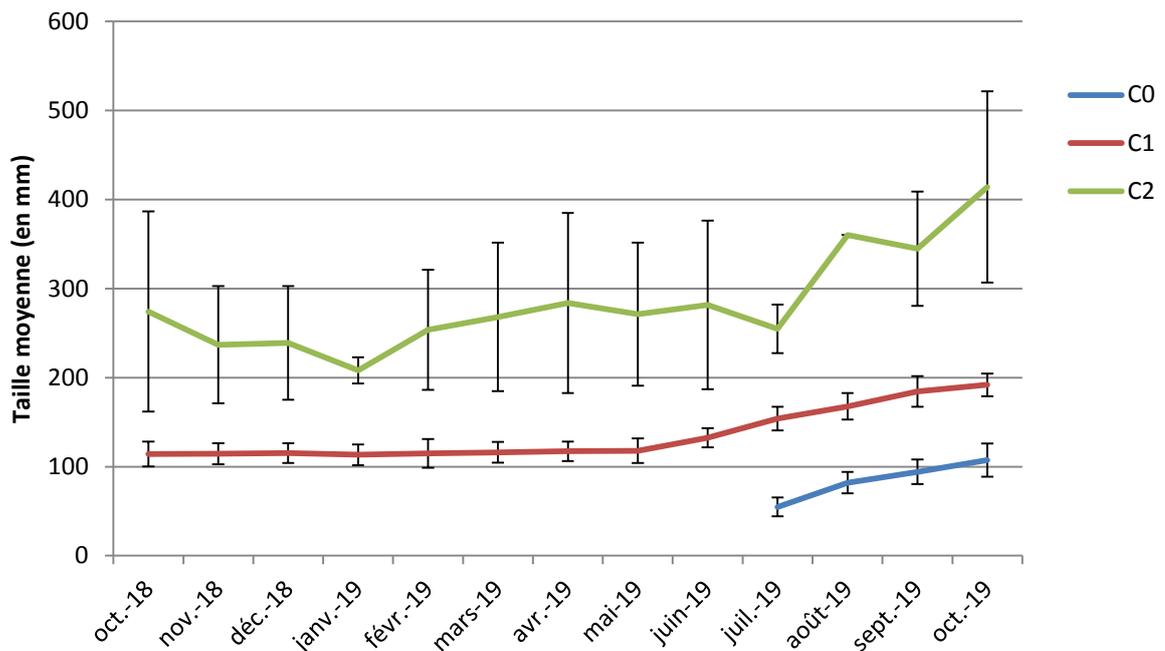


Figure 35: Taille moyenne des cohortes de bars d'octobre 2018 à octobre 2019 (Les barres d'erreur représentent l'écart type).

- Evolution de la répartition des différentes cohortes de bars dans l'estuaire de la Loire

Au cours des 1ers mois d'étude, l'espèce a été observée de manière régulière dans l'estuaire de la Loire. Les densités de bars représentées sur la Fig. 38, synthétisent les pêches réalisées sur chaque site, par saison. De fortes densités de juvéniles de bar sont enregistrées **en automne** dans l'étier du **Brivet** avec une densité moyenne supérieure à **708 ind/ha** (881 ind/ha au mois d'octobre 2018 et 536 ind/ha en octobre 2019). A partir de Janvier, les densités de bars diminuent sur l'ensemble de l'estuaire, jusqu'à atteindre un **minimum au mois de juin de 30 ind/ha** en moyenne.

Au cours de **l'été**, les densités augmentent progressivement avec en particulier l'apparition de la nouvelle cohorte G0. Les vasières mésohalines (Donges, Moutons, Pierre Rouge) ainsi que les stations de Saint-Nicolas et de Corsept sont alors les plus fréquentées, avec des densités maximales atteintes dans le Brivet (**298 ind./ha**) en août.

La répartition des densités entre l'automne 2018 (octobre - novembre) et 2019 (septembre-octobre) est différente. Les bars sont nettement plus abondants en automne 2018 dans le secteur de Méan (393 ind/ha en moyenne) alors qu'en 2019 les densités les plus importantes sont observées dans l'étier de Lavau (393 ind/ha).

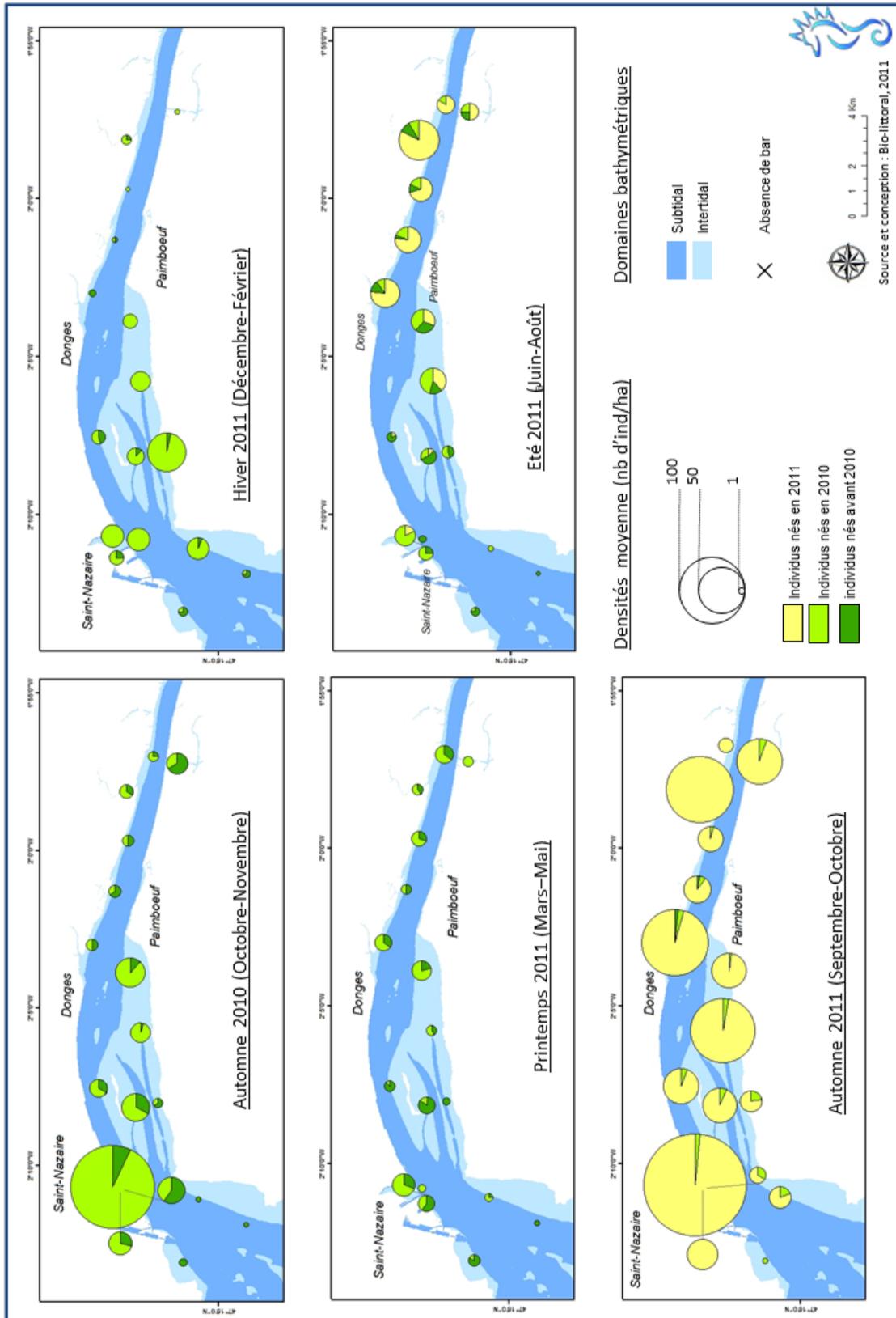


Figure 36: Variations spatio-temporelles de la population de bars dans l'estuaire de la Loire entre octobre 2010 et octobre 2011.

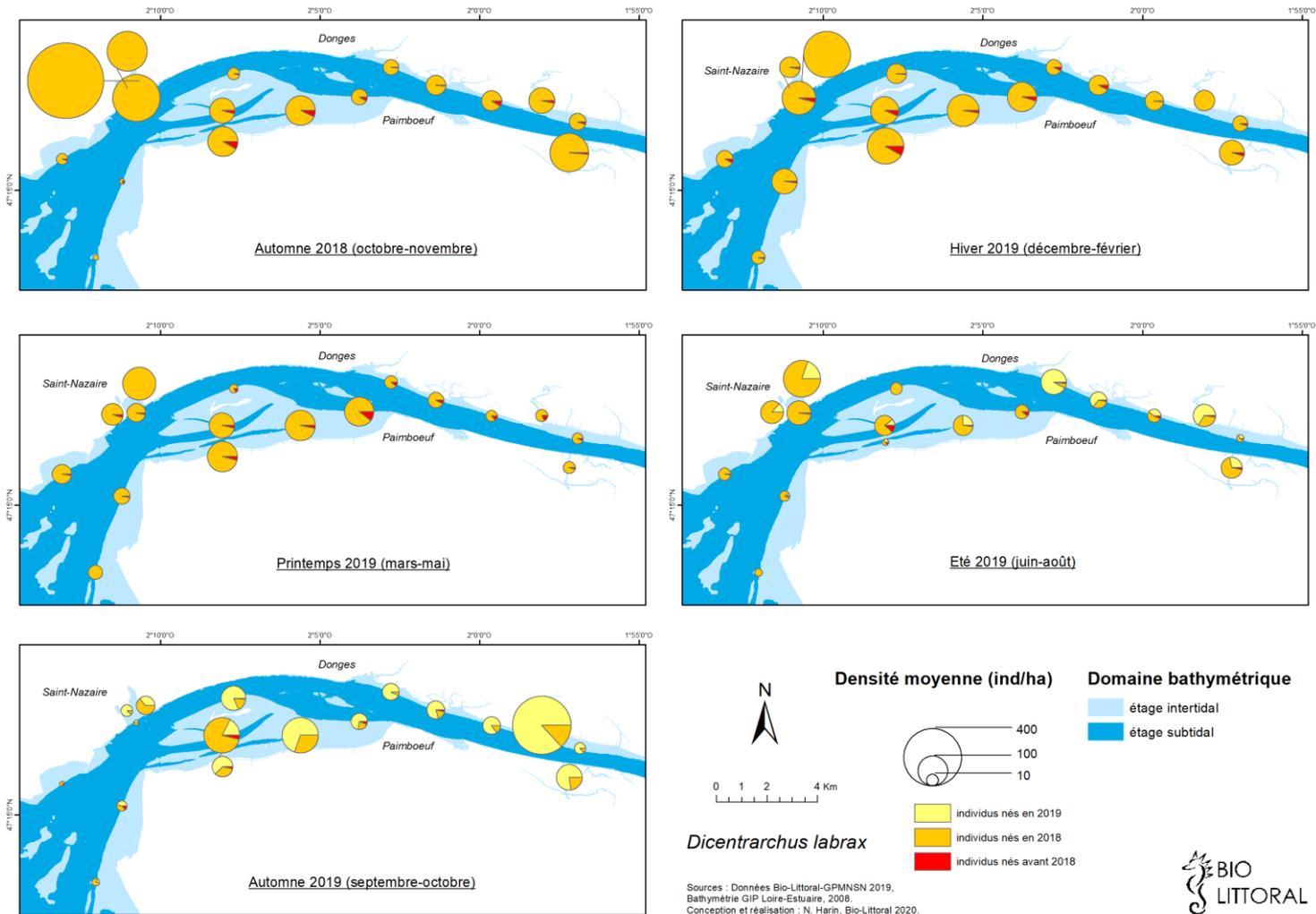


Figure 37: Variations spatio-temporelles de la population de bars dans l'estuaire de la Loire entre octobre 2018 et octobre 2019.

○ *Bars tachetés (Dicentrarchus punctatus)*

Dicentrarchus punctatus

Il est semblable au bard commun mais n'atteint pas une aussi grande taille. Son dos et ses flancs sont gris avec une cinquantaine de petits points noirs et son corps est argenté. Ses opercules sont marqués d'une tache noire au dessus de la pointe. Sa dorsale et sa caudale sont frangées de noir, les autres nageoires sont transparentes.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Perciformes

Famille : Moronidés

• **Biologie et écologie**

Le bar tacheté est commun en Méditerranée et dans le sud du golfe de Gascogne mais rare sur nos côtes. Cette espèce côtière fréquente de préférence les fonds de sable, de vase sableuse et de roches. Il supporte la dessalure.

Au cœur des 13 campagnes 11 individus ont été capturés en été sur les sites de Bilho Nord, Bilho Sud et Saint Brévin.



Figure 38: *Dicentrarchus punctatus*

○ *Le mullet porc (Chelon ramada)*



Chelon ramada:

Les mullets sont caractérisés par une tête aplatie sur le dessus et une petite bouche transversale avec une dentition réduite ou absente. Ils possèdent 2 dorsales courtes et nettement séparées, la première comportant 4 forts rayons épineux.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Mugiliformes

Famille : Mugilidés

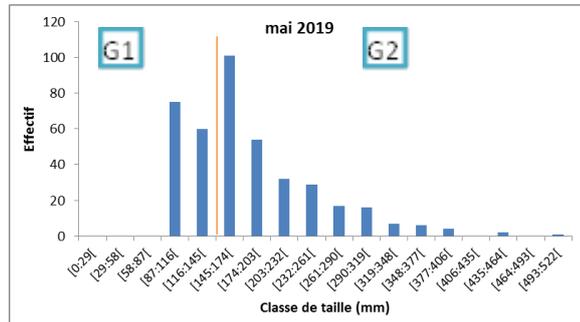
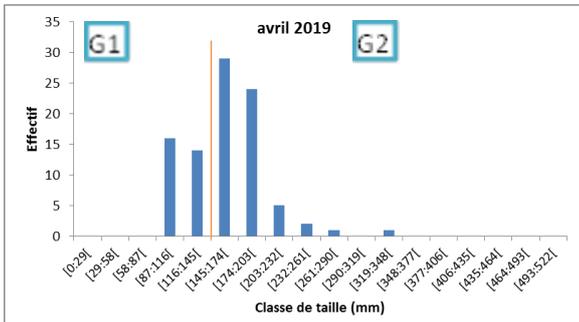
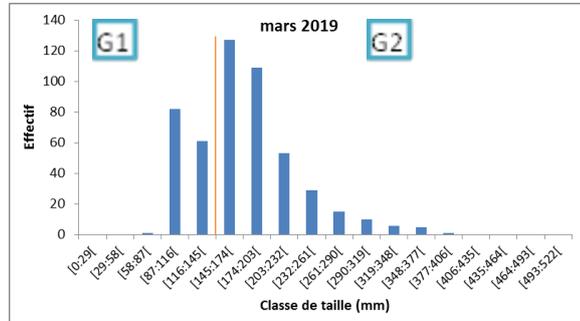
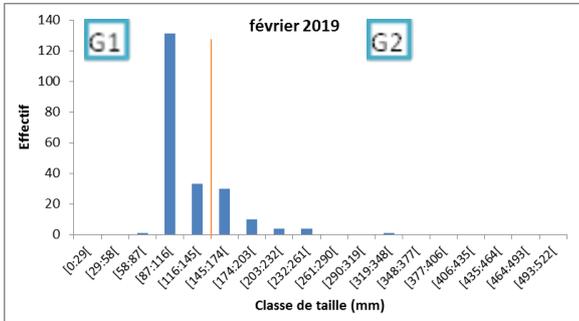
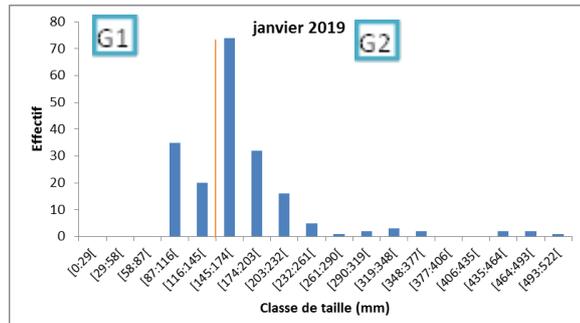
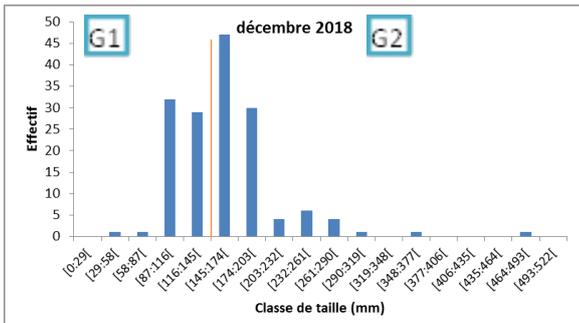
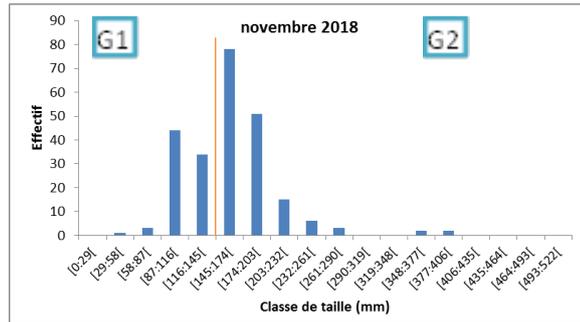
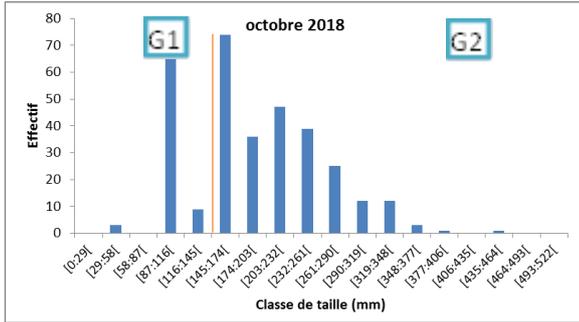
• **Biologie et écologie**

Durant cette étude, **une seule** espèce a été observée: **le mullet porc** (*C ramada*). En 2010-2011 deux espèces de mullets supplémentaires avaient été capturés: le mullet doré (*Liza aurata*) et le mullet lippu (*Chelon labrosus*). En 1977, **Marchand et al.** n'avaient pêché que des mullets lippus (*C. labrosus*) en estuaire de la Loire.

Les mullets sont d'origine marine, et fréquentent les eaux saumâtres des estuaires, avec une sensibilité différente concernant la salinité: *L. ramada* tolère des salinités de 5 à 40 psu et *L. aurata* des salinités de 24 à 35 psu (**Quérou et Vayne, 2005**). Ces espèces se reproduisent en mer en hiver. Parmi les cinq espèces de mugilidés vivant le long des côtes atlantiques, **le mullet porc** (*L. ramada*) est la seule espèce qui effectue des migrations annuelles, d'abord pendant sa phase juvénile entre le domaine maritime côtier et le milieu estuarien saumâtre, puis à l'âge adulte entre les frayères côtières en hiver et le milieu fluvial en Loire le reste de l'année (**Guérault et al, 1994**). En Loire, *Liza ramada* atteint sa maturité sexuelle vers 3-4 ans pour une taille de 250-270 mm (**Sauriau, 1991**). Le mullet porc possède un régime alimentaire particulier: il consomme surtout du microphytobenthos (diatomées, cyanophycées qui se développent à la surface des vasières...) et un peu de matière organique en décomposition qu'il ingère avec du sable et de la vase en raclant la surface des fonds meubles avec sa mâchoire inférieure.

• **Evolution démographique du mullet**

La population de mullets porcs est composée de **3** groupes (Fig. 40). Le premier (G2) correspondant aux individus âgés de plus de deux ans, comprend les individus mesurant en moyenne **220 mm** en octobre 2018 et **297 mm** en octobre 2019. Les individus de ce groupe représentent au minimum **2% en septembre 2019** et au maximum **76%** en octobre 2018 des mesures. Le **2ème groupe** comporte les individus mesurant en moyenne **103 mm** en octobre 2018 et **183 mm** en octobre 2019, correspondant aux mullets porcs âgés d'un an. Les individus **G1** représentent au minimum **24 %** en octobre 2018 et au maximum **77%** en février des individus capturés. Le **3ème groupe** (G0) correspondant aux juvéniles de l'année (ponte de l'hiver), apparait dans l'estuaire au mois de juillet 2019, avec des individus mesurant en moyenne **69 mm et 111mm en octobre 2019**. Cette cohorte G0 ne représente que **14 %** des individus capturés au minimum en juillet et **26%** au maximum en septembre 2019.



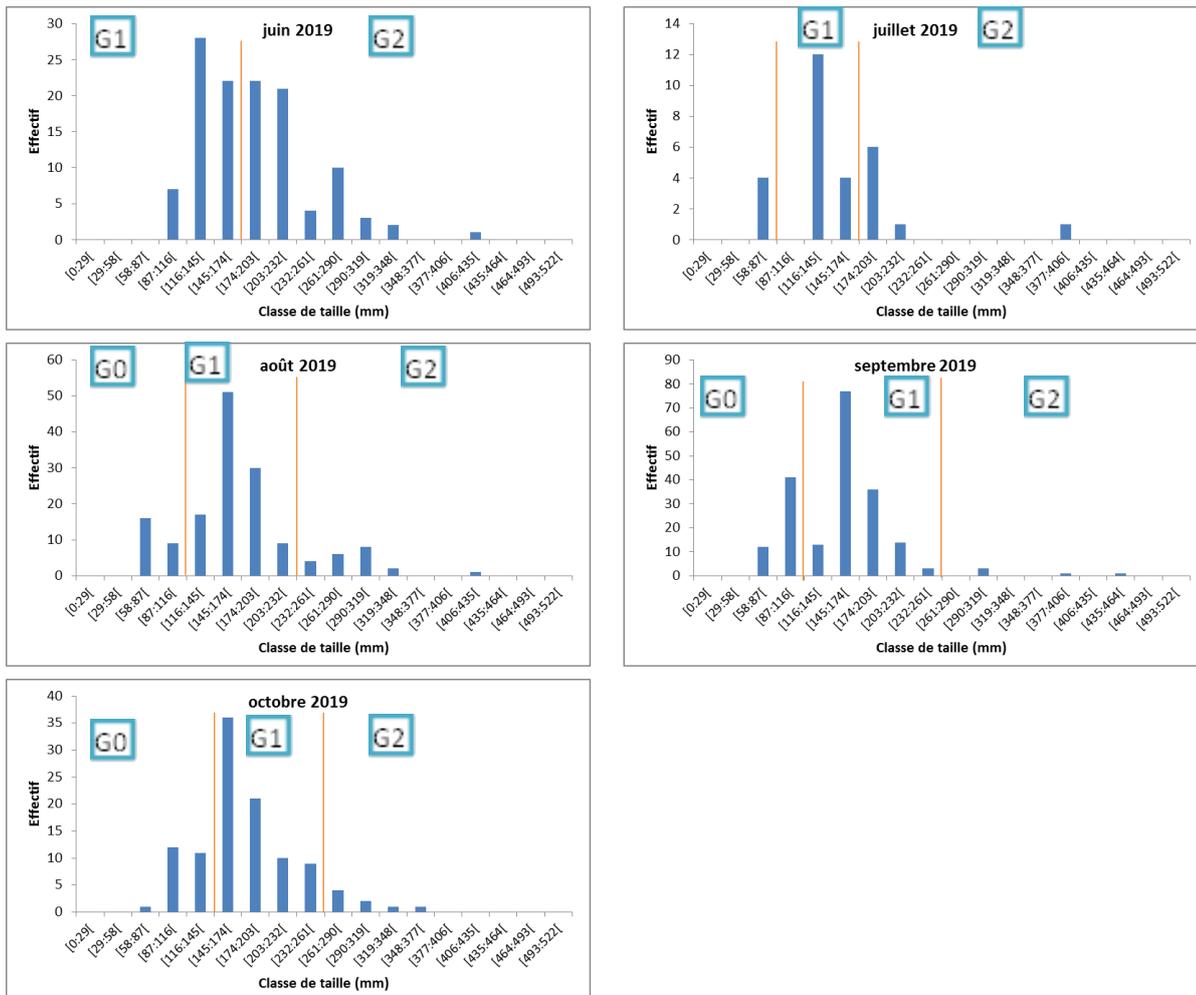


Figure 39: Variations mensuelles des effectifs de mullet porc par classe de taille dans l'estuaire de la Loire, d'octobre 2018 à octobre 2019

- Evolution de la répartition des différentes cohortes de mulets dans l'estuaire de la Loire

Au cours des 13 campagnes, **4733** mulets porcs ont été échantillonnés. Le mullet est abondant tout au long de l'année dans l'estuaire de la Loire. Bien que fréquent sur l'ensemble de la zone étudiée, des variations de fréquentation dans le temps et dans l'espace (Fig. 42) sont observées. Les densités de mulets porcs représentées sur la figure 42, moyennent les pêches réalisées sur chaque site, par saison.

Les zones les plus fréquentées par *C. ramada* sont **les étiers du Carnet (328 ind/ha en moyenne sur l'année)** et **de Lavau (216 ind/ha en moyenne sur l'année)**, avec un maxima observé de **1971 ind/ha** en mai, dans l'étier du Carnet.

Les individus nés avant 2018, sont moins abondants au cours de la période hivernale, ils ont probablement quitté l'estuaire pour des zones plus profondes afin de s'y reproduire. Ils reviennent au printemps et remontent progressivement sur les sites les plus en amont et dans les étiers. En effet, cette espèce est peu observée dans l'estuaire externe excepté en février 2019 à Saint-Brévin (**9ind/ha**) et en mars (**5ind/ha**).

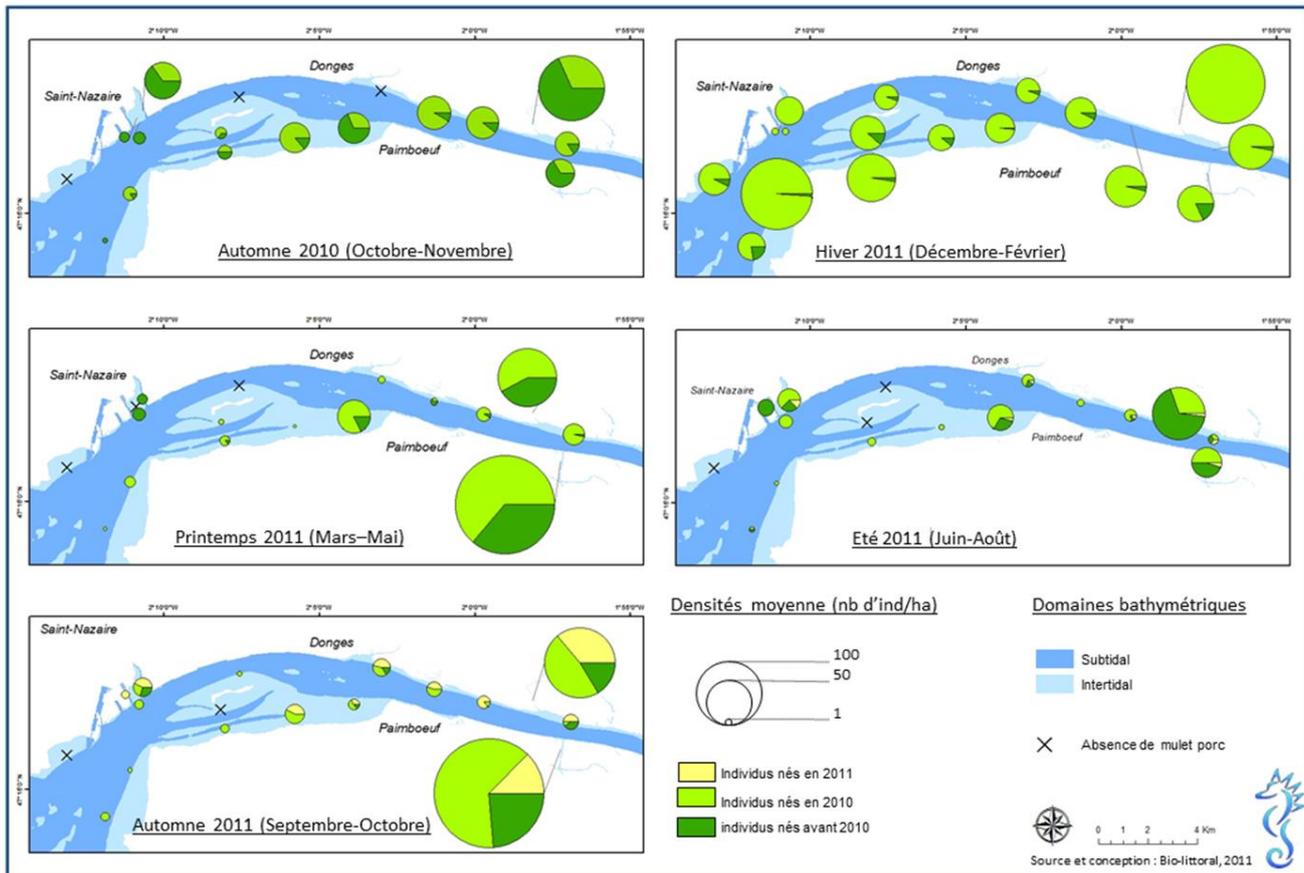


Figure 40: Variations spatio-temporelles de la population de mulets porcs dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2010 à octobre 2011

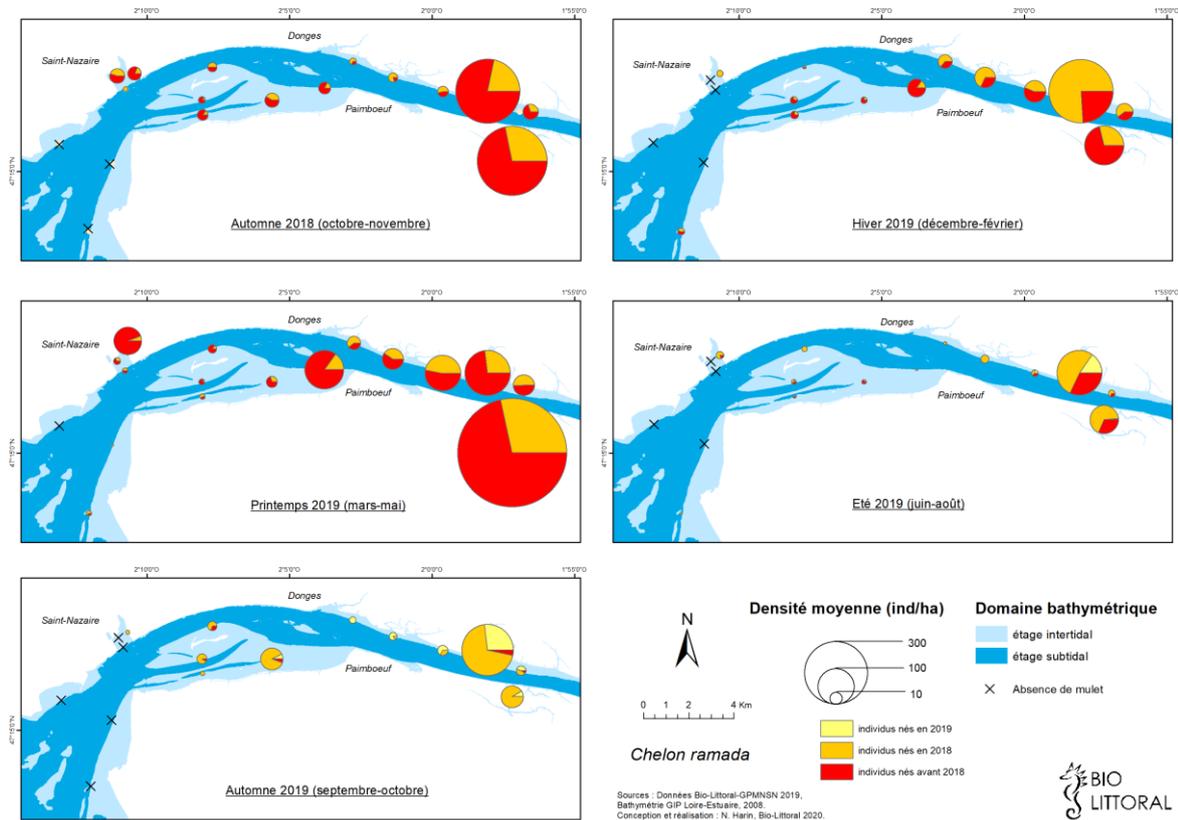
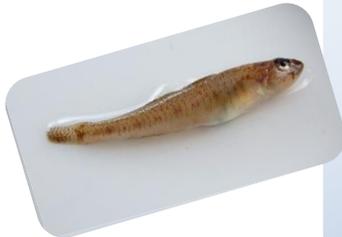


Figure 41: Variations spatio-temporelles de la population de muets porcs dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019

○ Les gobies (*Pomatoschistus spp.*)



Pomatoschistus spp.

Poissons de petite taille caractérisés par un corps plus ou moins allongé et cylindrique, avec une tête large et déprimée, à joues rebondies et à grosses lèvres. Les individus possèdent deux nageoires dorsales indépendantes et une nageoire caudale arrondie. Les nageoires pelviennes se réunissent en position thoracique pour former une sorte de ventouse.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Perciformes

Famille : Gobiidés

• **Biologie et écologie**

Le terme de gobie regroupe un grand nombre d'espèces difficilement identifiables. Les espèces concernées en estuaire de la Loire sont principalement *Pomatoschistus minutus* et *P. microps*, dont l'aire de répartition s'étend de la Norvège à l'Espagne ainsi qu'en Méditerranée. Ces espèces sont communes sur les fonds meubles dans les milieux à salinité variable, telles que les vasières ligériennes. Ils constituent une importante ressource trophique pour les poissons carnassiers tels que l'anguille, le sandre et l'éperlan vivant sur ce secteur.

L'étude de 2006 montre que le régime alimentaire des gobies en estuaire de Loire est constitué de mysidacés, de copépodes, de petits crustacés et d'annélides tels que les *Boccardiella ligERICA*. Les plus gros individus peuvent s'attaquer à des petites crevettes (*Crangon crangon*) (*Bio-Littoral Gip-Le, 2007*).

Les gobies vivent 1 à 2 ans. La reproduction a lieu plusieurs fois par an d'avril à septembre (*Leitão et al., 2006*), dans le domaine polyhalin de l'estuaire (*Marchand et al., 1977*).

Les gobies sont fréquents et abondants sur l'estuaire, au cours des **13** campagnes, **33316** individus ont été pêchés. Plus de 90% des individus capturés sont des *P. microps*.

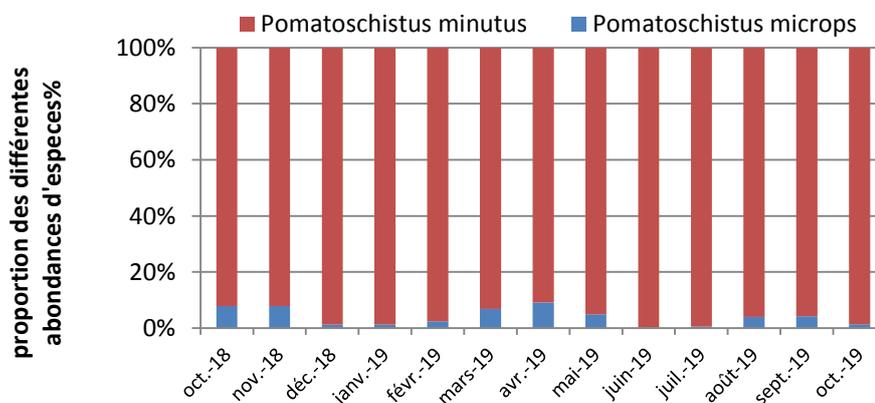


Figure 42: Proportion des différentes espèces de gobies dans l'estuaire de la Loire entre 2018-2019

• **Evolution démographique des gobies**

En 1977, *Marchand et al.*, signalent la présence de 3 cohortes par an en raison des différentes pontes qui ont lieu d'avril à septembre et un arrêt de croissance pendant la période hivernale. Cependant il n'a pas été possible d'identifier distinctement ces trois cohortes sur nos données de 2018/2019

- *Evolution de la répartition des gobies dans l'estuaire de la Loire*

Les densités de gobies représentées sur la figure 31, moyennent les pêches réalisées sur chaque site, par saison. Ils sont présents sur l'ensemble de l'estuaire. Les densités les plus abondantes sont mesurées en été avec une moyenne de **466 ind/ha** sur l'estuaire. Un maximum de **8786 ind/ha** à Mindin en juin. Les plus faibles densités sont observées au printemps avec **28 ind/ha** en moyenne.

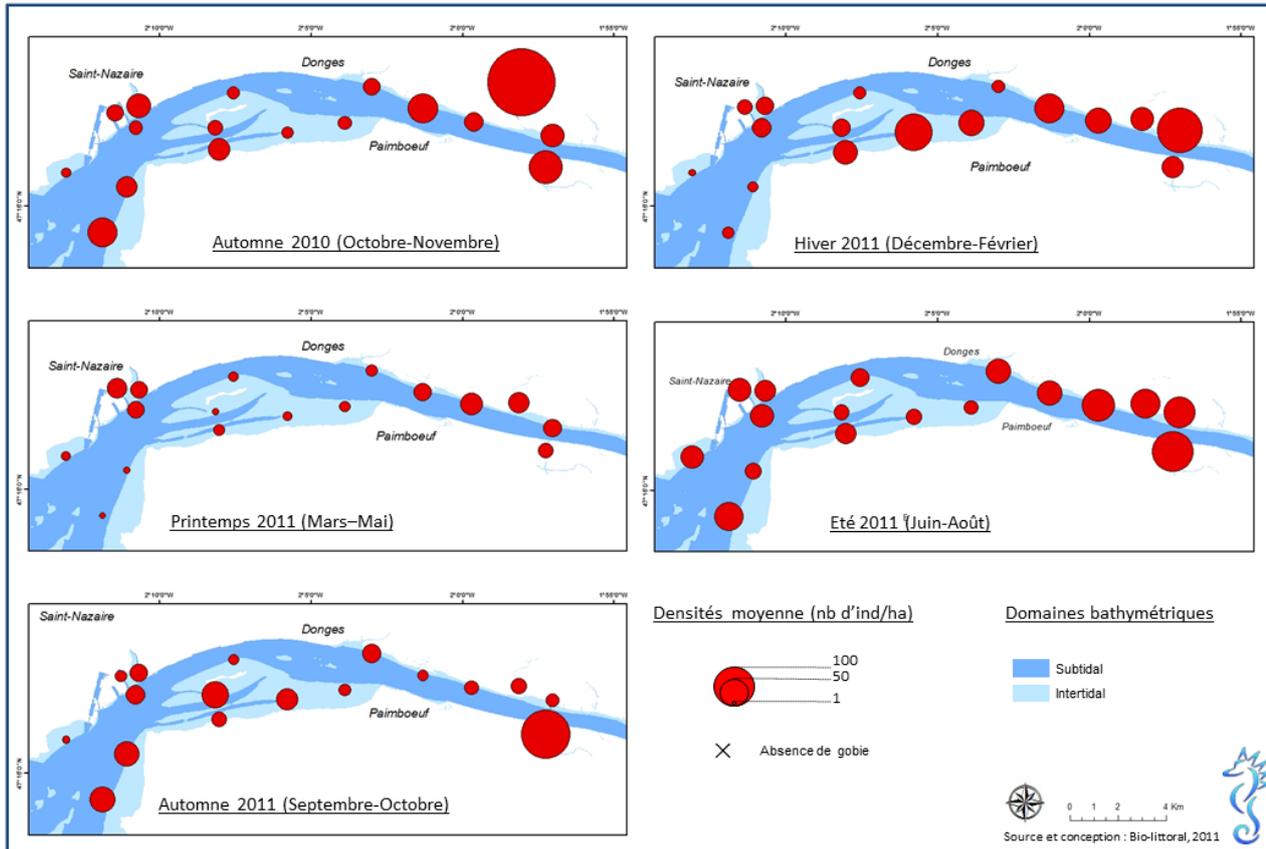


Figure 43: Variations spatio-temporelles de la population de gobies dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019

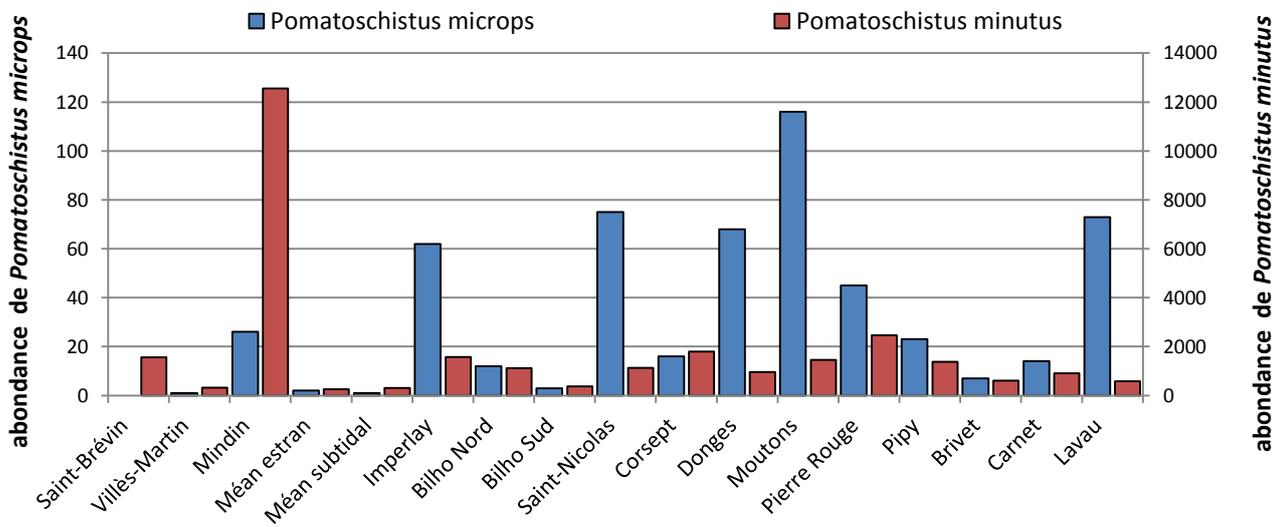
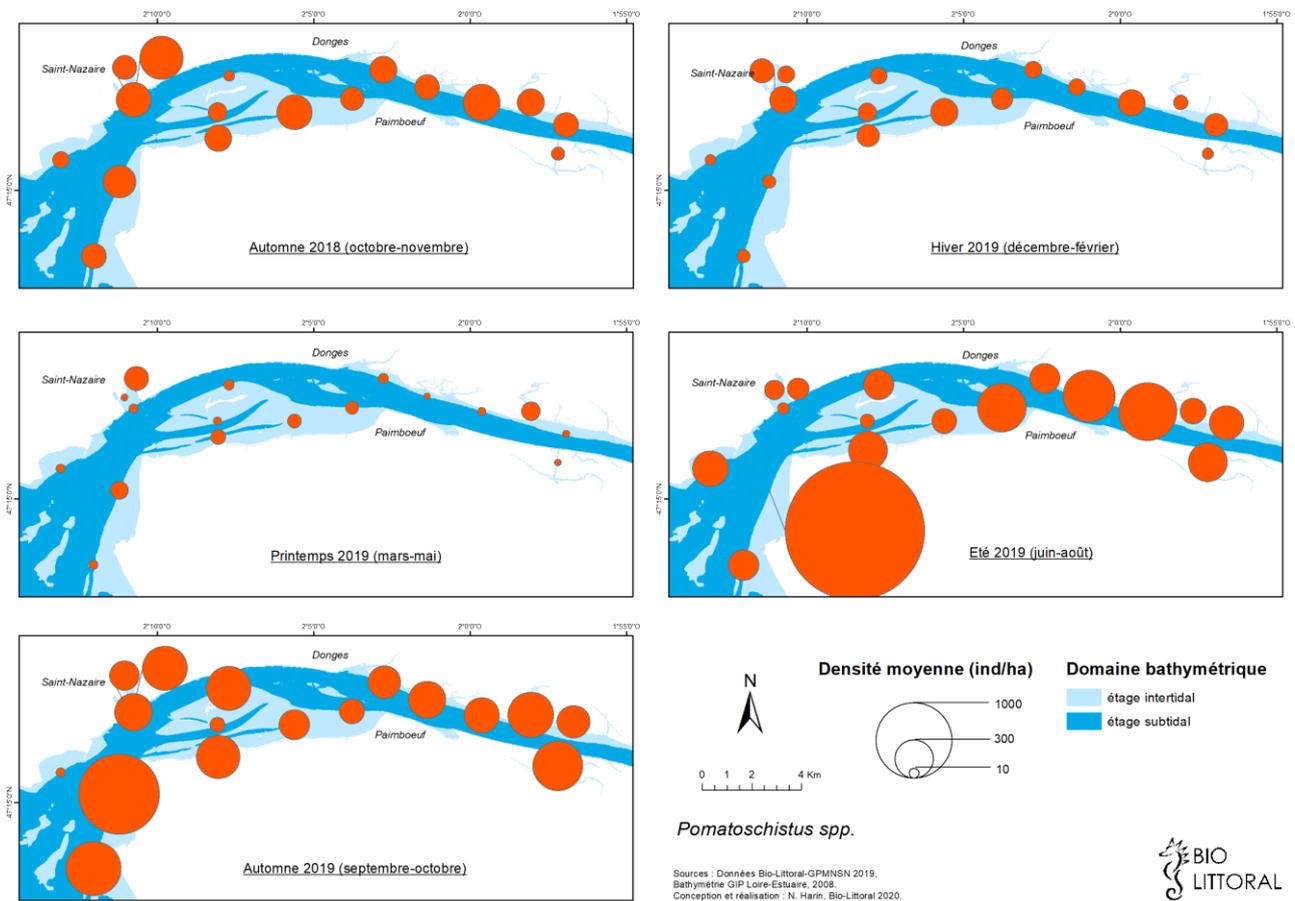


Figure 44: Variations spatio-temporelles de la population de gobies dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019 et abondance total des différentes espèces sur chaque site.

- *Le nonnat (Aphia minuta) :*



Aphia minuta:

Petit poisson de 5 à 6 cm au maximum, *Aphia minuta* est presque transparent à l'état vivant et est reconnaissable par la présence d'une première nageoire dorsale à 5 rayons, séparée de la deuxième nageoire dorsale à rayons mous.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Perciformes

Famille : Gobiidés

- **Biologie et écologie**

L'aire de répartition de cette espèce s'étend de la Norvège jusqu'en Espagne, ainsi que sur toute la côte nord de la mer Méditerranée. Le nonnat migre vers le domaine côtier pour frayer (*La Mesa, 1999*). La période de reproduction de cette espèce est différente selon les secteurs géographiques, en Atlantique celle-ci a été observée entre juin et août (*La Mesa, 1999*). Cependant, 2 périodes de frai ont parfois été reportées (*Iglesias et Morales-Nin, 2001*). La plupart des individus meurent après la ponte, au bout d'un an (*La Mesa et al, 2005*).

Les nonnats se nourrissent de zooplancton, principalement des copépodes, larves de cirripèdes et mysis (*Hesthagen, 1971 ; Miller, 1986*). Ils constituent une ressource trophique pour les poissons carnassiers tels que le merlan, le tacaud, le flet, la sole (*La Mesa et al., 2005*) et pour la seiche et le calmar (*Guerra et Rocha, 1994*).

- **Evolution de la répartition des nonnats dans l'estuaire de la Loire**

Les densités représentées sur la figure 32, synthétisent les pêches réalisées sur chaque site, par saison. Au cours des 13 campagnes, un total de **246 individus** seulement a été échantillonné (**2617 ind en 2010-2011**). Les nonnats n'ont été observés qu'entre février et août.

La fréquentation de cette espèce dans l'estuaire de la Loire est variable dans le temps et dans l'espace (Fig. 32). Absent d'octobre 2018 à février 2019, *A. minuta* apparaît en estuaire de la Loire à partir du mois de février. Il migre en formant des bancs assez denses vers les eaux peu profondes afin de s'y reproduire (*La Mesa et al, 2005*). Les plus fortes densités sont observées en été (**59 ind/ha à Corsept en juillet**). A la fin de l'été (août) l'espèce quitte l'estuaire et disparaît totalement au mois de septembre. Les nonnats passent probablement l'hiver au large dans des eaux comprises entre 13°C et 16 °C (*Iglesias et Morales-Nin, 2001*).

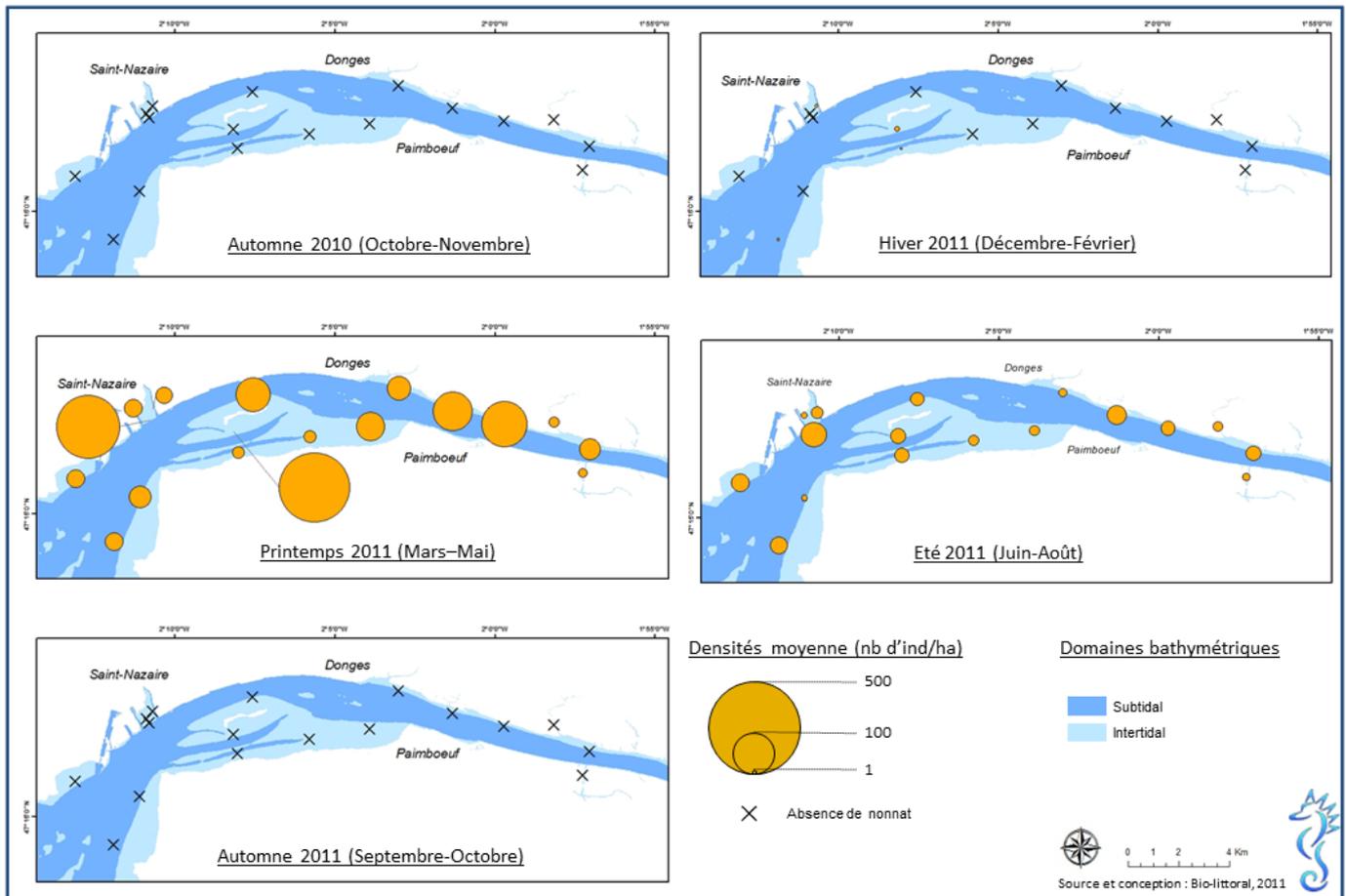


Figure 45: Variations spatio-temporelles de la population de nonnats dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2010 à octobre 2011

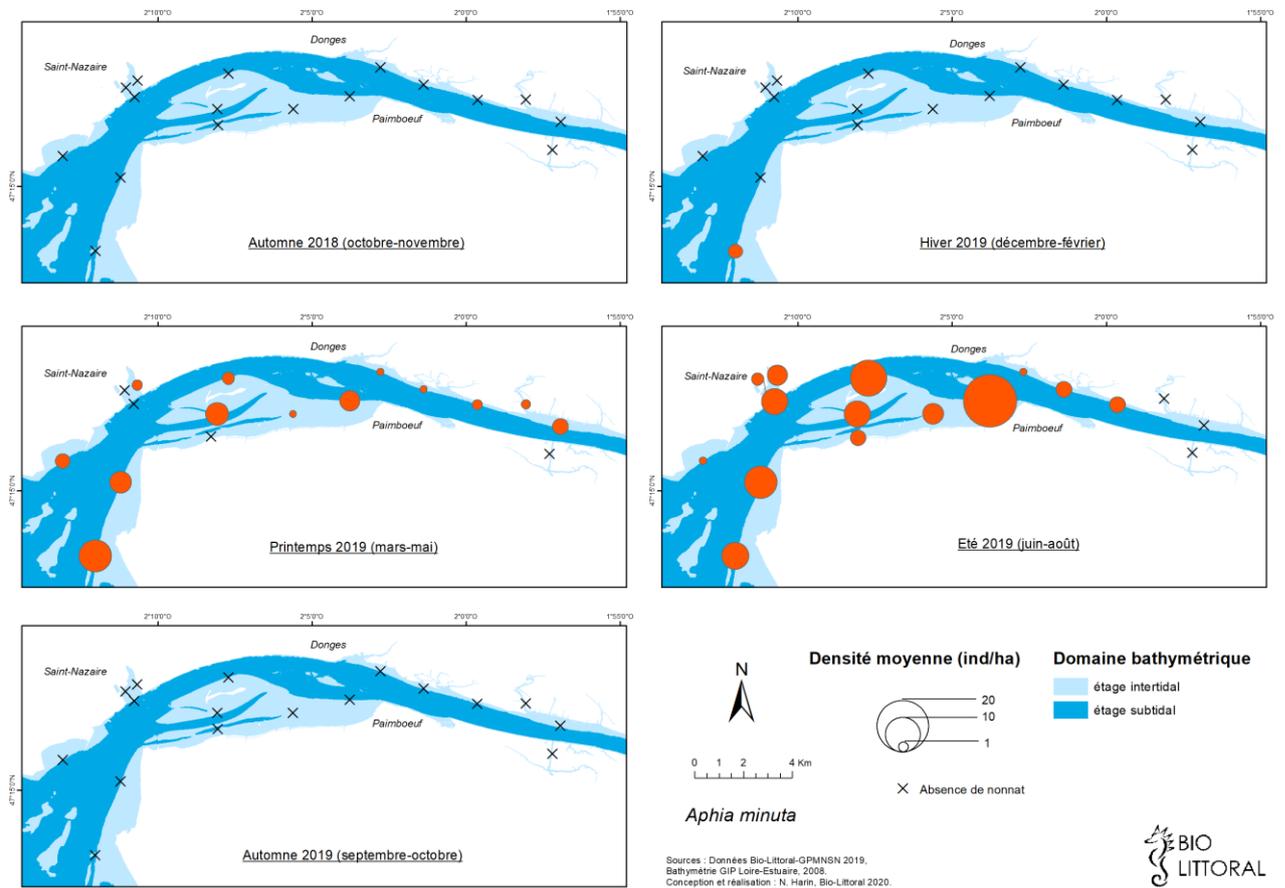
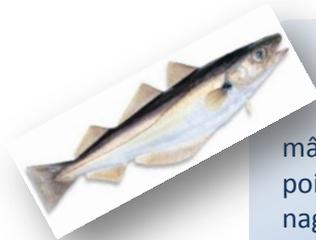


Figure 46: Variations spatio-temporelles de la population de nonnats dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019

○ *Merlan (Merlangius merlangus)*



Merlangius-merlangus

Caractérisé par la présence d'une mâchoire prognathe, de dents longues et pointues et d'une tâche noire à la base de la nageoire pectorale, ainsi que de trois nageoires dorsales à rayons mous.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Gadiformes

Famille : Gadidés

• **Biologie et écologie**

La répartition du merlan s'étend du nord de la Norvège jusqu'au Portugal. Cette espèce dont le stock est exploité dans le golfe de Gascogne, est présente dans l'estuaire de la Loire au stade « juvénile » (*Marchand et al., 1983*). Le merlan passe d'une vie larvaire pélagique à benthique dès le début de l'été, en se rapprochant des faibles fonds, envahissant ainsi les aires de nourriceries côtières et estuariennes (*Desbrosses, 1948*). Les jeunes merlans se nourrissent de crustacés suprabenthiques tels que les crevettes grises, les mysidacés et les gammares. Ils deviennent par la suite ichtyophages à l'âge adulte, se nourrissant de jeunes sprats et de gobies (*Marchand et al., 1977*).

• **Evolution démographique du merlan**

Les faibles effectifs d'individus rencontrés lors de certaines campagnes rendent les analyses de cohortes difficiles. Sur les côtes françaises, les individus dont la taille est supérieure à **195 mm** sont matures (1 à 3 ans) (*Desbrosses, 1948*). La plupart des individus observés (**99.1 %**) au cours de cette étude sont donc immatures. Seulement deux merlans de 199mm (Pierres rouges en Janvier) et 206 mm (Saint Brévin en novembre) ont été observés.

• **Evolution de la répartition des merlans dans l'estuaire de la Loire**

Au cours des **13** campagnes, un total de **233** individus est pêché. Les densités représentées sur la figure 49 synthétisent les captures réalisées sur chaque site, par saison. La fréquentation de cette espèce dans l'estuaire de la Loire est variable dans le temps et dans l'espace

Les plus fortes densités sont observées en été avec une densité moyenne sur l'estuaire de **3 ind/ha**. Les plus importantes abondances sont pêchées à Mindin (**43ind/ha**) et Bilho Nord (36,5 ind/ha) **en juin**. Cette espèce est essentiellement présente dans l'estuaire externe et polyhalin.

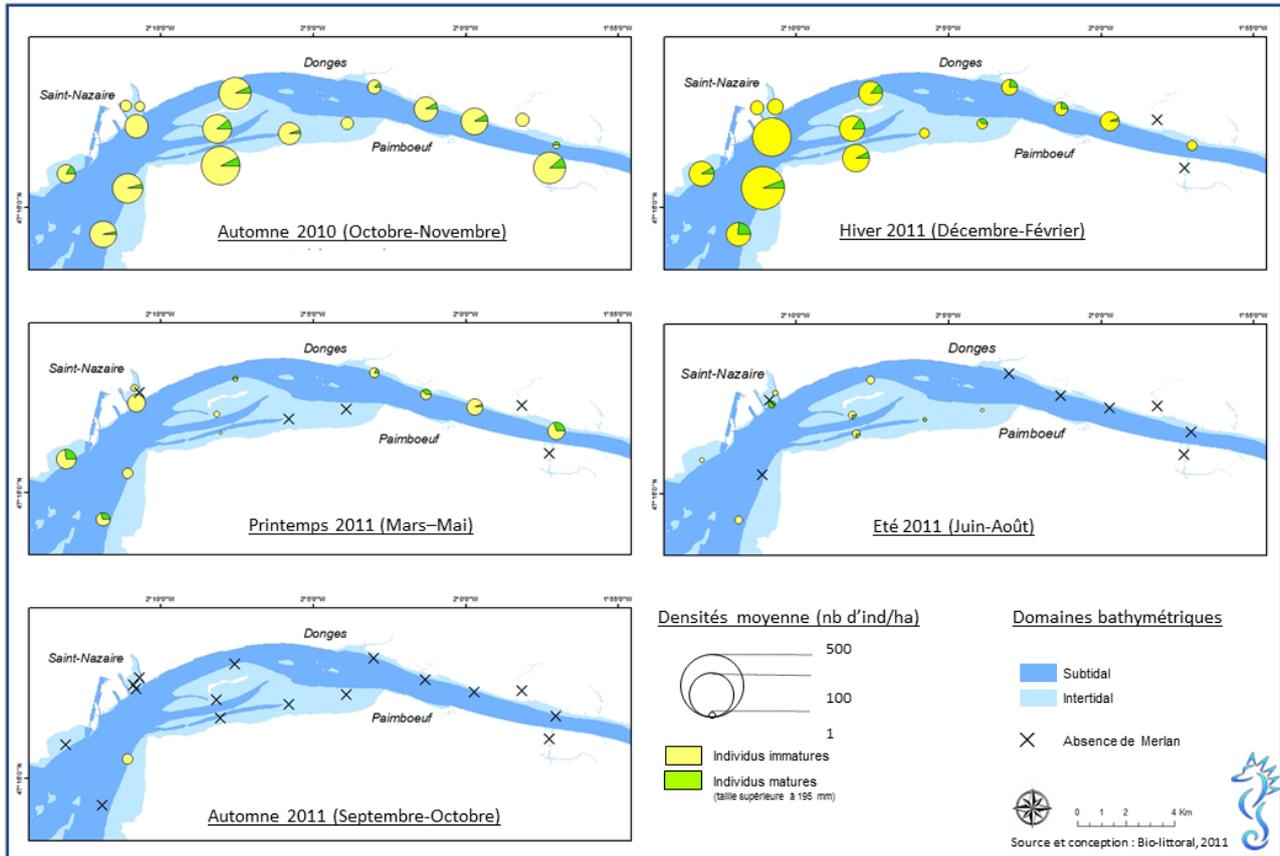


Figure 47: Variations spatio-temporelles de la population de merlans dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2010 à octobre 2011

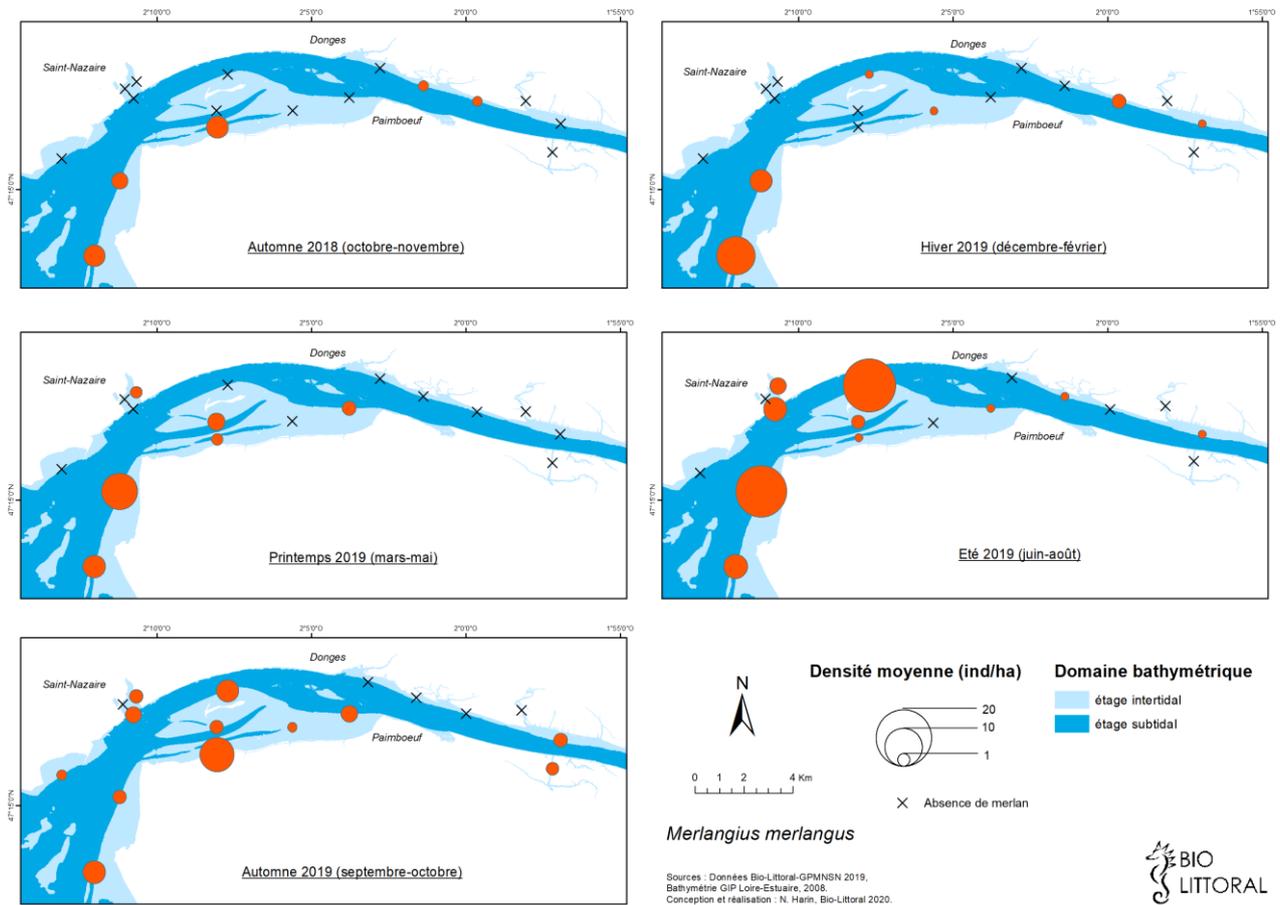


Figure 48: Variations spatio-temporelles de la population de merlans dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019

○ *L'éperlan (Osmerus eperlanus)*



***Osmerus eperlanus* :**

L'éperlan se distingue facilement lors de sa capture par une forte odeur de concombre. De couleur beige/blanchâtre avec des reflets argentés, il présente une nageoire adipeuse et une forte dentition sur les mâchoires et sur la langue.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Osmeriformes

Famille : Osmeridés

• **Biologie et écologie**

L'éperlan est décrit comme vivant en Atlantique nord-est, depuis la Norvège et la mer Baltique jusqu'en Gironde ([Quéro et Vayne, 2005](#)). Cependant, suite au réchauffement des masses d'eau estuariennes, l'éperlan a disparu de l'estuaire de la Gironde à la fin des années 1990 ([Pronier et Rochard, 1998](#)). La limite méridionale de répartition de l'éperlan se situerait désormais au niveau de l'estuaire de la Loire.

L'éperlan est une espèce anadrome qui vit principalement dans les estuaires et remonte à la fin de l'hiver pour frayer à la limite de la marée saline et/ou dynamique ([Lardeux, 1986](#)). Cependant, en Loire, de nombreux boires, où l'éperlan avait l'habitude de pondre, ne sont plus accessibles pendant la période de frai. Mal entretenues et/ou le niveau d'eau de la Loire étant trop faible, ces zones à faible circulation d'eau, situées du côté de Mauves-sur-Loire, ne sont plus en eau. Cependant, en 2003, année caniculaire marquée par un très fort étiage, des femelles grainées ont été capturées dans l'étier du Carnet ([Créoccean, 2004](#)), ce qui pouvait donc indiquer une nouvelle zone de frai. Les résultats obtenus en 2010-2011 ont confirmé l'importance de ces étiers pour l'éperlan ([Biolittoral, ...](#))

La reproduction a lieu de février à mars ([Pronier et Rochard, 1998](#)). L'alevin d'éperlan est d'abord zooplanctonophage (copépodes, cladocères) ([Sepulveda, 1994](#)). A partir de 4 cm, il s'attaque aux mysidacés, gammarès et crevettes grises puis devient ichtyophage (sprats, alosons,...) et montre un cannibalisme courant ([Quigley et al., 2004](#)).

• **Evolution démographique de l'éperlan**

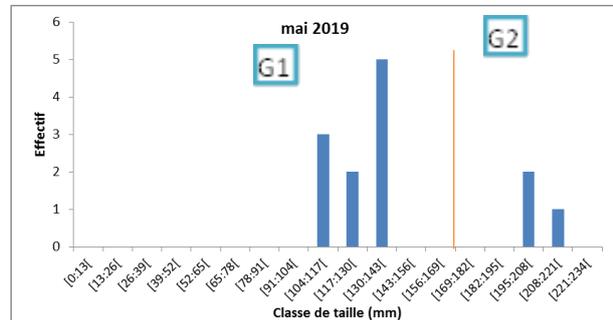
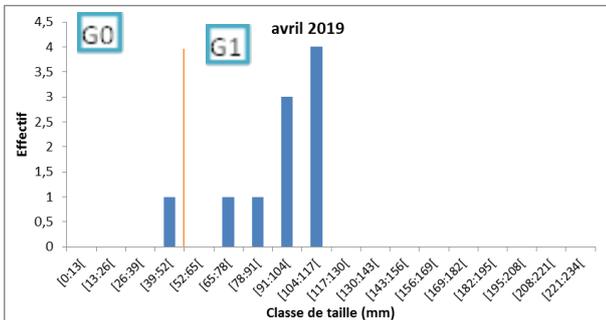
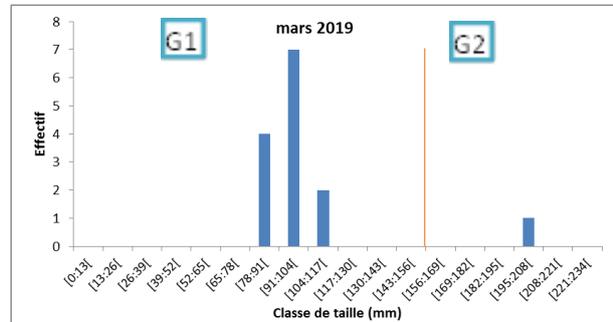
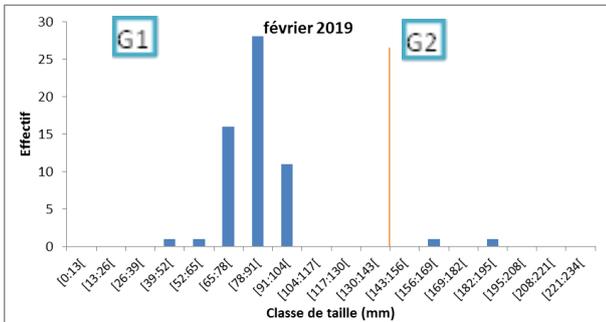
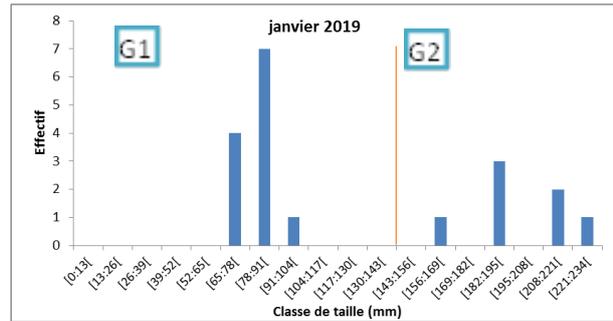
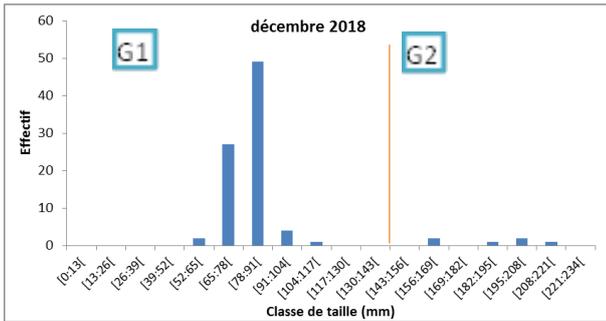
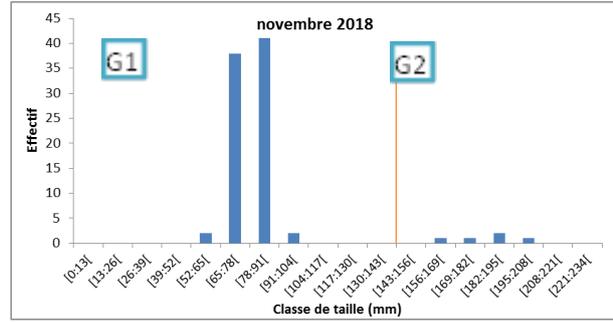
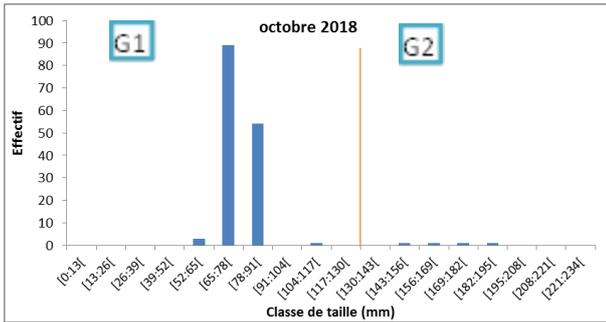
L'éperlan est présent dans l'estuaire à différents stades de croissance. Cette étude permet de mettre en évidence la présence de plusieurs groupes d'âge ou cohortes dans l'estuaire de la Loire entre octobre 2018 et octobre 2019 (Fig. 50).

-Groupe 0 : individus nés en hiver-printemps 2019

-Groupe 1 : individus nés en hiver-printemps 2018

-Groupe 2 : individus nés avant 2018

La population ligérienne est principalement composée de jeunes individus. Le groupe G1 représente **90 %** des éperlans capturés entre octobre et avril. Les premiers individus nés en 2019, sont pêchés en avril. Dès le mois de mai, ils représentent **69.8 %** des prises. L'éperlan atteint sa maturité sexuelle entre 1 et 2 ans (**90 mm-150 mm**) ([Power et Attrill, 2007](#) ; [Lardeux, 1986](#)) ; la plupart des individus capturés au cours de ces **13** campagnes sont donc immatures.



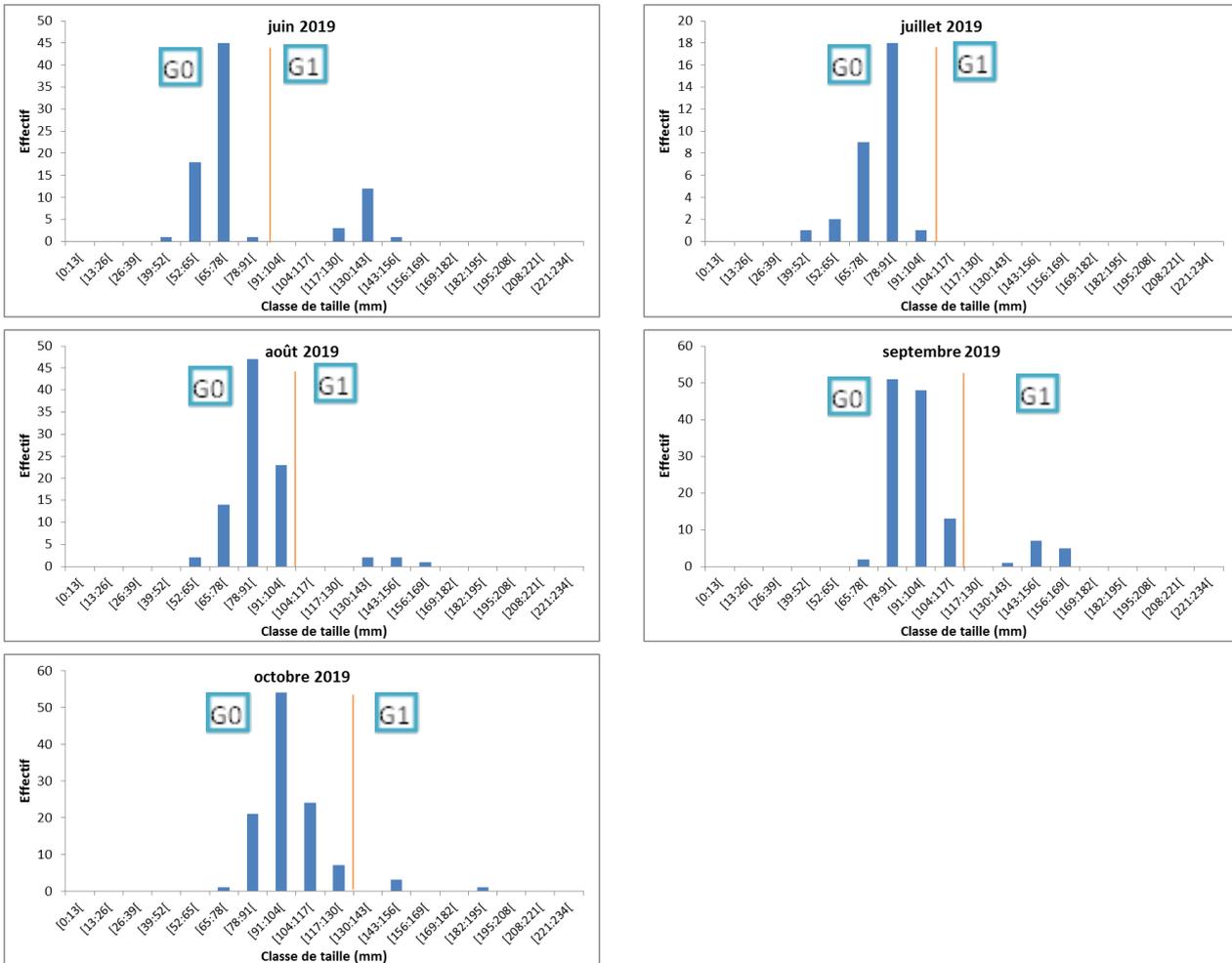


Figure 49 : Variations mensuelles des effectifs d'éperlans par classe de taille dans l'estuaire de la Loire, d'octobre 2018 à octobre 2019.

- Croissance de l'éperlan

La croissance de l'éperlan semble être faible, voire nulle en hiver (octobre 2018 - Février 2019) (Fig. 51). A partir de mars, les performances de croissance augmentent, le groupe d'âge 1 passe d'une taille moyenne de **95 mm** en mars à une taille de **163 mm** en octobre 2019. Le groupe d'âge 0, mesure en moyenne **67 mm** en juin et atteint **93 mm** en octobre.

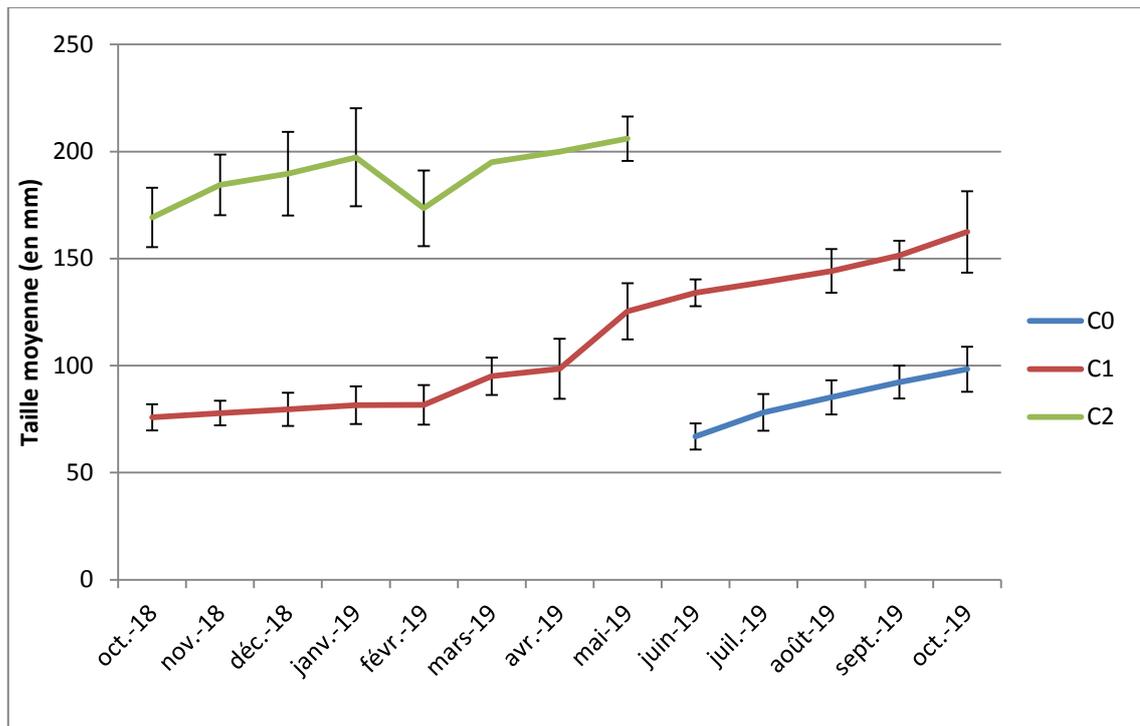


Figure 50: Taille moyenne des cohortes d'éperlans d'octobre 2018 à octobre 2019 (Les barres d'erreur représentent l'écart type)

- Evolution de la répartition de l'éperlan dans l'estuaire de la Loire

La fréquentation de l'éperlan dans l'estuaire de la Loire est variable dans le temps et dans l'espace. Les densités représentées sur la figure 53, synthétisent les pêches réalisées sur chaque site, par saison. Au cours des 13 campagnes, un total de **920** éperlans a été échantillonné.

Les plus fortes densités sont observées au cours de l'automne (**9 ind/ha en 2018 et en 2019**) et plus particulièrement sur les vasières mésohalines, alors que les plus faibles densités sont notées au printemps (**1 ind/ha**).

En effet, les éperlans sont présents sur l'ensemble de l'estuaire pendant les périodes automnales, puis ils remontent vers l'amont en janvier et mars 2019. Ces mouvements vers les stations en amont correspondent à la migration de reproduction. Les individus matures rejoignent les aires de frai en limite de la marée dynamique en amont de Nantes où ils se regroupent en bancs assez denses (*Wheeler, 1969*). De plus fortes densités de juvéniles nés au cours de l'hiver 2019 sont pêchées dans les étiers et sur les vasières mésohalines de l'estuaire en été et en automne 2019 (Carnet (**29 ind/ha**), Moutons (**42.4 ind/ha**) en automne 2019)

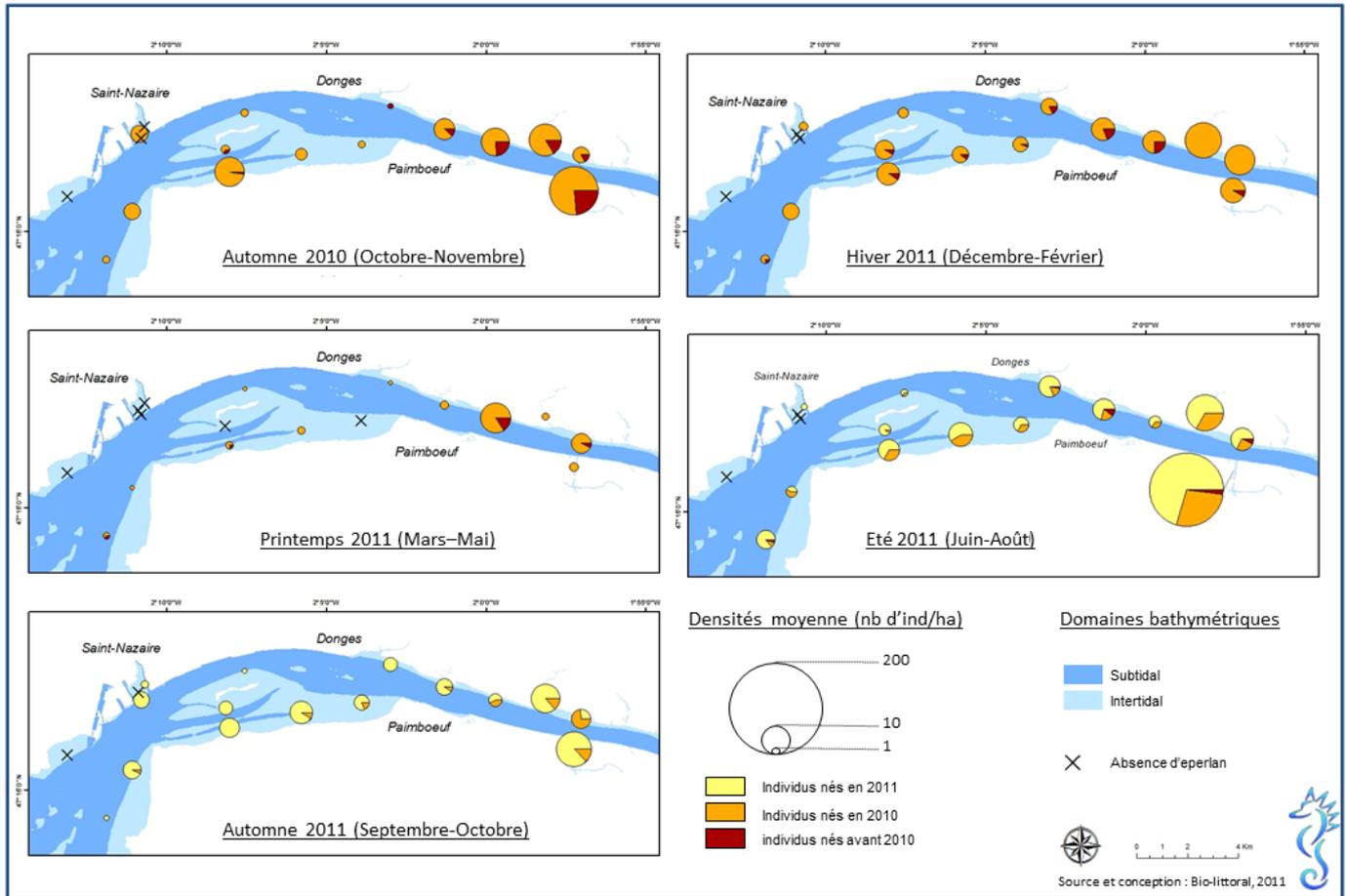


Figure 51: Variations spatio-temporelles de la population d'éperlans dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2010 à octobre 2011

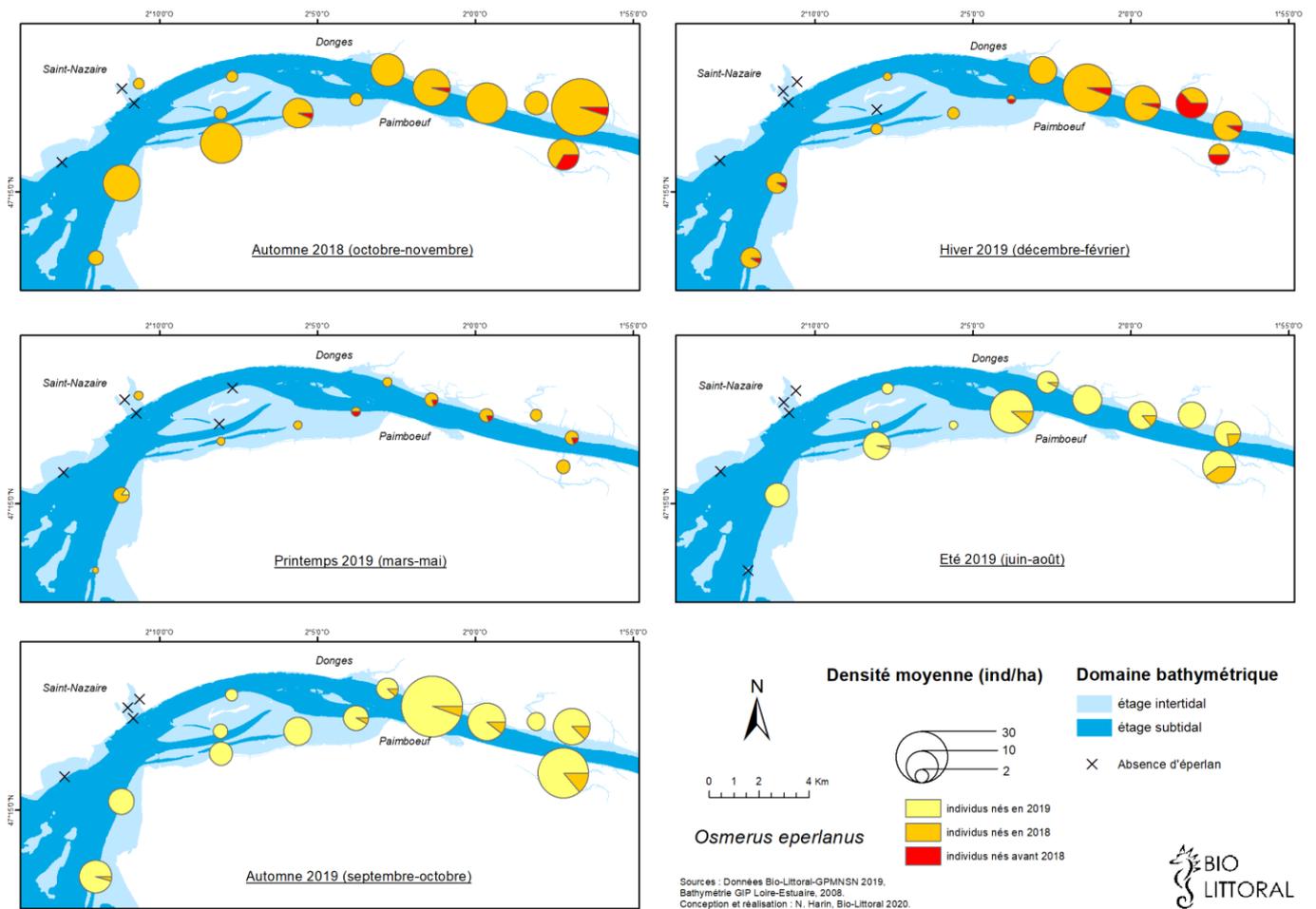


Figure 52: Variations spatio-temporelles de la population d'éperlans dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019

L'anchois (Engraulis encrasicolus)



***Engraulis encrasicolus* :**

Cette espèce est reconnaissable à sa bouche largement fendue jusqu'en arrière des yeux et à sa mâchoire inférieure plus courte que la supérieure. Le dos est bleu/vert et les flancs argentés.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Clupéiformes

Famille : Engraulidés

- **Biologie et écologie**

La répartition géographique de l'anchois s'étend de la mer du Nord aux eaux mauritaniennes, ainsi qu'en mer Méditerranée jusqu'en mer Egée.

Cette espèce pélagique, vit rarement au-delà de 3 ans (*Taverny et Elie, 2000*). L'anchois acquiert sa première maturité sexuelle à la fin de la première année (*Fage, 1920*). A la période de reproduction (mai à septembre) (*Taverny et Elie, 2000*), les anchois se dirigent vers la côte, attirés par les zones de mélange d'eaux de différentes salinités ou de différentes températures comme dans l'estuaire.

- **Evolution de la répartition des anchois dans l'estuaire de la Loire**

437 anchois ont été capturés au cours des **13** campagnes réalisées. Les densités représentées sur la figure 55 synthétisent les pêches réalisées sur chaque site, par saison. La population ligérienne d'anchois est constituée de plusieurs cohortes difficilement identifiables. Toutefois, sur les côtes nord est de l'Atlantique, les anchois mesurant plus de **100 mm** sont matures (*Taverny et Elie, 2000*). Afin de différencier les juvéniles des adultes, cette taille est utilisée dans cette étude pour séparer les adultes des juvéniles.

L'anchois est principalement présent dans la partie plus marine de l'estuaire de la Loire et en particulier sur les vasières polyhalines du banc de Bilho. Les plus fortes densités sont enregistrées en août à la station de **Bilho Nord (34ind/ha)** et **Bilho sud (56ind/ha)**.

L'anchois est absent ou en très faible densité (**4 ind/ha à Saint Brévin en février**) dans l'estuaire au cours de l'hiver. Il quitte l'estuaire au mois de novembre (lorsque le débit de la Loire augmente et que la salinité des eaux diminue), pour des zones plus côtières. Il y revient à partir du mois de février.

Entre février 2018 et juillet 2019, les juvéniles d'anchois représentent **100 % à 77 %** des captures. A partir d'avril, la proportion d'individus matures augmente. Ils deviennent majoritaires dans l'estuaire au cours de l'été (août). Ces proportions sont à interpréter avec précaution car la technique de prélèvement n'est pas adaptée pour capturer les individus pélagiques, ainsi que les plus petits juvéniles. **Toutefois, l'estuaire de la Loire semble jouer un rôle de nurricerie en période estivale pour cette espèce.** Les vasières de Bilho plus particulièrement fréquentées constituent un site important pour cette espèce.

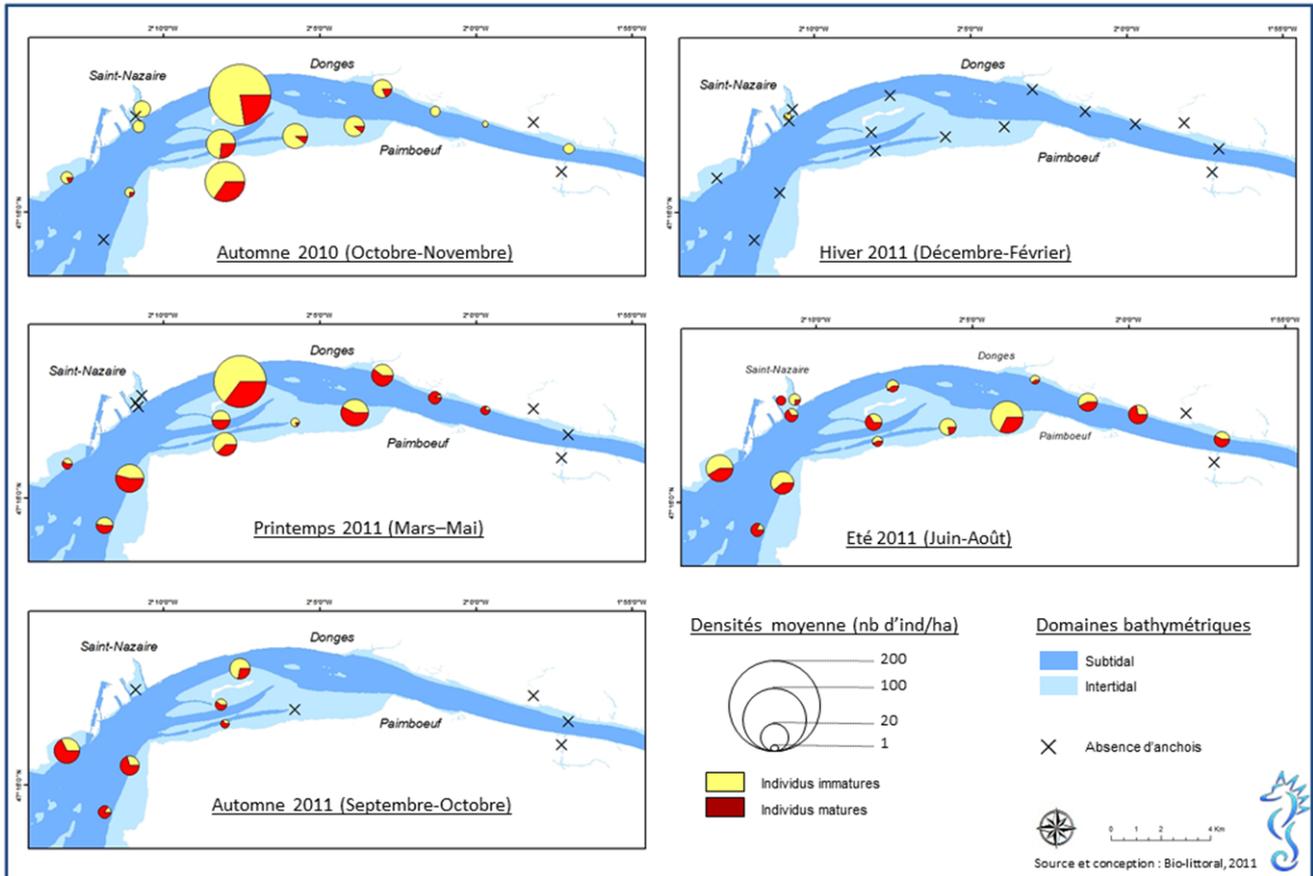


Figure 53: Variations spatio-temporelles de la population d'anchois dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2010 à octobre 2011

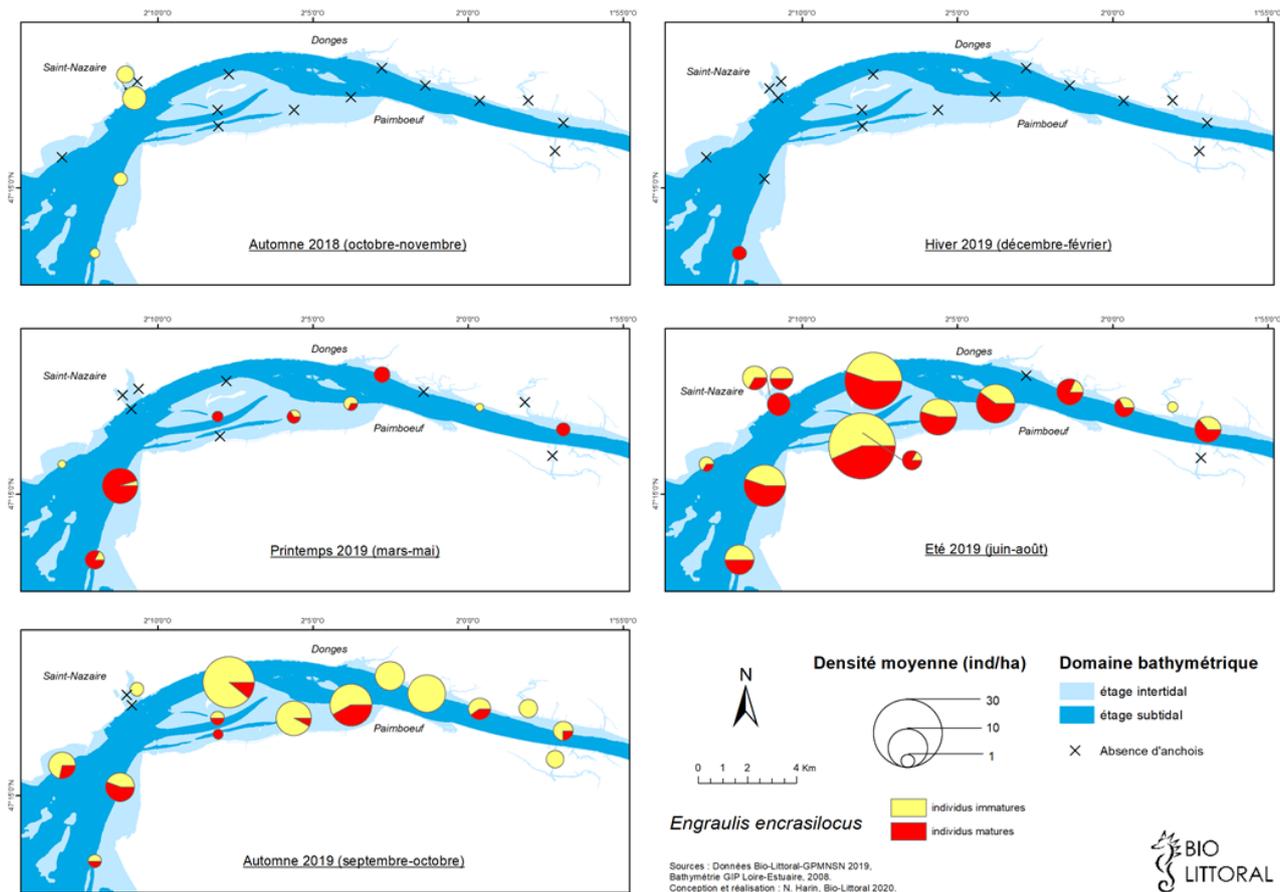
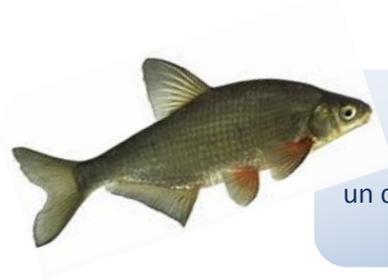


Figure 54: Variations spatio-temporelles de la population d'anchois dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019

○ *La brème commune* (*Abramis brama*)



Abramis brama:

La brème commune se distingue par un corps haut et comprimé.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Cipriniformes

Famille : Cyprinidés

• **Biologie et écologie**

La brème commune est une espèce typiquement continentale d'Europe du nord qui vit dans les petits-fonds des lacs à la végétation dense ainsi que dans la partie aval des rivières (*Keith et Allardi, 2001*). En zone estuarienne, ce poisson se nourrit de larves d'insectes, de petits mollusques, de crustacés (copépodes, gammares) et d'annélides (*Boccardiella ligERICA*) (*Bio-Littoral GIP-LE, 2007*).

• **Evolution démographique de la brème commune**

La population de brèmes se divise en **2** groupes : le **G1** comprend des individus de petite taille, de **68 mm** (Décembre 2018) à **91 mm** (septembre 2019) en moyenne, âgés de plus **d'un an** et de moins de deux ans, et le **G2** des individus plus grands, de **118 mm** (Janvier 2018) à **229 mm** (juin 2019) âgés de plus de **2 ans** (Fig.56).

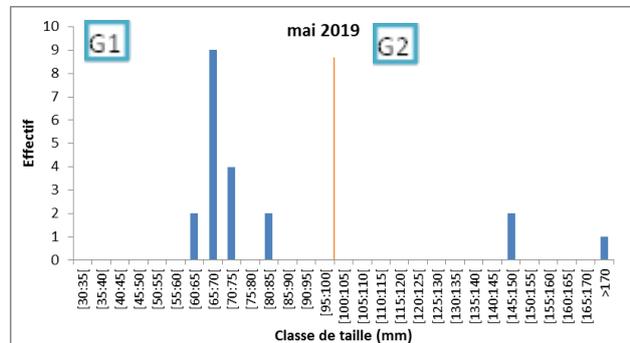
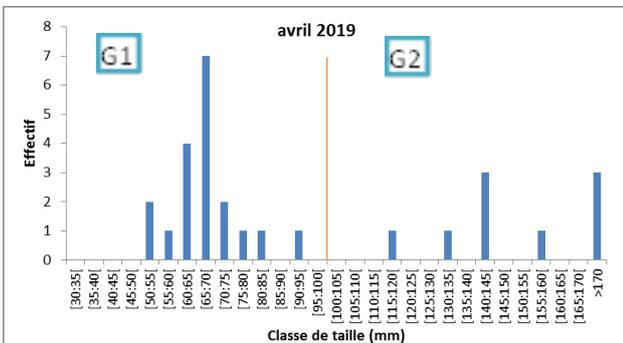
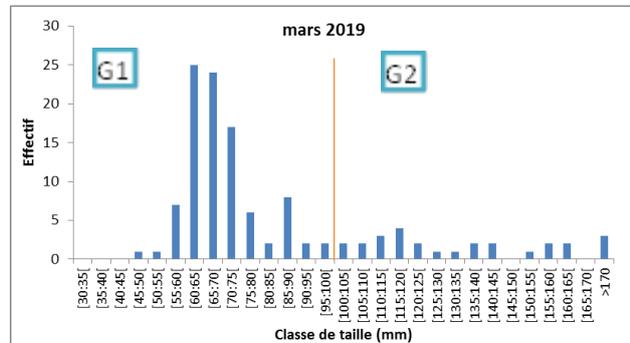
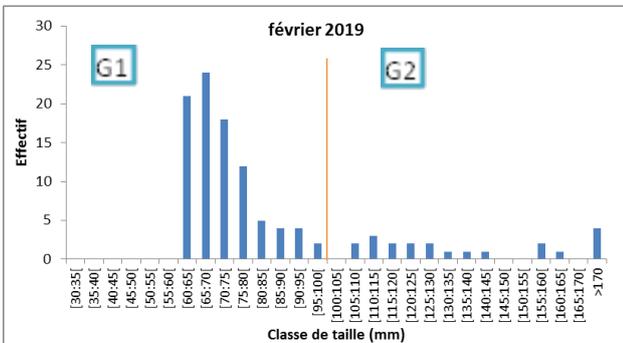
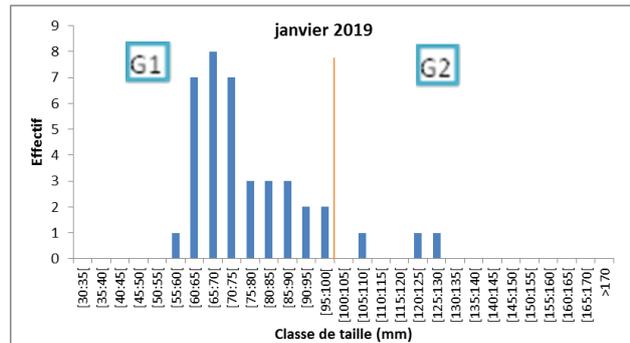
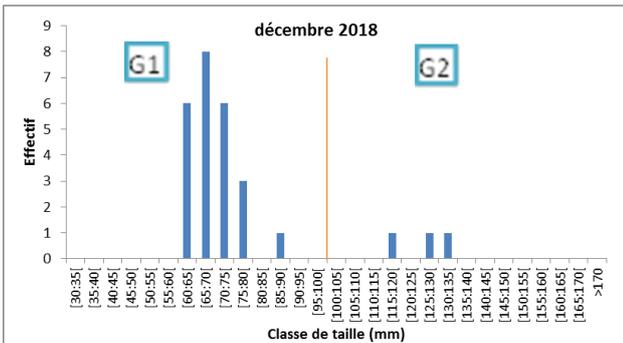
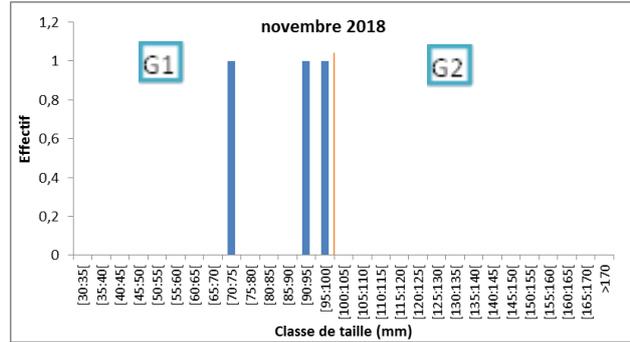
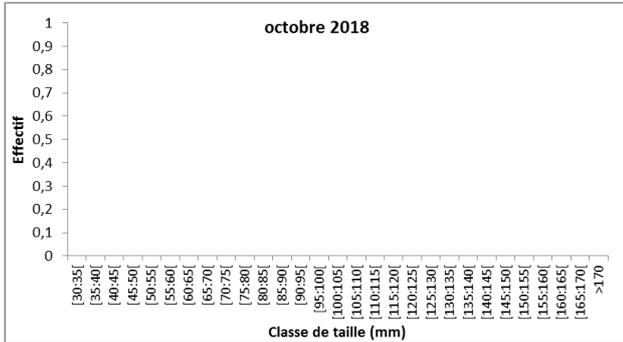
La population ligérienne est principalement marquée par la présence de jeunes brèmes qui représentent plus de **80 %** des individus, alors que les individus plus âgés sont particulièrement présents en période printanière, avec un pic d'abondance en avril 2019 (**32%**).

La brème commune atteint sa maturité sexuelle tardivement en raison d'une croissance lente (5 à 7 ans pour une taille comprise entre 18 et 24 cm) (*Bruslé et Quignard, 2006*). Peu d'individus sont donc matures (moins de 10 individus).

• **Evolution de la répartition des brèmes communes dans l'estuaire de la Loire**

Au cours des **13** campagnes, un total de **748** individus a été échantillonné. Les densités représentées sur la figure 58 synthétisent les pêches réalisées sur chaque site, par saison.

Les brèmes communes, bien que représentant une faible part de l'abondance numérique relative de l'ichtyofaune benthodémersale sur l'ensemble de l'estuaire de la Loire, sont particulièrement **abondantes dans les étiers du Carnet (263ind/ha en février), et de Lavau (704ind/ha en février).**, qui jouent un rôle important pour cette espèce de novembre à mars



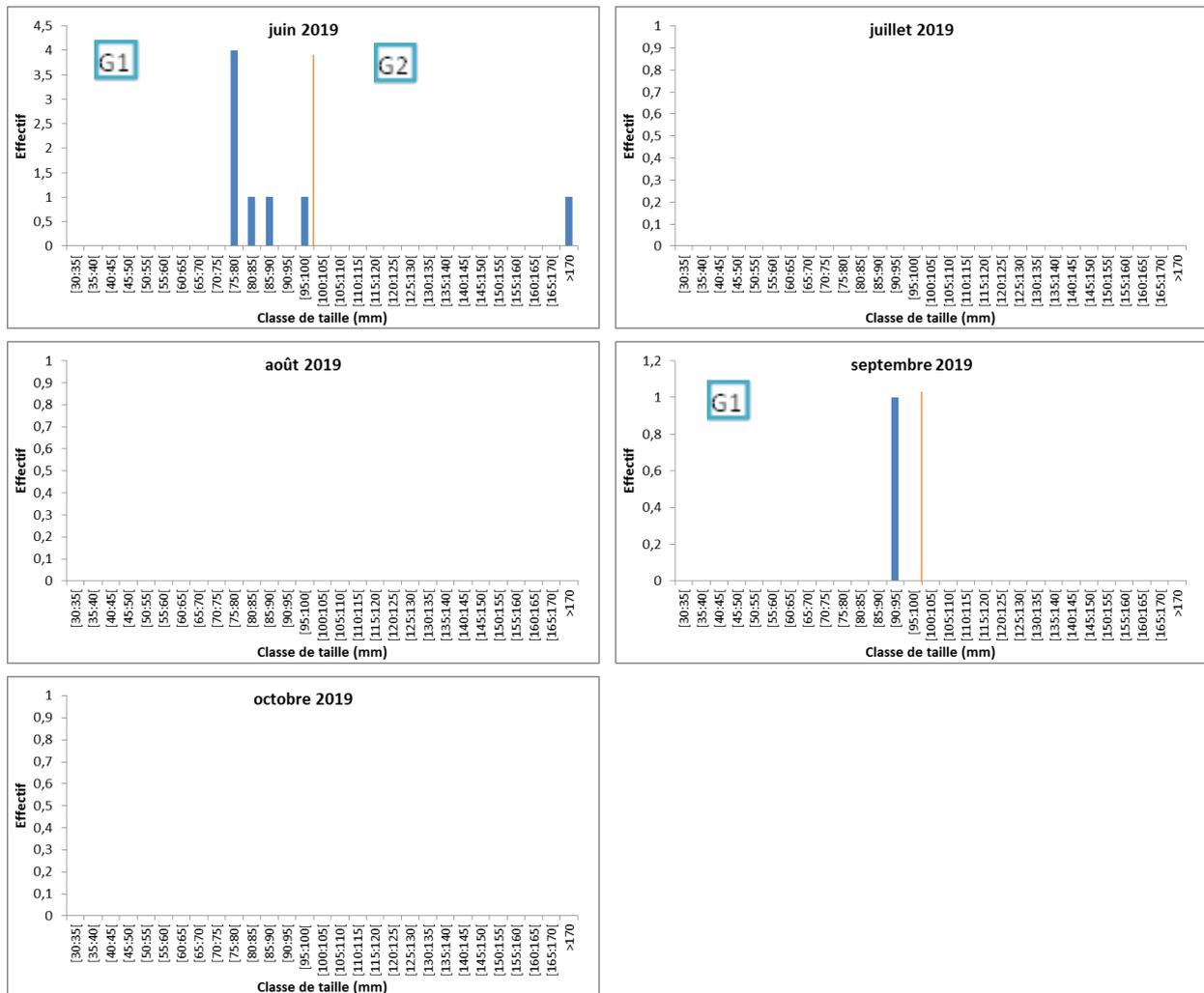


Figure 55: Variations mensuelles des effectifs de brèmes communes par classe de taille dans l'estuaire de la Loire, d'octobre 2018 à octobre 2019.

A partir du mois de décembre 2018, le nombre d'individus observés augmente. Les plus fortes densités sont notées dans les étiers de **Lavau (704 ind/ha en février)** et du **Carnet (263 ind/ha en février)** Seules quelques brèmes sont encore observées entre avril et octobre dans le secteur d'étude. Des brèmes sont également pêchées à Méan en hiver et au printemps. Elles proviennent du marais de Brière dont l'exutoire, le Brivet alimente la vasière de Méan.

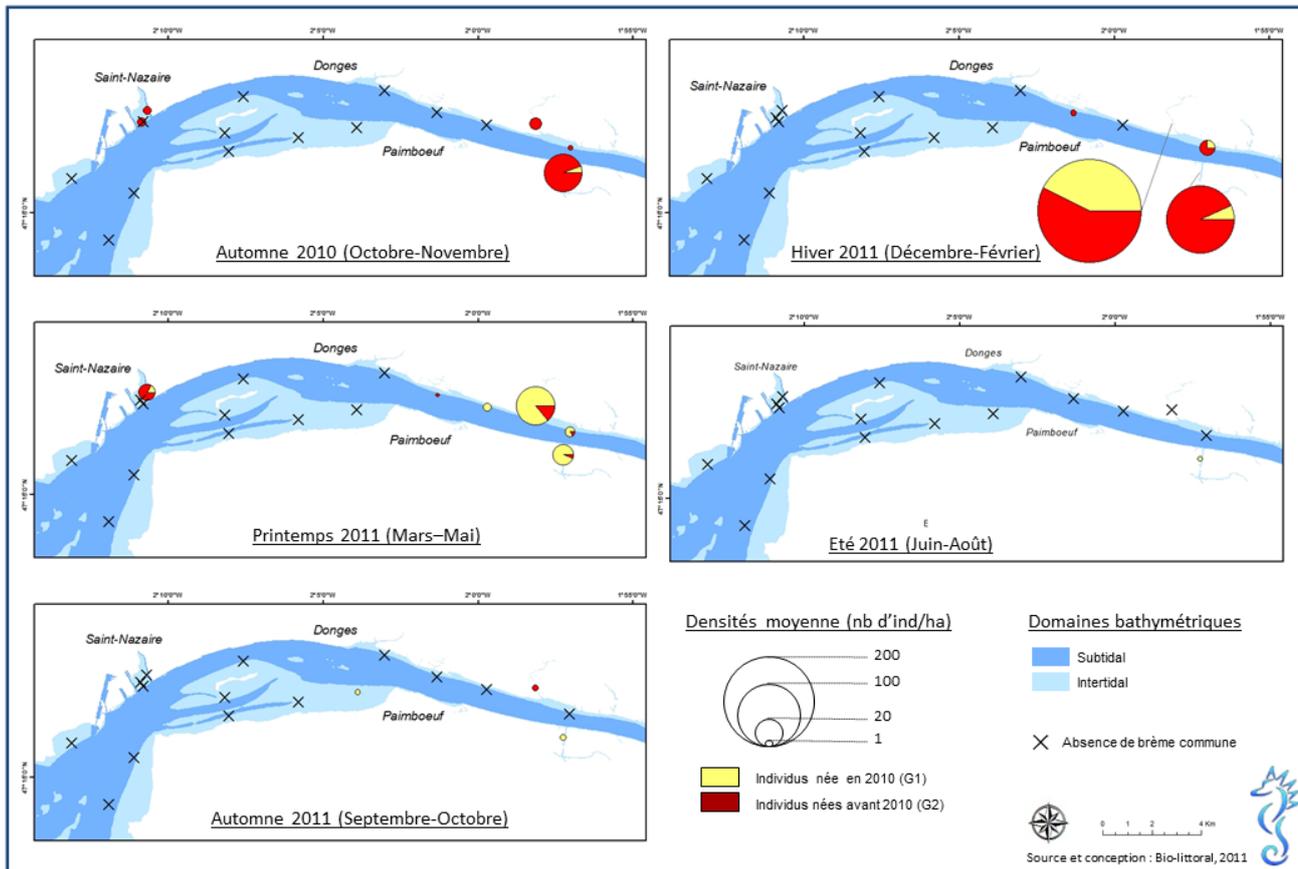


Figure 56: Variations spatio-temporelles de la population de brèmes communes dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2010 à octobre 2011

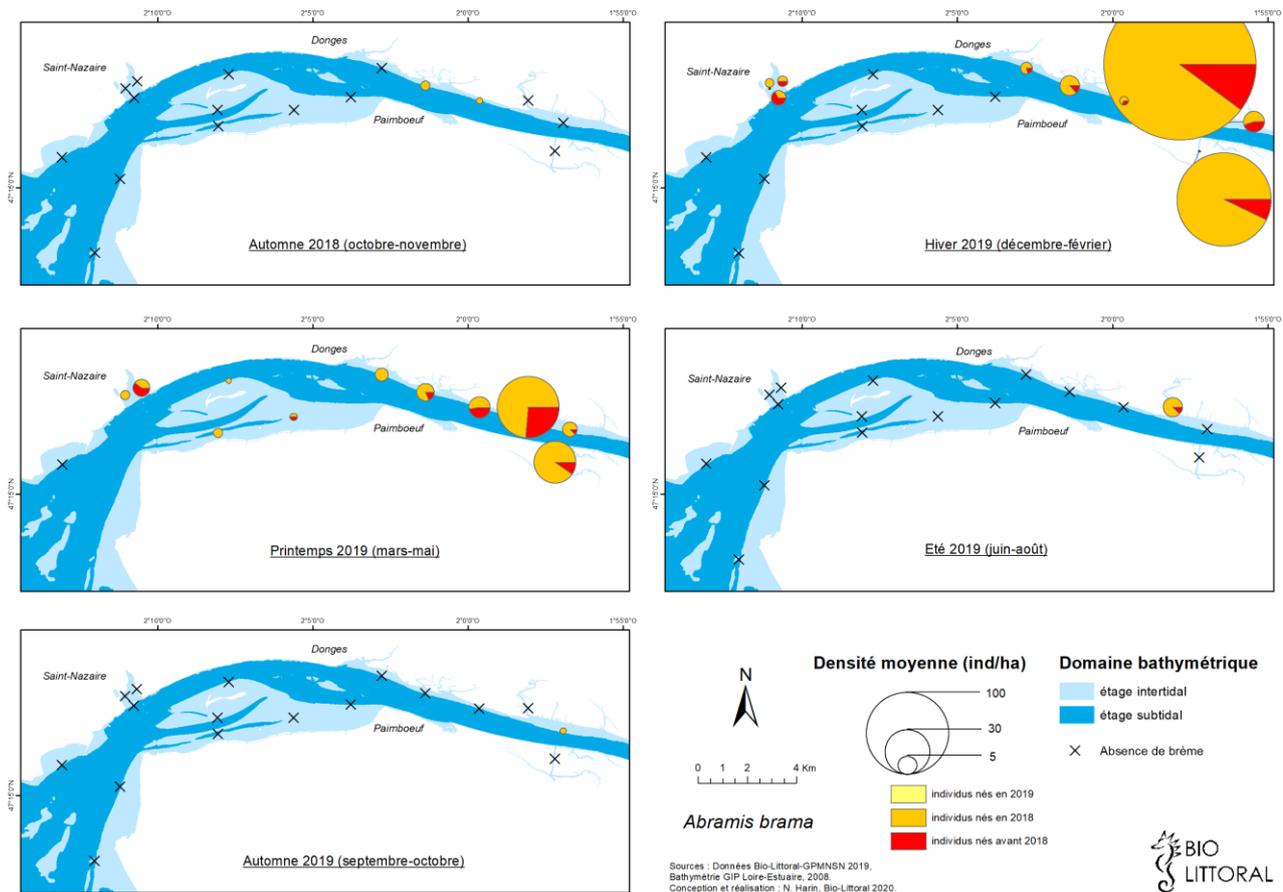


Figure 57: Variations spatio-temporelles de la population de brèmes communes dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019

Le tacaud (Trisopterus luscus)



***Trisopterus luscus* :**

Cette espèce est caractérisée par un corps élevé, une mâchoire supérieure proéminente et un barbillon mentonnier développé. Il est également reconnaissable par une tâche noire à la base des nageoires.

Embranchement :

Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Gadiformes

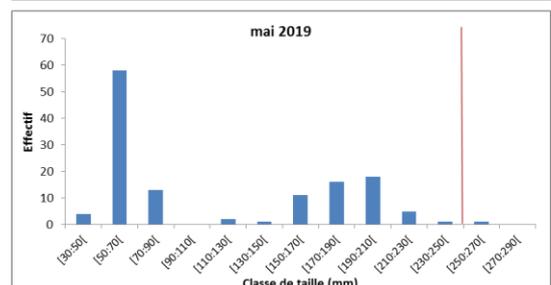
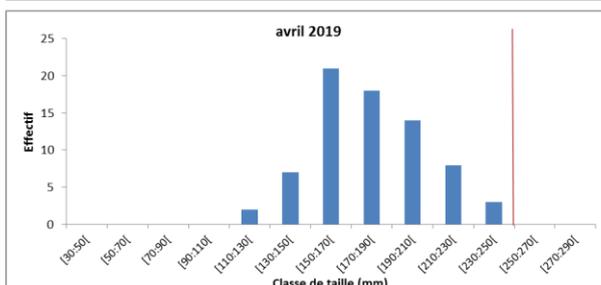
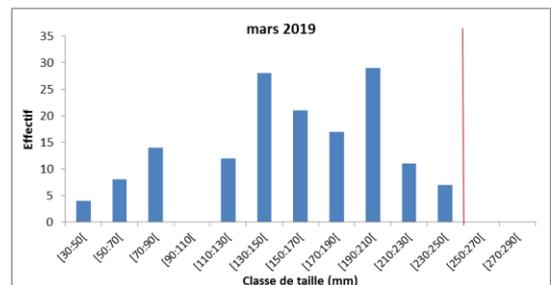
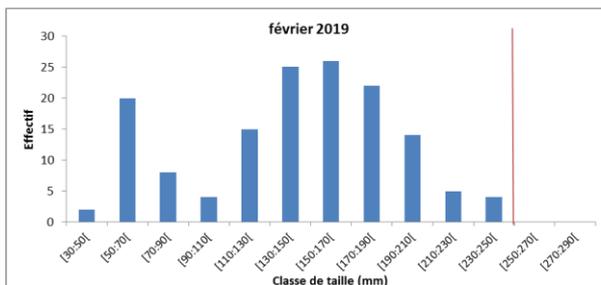
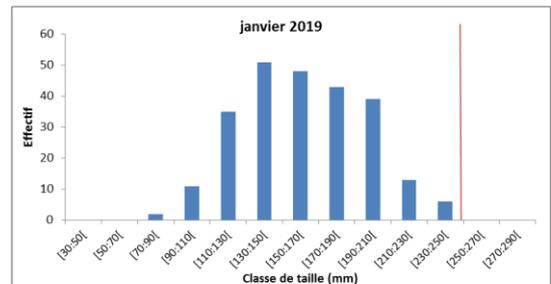
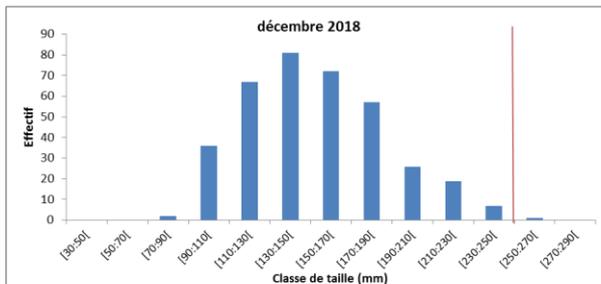
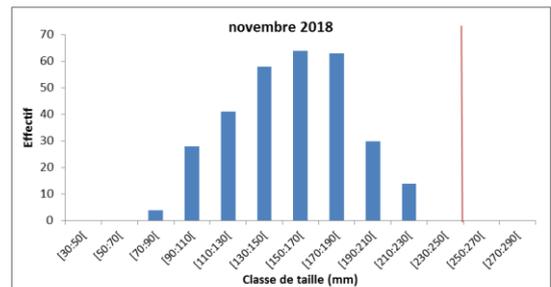
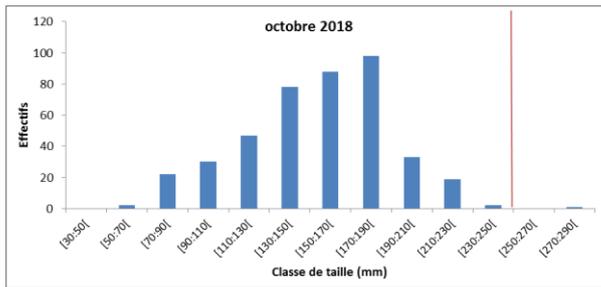
Famille : Gadidés

- **Biologie et écologie**

L'aire de répartition de cette espèce comprend l'Atlantique nord-est, depuis la Norvège jusqu'au Maroc et le nord-ouest de la Méditerranée. Le tacaud est grégaire, les adultes vivent jusqu'à **300m** de profondeur. Les juvéniles restent sur les côtes, pénétrant parfois dans les estuaires. D'une longévité de 4 ans, ce poisson atteint sa maturité sexuelle dès sa première année pour une taille de **21 à 25 cm** (*Quero et Vayne, 2005*). La reproduction a lieu en mer de décembre à avril.

Le tacaud se nourrit de crustacés, de petits poissons, de mollusques céphalopodes et d'annélides polychètes (*Quero et Vayne, 2005*).

- **Evolution démographique du bar**



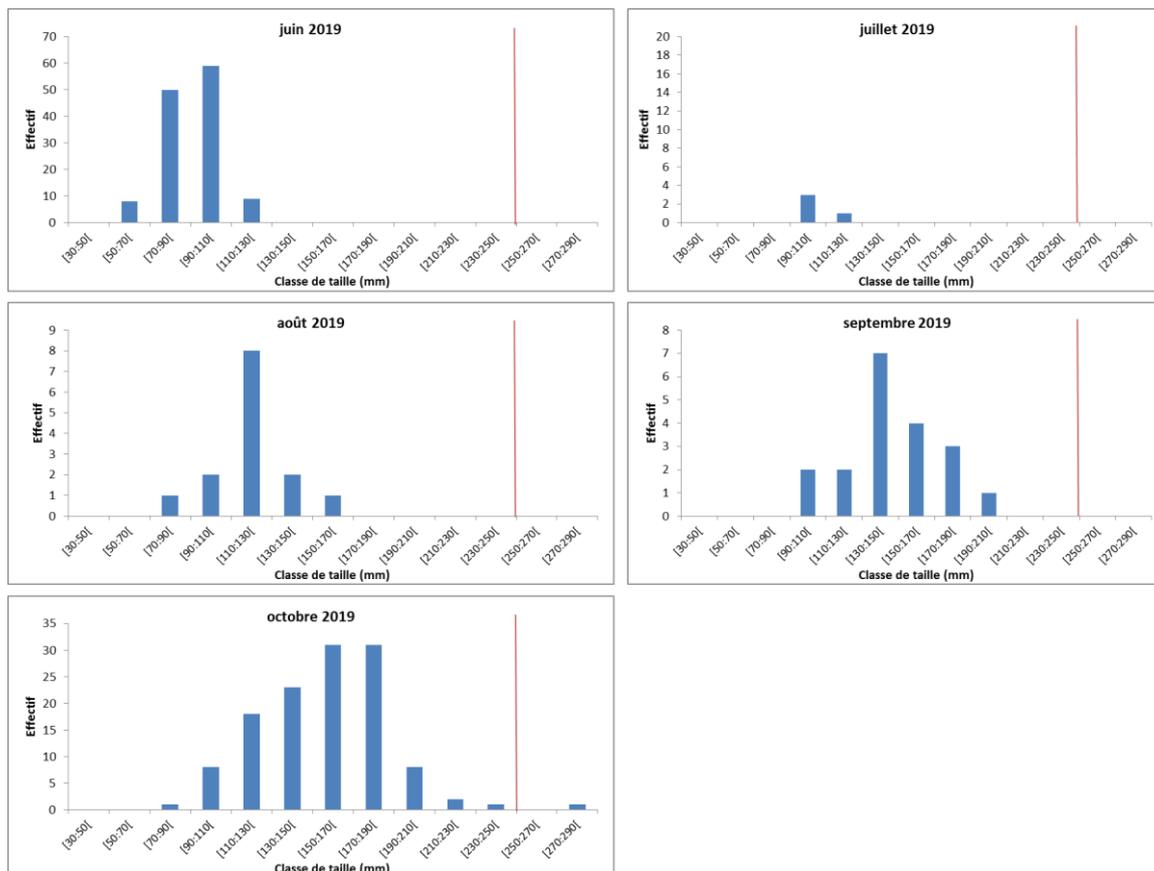


Figure 58: Variations mensuelles des effectifs de mulot porc par classe de taille dans l'estuaire de la Loire, d'octobre 2018 à octobre 2019

- Evolution de la répartition du tacaud dans l'estuaire de la Loire

Au cours des **13** campagnes, un total de **2324** individus a été échantillonné. Les densités représentées sur la figure 61 synthétisent les pêches réalisées sur chaque site, par saison.

L'espèce est principalement présente dans la partie aval de l'estuaire de la Loire, avec de fortes densités en période automnale (**33 ind/ha** en moyenne sur l'estuaire en 2018). Les plus fortes densités sont enregistrées sur le secteur subtidal de la vasière de **Méan** en novembre (**142 ind/ha**) et en décembre (**193 ind/ha**).

Contrairement à l'automne 2018, un faible nombre d'individus (**8 ind/ha**) a été pêché en 2019. La différence de température observée entre ces deux années sur la partie externe de l'estuaire pourrait expliquer ces variations. En effet, en automne 2018, les températures sont inférieures à **16°C** alors qu'elles sont supérieures à **18°C** en 2019 (Fig. 10). La tolérance thermique de l'espèce varie de 8 à 16°C (Attril et Power, 2004). Il est donc très probable qu'en automne 2019, les températures soient encore trop importantes pour permettre aux juvéniles de tacauds de revenir dans l'estuaire.

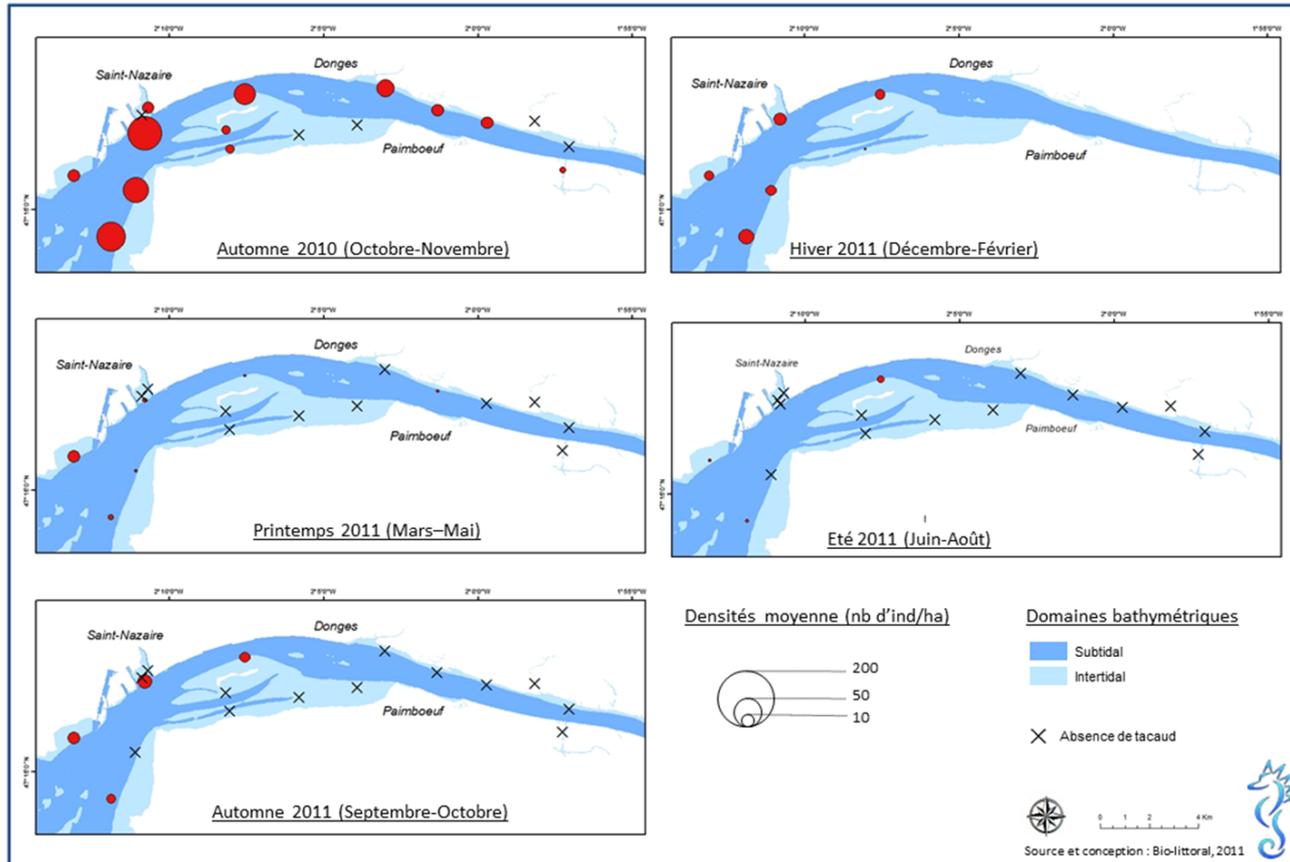


Figure 59: Variations spatio-temporelles de la population de tacauds dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2010 à octobre 2011

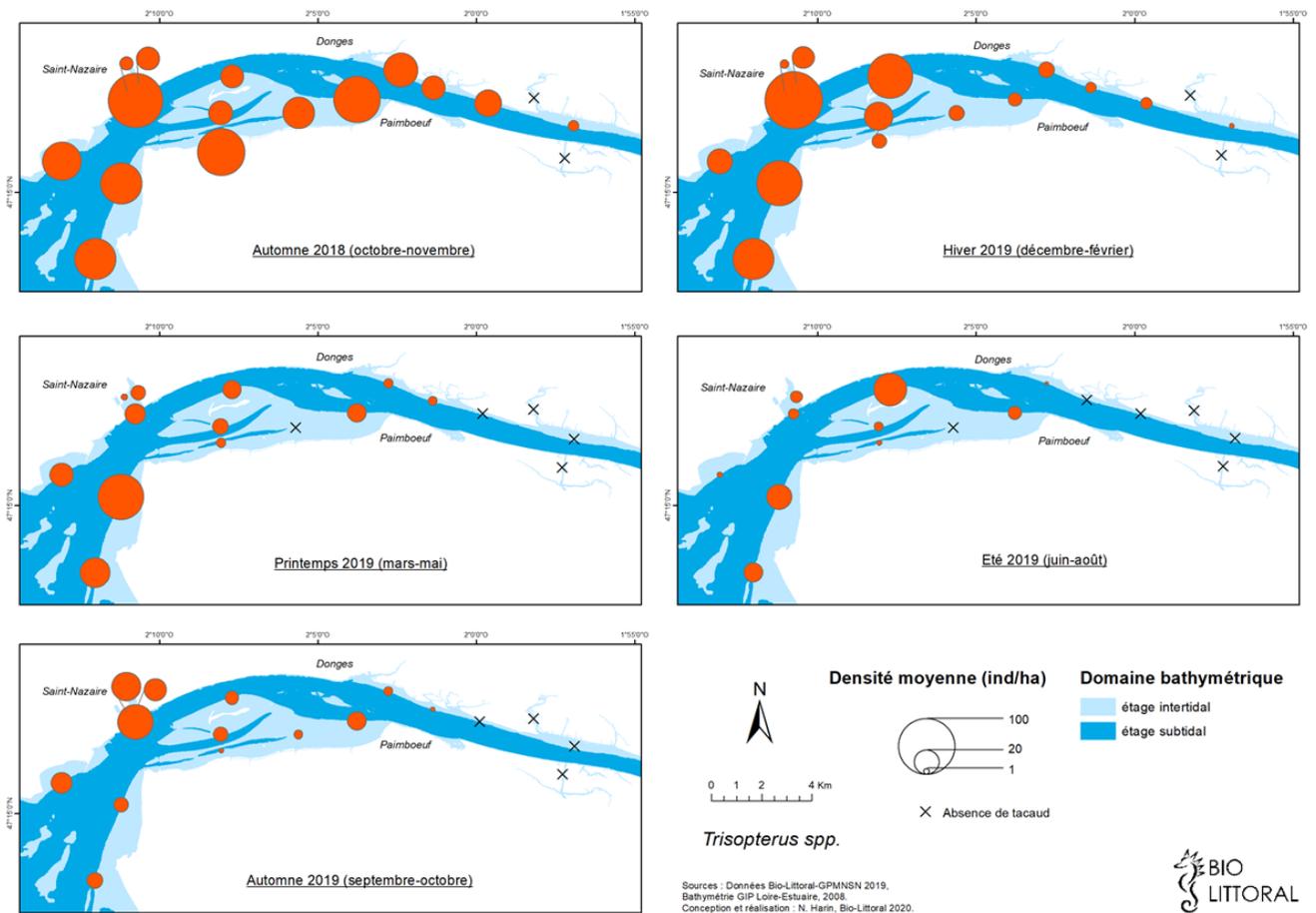


Figure 60: Variations spatio-temporelles de la population de tcauds dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019

IV.4.4 Répartition et démographie des espèces au statut de conservation particulier

L'alse feinte, l'anguille et la lamproie marine, observées au cours de cette étude sont 3 espèces ayant un statut de protection particulier. L'estuaire de la Loire est également connu pour abriter des migrations de saumons et de grandes aloses. Ces espèces n'ont pas été capturées car les géniteurs migrant à jeun, utilisent le chenal (non échantillonné au cours de cette étude) afin d'aller le plus rapidement possible vers le lieu de frai en eau douce.

○ *L'alse feinte (Alosa fallax)*



Alosa fallax:

L'alse possède un corps comprimé latéralement, allongé, et une bouche oblique dirigée vers le haut, fendue jusqu'à l'arrière de l'aplomb de l'œil. Elle a 4 à 8 taches sombres à l'arrière des opercules et 35-60 branchiospines.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Clupeiformes

Famille : Clupeidés

• Caractéristiques générales

L'alse feinte est un poisson amphihalal présent en Atlantique est, de la côte sud Scandinave au Maroc. Les adultes matures (à partir de 2-3 ans pour le mâle et 4-5 ans pour la femelle) effectuent une migration vers les eaux douces pour se reproduire au printemps. A l'automne, les alosons subissent une smoltification au cours de laquelle ils redescendent progressivement vers l'estuaire (migration catadrome des smolts). Ils séjournent de 3 à 18 mois dans l'estuaire ([Taverny, 1991](#)). Des travaux récents suggèrent qu'au cours de son cycle l'espèce exploiterait une zone de croissance qui s'étend des estuaires à la côte ([Lochet, 2006](#)).

• Statut de conservation :

Différents statuts réglementaires concernent l'alse feinte :

- Annexe II et V de la Directive "Habitat-Faune-Flore"
- Annexe III de la Convention de Berne
- Espèce classée comme vulnérable dans la liste rouge nationale
- Espèce classée en statut indéterminé dans la liste rouge des espèces menacées de l'UICN
- Arrêté ministériel du 8 décembre 1988 protégeant les habitats de l'espèce

• Evolution de la répartition des Aloses feintes dans l'estuaire de la Loire

Au cours de cette étude **244** jeunes individus ont été capturés (taille comprise entre **50 et 158 mm**). L'aloise a été observée sur toutes les stations mais en très faible densité (moyenne des densités entre octobre 2018 et 2019 inférieures à **2 ind/ha**). Compte tenu des faibles effectifs capturés, une représentation saisonnière a été réalisée en regroupant les stations par secteur homogène (Fig. 63). Excepté en automne 2019, **les plus importantes densités ont été pêchées dans les étiers (Lavau 34 ind/ha en automne 2019) et sur la vasière de Méan (Brivet 22ind/ha en automne et 21ind/ha en été)**. Les aloses sont particulièrement abondantes dans l'estuaire au cours de l'automne 2019 et en particulier en septembre lors de la dévalaison des alosons.

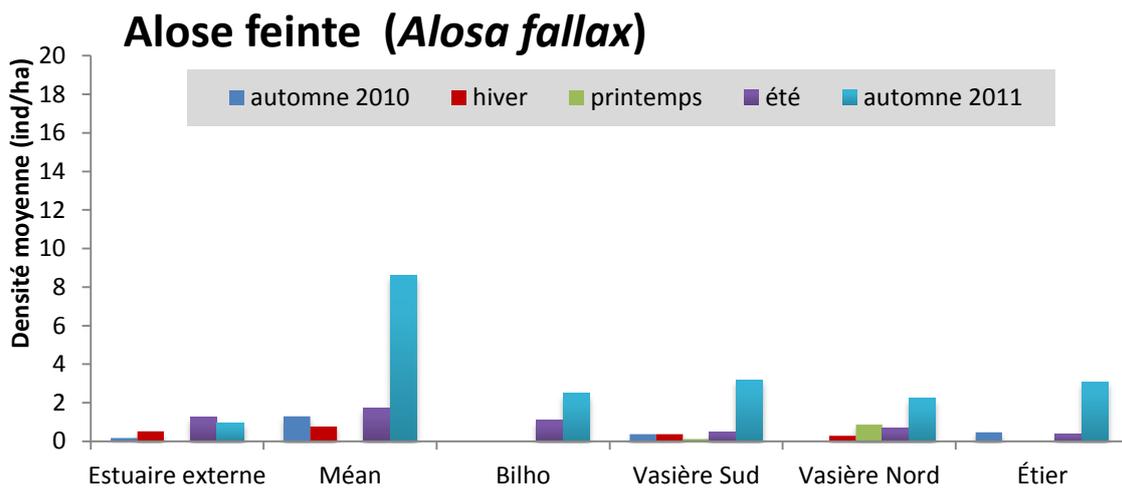


Figure 61: Répartition saisonnière et spatiale de l'aloise feinte en estuaire de Loire entre octobre 2010 et octobre 2011.

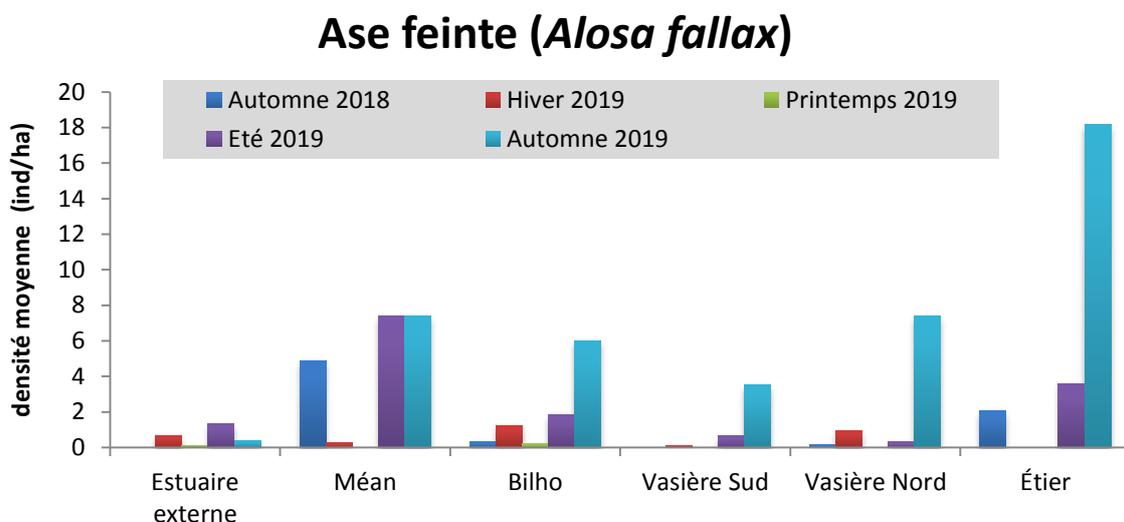


Figure 62: Répartition saisonnière et spatiale de l'aloise feinte en estuaire de Loire entre octobre 2018 et octobre 2019.

○ *L'anguille (Anguilla anguilla)*



Anguilla anguilla :

Poisson serpentiforme avec une nageoire longue (dorsale, caudale et anale fusionnées).

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Anguilliformes

Famille : Anguillidés

• **Caractéristiques générales**

L'anguille européenne est une espèce amphihaline catadrome. Les géniteurs meurent après la reproduction qui a lieu dans la mer des Sargasses, de l'autre côté de l'Atlantique. Les œufs donnent naissance à des larves qui effectuent une migration en suivant la dérive Nord-Atlantique, depuis la zone de ponte jusqu'aux côtes européennes. Au voisinage du talus continental, elles se métamorphosent en civelles et gagnent les habitats côtiers, estuariens. Les civelles (transparentes) ne se nourrissent pas et pour économiser de l'énergie, elles se laissent entraîner par le flot pour regagner les zones dulçaquicoles. Au niveau de la zone de marée dynamique, la civelle se transforme en anguillette (la pigmentation apparaît) et recommence à se nourrir pour pouvoir effectuer une nage active. Une fois sédentarisée, l'anguillette entame une phase de croissance (phase anguille jaune) qui peut durer 8 à 12 ans en moyenne et s'achève lors de leur dernière métamorphose : les anguilles argentées effectuent alors une migration catadrome jusqu'à la Mer des Sargasses pour se reproduire et mourir.

La complexité du cycle de vie des anguilles implique que les estuaires jouent un rôle fondamental à diverses étapes de leur vie.

- Zones de transit pour les civelles lors de leur migration anadrome
- Zones de croissance pour les anguilles jaunes qui se sédentarisent et/ou exploitent les milieux en aval de limite tidale
- Zones de transit pour les anguilles argentées lors de leur migration catadrome de reproduction.

L'estuaire de la Loire est un passage obligé pour accéder à un bassin versant qui couvre plus de 1/5ème de la France.

• **Statut de conservation :**

Différents statuts réglementaires concernent l'anguille :

- Annexe II de la convention de Washington (CITES)
- Espèce classée comme menacée d'extinction dans la liste rouge nationale
- Espèce classée « menacée d'extinction » dans la liste rouge des espèces menacées de l'UICN

• **Evolution de la répartition des anguilles dans l'estuaire de la Loire**

Au cours de l'étude, **260** anguilles ont été capturées. Les effectifs ont été regroupés par secteur (Fig. 65). Les plus importantes densités d'anguilles ont été pêchées sur les vasières situées en amont de l'estuaire et plus particulièrement dans les étiers. Quelques individus (**17ind**) ont été capturés sur les trois stations de **Méan**.

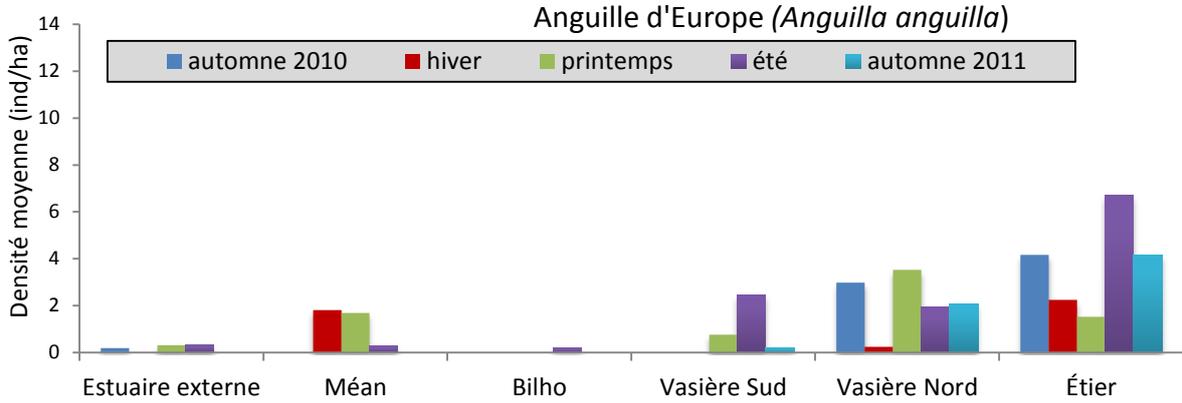


Figure 63 : Répartition saisonnière et spatiale de l'anguille d'Europe en estuaire de Loire entre octobre 2010 et octobre 2011.

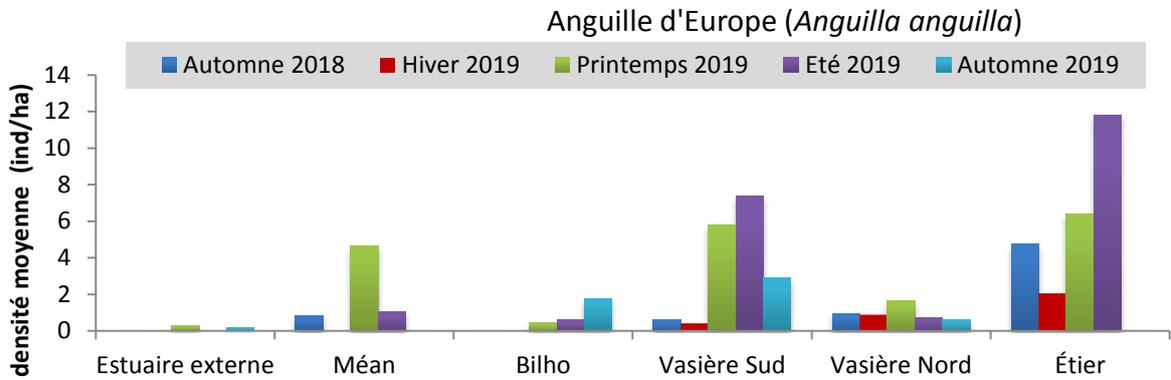


Figure 64 : Répartition saisonnière et spatiale de l'anguille d'Europe en estuaire de Loire entre octobre 2018 et octobre 2019.

○ *La lamproie marine (Petromyzon marinus)*

***Petromyzon marinus* :**

Corps serpentiforme dépourvu de nageoire paire, une nageoire dorsale en 2 parties en position postérieure. Absence de mâchoire, bouche ronde avec un disque buccal garni de dents cornées et pointues.

Embranchement : Vertébrés

Classe : Cephalaspidomorphi

Ordre : Petromyzontiformes

Famille : Petromyzontidés



• **Caractéristiques générales**

La lamproie marine est un migrateur amphihalín anadrome. Au printemps, les géniteurs qui ont cessé de se nourrir, remontent les estuaires et les cours d'eau pour atteindre les frayères en eau douce. Après 1 à 2 semaines d'incubation, les embryons donnent naissance à des larves qui séjournent en eau douce, pendant 2 à 5 ans, adoptant un comportement fouisseur dans la vase. Après leur métamorphose en adulte (en période estivale), les lamproies réalisent une migration catadrome vers le milieu marin. Les adultes en mer sont des ectoparasites de poissons se fixant sans spécificité sur leur hôte (hareng, maquereau, morue, esturgeon, requin, merlu,...) dont elles se nourrissent de sang et d'hydrolysats de muscle. Cette phase de croissance rapide en mer peut durer de 1 à 4 ans (*Bensettiti et Gaudillat, 2004*)

• **Statut de conservation**

Différents statuts réglementaires concernent la lamproie marine :

- Annexe II de la Directive "Habitat-Faune-Flore"
- Annexe III de la Convention de Berne
- Annexe III de la Convention de Barcelone
- Annexe V de la Convention OSPAR
- Arrêté ministériel du 8 décembre 1988 protégeant les habitats de l'espèce
- Espèce classée comme Quasi menacée (NT) dans la liste rouge nationale

• **Evolution de la répartition des lamproies dans l'estuaire de la Loire**

5 individus ont été capturés au cours de ces 13 campagnes, confirmant la présence de l'espèce dans l'estuaire. Elles ont été pêchées dans l'estuaire externe à la station de Saint-Brévin, sur les vasières de Corsept et Pipy ainsi que dans l'étier du Carnet, entre janvier et mars 2019.

IV.4.5 Répartition des crevettes

L'estuaire de la Loire est également fréquenté par **4** espèces de crevettes et **1** écrevisse (Fig. 66) : **291649** crevettes grises (*Crangon crangon*), **60343** crevettes blanches (*Palaemon longirostris*), **970** Bouquets (*Palaemon serratus*) et **101** *Palaemons macrodactylus* ont été pêchés au cours de ces **13** campagnes. Ainsi, la densité moyenne des crevettes s'élève à **2079 ind/ha** sur l'ensemble de l'étude. Un maximum au mois de septembre de **6715 ind/ha** en moyenne sur l'estuaire a été mesuré. Les deux espèces, *Crangon crangon* et *Palaemon longirostris* sont les crevettes les plus abondantes. Elles sont présentes sur l'ensemble de l'estuaire et plus particulièrement abondantes sur les vasières du secteur mésohalin. Les 2 espèces de crevettes les plus marines (*Palaemon serratus*, *P. macrodactylus*) sont régulièrement observées en estuaire externe sur la vasière de Méan (Fig. 66).

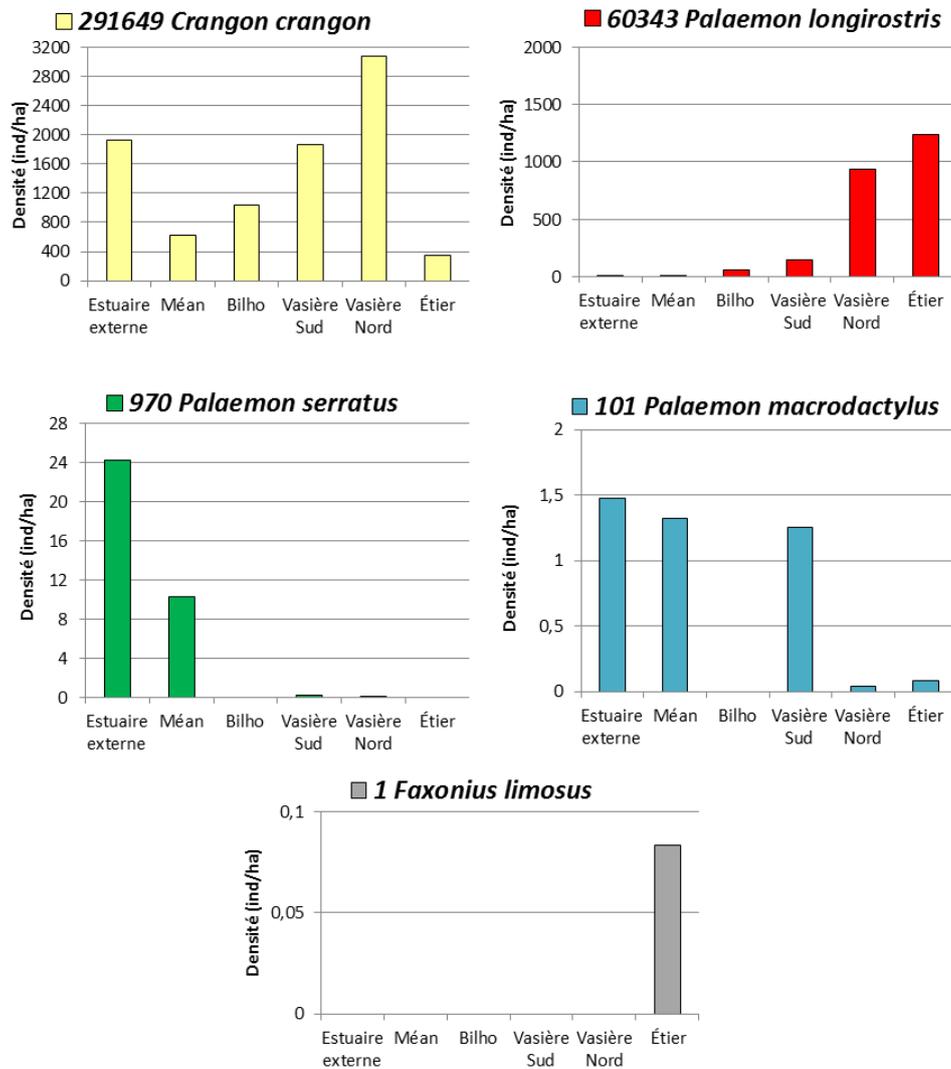


Figure 65: Densités moyennes des différentes espèces de crevettes et l'écrevisse capturées sur chacun des secteurs de l'estuaire de la Loire entre octobre 2018 et octobre 2019

o *La crevette grise (Crangon crangon)*



Crangon crangon:

Elle est caractérisée par une carapace et un abdomen lisse, un rostre très peu développé et trois épines très espacées sur la partie antérieure de la carapace.

Embranchement : Arthropode

S-Embranchement : Crustacé

Classe : Eumalacostracé

Ordre : Décapode

Famille : Crangonidé

La crevette grise est fréquente sur toutes les côtes européennes, depuis la mer Blanche jusqu'au Maroc, elle est également rencontrée en Mer Méditerranée. C'est une espèce typiquement estuarienne vivant sur des petits fonds meubles sablo-vaseux, qui effectue en hiver de courtes migrations vers le large (20 m de profondeur au plus) (*Marchand et Alliot, 1981*) afin de se reproduire dans les eaux salées. Son régime alimentaire de type omnivore, inclut de nombreuses proies (petits crustacés, annélides polychètes).

Ce crustacé a été principalement rencontré dans l'estuaire de la Loire entre juin et octobre 2019, avec un maximum d'abondance en septembre (**5166ind/ha**) et octobre 2019 (**5289ind/ha**) (Fig. 68). En période hivernale, sa densité diminue jusqu'à atteindre un minimum de **297 ind/ha** en moyenne sur l'estuaire en janvier. La répartition de la crevette grise est relativement homogène sur l'ensemble de l'estuaire, les plus fortes densités sont observées à la station de **Donges** en septembre (**40 419 ind/ha**).

o *La crevette blanche (Palaemon longirostris)*



***Palaemon longirostris* :**

Elle est identifiable par un corps transparent et par un rostre droit et haut portant dorsalement 7 à 8 dents régulièrement espacées dont les 2 postérieures sont en arrière de l'orbite oculaire. Les dents ventrales sont au nombre de 4.

Embranchement : Arthropode

S-Embranchement : Crustacé

Classe : Eumalacostracé

Ordre : Décapode

Famille : Palémonidés

L'espèce est présente très localement en Atlantique, des îles Britanniques et des Pays-Bas au sud du Portugal. Elle vit dans les eaux saumâtres et peu profondes des estuaires, dans lesquelles elle effectue tout son cycle vital. Capable de supporter de grandes variations de salinité, elle peut remonter assez haut vers les eaux douces. La reproduction a lieu de mars à juillet en amont de la marée dynamique ([Arousseau, 1984](#)).

La crevette blanche se trouve principalement en domaine mésohalin (entre octobre 2018 et octobre 2019 **892 ind/ha** en moyenne à la station de **Pipy**, **967 ind/ha** à la station de **Pierre Rouge**) et dans les étiers (**1233 ind/ha** au Carnet, **1252 ind/ha** à Lavau). Elle est beaucoup moins présente voire absente en aval de Paimboeuf excepté entre février et avril. Cette espèce est surtout présente dans l'estuaire de la Loire en automne 2019 (**1084 ind/ha en moyenne**) avec une fréquentation maximale de la zone étudiée en septembre 2019 (**1547 ind/ha**) (Fig. 68). De plus faibles densités sont observées en hiver (**157 ind/ha**) avec un minimum au mois de janvier (**83ind/ha**).

• **Rôle dans l'estuaire**

Les crevettes, avec les gobiidés représentent une importante ressource trophique pour les prédateurs tels que le bar, l'éperlan, le flet et le merlan ([Marchand et Elie, 1983](#) ; [Bio-Littoral, 2007](#)).

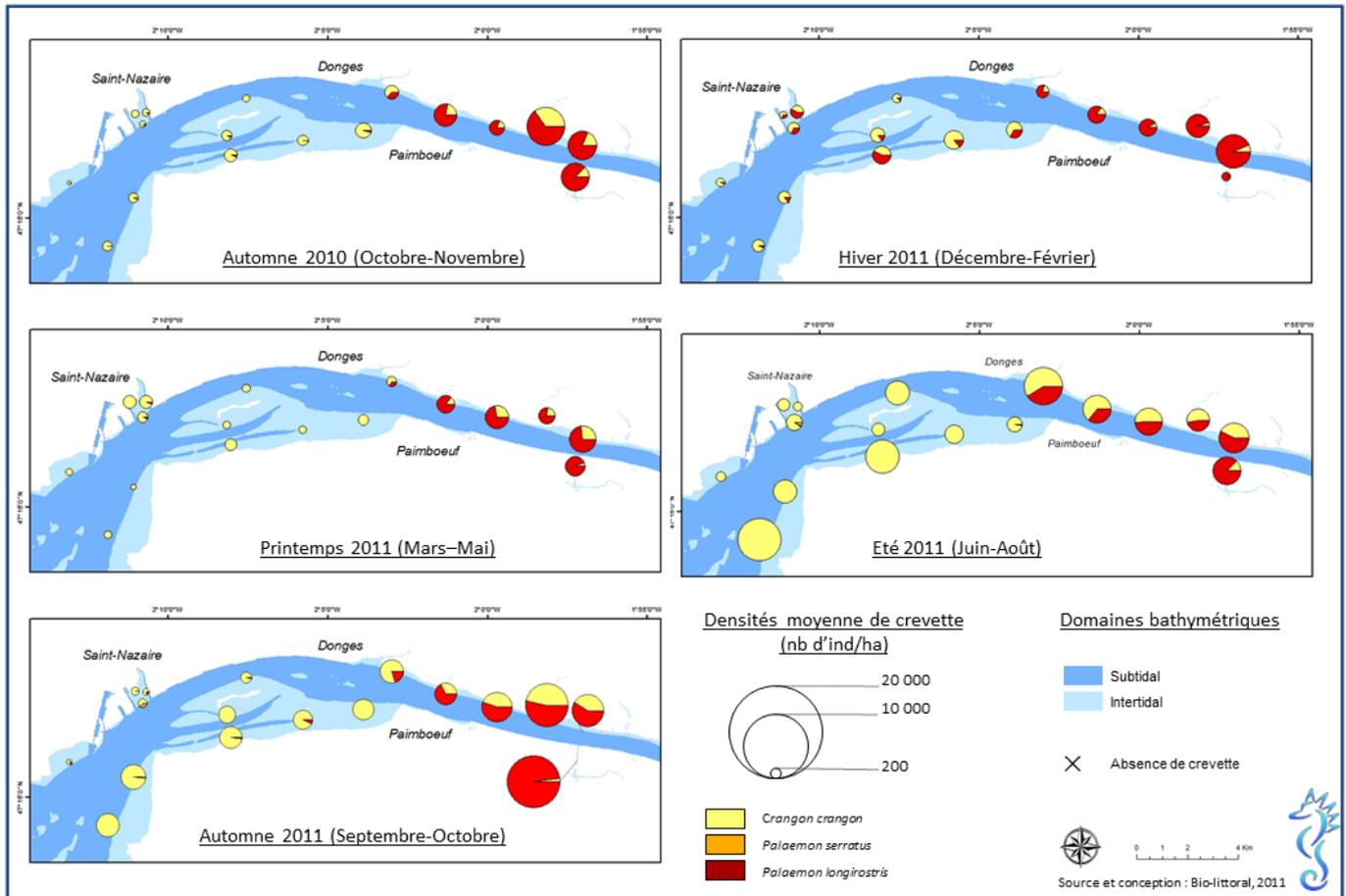


Figure 66: Densité de crevettes dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2010 à octobre 2011

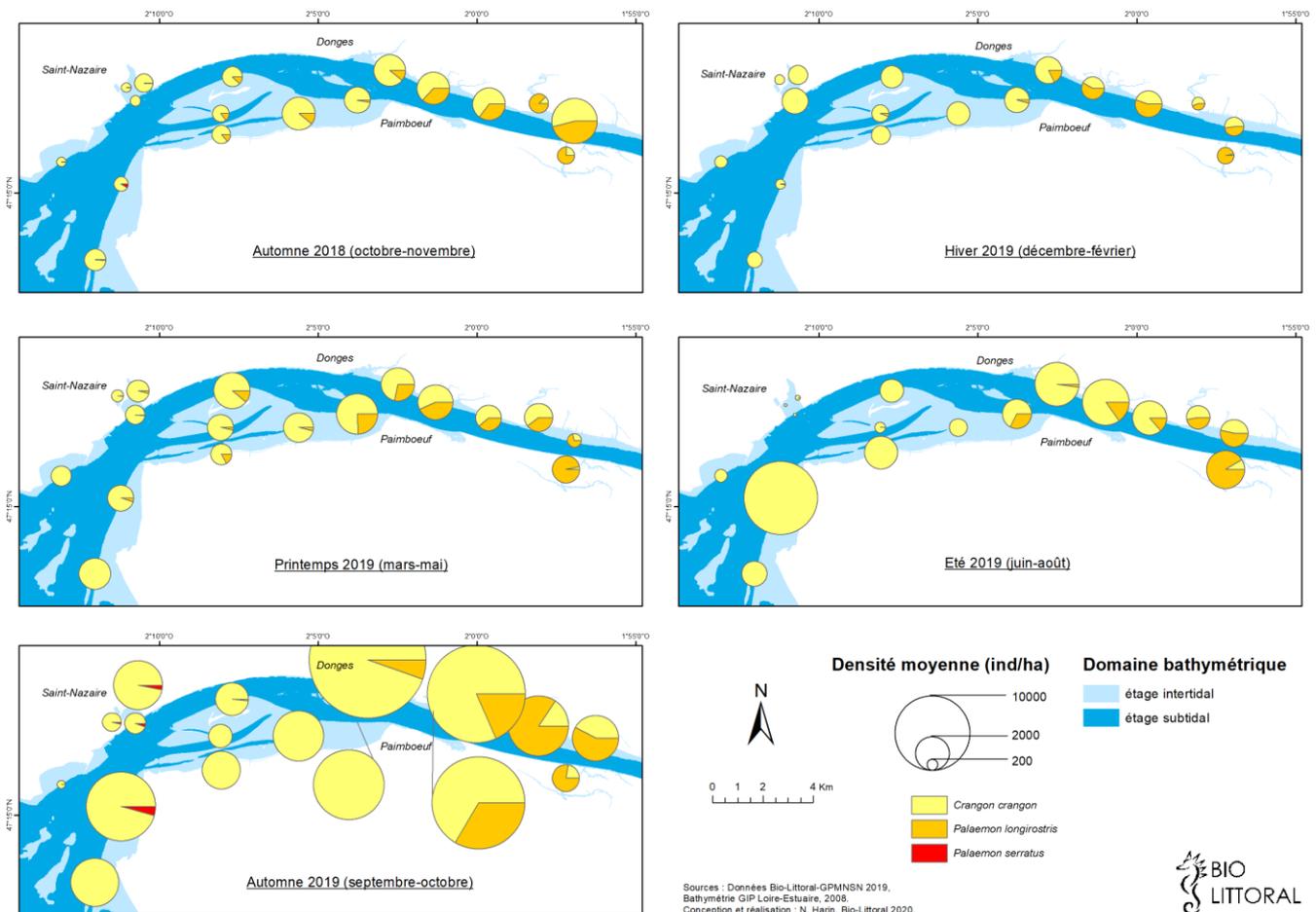


Figure 67: Densité de crevettes dans l'estuaire de la Loire d'octobre 2018 à octobre 2019

Remarque:

Comme en 2010-2011, les analyses montrent qu'il existe chez la plupart des espèces capturées, de nombreux individus juvéniles notamment chez la sole, le flet, le bar, le merlan, l'anchois, la brème pour lesquels près des trois quarts des individus capturés ont moins de deux ans. D'autres espèces présentent une part de juvéniles moins importante (25 %) comme l'anguille, le mulot, le nonnat.

Ainsi, la structuration des populations selon les classes d'âge confirme une utilisation fonctionnelle variée des zones estuariennes selon les espèces et leurs écophases. Afin de mieux appréhender ces fonctions et pour pouvoir les situer dans l'espace et le temps, une étude des guildes écologiques est réalisée.

IV.4.6 Les guildes écologiques

Le regroupement des espèces de poissons en guildes permet de comparer les fonctionnalités écologiques des différents milieux, qu'ils soient peuplés ou non par les mêmes espèces. En effet, selon les latitudes, les poissons ayant le même rôle écologique dans l'écosystème (exp : espèce fourrage) ne seront pas forcément de la même espèce.

Les poissons capturés en estuaire de Loire, sont des espèces marines, d'eau saumâtre ou d'eau douce. Cela s'explique par le fait que les sites échantillonnés sont situés sur trois domaines halins, avec un gradient de salinité variant de 25 à 0 psu. Ces espèces sont plus ou moins tolérantes à la dessalure et peuvent donc remonter plus ou moins loin en amont.

Les espèces de poissons fréquentant les estuaires sont réparties en **8 guildes** écologiques, définies par le groupe de travail national sur les poissons d'estuaire coordonné par le CEMAGREF (*Feunteun et al., 2006*).

Ces guildes, qui prennent en compte la localisation des différentes écophases du cycle biologique des espèces, sont les suivantes :

MAR (Marine Residents) : espèces strictement marines dont les incursions en estuaire sont exceptionnelles. L'estuaire ne semble pas jouer de rôle d'habitat essentiel pour ces espèces (**16** espèces ont été pêchées en Loire, la plus abondante étant le tacaud).

MAA (Marine Adventious) : espèces relativement euryhalines d'origine marine, se reproduisant en mer mais apparaissant régulièrement, et à toutes saisons dans les estuaires. Les estuaires représentent des zones d'alimentation importantes pour les espèces de cette guildes écologique (**8** espèces sont répertoriées, le prêtre, le merlan, le nonnat, le hareng et la plie étant les plus communes.)

MJA (Marine Juvenile Adventious) : espèces euryhalines, se reproduisant en mer, colonisant activement les estuaires à des fins trophiques, principalement ou exclusivement au stade juvénile et de préférence en période estivale. Les estuaires représentent des nurseries, habitats écologiques essentiels, pour les espèces de cette guildes (**9** espèces dont le bar commun, l'anchois commun, la sole commune et le sprat sont observées en estuaire de Loire).

CAT (Catadromous) : espèces amphihalines marines effectuant d'importantes migrations au cours de leur cycle biologique. Elles se reproduisent en mer et colonisent les cours d'eau pour des périodes allant d'une saison à plusieurs années. Les estuaires représentent des zones d'alimentation et de passage obligatoire entre rivière et mer. Ce sont donc des habitats écologiques essentiels pour ces espèces. **3** espèces ont été pêchées, en estuaire de la Loire : l'anguille, le mulot et le flet).

ANA (Anadromous) : espèces amphihalines migratrices d'origine dulçaquicole présentant des écophases en milieu marin et en eau douce. Ces espèces se reproduisent en eau douce tandis que leur croissance se poursuit en mer. Les estuaires représentent des zones d'alimentation et de passage obligatoires entre rivière et mer et constituent pour certaines d'entre elles des zones d'alimentation indispensables à certaines périodes de leur cycle vital (**3** espèces ont été pêchées au cours de l'étude l'éperlan, la lamproie marine et l'aloise feinte).

ESR (Estuarine Residents) : espèces permanentes bouclant la totalité de leur cycle biologique en milieu estuarien **4** espèces en estuaire de la Loire dont l'épinoche et les gobies.

FWA (Freshwater Adventious) : espèces euryhalines d'origine dulçaquicole se reproduisant en eau douce, mais se déplaçant dans les estuaires quel que soit leur stade de développement. Les estuaires représentent une

importante zone d'alimentation pour ces espèces (**5 espèces**, la brème commune, le sandre, le gardon, le poisson chat et le carassin argenté ont été observées en estuaire de la Loire au cours de ces 13 campagnes)

FWR (Freshwater residents) : espèces strictement dulçaquicoles, se reproduisant en eau douce, mais pouvant faire de rares incursions en eau saumâtre. Les estuaires ne jouent pas de rôle majeur pour les espèces de cette guildes (Aucune espèce n'a été observée).

○ **Sept guildes peuvent être mises en évidence dans l'estuaire de la Loire**

La guildes dominante, en termes de densité est constituée par les **espèces permanentes (ESR) (200.5ind/ha)** (Figure 68) ; cependant elle est composée d'espèces de petite taille (Gobie). C'est pourquoi, elle est largement devancée par d'autres guildes lorsque l'on considère la biomasse. Les **espèces catradrome (CAT)** sont dominantes en termes de biomasse (**5998g/ha**).

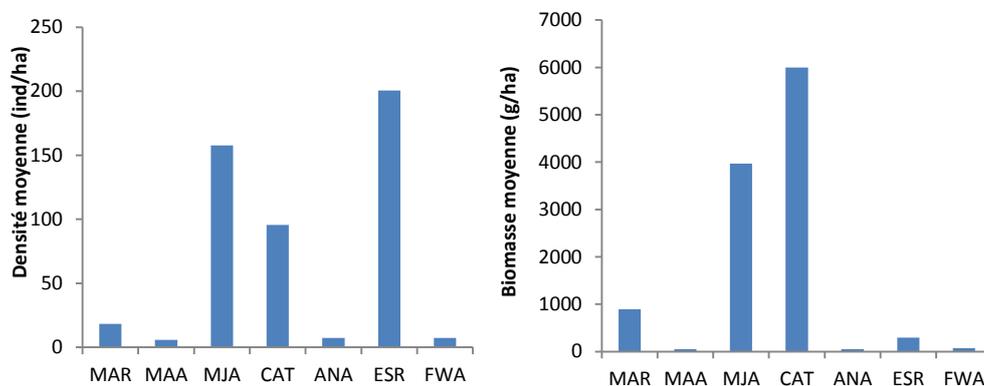


Figure 68: Densité et biomasse moyennes des différentes guildes écologiques sur l'estuaire de la Loire entre 2018 et 2019.

Une variation temporelle de la répartition des guildes apparaît au cours des différentes campagnes mensuelles (Figure 69).

Les guildes « **CAT** », « **ESR** » et « **MJA** » sont présentes dans l'estuaire de la Loire, tout au long de l'étude, mais les espèces catadromes (CAT) essentiellement représenté par le flet et le mullet dominant en termes de biomasse. En hiver, ils représentent de forte densité, mais les juvéniles marins (MJA) sont majoritaires sur l'ensemble de l'année. Les espèces résidentes (ESR) (Gobie en particulier) sont particulièrement abondantes en été et automne 2019 et représentent alors plus de 50% du peuplement ichtyologique de l'estuaire de la Loire. La guildes des poissons d'eau douce « **FWA** » est plus particulièrement abondante lorsque le débit de la Loire dépasse les 1000 m³/s, en février 2019 (Figure 70)

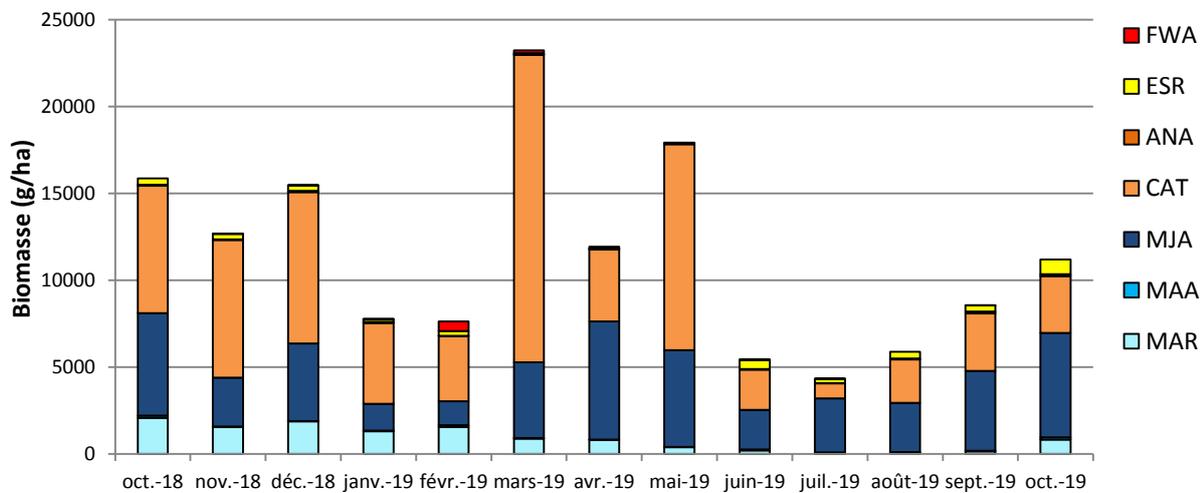
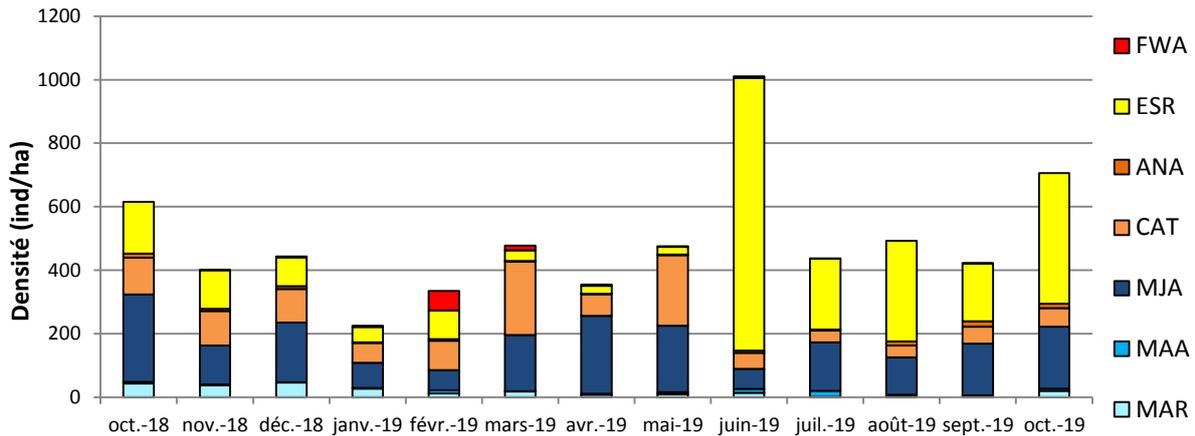


Figure 69: Evolution temporelle des biomasses et densités des différentes guildes écologiques présentes sur l'estuaire de la Loire entre octobre 2018 et octobre 2019.

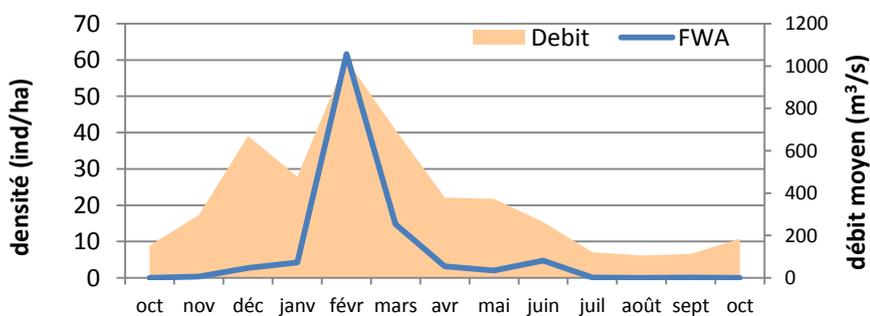


Figure 70: Densité de poissons composant la guild "FWA" observée dans l'estuaire en fonction du débit de la Loire enregistré à Montjean-sur-Loire entre octobre 2018 et octobre 2019

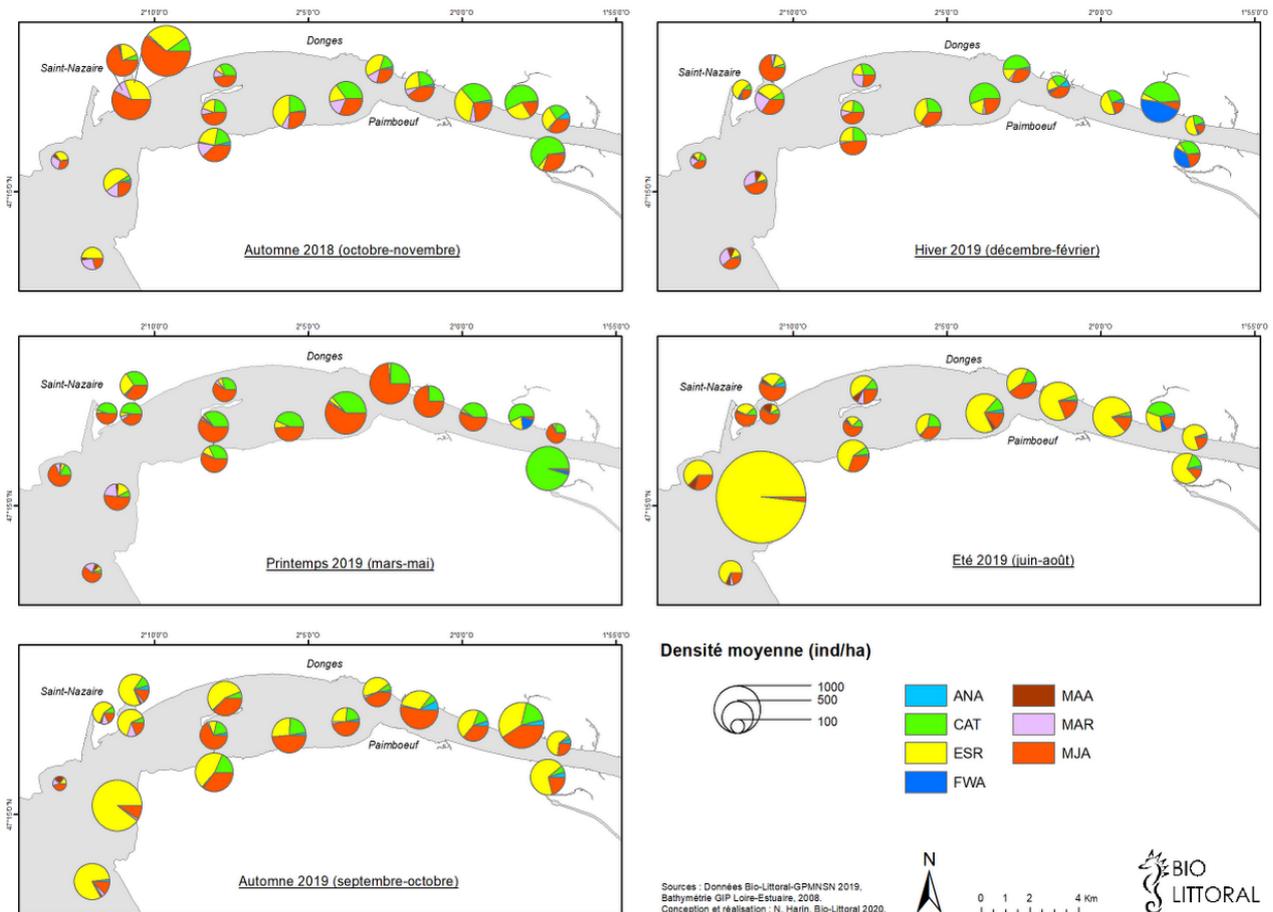


Figure 71: Densités moyennes des différentes guildes écologiques observées sur l'estuaire de la Loire au cours des saisons entre octobre 2018 et octobre 2019.

Les poissons benthiques strictement marins (MAR) sont plus abondants en période automnal et hivernal, en particulier entre octobre 2018 et janvier 2019 (**densité mensuelle > 27 ind/ha**), alors que de plus faibles densités sont notées au cours du printemps et de l'été. Ces espèces strictement marines (*Trisopterus luscus*, *Syngnathus rostellatus*, *Conger conger*...) fréquentent essentiellement les stations situées dans l'estuaire externe (Figure 71).

Les poissons benthiques marins adventifs (MAA) fréquentent l'estuaire tout au long de l'année (Fig. 72). Les espèces y pénètrent à différentes saisons afin de venir s'y nourrir ou s'y reproduire. Ainsi un pic de densité peut être observé en période estivale correspondant à une forte abondance de *prêtre* (*Attherina presbyter*).

Les poissons marins se reproduisant en mer et colonisant l'estuaire au stade juvénile (MJA) sont toujours abondantes (densité >60ind/ha) dans l'estuaire quelle que soit la période étudiée. De plus faibles densités sont observées au cours de l'hiver (janvier février), période à laquelle, les espèces de cette guildes (comme les soles) migrent vers le large afin de s'y reproduire.

Les espèces catadromes (CAT), amphihalines sont toujours abondantes (densité >30ind/ha) (Figure 71). Les plus importantes densités sont observées en hiver où elles fréquentent particulièrement les étiers de Lavau et du Carnet ainsi que sur les vasières mésohalines

En période printanière, ces espèces semblent être présentes sur tout l'estuaire de manière relativement homogène (Figure 71). A cette période, la vasière de **Méan** abrite une densité plus importante de ces espèces.

Les espèces anadromes (ANA), sont présentes de manière relativement constante dans l'estuaire (1 à 18 ind/ha).. En septembre de plus fortes densités (18 ind/ha) ont été pêchées, dans les étiers, les vasières mésohalines, ainsi qu'à Méan dans le Brivet. Il s'agissait essentiellement d'éperlans. Entre mars et mai 2019 de faibles densités (<2 ind/ha) sont observées

Les espèces estuariennes (ESR) fréquentent l'estuaire toute l'année. Elles y réalisent tout leur cycle de vie. Les densités les plus importantes essentiellement représenté par les gobies sont observées en été et en automne 2019 elles semblent fréquentes sur l'ensemble de l'estuaire.

Les espèces euryhalines d'origine dulçaquicole (FWA) sont présentes (densité > 5 ind/ha) dans l'estuaire de décembre à juin. Ces espèces d'eau douce ne supportent qu'une faible salinité : c'est pourquoi elles ne sont observées que lorsque le débit de la Loire dépasse 200 m³/s (Figure 70). Elles sont alors pêchées dans les étiers (Lavau et Carnet) et sur les vasières mésohalines (Pipy). Quelques individus (essentiellement des brèmes et des carassins) sont été observés dans le Bas-Brivet en février et mars (Fig. 50).

IV.5 Evolution historique de la faune benthodémersale de l'estuaire de la Loire

Les campagnes de chalutage de 2018-2019 peuvent être comparées avec plusieurs études réalisées en estuaire de la Loire depuis plus de 25 ans (Tab. 6) :

Tableau 6: Caractéristiques des études réalisées sur l'estuaire de la Loire entre 1981 et 2014.

<i>Etude</i>	<i>Période échantillonnée</i>	<i>Zones estuariennes suivies</i>
1981 <i>(Marchand et Elie, 1983)</i>	avril 1981 à juin 1982	17 stations : domaines euhalin, polyhalin, mésohalin et oligohalin.
1981-1982 <i>(Desaunay, 1996)</i>	oct.1981 et oct.1982	16 stations : domaines polyhalin et estuaire externe
1993 <i>(Goignard et Marchand, 1993)</i>	Juin 1993	15 stations : domaines euhalin, polyhalin et mésohalin
1994 <i>(Schaan et Marchand, 1995)</i>	mai à octobre 1994	11 stations : domaines polyhalin et mésohalin
2003 <i>(Créocéan, 2004)</i>	avril à octobre 2003	4 stations : domaine mésohalin
2008 <i>(Bio-littoral, 2012)</i>	juin à octobre 2008	15 stations : domaines polyhalin, mésohalin et oligohalin
2010 <i>(Lacoue-Labarthe et al., 2010)</i>	Janvier 2010	23 stations : domaines euhalin, polyhalin, mésohalin et oligohalin
2010-2011 <i>(Bio-Littoral, 2012)</i>	octobre 2010 à octobre 2011	17 stations : domaines euhalin, polyhalin et mésohalin
2014 <i>(Bio-littoral 2015)</i>	Juin à octobre 2014	13 stations : domaines polyhalin, mésohalin et oligohalin

⇒ Pas complétées sous quelles formes ?

V Conclusions

Pour la réalisation de cette étude, **437** traits de chalut ont été effectués entre octobre 2018 et octobre 2019. Au total, **76 888** poissons **353063** crevettes et **274** céphalopodes ont été capturés. Cette étude d'envergure a permis la confirmation du rôle essentiel de l'estuaire de la Loire pour de nombreuses espèces de poissons, de crustacés et de céphalopodes. Une meilleure compréhension du fonctionnement écologique des différents secteurs de l'estuaire vis-à-vis de l'ichtyofaune permet d'appréhender rôle de la vasière de Méan au sein de cet écosystème.

V.1 Biodiversité

Avec un total de **48** espèces de poissons observées entre octobre 2018 et octobre 2019 de Saint-Brévin à Cordemais, cette richesse spécifique est beaucoup plus importante que celles observées lors des études précédentes, notamment par rapport à l'année 1981-1982 (36 espèces) qui couvrait la même zone d'échantillonnage (*Marchand et Elie, 1983*).

Dans ces 2 études, séparées de 30 ans, le flet (*Platichthys flesus*) représente toujours une part essentielle de la population ligérienne benthodémersale en termes d'abondance même si les densités de flets ont très fortement régressé depuis 1981-82. En effet, à cette époque, la densité moyenne des flets s'élevait à 139 ind/ha en moyenne sur l'année, avec un pic à plus de 1000 ind/ha observé en juillet sur le secteur de Mindin à Paimboeuf. Actuellement, les densités maximales de flets sont observées en hiver, avec une densité moyenne n'excédant pas 100 ind/ha. Avec la remonté du front de salinité, il est probable que le flet colonise des secteurs plus amont dans l'estuaire.

Les gobies (*Pomatoschistus spp.*) sont devenus plus fréquents dans l'estuaire. Ils étaient présents dans 51 % des chaluts en 1981-82 (*Marchand et Elie, 1983*) ; actuellement, on les retrouve dans plus de 92 % des pêches.

La sole, le bar et l'éperlan sont des espèces clefs de l'écosystème de l'estuaire de la Loire depuis 2003, alors que ces espèces étaient présentes dans moins de 50% des chaluts dans les études antérieures.

V.2 Evolution spatiale et temporelle des peuplements

Les peuplements ichtyologiques de l'estuaire de la Loire présentent une forte variabilité saisonnière comme le montre la figure 58. Cette saisonnalité est conditionnée par l'évolution des paramètres environnementaux et les différentes phases du cycle vital d'un poisson (oeuf, larve, juvénile, adulte).

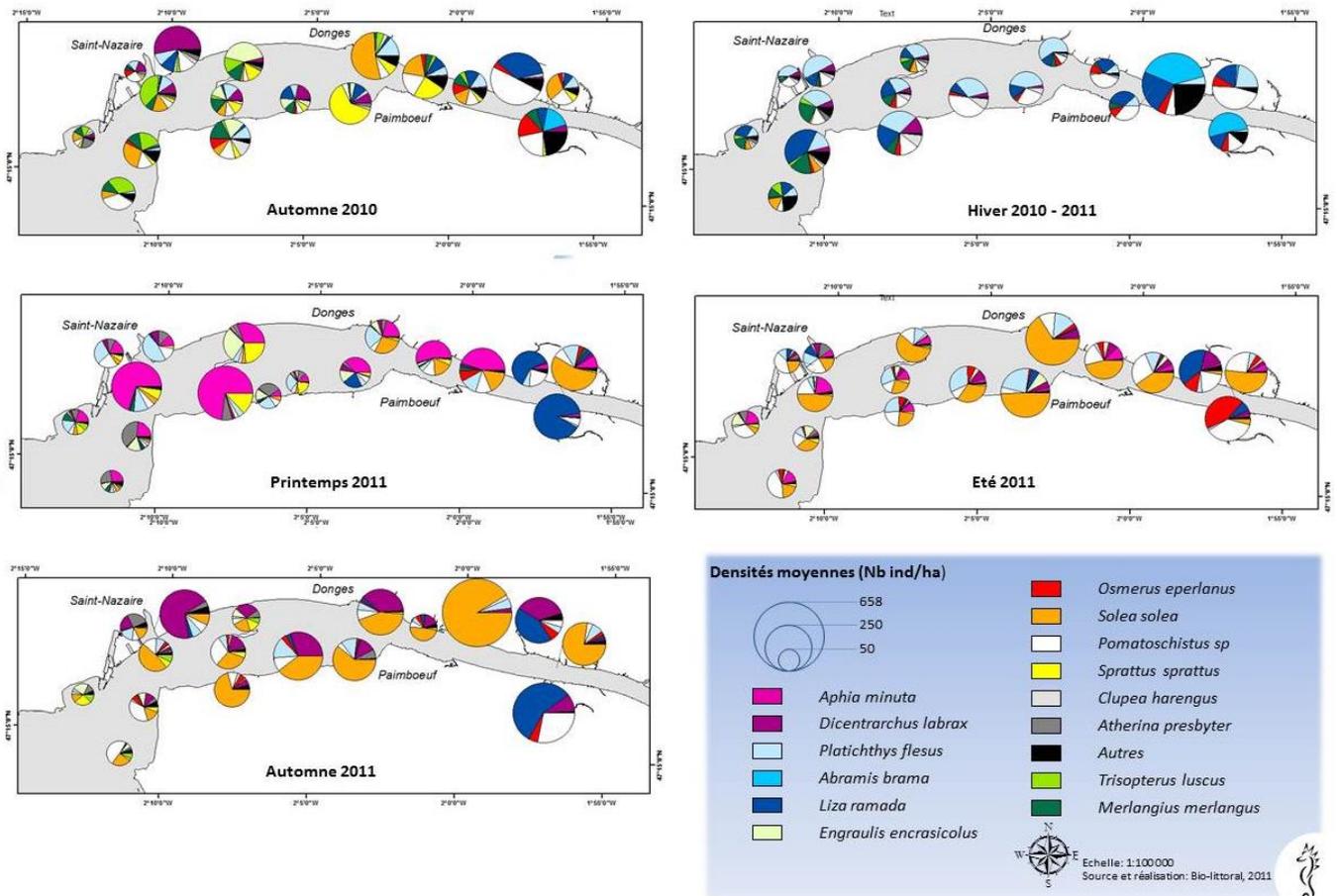


Figure 72: Répartition spatio-temporelle des principales espèces dans l'estuaire de la Loire entre octobre 2010 et octobre 2011.

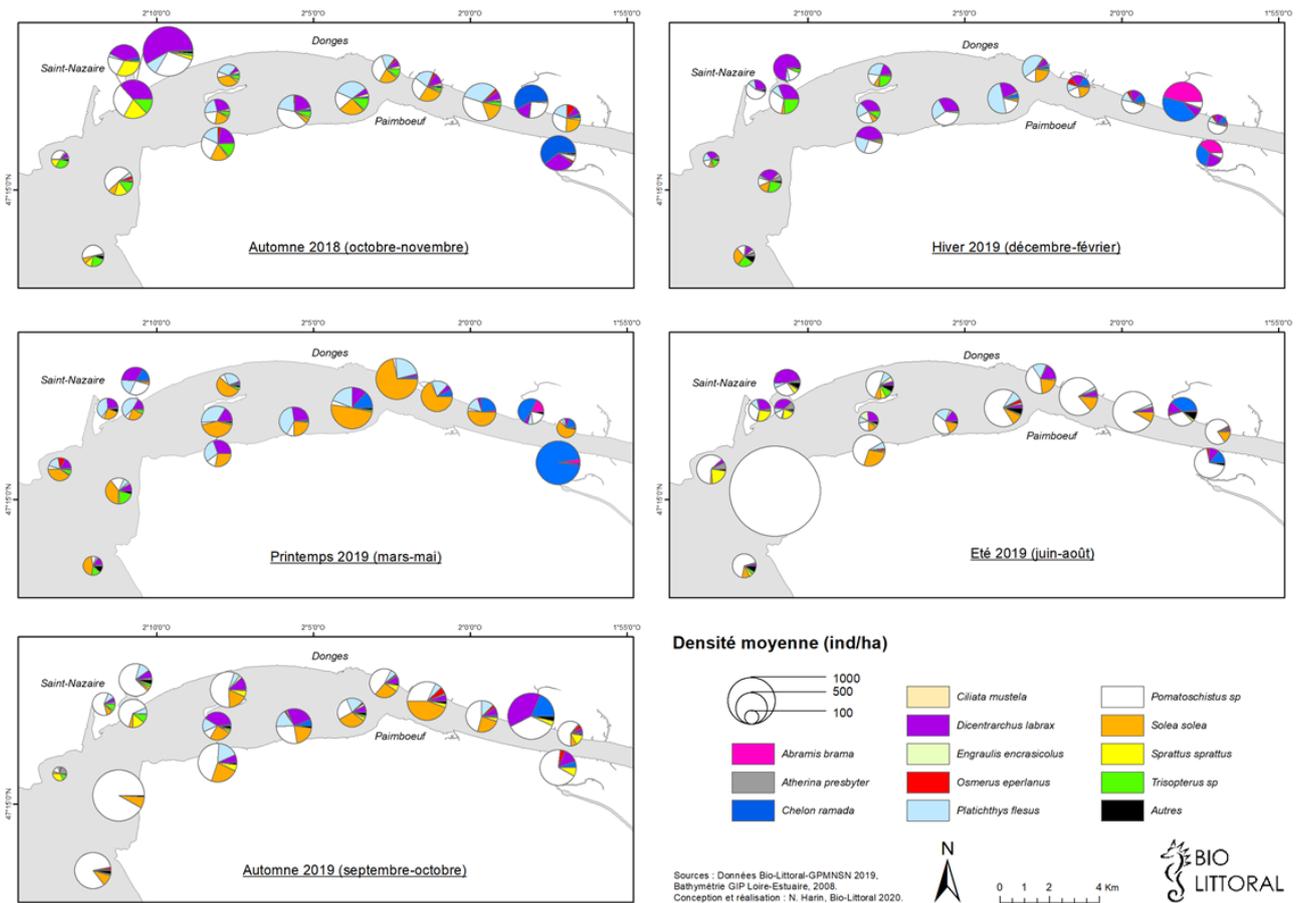


Figure 73: Répartition spatio-temporelle des principales espèces dans l'estuaire de la Loire entre octobre 2018 et octobre 2019.

V.2.1 Relation entre les crevettes et les poissons.

Les crevettes marines *Crangon crangon*, sont présentes dans tout l'estuaire, jusque dans les étiers du Carnet et de Lavau. Elles sont particulièrement abondantes entre juin et octobre 2019. Les crevettes de milieu saumâtre, *Palaemon longirostris*, sont présentes dans le secteur mésohalin tout au long de l'année.

Aucune relation n'a pu être mise en évidence entre les crevettes et les poissons dans l'estuaire externe et interne contrairement à 2010-2011.

V.2.2 I.1.1 Analyse spatiale et temporelle des peuplements ichthyologique:

Tableau 7 : Caractéristiques démographiques et répartition spatio-temporelle des principales espèces observées en 2018-2019. Leur appartenance aux différentes guildes est notée dans la 1ere colonne.

Espèce	Démographie	Répartition Spatio-temporelle dans l'estuaire de la Loire			Ecologie
		Saison	Densité	Localisation	
Sole (<i>Solea solea</i>) 12610 individus capturés (G. MJA)	Prépondérance des juvéniles (78 à 100 %)	Hiver	Densités faible	Estuaire externe	Se reproduit au large en période hivernale (janvier-mai)
		Printemps	Densités fortes	Vasière mésohaline (ainsi que le secteur polyhalin mais dans une moindre mesure)	
		Été	Densités moyennes	Ensemble de l'estuaire	
		Automne	Densités moyennes	Ensemble de l'estuaire	
Flet (<i>Platichthys flesus</i>) 8817 individus capturés (G. CAT)	Prépondérance des juvéniles immatures	Hiver	Densités moyennes	Estuaire polyhalin mésohalin et externe	Se reproduit au large en période hivernale (janvier-mars)
		Printemps	Densité fortes	Estuaire polyhalin mésohalin et externe	
		Été	Densités faible	Estuaire polyhalin et mésohalin	
		Automne	Densités moyennes	Estuaire polyhalin et mésohalin	
Bar commun (<i>Dicentrarchus labrax</i>) 9094 individus capturés (G. MJA)	Prépondérance des juvéniles	Hiver	Densité fortes	Ensemble de l'estuaire	Se reproduit au large en période hivernale (février-mai)
		Printemps	Densités faible	Ensemble de l'estuaire	
		Été	Densités faible	Ensemble de l'estuaire	
		Automne	Densités moyennes	Forte densité sur vasière de Méan et étier	
Mulet porc (<i>Liza ramada</i>) 4733 individus capturés (G. CAT)	3 groupes d'âges	Hiver	Densités moyennes	Etier ainsi que le secteur mésohalin et vasière de Méan	Se reproduit au large en période hivernale
		Printemps	Densité fortes		
		Été	Densités faible		
		Automne	Densités faible		
Gobie (<i>Pomatoschistus spp.</i>) 33316 individus capturés (G. ESR)		Hiver	Densités moyenne	Ensemble de l'estuaire	Se reproduit dans l'estuaire d'avril à septembre
		Printemps	Densités faible		
		Été	Densité fortes		
		Automne	Densités moyennes		
Nonnat (<i>Aphia minuta</i>) 246 individus capturés (G. MAA)			Densités faible	Estuaire externe	Se reproduit au large en période hivernale (février-mai)
		Printemps	Densités moyennes	Ensemble de l'estuaire mais plus particulièrement secteur polyhalin	
		Été	Densité fortes		
		Automne	Absent		
Merlan (<i>Merlangius merlangus</i>) 233 individus capturés (G. MAA)		Hiver	Densités faible	Estuaire externe et polyhalin	Se reproduit au large en période hivernale et printanière (janvier-juin)
		Printemps	Densités faible		
		Été	Densité fortes		
		Automne	Densités moyennes	Ensemble de l'estuaire	
Eperlan (<i>Osmerus eperlanus</i>) 920 individus capturés (G. ANA)	Prépondérance des juvéniles	Hiver	Densités moyennes	Ensemble de l'estuaire (particulièrement abondant en amont)	Se reproduit en fin d'hiver dans les étiers du Carnet et de Lavau
		Printemps	Densités faible		
		Été	Densités moyennes		
		Automne	Densité fortes		
Anchois (<i>Engraulis encrasicolus</i>) 437 individus capturés (G. MJA)		Hiver	Densités faible	Estuaire externe	Se reproduit en estuaire en période estivale (mai-septembre)
		Printemps	Densités moyennes	Ensemble de l'estuaire	
		Été	Densité fortes		
		Automne	Densités moyennes		
Brème (<i>Abramis brama</i>) 748 individus capturés (G. FWA)	Prépondérance des juvéniles 1 ans	Hiver	Densité fortes	Etier et vasières mésohalines, Méan venant de la Brière	Se reproduit en eau douce en période printanière (avril-mai juin)
		Printemps	Densités moyennes		
		Été	Densités faible	Etier	
		Automne	Densités faible	Estuaire mésohalin	

Espèce	Démographie	Répartition Spatio-temporelle dans l'estuaire de la Loire			Ecologie
Tacaud (<i>Trisopterus luscus</i>) 2324 individus capturés (G. MAR)	Prépondérance des juvéniles	Hiver	Densités moyennes	Etier, (présence à Méan venant de la Brière)	Se reproduit en eau douce en période printanière (avril-mai juin)
		Printemps	Densités faible	Etier, (présence à Méan venant de la Brière)	
		Été	Densités faible		
		Automne	Densité fortes	Etier	
L'Alose (<i>L'Alosa fallax</i>) 244 indus capturés (G. ANA)		Hiver	Densités faible	Ensemble estuaire	Se reproduit en eau douce en période printanière (avril-mai juin)
		Printemps	Densités faible		
		Été	Densité moyenne		
		Automne	Densité fortes	Ensemble de l'estuaire mais plus particulièrement secteur polyhalin	
Anguille (<i>L'Anguilla anguilla</i>) 260 indus capturés (G. CAT)		Hiver	Densités faible	Ensemble estuaire	Se reproduit en eau douce en période printanière (avril-mai juin)
		Printemps	Densité fortes	Ensemble de l'estuaire mais plus particulièrement secteur polyhalin	
		Été	Densité fortes		
		Automne	Densité moyenne		

Tableau 8 : Comparaison des densités moyennes annuelles et saisonnières (ind/ha) ((A18) automne 2018, H hiver, P (printemps), E (été) 2019) observées sur chaque secteur. Pour chaque espèce, les densités annuelles sont colorées selon un gradient croissant du blanc au rouge, les densités saisonnières observées sur chaque secteur sont comparées grâce aux barres bleues.

		Estuaire externe		Méan		Bilho		Vasière Sud		Vasière Nord		Étier	
Solea solea	A 18	17,7	51,1	2,8	14,9	76,9	79,7	86,8	105,2	100,5	135,8	0,9	1,5
	H 19	38,7		6,4		20,5		8,6		38,9		0,0	
	P 19	109,9		40,3		177,0		208,9		310,3		2,5	
	E 19	25,4		4,2		30,6		85,8		77,8		2,4	
	A 19	53,6		18,0		99,0		142,0		141,9		0,6	
Dicentrarchus labrax	A 18	7,7	23,4	393,1	139,1	47,3	59,2	81,9	84,3	40,3	31,5	133,0	90,3
	H 19	45,4		151,3		73,3		132,1		37,2		62,5	
	P 19	33,1		74,9		43,1		100,6		19,0		16,4	
	E 19	12,8		100,1		32,9		25,4		32,7		56,5	
	A 19	7,7		21,4		113,2		78,6		30,7		237,1	
Chelon ramada	A 18	0,0	0,5	10,9	7,6	5,0	3,9	11,1	18,2	9,2	19,8	332,3	272,7
	H 19	1,2		1,1		2,6		11,3		28,4		226,6	
	P 19	0,9		22,9		4,7		51,3		44,8		534,5	
	E 19	0,1		1,4		2,0		0,9		3,1		109,4	
	A 19	0,0		0,3		6,6		12,1		5,2		111,2	
Pomatoschistus	A 18	121,8	464,9	232,3	120,8	44,6	78,4	155,9	160,7	158,4	173,8	106,3	156,6
	H 19	28,4		102,9		58,7		110,8		86,4		32,5	
	P 19	28,1		44,7		16,3		35,0		11,6		36,4	
	E 19	1496,9		65,2		111,3		311,4		411,7		219,5	
	A 19	569,6		233,9		185,5		202,8		206,9		416,8	
Osmerus eperlanus	A 18	5,9	3,4	0,4	0,1	1,6	0,9	10,3	5,5	20,8	11,8	9,4	8,5
	H 19	3,2		0,0		0,4		1,2		14,8		7,8	
	P 19	1,0		0,3		0,0		0,8		1,8		1,8	
	E 19	2,1		0,0		1,0		10,1		7,7		10,1	
	A 19	6,5		0,0		2,0		7,3		19,7		16,1	
Aphia minuta	A 18	0,0	2,3	0,0	0,8	0,0	2,7	0,0	2,6	0,0	0,5	0,0	0,1
	H 19	0,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
	P 19	4,7		0,3		3,0		1,4		0,9		0,4	
	E 19	4,9		3,3		8,9		9,8		1,1		0,0	
	A 19	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
Engraulis encrasicolus	A 18	0,6	3,0	1,8	1,1	0,0	7,0	0,0	2,8	0,0	1,6	0,0	0,4
	H 19	0,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
	P 19	3,6		0,0		0,4		0,8		0,8		0,0	
	E 19	6,2		3,4		23,8		6,9		2,8		0,4	
	A 19	3,5		0,3		8,9		6,3		4,9		2,0	
Merlangius merlangus	A 18	1,6	3,8	0,0	0,6	0,0	2,5	1,1	0,9	0,3	0,2	0,0	0,1
	H 19	4,1		0,0		0,2		0,1		0,4		0,0	
	P 19	3,7		0,3		1,0		0,7		0,0		0,0	
	E 19	6,6		1,6		8,4		0,3		0,2		0,0	
	A 19	1,7		0,9		2,2		3,3		0,3		0,5	
Trisopterus	A 18	51,7	32,0	37,6	21,4	18,1	20,3	57,7	12,7	20,9	4,6	0,0	0,0
	H 19	47,6		41,5		45,2		6,6		4,1		0,0	
	P 19	39,7		7,4		9,6		4,8		1,4		0,0	
	E 19	10,6		2,6		16,9		2,2		0,1		0,0	
	A 19	9,3		24,2		6,0		4,5		0,7		0,0	

		Estuaire externe		Méan		Bilho		Vasière Sud		Vasière Nord		Étier	
Abramis brama	A 18	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,2	0,5	2,2	0,0	54,5
	H 19	0,0		2,1		0,0		0,0		4,8		259,6	
	P 19	0,0		2,0		0,3		0,8		4,5		42,3	
	E 19	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		2,7	
	A 19	0,0		0,0		0,0		0,0		0,1		0,0	
Alosa fallax	A 18	0,0	0,6	4,8	3,7	0,3	1,7	0,0	0,7	0,2	1,4	2,0	4,3
	H 19	0,7		0,3		1,2		0,1		0,9		0,0	
	P 19	0,1		0,0		0,2		0,0		0,0		0,0	
	E 19	1,3		7,4		1,8		0,6		0,3		3,6	
	A 19	0,4		7,4		6,0		3,5		7,4		18,2	
Anguilla anguilla	A 18	0,0	0,1	0,8	1,4	0,0	0,5	0,6	3,7	0,9	1,0	4,7	5,7
	H 19	0,0		0,0		0,0		0,4		0,9		2,0	
	P 19	0,3		4,6		0,4		5,8		1,6		6,4	
	E 19	0,0		1,1		0,6		7,3		0,7		11,8	
	A 19	0,2		0,0		1,8		2,9		0,6		0,0	
Palaemon longirostris	A 18	1,0	5,9	2,7	5,9	81,9	59,4	110,1	143,0	835,2	935,7	456,0	1242,6
	H 19	2,6		1,7		17,7		18,8		478,7		320,3	
	P 19	21,4		20,2		170,4		351,2		581,8		951,1	
	E 19	1,0		0,3		4,6		173,2		423,1		1401,9	
	A 19	0,0		2,5		15,6		4,3		3021,3		3149,5	
Crangon crangon	A 18	443,7	1924,7	325,9	623,5	560,5	1028,9	1190,3	1866,8	1496,9	3068,2	104,1	350,2
	H 19	303,8		710,2		734,9		951,6		613,0		94,1	
	P 19	1251,2		606,9		1775,5		1540,2		917,8		456,7	
	E 19	3700,4		23,5		636,7		1203,0		2297,2		366,8	
	A 19	4183,6		1716,1		1406,7		5401,5		12704,6		667,8	

Les données récoltées en 2018-2019 ont été analysées en utilisant le logiciel PRIMER 6 afin de proposer une répartition spatiale des différents peuplements ichthyologique dans l'estuaire de la Loire sur la base d'études statistiques.

Un peuplement est caractérisé par la densité de chacune des espèces qui le compose et qui permet de mettre en évidence des dominances. Ces assemblages d'espèces traduisent un biotope particulier qui intègre les paramètres physico-chimiques tels que le domaine halin, la bathymétrie, l'hydrodynamisme, la granulométrie du sédiment mais qui prend également en compte les relations entre les espèces (compétition spatiale ou trophique, ou relation de prédation entre les espèces).

- Traitement appliqué aux données

Une transformation mathématique des données brutes est nécessaire, de manière à donner autant de poids aux petits échantillons et aux gros échantillons. La transformation adoptée ici est la racine carrée des densités (nb ind/m²) observées. La matrice ainsi obtenue a permis de générer une matrice de ressemblance de Bray-Curtis à partir de laquelle ont été réalisées des analyses statistiques multivariées (Cluster, MDS) permettant de comparer les assemblages d'espèces identifiées dans les stations échantillonnées. Cette technique a l'avantage de ne pas prendre en compte les double-absences, c'est-à-dire que l'absence d'une espèce sur deux stations distinctes n'est pas considérée comme une ressemblance entre ces deux stations.

La procédure SIMPROF permet de déterminer, (représenté en pointillés rouges sur les figures), le niveau maximal de similarité permettant de regrouper les stations au sein d'un même type de peuplement.

- Résultats annuel

L'analyse de similarité regroupant les stations en fonction de la ressemblance de leur peuplement (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) a porté sur les moyennes mesurées sur chaque station à chaque mois échantillonné.

Moyenne de densité

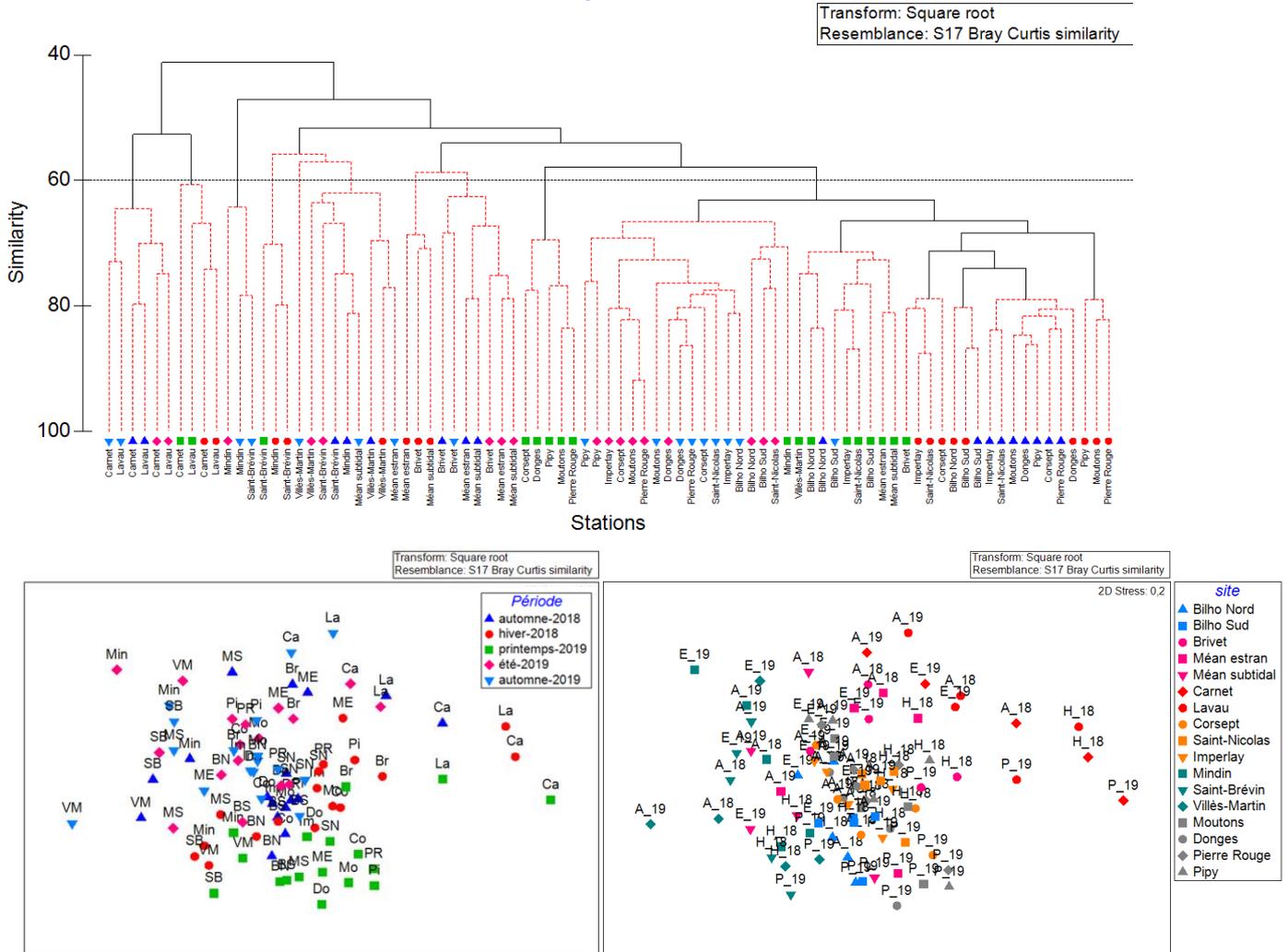


Figure 74: Analyses multivariées montrant le regroupement des sites par saison en fonction des densités des espèces de poissons. Résultat de la procédure SIMPROF (pointillés rouges).

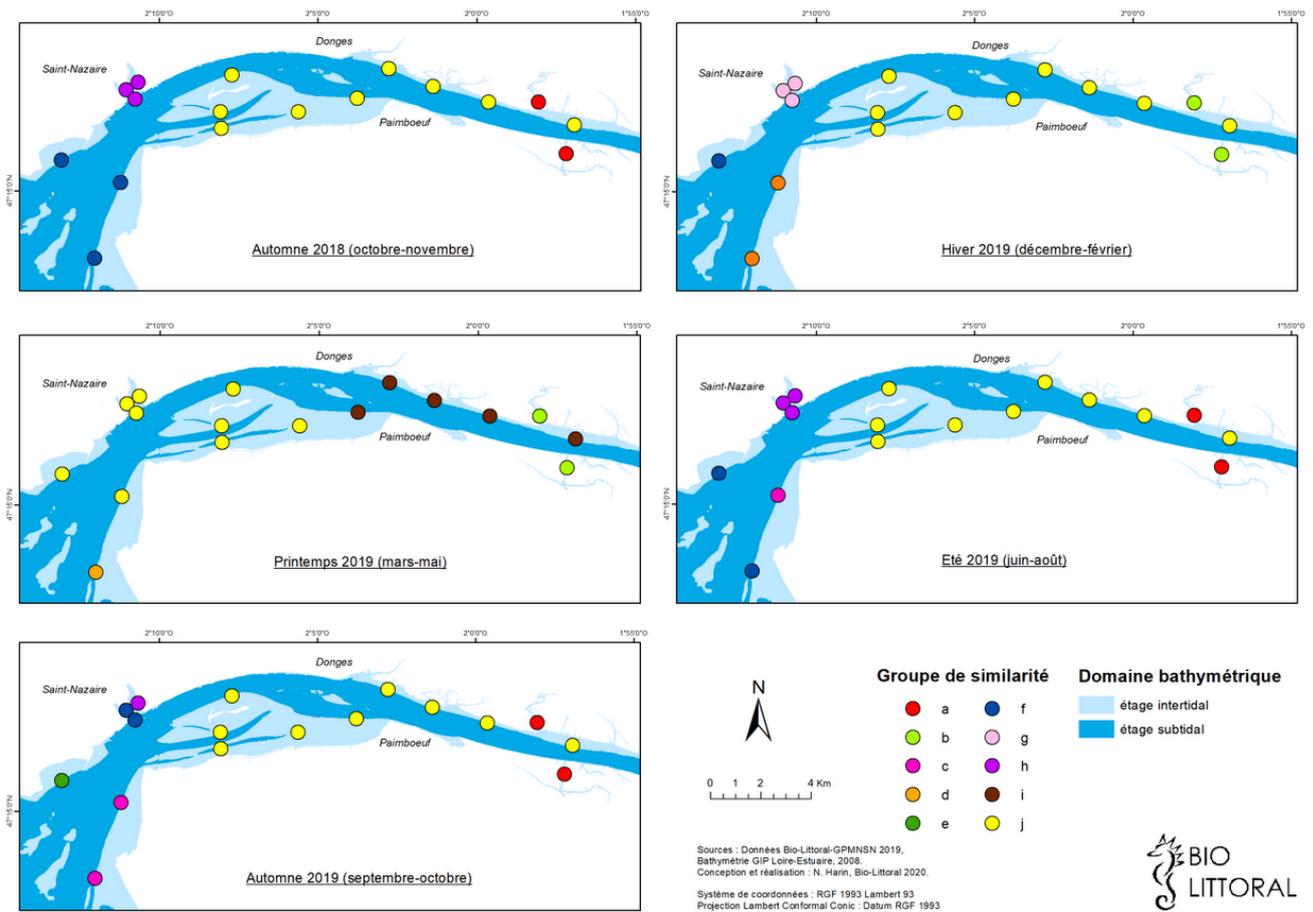


Figure 75: Indice de Similarité 60%

• **Résultats interannuels**

L'analyse de similarité regroupant les stations en fonction de la ressemblance de leurs peuplements (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) à porté sur les moyennes mesurées sur chaque secteur pour chaque saison.

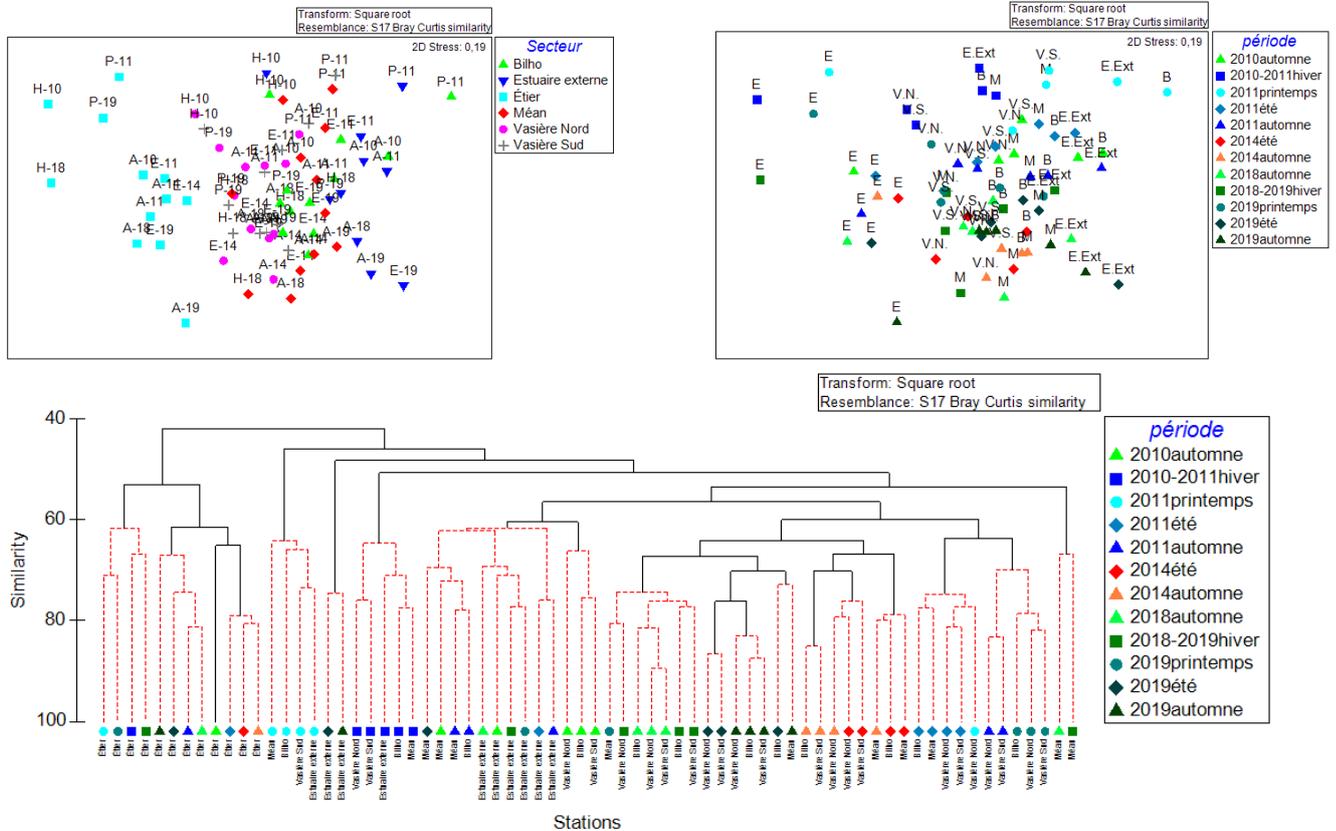


Figure 76: Analyses multivariées montrant le regroupement secteur par ans en fonction des densités des espèces de poissons. Résultat de la procédure SIMPROF (pointillés rouges). (A-10: automne 2010, H-10: hiver 2010-2011; P-11: printemps 2011; E-11: Été 2011; E-14: Été 2014 ; A-14: automne 2014, A-18: automne 2018, H-18: hiver 2018-2019; P-19: printemps 2019; E-19: Été 2019. B: Bilho; E.Ext: Estuaire externe; E: Étier; M: Méan; V.N: Vasière Nord; V.S.: Vasière Sud)

V Bibliographie

- Amara R., Laffargue P., Dewarumez J.M., et Maryniak C.,** 2001 – Feeding ecology and growth of O-group flatfishes (sole, dab and plaice) on a nursery ground. *J. Fish Biol.*, 58 : 788-803.
- Arousseau J-M.,** 1984 – Eléments d'écologie de la crevette blanche *Palaemon longirostris* dans l'estuaire de la Gironde. Dynamique de la population et production. Thèse université Paris VI, 220 p.
- Andersen A.K., Schou J., Sparrevohn C.R., Nicolasjsen H., Stottrup J.G.,** 2005. The quality of release habitat for reared juvenile flounder, *Platichthys flesus*, with respect to salinity and depth. *Fish Manag Ecol* 12 : 211-219.
- Attrill M.J., Power M.,** 2004. Partitioning of temperature resources amongst an estuarine fish assemblage. *Estuar Coast Shelf Sci* 61 : 725-738.
- Bensettiti F. et Gaudillat V.,** 2004 – Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7. Espèces animales. La Documentation française. 353 p.
- Bio-Littoral,** 2007 – Etude du régime alimentaire des poissons de l'estuaire de la Loire. Rapport GIP Loire Estuaire, 43p.
- Bio-Littoral,** 2009 – Rapport GIP-LE. Suivi de la faune benthique des vasières de l'estuaire de la Loire.
- Bio-Littoral,** 2010 – Rapport GPMNSN. Inventaire de la faune benthique de la vasière de Méan en hiver 2010, 41p.
- Bio-Littoral,** 2011 – Rapport GPMNSN. Inventaire de la faune benthique sur la vasière de Méan et sur l'ensemble des vasières de l'écosystème estuarien de la Loire en octobre 2010, 89 p.
- Bio-Littoral,** 2012 – Rapport SMIDAP Etude des nourriceries de l'estuaire de la Loire de juin à octobre 2008, 74p.
- Bouchardy C.,** 2002 – La Loire, vallées et vals du grand fleuve sauvage, La bibliothèque du naturaliste Delachaux et Niestlé, 288p.
- Bruslé J. et Quignard J.P.,** 2006 – Biologie des poissons d'eau douce européens. Aquaculture – Pisciculture. Tec & Doc. 625p.
- Constanza R., Darge R., Degroot R., Farber S., Grasso M. et Hannon B.,** 1997–The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387 (6630) : 253-260.
- Carpentier A., Feunteun E., Guillaudeau J., Lamoureux J., Boinet C., Bultel E., Gallon R., Lasne E. Puzin C., 2010 (a) -** Directive cadre eau-suivi ichtyologique des masses d'eau de transition : compte rendu des opérations de pêche sur l'estuaire de la Loire campagne de printemps, 10p.
- Carpentier A., Feunteun E., Guillaudeau J., Lamoureux J., Boinet C., Bultel E., Gallon R., Lasne E. Puzin C., 2010 (b) -** Directive cadre eau-suivi ichtyologique des masses d'eau de transition : compte rendu des opérations de pêche sur l'estuaire de la Loire campagne d'automne, 12p.
- COGEPOMI,** 2009 – Plan de gestion des poissons migrateurs de bassin de la Loire, des côtes vendéennes et de la Sèvre Niortaise 2009-2013, 12p.
- Créocéan,** 2003 – Rapport Interrégional Loire Grandeur Nature Pays de Loire Opération 4 Qualité des biocénoses benthiques 89p.
- Desaunay Y. Perodou J.B. & P Beillois,** 1980 – Étude des nurseries de poissons du littoral de Loire-Atlantique. Rapport ISTPM-OREAM, 66p.

- Desbrosses P.**, 1948 – Le merlan de la cote française de l'atlantique. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, 13p. (<http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3387/>).
- Desmarchelier, M.**, 1986 – Contribution à l'étude de la biologie des populations de Tacauds *Trisopterus luscus* (L.1758) en Manche orientale et dans le sud de la Mer du Nord, PhD Thesis. Université des Sciences et Techniques de Lille, Lille, 177pp.
- Dorel D., Koutsikopoulos C., Désaunay Y. et J. Marchand**, 1991 – Seasonal distribution of young sole (*Solea solea* L.) in the nursery ground of bay of Vilaine (northern bay of Biscay). Netherland Journal of Sea research 27 : 297-306.
- Elliot M. et Hemigway K.**, 2002 – Fishes in estuaries, Blackwells, London, 571p.
- Fage L.**, 1920 – Recherches sur la biologie de l'anchois (*Engraulis encrasicolus* (Linné) ; races-âge-migration. An. Inst. Océano., Paris, 2 (4): 140 p.
- Falissard B.**, 2007. Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie, Masson 3eme édition, 274-287.
- Feunteun E., Dermouny M., Migaud G., Robinet T., Guibert P.**, 2006 – Rapport DCE : Variation saisonnières de l'organisation spatiale des peuplements de poissons de l'estuaire de la Loire., 64 p.
- Forman**, 1981 – Interaction among landscape elements: a core of landscape ecology. Perspectives in landscape ecology. S. P. Tjallingii et A. A. De Veer. Veldhoven, The Netherlands: 35-48.
- Fritsch, M.**, 2001 – Le bar commun *Dicentrarchus labrax* en Atlantique Nord: modélisation à finalité halieutique. IFREMER, Centre de Brest, DRV/Ressources Halieutiques. Brest, Institut universitaire européen de la mer: 30p.
- Gibson R.N.**, 1994 – Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. Netherlands Journal of Sea Research. 32, 191-206.
- Gilliers G., Le Pape O., R. Amara, Morin J., et Y. Désaunay**, 2004 – Les estuaires fortement contaminés : des nourriceries de poissons aux performances écologiques médiocres. Bulletin IFREMER RNO 2004 : 19-30.
- Gilliers G., Le Pape O., Désaunay Y., Morin J., Guérault D. et Amara R.**, 2006 – Are growth and density quantitative indicators of essential fish habitat quality? An application to the common sole *Solea solea* nursery grounds. Estuarine and Coastal Shelf Science, 69 : 96-106.
- Gionard N. & J. Marchand**, 1994 – Bilan du rôle de nourricerie de l'estuaire de la Loire. Rapport final Convention APEEL/ADERET n° 2201 AB : 65p.
- GIP Loire Estuaire**, 2009 – La lettre de Loire Estuaire, de la Maine à la mer. Lettre du Groupement d'Intérêt Public Loire Estuaire n°11, novembre 2009.
- Guérault D., Désaunay Y., Beillois P., Prouzet P., Martinet J.P., Cuende F.X.**, 1994 – Les pêches professionnelles dans les estuaires de la Loire et de l'Adour. Ifremer. (<http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1452/>)
- Guérault D., Dorel D et Y. Désaunay**, 1996 – Cartographie des nourriceries littorales de poissons du Golfe de Gascogne. Rapport IFREMER Contrat 95-11-01-01 pour le Ministère de l'Agriculture de la Pêche et de l'Alimentation, 30p.
- Guerra A. et Rocha F.**, 1994. – The life history of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Galician waters (NW Spain). Fisheries Research 21: 43-69.
- Hesthagen, I.H.**, 1971 – The winter food of the gobies from one of the deeper channels of the Kieler Bucht, with particular reference to the sand goby, *Pomatoschistus minutus* (Pallas). Meeresforsch 27, 28–35.

- Iglesias M., Morales-Nin B.**, 2001 – Life cycle of the pelagic goby *Aphia minuta* (Pisces : Gobiidae). *Scientia Marina*, 65(3): 183-192.
- Keith P. et Allardi J.**, 2001 – Atlas des poissons d'eau douce de France. Patrimoines Naturels, 47, Paris, SPN / IEGB / MNHN.
- Koutsikopoulos C. & N. Lacroix**, 1992 – Distribution et abondance de Sole (*Solea solea*, L.) eggs and larvae in the Bay of Biscay between 1986 and 1989. *Neth. J. Sea Res.* 29 : 81-91.
- Koutsikopoulos C.**, 1991 – Recrutement de la sole *Solea solea* du Golfe de Gascogne : Influence de l'hydrologie et de l'hydrodynamisme. Thèse Doct. UBO
- Koutsikopoulos C., Y. Désaunay, Y. Dorel & J. Marchand**, 1989 – The role of coastal areas in the life history of sole (*Solea solea* L.) in the Bay of Biscaye. In Ros. J. (Ed.). *Topics in Marine Biology. Proceedings of the 22nd European Marine Biology Symposium, Barcelona, Spain, Scientia Marina* 53: 567-575.
- Lacoue-Labarthe Th., E. Feunteun, A Carpentier**, 2010 – Rapport GIP-LE : Inventaire des poissons dans l'estuaire de la Loire. Campagne hivernale 2010, 24 p.
- La Mesa M.**, 1999 – Age and growth of *Aphia minuta* (Pisces, Gobiidae) from the central Adriatic Sea. *Scientia Marina*, 63(2): 147-155.
- La Mesa M., Arneri E., Caputo V., Iglesias M.**, 2005 – The transparent goby, *Aphia minuta*: review of biology and fisheries of a paedomorphic European fish, *Reviews in Fish Biology and Fisheries* (2005) 15: 89–(109 .DOI 10.1007/s11160-005-1613-4)
- Lardeux F.**, 1986 – Biologie, écologie et dynamique de population de l'éperlan (*Osmerus eperlanus*, L.) dans l'estuaire de la Loire France. Thèse Univ. Bretagne Occidentale, 587p.
- Le Pape O.**, 2005 – Les habitats halieutiques essentiels en milieu côtier. Les identifier, comprendre leur fonctionnement et suivre leur qualité pour mieux gérer et pérenniser les ressources marines exploitées. L'exemple des nurseries côtières de poissons plats. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches. Université de Bretagne Occidentale, Brest, 21 mars 2005. 80p.
- Le Pape O., Chauvet F., Mahévas S., Lazure P. Guérault D. et Désaunay Y.**, 2003 b – Quantitative description of habitat suitability for the juvenile common sole (*Solea solea*, L.) in the Bay of Biscay (France) and the contribution of different habitats to adult population. *Journal of Sea Research*, 50: 139-149.
- Le Pape O., Holley, J., Guérault D., et Désaunay Y.**, 2003 a – Quality of coastal and estuarine essential fish habitat : estimations based on the size of juvenile common sole (*Solea solea*, L.). *Estuarine and Coastal Shel Science* 58: 793-803.
- Leitão R., Martinho F., Neto J.M., Cabral H., Marques J.C. et Pardal M.A.**, 2006 – Feeding ecology, population structure and distribution of *Pomatoschistus microps* (Kroyer, 1838) and *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770) in a temperate estuary, Portugal. *Estuarine, coastal and shelf science* 66: 231-239.
- Lobry J., Gonthier P., Elie P. et Rochard E.**, 2003 – Contribution à la caractérisation de l'état écologique de masses d'eaux de transition de type " estuaire " à partir du cas de la Gironde - Structure des assemblages ichthyologiques dans les milieux de type estuarien. Rapport pour le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Direction de l'eau). Etude Cemagref, groupement de Bordeaux, 82: 21p.
- Lochet, A.**, 2006 – Dévalaison des juvéniles et tactiques gagnantes chez la grande alose *Alosa alosa* et l'alose feinte *Alosa fallax*: apports de la microchimie et de la microstructure des otolithes, Ecole Doctorale Sciences du Vivant - Geosciences - Sciences de l'Environnement. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, Bordeaux, pp.220.

- Marchand, J.**, 1993 – The influence of seasonal salinity and turbidity maximum variations on the nursery function of the Loire estuary (France). *Neth. J. Aquat. Ecol.*, 27: 427-436.
- Marchand J.**, 1991 – Influence of environmental conditions on the settlement, the distribution and the growth of the O group sole (*Solea solea*) in a macrotidal estuary. *Neth. J. Aquat. Ecol.*, 27: 307-316.
- Marchand J. et Elie P.**, 1983 – Contribution à l'étude des ressources benthodémersales de l'estuaire de la Loire : Biologie et écologie des principales espèces. CSEEL- Tome IV
- Marchand J., Alliot A.**, 1981 – Observations sur l'écologie des populations de trois espèces de crustacés, décapodes nageurs en Loire-Atlantique *Palaemonetes varians* (Leach), *Palaemon longirostris* (H. Milne Edwards) et *Crangon crangon* (Linné), *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France, nouvelle série, tome 3 (4)* : 184-201.
- Marchand J., Denayer J.C, Montfort D.**, 1977 – Etude écologique de la basse-Loire de Nantes à Saint-Nazaire. Rapport OREAM n° 959-766-002-04, 130p.
- Masson G.**, 1987. – Biologie et écologie d'un poisson plat amphihaline, le flet (*Platichthys flesus* L., 1758) dans l'environnement ligérien. Thèse de doctorat, Univ. Bretagne Occid., 344p.
- Parlier E.**, 2004 – Approche quantitative de la fonction de nourricerie des systèmes estuariens-vasières. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle. 281p.
- Phil L., Cattrijsse, A., Codling, I., Mathieson, S., McLusky, D.S. & Roberts, C.**, 2002 – Habitat use by fishes in estuaries and other brackish areas. In: **Elliott, M. and Hemingway, K.L.** (Eds), *Fishes in estuary*. Blackwell Science Ltd, London, 54-123.
- Power, M., Attrill, M.J.**, 2007 – Temperature-dependent temporal variation in the size and growth of Thames estuary smelt *Osmerus eperlanus*. *Mar Ecol Prog Ser* 330 : 213-222.
- Pronier O., Rochard E.**, 1998 – Fonctionnement d'une population d'éperlan (*Osmerus eperlanus*, *Osmériformes osméridae*) située en limite méridionale de son aire de répartition, influence de la température. *Bull. Fr. Pêche Piscic* (1998) 350-351 : 479-497.
- Quero JC & JJ Vayne**, 2005 – Les poissons des mers des pêches françaises. Ed Delachaux et Niestlé, 300p.
- Quigley, D.T.G., Igoe, F., O'Connor, W.**, 2004. The european smelt *Osmerus eperlanus* L. in Ireland: general biology, ecology, distribution and status with conservation recommendations. *Biol Environ* 104B: 57-66.
- Riou P., Le Pape O. et Rogers S.**, 2001, Relative contributions of different sole and plaice nurseries to the adult population in the Eastern Channel: application of a combined method using generalized linear models and a geographic information system, *Aquatic Living Resources*, 14: 125-135.
- Sanders L.**, 1989, L'analyse des données appliquée à la géographie. Montpellier, GIP Reclus 268 p.
- Sauriau P-G**, 1994 – Les mortalités estivales du mullet *Liza ramada*. Dans Estuaire de la Loire Rapports de synthèse de l'APEEL 1994-1994 tome III Ressource vivante, 67 p.
- Schaan O. & J. Marchand**, 1994 – Cartographie des peuplements benthiques de l'estuaire de la Loire, de Mindin à Cordemais : bilan 1994 Rapport université de Nantes, étude financée par le GMPNSN.
- Schaan O. & J. Marchand**, 1995 – Etat 1994 du rôle de nourricerie de l'estuaire de la Loire : de Mindin à Cordemais. Rapport APEEL 94/2201 AC, 66p.

-
- Sepulveda, A.**, 1994 – Daily growth increments in the otoliths of European smelt *Osmerus eperlanus* larvae. Mar Ecol Prog Ser 108, 33-42.
- Taverny C., Elie P.**, 2000 - Feeding habits of allis shad *Alosa alosa* (Linné, 1766) and twaite shad *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) in the bay of Biscay. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2001) 362/363 : 837-852
- Taverny, C., Cassou-Leins, J.J., Cassou-Leins, F., Elie, P.**, 2000. - De l'oeuf à l'adulte en mer. In: Cemagref-Inra (Ed.), Les aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.), 93-124.
- Taverny C., 1991.** - Contribution à la connaissance de la dynamique des populations d'aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax*) dans le système fluvio-estuarien de la Gironde : pêche, biologie et écologie. Etude particulière de la dévalaison et de l'impact des activités humaines. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, Bordeaux, 568p.
- Verger F.**, 2005 – Marsi et estuaires du littoral français, ed Belin, 335 p.
- Wheeler A.**, 1969 - The fishes of the British Isles and North-West Europe. Macmillan and Co Ltd, London : 1- 613.

ANNEXE 1

Tableau de coordonnées des 17 traits de chalut (système de projection Lambert 93)

Id	site	secteur	X1	Y1	X2	Y2
1	Pipy	mésohalin	325780	6699277	327253	6698887
2	Etier Carnet	mésohalin	326146	6698476	325991	6697297
3	Etier Lavau	mésohalin	324810	6700336	325107	6699603
4	Pierre Rouge	mésohalin	322441	6700231	323790	6699819
5	Moutons	mésohalin	320249	6700757	321604	6700433
6	Donges	mésohalin	318400	6701589	319682	6701061
7	Corsept	polyhalin	317080	6699622	318397	6699953
8	St Nicolas	polyhalin	314835	6699320	315904	6699578
9	Imperlay	polyhalin	311864	6698770	313036	6699050
10	Bilho sud	polyhalin	311644	6699423	313057	6699985
11	Bilho nord	polyhalin	312557	6701015	313642	6701212
12	Méan	chenal Brivet	308988	6701103	309201	6700370
13	Méan	estran	308686	6700172	309096	6700431
14	Méan	limite subtidale	309193	6700224	308778	6699973
15	Mindin	estuaire externe	308813	6697532	308331	6696061
16	St brevin	estuaire externe	307680	6694326	307415	6693089
17	Villès-Martin	estuaire externe	306592	6698071	305453	6697263



ANNEXE 3 :

Densités et biomasses par mois et par station pour les principales espèces chalutées entre octobre 2010 et octobre 2011 dans l'estuaire de la Loire.

Gobie Nonnat - <i>Aphia minuta</i>																											
	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre		
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																									
Bilho Nord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	21	64	73	121	165	23	31	10	8	0	0	0	0	0	0	
Bilho Sud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	13	11	795	867	56	76	24	29	13	13	3	2	0	0	0	0
Brivet	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	14	10	14	18	19	28	18	15	10	10	0	0	0	0	0	0	0
Carnet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	7	6	4	6	14	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corsept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	59	16	15	33	44	13	18	4	3	1	0	0	0	0	0	0
Donges	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	45	34	42	8	13	11	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Imperlay	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11	8	11	13	1	2	28	28	4	4	1	1	0	0	0	0	0
Lavau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	17	15	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan estran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	8	86	50	60	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan subtidal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	211	254	489	660	47	48	0	0	54	43	0	0	0	0	0
Mindin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	76	88	4	6	5	8	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Moutons	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145	109	53	67	68	90	42	42	0	0	24	18	0	0	0	0	0
Pierre Rouge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	72	17	23	248	300	32	33	0	0	4	3	0	0	0	0	0
Pipy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	17	19	22	28	28	36	32	1	1	0	0	0	0	0	0	0
St Brévin	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	40	32	14	17	1	1	42	45	8	5	0	0	0	0	0	0	0
St Nicolas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	20	17	5	4	1	2	18	16	0	0	0	0	0	0	0
Villès-Martin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	71	4	6	23	23	30	22	0	0	0	0	0
Alose feinte - <i>Alosa fallax</i>																											
	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre		
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																									
Bilho Nord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18	0	0	5	21	1	5	1	9	
Bilho Sud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	49	
Brivet	8	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	30	7	38	25	167		
Carnet	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Corsept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	4	18	
Donges	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	14	
Imperlay	2	16	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	89	
Lavau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14	7	31	5	23	
Méan estran	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17	10	86	
Méan subtidal	0	0	0	0	0	0	0	0	4	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	45	4	28	0	0	0	
Mindin	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	57	2	10	1	15		
Moutons	0	0	0	0	0	0	0	0	2	26	3	29	1	34	0	0	0	0	2	7	2	10	4	21	2	11	
Pierre Rouge	0	0	0	0	0	0	0	0	1	191	1	6	0	0	0	0	0	0	0	4	13	0	0	3	20		
Pipy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	1	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25	
St Brévin	0	0	0	0	1	4	1	9	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	
St Nicolas	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	0	0	1	5	0	
Villès-Martin	0	0	0	0	0	0	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	3	16	0	0	

Brème commune - *Abramis brama*

	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre		
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																									
Bilho Nord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bilho Sud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brivet	0	0	3	41	0	0	0	0	0	0	20	693	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carnet	3	59	129	4076	284	13041	50	1165	11	323	21	137	4	10	7	12	0	0	0	0	2	5	2	5	0	0	
Corsept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	
Donges	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imperlay	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavau	0	0	7	154	352	6736	358	5434	87	947	105	643	0	0	7	17	0	0	0	0	0	0	2	158	0	0	
Méan estran	0	0	4	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan subtidal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mindin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moutons	0	0	0	0	1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	1	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pierre Rouge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pipy	0	0	1	39	8	267	7	178	3	29	1	13	5	16	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St Brévin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St Nicolas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Villès-Martin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Hareng - *Clupea harengus*

	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre		
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																									
Bilho Nord	0	0	0	0	5	54	14	297	0	0	11	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bilho Sud	1	19	7	75	12	192	5	89	8	134	4	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brivet	15	208	3	46	11	150	3	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carnet	0	0	4	45	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corsept	5	60	6	83	4	44	19	320	6	113	1	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Donges	5	83	0	0	3	27	1	19	5	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imperlay	51	653	5	72	2	40	70	1293	4	114	2	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan estran	0	0	4	42	8	107	4	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan subtidal	0	0	4	44	6	58	0	0	0	0	4	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mindin	0	0	1	14	9	145	0	0	1	18	2	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moutons	0	0	0	0	0	0	5	68	3	57	3	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pierre Rouge	0	0	0	0	0	0	2	32	0	0	1	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pipy	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	4	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St Brévin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St Nicolas	15	188	2	52	4	62	36	587	20	352	7	146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Villès-Martin	0	0	2	22	9	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sole commune - *Solea solea*

	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre	
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																								
Bilho Nord	3	74	7	195	1	11	17	367	11	150	0	0	14	318	7	367	14	365	47	492	219	3797	39	899	6	179
Bilho Sud	18	266	8	131	1	14	1	13	0	0	0	0	1	27	5	154	26	368	21	719	36	552	75	963	25	503
Brivet	2	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	126	5	210	45	562	15	132	47	704	4	84
Carnet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	120	0	0	29	634	5	288	2	7	7	61	0	0
Corsept	0	0	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	1	28	5	54	192	3398	300	5794	1	4	262	2518	44	741
Donges	63	1487	288	8360	1	12	0	0	2	52	3	79	75	2196	53	1752	106	2556	365	7713	304	4206	71	1094	182	4736
Imperlay	21	352	10	230	0	0	0	0	0	0	0	0	5	93	10	154	22	626	51	1062	10	75	187	2591	56	854
Lavau	0	0	2	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	35	8	257	3	49	10	255	0	0	0	0
Méan estran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	15	321	11	247	42	960	4	12	13	240	19	564
Méan subtidal	12	318	39	1274	0	0	11	556	0	0	4	76	14	380	19	818	14	382	205	6019	29	858	69	2564	76	5054
Mindin	31	521	75	2196	6	75	27	544	18	388	1	21	7	219	4	52	22	527	59	1491	7	44	5	177	26	938
Moutons	23	432	92	2503	1	10	0	0	6	98	10	245	51	1725	24	741	25	97	138	3571	113	3243	39	633	55	2069
Pierre Rouge	21	572	31	766	0	0	0	0	0	0	16	378	87	2271	35	896	14	136	185	2798	88	1396	841	9138	336	4783
Pipy	2	24	92	2827	0	0	0	0	1	26	9	199	228	4416	227	3123	42	211	165	4455	156	2906	241	4271	155	3216
St Brévin	16	182	9	147	24	458	18	433	16	292	1	23	5	240	8	173	25	219	37	910	5	271	23	297	20	349
St Nicolas	2	52	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	261	33	977	147	5096	2	23	177	2756	79	1557
Villès-Martin	5	179	14	478	0	0	18	301	3	33	3	41	2	94	11	434	0	0	16	315	6	303	15	1153	3	310

Flet : *Platichthys flesus*

	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre	
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																								
Bilho Nord	2	33	0	0	26	810	56	3155	27	800	3	44	21	579	7	115	28	444	12	50	17	1272	2	30	3	496
Bilho Sud	31	272	15	650	46	1553	51	1168	4	104	2	59	19	817	25	772	38	502	39	645	7	1568	19	722	7	828
Brivet	26	3866	29	4861	29	3670	51	7627	129	7039	77	1197	66	8924	30	1635	20	427	40	1686	5	259	27	1761	14	582
Carnet	3	521	2	280	0	0	12	67	2	32	2	487	7	192	4	347	15	450	0	0	0	0	0	0	10	1350
Corsept	4	15	10	218	69	1959	127	3903	4	90	7	143	6	452	12	426	75	798	158	1390	2	122	52	895	10	492
Donges	41	904	51	2591	60	5084	91	5443	53	1451	44	569	24	569	44	657	75	398	53	1578	27	661	10	165	22	929
Imperlay	39	2095	12	421	81	4370	86	2958	92	9277	8	201	20	445	32	1698	31	1941	46	2214	11	956	6	218	5	76
Lavau	10	1542	5	31	10	540	6	1503	64	6864	14	446	12	1734	3	272	5	143	27	2816	3	227	13	1312	14	1742
Méan estran	3	190	18	166	7	68	51	2178	18	184	14	1046	80	1439	8	129	7	328	21	547	4	10	10	1155	26	4750
Méan subtidal	28	191	14	730	10	586	70	8168	90	8004	76	4269	14	650	5	633	0	0	22	739	4	151	7	387	21	3321
Mindin	7	123	5	33	29	5665	66	3756	30	1947	2	45	6	177	6	141	13	197	14	802	1	50	0	0	5	282
Moutons	12	1328	25	3124	19	998	14	1625	3	248	4	88	13	1090	4	89	8	28	6	727	5	86	4	86	8	695
Pierre Rouge	17	1313	31	3506	24	3105	7	526	10	339	37	1940	29	4024	32	1133	40	649	15	1393	34	974	30	838	28	1865
Pipy	0	0	36	3108	63	3911	68	1031	58	1296	23	726	21	346	57	190	10	9	18	1018	9	418	25	1531	20	1882
St Brévin	9	252	0	0	3	55	27	2384	9	342	7	543	3	218	1	37	7	116	1	6	0	0	0	0	1	34
St Nicolas	11	201	11	130	62	10070	130	7048	11	354	3	70	12	353	43	2210	65	1873	106	1255	2	128	52	1748	39	430
Villès-Martin	3	205	3	36	10	478	20	745	3	231	2	18	30	1207	17	1545	3	133	4	308	0	0	3	31	4	233

Bar - *Dicentrarchus labrax*

	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre	
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																								
Bilho Nord	12	522	4	149	2	97	7	514	4	209	2	369	3	164	3	421	6	697	0	0	1	6	26	505	32	918
Bilho Sud	4	467	32	1139	11	149	7	264	0	0	0	0	8	725	13	2430	4	1427	6	1484	8	974	17	268	38	830
Brivet	204	4644	121	2266	4	28	12	104	19	184	2	32	2	150	30	2064	13	329	8	117	10	1327	118	1706	343	5635
Carnet	8	446	29	2027	0	0	2	14	0	0	0	0	4	40	4	58	7	694	5	73	8	97	37	518	56	799
Corsept	14	593	27	400	0	0	13	160	1	7	0	0	19	1488	8	246	18	1491	10	543	16	1563	37	517	24	294
Donges	3	124	3	200	3	258	0	0	0	0	6	87	8	508	6	969	2	609	5	3682	54	1800	60	1875	160	2683
Imperlay	1	90	2	99	47	740	29	412	26	289	0	0	0	0	3	981	2	414	2	1131	6	766	8	95	13	1027
Lavau	5	209	7	439	3	30	2	229	2	47	0	0	5	297	4	292	7	602	67	1310	70	817	182	1303	36	432
Méan estran	7	322	18	798	0	0	14	607	0	0	0	0	12	2141	7	1017	0	0	7	470	7	551	12	230	31	662
Méan subtidal	6	579	28	1464	24	348	7	133	4	82	4	65	0	0	0	4	561	0	0	0	0	4	615	7	67	
Mindin	1	95	0	0	27	431	4	131	2	486	2	32	1	24	1	151	0	0	0	0	2	394	16	463	7	219
Moutons	5	278	2	175	2	184	0	0	1	6	3	33	3	861	1	96	1	20	19	918	31	603	11	447	25	1865
Pierre Rouge	2	135	3	520	0	0	0	0	1	16	4	62	12	699	0	0	1	607	36	1240	2	14	7	206	23	324
Pipy	0	0	5	346	0	0	0	0	1	73	5	75	14	751	4	396	1	56	13	18	7	157	1	24	9	173
St Brévin	0	0	1	92	1	14	2	716	1	171	0	0	1	116	1	97	0	0	1	189	0	0	0	0	0	0
St Nicolas	20	380	34	608	0	0	26	306	1	9	1	9	6	298	1	98	15	934	6	410	28	687	97	1406	100	1261
Villès-Martin	5	1041	3	329	4	384	1	30	0	0	3	176	3	562	3	272	0	0	4	819	1	266	0	0	1	253

Mulet porc - *Liza ramada*

	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre	
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																								
Bilho Nord	0	0	0	0	38	527	4	74	1	782	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	37
Bilho Sud	0	0	7	183	65	895	17	1178	0	0	2	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brivet	17	2089	43	2166	57	555	0	0	0	0	6	327	2	200	0	0	0	0	40	1700	0	0	2	235	14	608
Carnet	17	1428	35	2238	11	96	62	1294	20	2276	65	579	553	37117	110	5897	12	516	20	1952	32	2564	250	16042	321	15723
Corsept	25	2721	24	689	52	464	10	114	1	78	1	28	4	354	74	2994	50	2549	2	205	1	1391	1	29	5	367
Donges	15	174	0	0	29	406	12	138	2	36	0	0	3	83	0	0	1	87	0	0	11	331	4	312	12	171
Imperlay	0	0	9	310	130	1531	17	470	22	321	1	20	7	184	0	0	0	0	0	0	4	135	0	0	3	133
Lavau	180	14185	68	1635	340	2990	38	422	75	1024	103	1333	58	7685	93	9991	8	1190	124	18181	261	36008	228	8104	25	1904
Méan estran	0	0	4	219	4	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	2230	0	0	0	0	3	35
Méan subtidal	0	0	7	584	3	34	0	0	0	0	11	720	0	0	0	0	0	7	173	0	0	0	0	3	116	
Mindin	0	0	8	278	337	6225	13	250	19	501	1	9	0	0	7	132	1	25	0	0	0	0	1	33	0	0
Moutons	12	230	45	513	33	334	40	1808	8	555	0	0	4	1446	0	0	1	43	1	28	1	26	1	6	9	221
Pierre Rouge	7	97	43	1382	100	1037	7	103	16	366	7	267	7	135	0	0	0	0	9	288	1	26	0	0	8	77
Pipy	2	18	27	3117	113	1177	22	380	11	123	24	293	8	171	1	13	0	0	7	544	0	0	4	1675	6	326
St Brévin	0	0	1	87	25	690	15	513	15	2841	0	0	1	14	0	0	0	0	2	112	0	0	3	118	0	0
St Nicolas	0	0	44	906	31	469	15	463	4	46	1	10	0	0	0	0	1	23	1	30	0	0	0	0	19	582
Villès-Martin	0	0	0	0	70	1261	0	0	1	242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gobies - *Pomatoschistus microps* et *P. minutus*.

	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre	
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																								
Bilho Nord	11	34	8	21	16	31	3	8	10	15	4	5	9	4	6	7	5	5	45	47	22	61	10	27	5	11
Bilho Sud	12	29	17	38	33	118	16	49	11	12	2	2	5	5	1	0	7	5	27	19	11	23	89	52	7	25
Brivet	41	80	29	85	9	15	6	26	48	183	37	80	5	9	15	5	38	33	45	67	8	10	36	102	3	15
Carnet	96	158	72	236	24	37	64	204	3	2	10	7	5	2	27	9	230	70	15	12	64	52	232	388	53	79
Corsept	4	8	20	41	71	104	13	47	44	139	11	36	1	1	11	7	11	11	28	38	1	0	10	14	9	16
Donges	7	20	34	95	15	25	7	18	10	14	9	16	6	6	11	4	28	25	13	5	80	134	6	7	41	121
Imperlay	47	154	13	39	106	265	1	4	6	18	6	14	7	11	12	5	7	5	56	86	18	35	19	36	12	61
Lavau	255	133	87	110	28	17	37	71	37	26	3	5	0	0	83	21	104	48	0	0	3	1	22	53	9	25
Méan estran	7	13	28	111	4	18	7	24	35	123	27	91	32	38	19	12	4	4	49	55	53	67	14	36	3	10
Méan subtidal	15	24	7	29	18	29	4	13	49	416	51	61	0	0	0	0	11	5	43	76	36	46	15	16	27	75
Mindin	30	108	25	88	22	72	0	0	1	4	5	11	3	5	0	0	1	1	46	80	7	19	0	0	84	307
Moutons	82	121	32	46	99	180	44	118	7	13	26	25	18	6	16	6	43	32	23	10	55	54	5	3	11	21
Pierre Rouge	37	64	8	17	62	136	33	62	31	63	52	49	6	2	37	13	45	24	21	7	142	175	22	28	3	6
Pipy	23	26	47	87	347	366	19	49	26	68	18	22	1	1	44	14	146	64	15	8	19	23	20	28	1	0
St Brévin	91	371	22	85	14	51	5	15	8	6	7	13	0	0	0	0	4	5	118	131	27	48	76	173	9	42
St Nicolas	16	54	1	2	224	346	15	55	26	76	2	2	6	7	8	7	6	3	39	66	1	3	16	36	43	158
Villès-Martin	1	3	10	36	6	17	3	7	1	3	6	12	2	1	9	5	1	2	64	108	36	38	3	9	4	8

Merlan - *Merlangius merlangus*

	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre	
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																								
Bilho Nord	31	1027	23	527	25	673	8	305	11	329	1	37	1	70	0	0	2	10	2	20	0	0	0	0	0	0
Bilho Sud	22	576	21	704	29	890	15	517	4	89	2	69	0	0	0	0	4	102	0	0	0	0	0	0	0	0
Brivet	5	78	0	0	2	62	9	289	8	191	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Carnet	25	402	35	1295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corsept	4	111	5	63	2	71	7	299	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Donges	4	124	6	142	11	444	5	141	4	79	7	328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imperlay	53	1619	26	504	40	1123	13	426	6	174	0	0	1	2	0	0	3	111	1	52	0	0	0	0	0	0
Lavau	4	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan estran	7	112	0	0	0	0	11	300	4	90	3	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan subtidal	3	110	25	626	18	574	64	2058	33	913	22	697	0	0	0	0	4	252	0	0	0	0	0	0	0	0
Mindin	29	717	16	375	114	3162	19	651	9	307	7	192	0	0	1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	6	229
Moutons	25	568	5	166	0	0	4	226	9	319	7	283	0	0	2	198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pierre Rouge	35	1081	2	106	17	471	1	39	10	296	19	641	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pipy	1	59	1	9	6	166	0	0	1	39	23	1002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St Brévin	33	693	3	51	14	599	19	546	12	458	8	308	3	171	2	147	1	3	3	18	0	0	0	0	0	0
St Nicolas	26	623	0	0	1	46	3	111	3	97	0	0	0	0	0	0	1	87	0	0	0	0	0	0	0	0
Villès-Martin	14	499	3	117	14	568	12	509	23	691	29	1521	0	0	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0

Eperlan - *Osmerus eperlanus*

	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre	
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																								
Bilho Nord	2	21	1	12	0	0	6	92	1	22	0	0	1	36	0	0	1	40	2	5	0	0	0	0	1	28
Bilho Sud	2	32	1	65	8	171	17	334	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	62	4	25	5	49	3	57	
Brivet	0	0	0	0	0	0	0	0	6	127	0	0	0	0	0	0	0	3	13	0	0	0	0	3	54	
Carnet	102	1861	22	435	3	52	33	591	7	248	0	0	2	48	4	114	301	1422	32	381	36	654	33	326	20	476
Corsept	2	30	0	0	14	206	2	91	0	0	0	0	0	0	0	7	106	10	103	0	0	3	58	7	162	
Donges	2	17	1	67	14	311	2	37	4	68	0	0	0	0	1	34	26	105	6	202	0	0	8	61	1	13
Imperlay	35	431	6	74	16	256	10	297	10	138	1	13	2	53	1	75	2	81	24	264	4	150	4	36	13	203
Lavau	12	123	24	800	51	972	22	461	18	275	0	0	2	56	2	73	57	396	0	0	3	121	7	123	32	546
Méan estran	14	141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan subtidal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	33	7	69
Mindin	10	97	2	23	5	75	11	186	2	29	0	0	1	24	0	0	1	35	3	1	3	151	4	87	11	173
Moutons	4	35	17	361	5	83	19	251	12	469	1	14	4	77	0	0	5	23	20	419	8	39	2	18	11	203
Pierre Rouge	4	88	34	963	15	408	2	111	19	375	61	1339	2	72	1	23	4	76	5	15	2	56	4	101	5	89
Pipry	1	10	11	253	29	410	12	212	25	397	26	482	0	0	2	64	19	66	8	530	7	205	16	562	0	0
St Brévin	2	23	0	0	2	37	3	150	0	0	0	0	2	93	1	21	0	0	21	213	2	57	1	6	0	0
St Nicolas	7	72	0	0	10	226	9	231	0	0	2	47	2	46	0	0	7	220	16	87	16	500	7	48	17	330
Villès-Martin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anchois - *Engraulis encrasicolus*

	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre	
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																								
Bilho Nord	185	1044	0	0	0	0	0	0	0	0	96	550	50	373	51	506	5	63	2	13	5	25	11	55	10	79
Bilho Sud	41	243	0	0	0	0	0	0	0	0	14	96	10	91	0	0	7	64	3	33	10	83	0	0	6	90
Brivet	13	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20	5	32	3	7	0	0	3	28	
Carnet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corsept	20	66	0	0	0	0	0	0	0	0	5	32	30	299	18	209	0	0	3	22	75	510	1	13	1	14
Donges	17	59	0	0	0	0	0	0	0	0	15	93	7	51	13	145	6	46	0	0	0	0	0	0	3	8
Imperlay	77	627	0	0	0	0	0	0	0	0	34	230	4	38	0	0	0	0	1	8	7	68	1	13	2	25
Lavau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan estran	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan subtidal	7	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	69	7	52	0	0	8	94	0	0	
Mindin	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	8	61	45	374	3	30	2	10	9	67	28	187	0	0	19	240
Moutons	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	8	97	0	0	4	43	8	75	7	53	9	44	0	0	1	19
Pierre Rouge	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	41	1	9	2	218	18	191	5	38	4	17	1	4	0	0
Pipry	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	117	1	8	2	16	0	0	0	0	
St Brévin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	117	4	33	1	3	4	40	1	14	7	44	0	0	11	145
St Nicolas	30	144	0	0	0	0	0	0	0	0	3	22	1	4	1	10	0	0	0	0	21	163	0	0	0	0
Villès-Martin	5	28	2	2	0	0	0	0	0	0	3	18	5	100	0	0	29	193	13	85	10	61	32	258	0	0

Tcaud - <i>Trisopterus luscus</i>																										
	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Septembre		Octobre	
	Densité ind/ha	Biomasse g/ha																								
Bilho Nord	42	2923	15	977	13	1061	1	169	4	293	0	0	0	0	1	89	0	0	9	264	0	0	12	597	0	0
Bilho Sud	6	354	3	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brivet	15	916	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carnet	3	211	2	280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corsept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Donges	1	52	35	3483	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imperlay	4	365	5	309	0	0	0	0	1	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan estran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méan subtidal	15	883	125	8046	6	326	18	1186	4	376	0	0	3	239	0	0	0	0	0	0	0	0	19	526	4	114
Mindin	17	1108	63	4584	3	235	7	576	9	532	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moutons	17	1175	0	0	0	0	0	0	0	0	1	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pierre Rouge	15	1026	1	158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pipy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St Brévin	61	2962	42	3263	10	920	22	2116	11	880	2	161	1	130	2	151	1	7	1	33	0	0	2	57	9	418
St Nicolas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Villès-Martin	10	855	7	435	3	315	12	946	0	0	16	1301	0	0	10	316	0	0	0	0	1	32	13	471	4	197



ANNEXE 4 :

Une complémentarité entre les trois zones chalutées de Méan

Une analyse en classification ascendante hiérarchique (CAH) montre que les trois zones étudiées sur le secteur de Méan (vasière inetrtidale, - vasière subtidale proche – et l'étier du Brivet) semblent fonctionner différemment (Fig. 59).

La classification Ascendante Hiérarchique (CAH) appelée aussi analyse en cluster, organise les observations en fonction de plusieurs variables et modalités, en les regroupant de façon hiérarchique. Elle commence par agréger celles qui sont les plus semblables entre elles, puis les observations ou groupes d'observations un peu moins semblables et ainsi de suite jusqu'au regroupement de l'ensemble de l'échantillon. Plusieurs stratégies d'agrégation peuvent être utilisées. La méthode de Ward est la méthode la plus communément utilisée, elle consiste à rechercher une partition des données afin que la variance intra-classe soit minimum et la variance inter-classe maximum. Ainsi chaque classe est formée d'éléments se ressemblant le plus possible et se démarquant le plus fortement des éléments dont sont formées les autres classes. Enfin, lors de la réalisation de ces CAH, il a été choisi d'utiliser la distance euclidienne pour mesurer la distance séparant les classes (Falissard, 2007 ; Sanders, 1989).

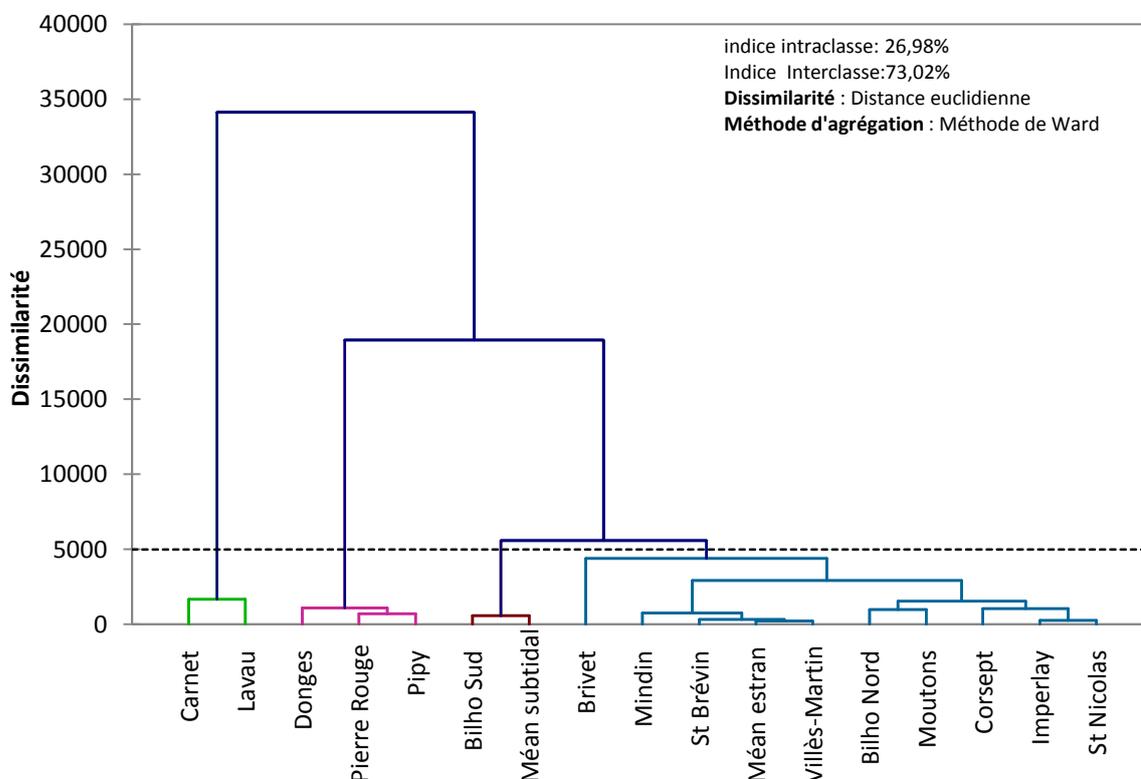


Figure 59: Classification ascendante hiérarchique des différents sites chalutés en fonction des densités des principales espèces présentes en Loire capturées au cours des campagnes de 2010-2011 (Abondance relative>1%).

La CAH, montre un fonctionnement différent entre :

- les étiers (Carnet et Lavau)
- les vasières mésohalines Nord (Donges, Pierre Rouge)
- les vasières de Bilho Sud groupées avec la vasière de Méan subtidale.

- Les vasières externes (Mindin, Saint Brévin, Méan estran)
- Les vasières (Blho nord, Mouton, Corsept, Imperlay et Saint Nicolas)
- Le Brivet

Le secteur de Méan peut donc être décomposé en trois secteurs :

1. Méan « estran » qui semble fonctionner comme les vasières de l'estuaire externe (avec de faibles densités d'organismes),
2. Le Brivet dont le fonctionnement est différent des étiers du Carnet et de Lavau, mais où l'on peut retrouver des espèces d'eau douce
3. Méan « subtidale » qui semble fonctionner comme la vasière de Bilho Sud.