

Focus Brochet



Sommaire

| | |
|--|----|
| Introduction | 8 |
| Bio-écologie du Brochet | 9 |
| Cycle vital..... | 10 |
| Enjeux et pressions..... | 13 |
| Le Brochet dans le marais Audomarois..... | 15 |
| Matériel & Méthode | 18 |
| Protocole Surface Favorable à la Reproduction (SFR)..... | 18 |
| Approche cartographique | 18 |
| Approche inventaire terrain | 20 |
| Analyse et expertise cartographique | 23 |
| Indice d'Abondance Brocheton (IAB) | 23 |
| Période et sites échantillonnés | 23 |
| Protocole d'échantillonnage | 24 |
| Analyse des données | 27 |
| Radiopistage (RP) | 28 |
| Protocole de prélèvement des sujets..... | 29 |
| Protocole de marquage..... | 31 |
| Protocole de radiopistage | 35 |
| Communication | 38 |
| Suivi thermique | 39 |
| Analyse scalimétrique des individus suivis..... | 39 |
| Etude botanique en partenariat avec le CBNBL | 40 |
| Résultats | 42 |
| Surfaces Favorables à la Reproduction | 42 |
| Description générale des zones inventoriées..... | 42 |
| Ségrégation cartographique | 43 |
| Quantification des Surfaces Favorables à la Reproduction de l'espèce Brochet | 45 |
| Indices d'Abondances Brochetons | 46 |
| Résultats globaux | 46 |
| Synthèse cartographique | 49 |
| Analyses des variables physico-chimiques | 51 |
| Analyses multivariées variables abiotiques..... | 52 |
| Analyses multivariées variables biologique..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Etude phytosociologique..... | 54 |
| Présentations des frayères effectives identifiées | 57 |
| Radiopistage | 61 |
| Survie et suivis des poissons..... | 61 |
| Poissons capturés | 63 |
| Campagne de communication et retour des pêcheurs..... | 63 |
| Approche globale | 64 |
| Approche individuelle..... | 65 |
| Approche individuelle remarquable..... | 70 |
| Domaine vital | 74 |
| Facteur abiotique : la température de l'eau | 75 |
| Scalimétrie..... | 76 |
| Discussion | 78 |
| Récapitulatif des résultats..... | 78 |
| Retour d'expérience..... | 79 |
| Calcul des productions de Brochets théoriques du marais Audomarois | 81 |
| Identification des problématiques | 84 |
| Hiérarchisation des enjeux et préconisations de gestion | 88 |
| Conclusion | 92 |
| Ce qu'il faut retenir..... | 93 |
| Bibliographie..... | 94 |
| Annexes..... | 97 |

Table des figures

Figure 1 : Brochet adulte dans son habitat.

Figure 2 : Brochet à l'affût dans une végétation aquatique dense.

Figure 3 : Cycle de vie schématique du Brochet (FDAAPPMA62).

Figure 4 : Juvénile de Brochet.

Figure 5 : Schéma de différentes pressions s'exerçant sur l'espèce Brochet.

Figure 6 : Des habitats propices au domaine vital d'un Brochet dans le marais.

Figure 7 : Le marais Audomarois, exemples des habitats qui semblent propices à la vie du Brochet (Lieux-dit du Grand Large et du Ketestrom).

Figure 8 : Schéma des volets du Focus Brochet.

Figure 9 : Prise de vue en drone illustrant le réseau de fossés du marais.

Figure 10 : Illustration de l'approche cartographique à l'aide de raster photogrammétrique afin de sélectionner les zones les plus intéressantes à caractériser.

Figure 11 : Découpage du marais en 11 entités lors des phases d'inventaires des SFR.

Figure 12 : Exemple des embarcations utilisées pour se déplacer plus facilement dans les annexes du marais.

Figure 13 : Mises en situations illustrative de relève en bateau (avec tablette et jumelles).

Figure 14 : Un maillage de points de prélèvement ambitieux (plan d'échantillonnage pour 2018 et 2019).

Figure 15 : Illustrations du protocole IAB (deux opérateurs à pied en berge et 3 opérateurs embarqués).

Figure 16 : LR-24 Smith & Root®

Figure 17 : Prospection à l'aide d'un Electrofishing Boat de Smith & Root®

Figure 18 : Capture d'un Brochet à l'avant du bateau et placement dans le vivier.

Figure 19 : Répartition des zones de capture des 18 sujets marqués et zones de prospection.

Figure 20 : Présentation du poste de marquage et du matériel associé.

Figure 21 : Bac d'endormissement des poissons.

Figure 22 : Illustration de : 1. Ouverture au scalpel de la cavité ventrale 2. Insertion de l'émetteur ATS 3. Points de suture après opération 4. Marquages externe sur l'insertion de la nageoire dorsale 5. Un individu dans son ichtyomètre.

Figure 23 : Relâche des individus.

Figure 24 : Opérations de radiopistage embarqué à l'aide d'une antenne boucle.

Figure 25 : Émetteur ATS à antenne interne F1230 et postes récepteurs (indicateur de fréquence et d'intensité du signal).

Figure 26 : Différents types d'antennes pouvant être utilisées (1. Antenne fouet 2. Antenne boucle).

Figure 27 : Schéma du principe de biangulation.

Figure 28 : Positions des 3 sondes thermiques HOBOWare.

Figure 29 : Zone de prélèvement des écailles sur les Brochets capturés et illustration de la méthode de scalimétrie via l'étude d'une écaille de Brochet au microscope.

Figure 30 : Relevés phytosociologiques réalisés par le CBNBL à l'aide d'un grappin et utilisation d'un disque de Secchi.

Figure 31 : Graphique en radar représentant les proportions des diverses codifications Corine Land Cover présentes dans le marais pour les 11 entités de travail.

Figure 32 : Exemples concrets de codification de 4 sites dont deux jugés SFR

Figure 33 : Cartographie des surfaces favorables à la reproduction du Brochet dans le marais.

Figure 34 : Pourcentage de SFR des diverses zones inventoriées. *Données non-renseigné pour marais du Ham.

Figure 35 : Histogramme des classes de tailles de Brochets capturés.

Figure 36 : Occurrence (en%) des 18 taxons rencontrés lors des inventaires IAB.

Figure 37 : Exemple de captures réalisées : 1. Juvénile de Brocheton de l'année (individu cible des IAB), 2. Jeune Brochet d'une année, 3. Loche de rivière, 4. Juvénile de Tanche.

Figure 38 : Occurrence de Brocheton sur le marais Audomarois entre 2018 et 2019.

Figure 39 : Résultats des Indices d'Abondances Brochetons 2018 et 2019. Les nombres associés représente les stations avec deux Brochetons échantillonnés.

Figure 40 : ACP sur les 5 mesures physico-chimiques réalisés sur les stations IAB et cercle des corrélations associé.

Figure 41 : ACM réalisée sur les 7 variables environnementales descriptives (fonction .scatter) et barycentre des stations avec Brocheton (oui en bleu) et sans (non en rouge).

Figure 42 : ACM réalisée sur les variables d'occurrence des espèces de poissons. 15 taxons sont renseignés (avec exception des espèces rares, fonction .scatter) et les barycentres des stations avec Brocheton (oui en bleu) et sans (non en rouge).

Figure 43 : Photo des groupements de Carex majoritairement observés sur les stations avec présence de juvéniles de Brochet dans le marais.

Figure 44 : Exemples de 3 stations à potentialité de frayère et de nurserie pour l'espèce Brochet ; faible (1), moyenne (2) et forte (3et4).

Figure 45 : Récapitulatif de l'ensemble des frayères effectives de Brochet sur marais Audomarois. Surfaces calculés cumulées entre des linéaires IAB positifs, les linéaires adjacents similaires à potentialité forte et la surface en eau.

Figure 46 : Les 4 saisons du suivi radiopistage.

Figure 47 : Boxplot des distances moyennes par mois des Brochets suivis et groupes statistiques associés.

Figure 48 : Boxplot des sommes des déplacements totaux par mois des brochets et groupes statistiques associés.

Figure 49 : Mouvements des Brochets radiopistés en fonction de leurs positions selon l'axe Nord-Sud. En haut pour les poissons de l'Ouest du marais et en bas pour l'Est.

Figure 50 : Exemple de deux habitats types où deux poissons ont été radiopistés un grand nombre de fois sur la période de septembre à janvier.

Figure 51 : Distances cumulés des différents poissons suivis.

Figure 52 : Amplitude de déplacement maximum (au Nord ou au Sud) observées au cours du suivi sur les Brochets.

Figure 53 : Représentation schématique du déplacement moyen mensuel de chaque individu.

Figure 54 : Identification d'un drain favorable à la reproduction lors du radiopistage.

Figure 55 : Présentations schématiques des déplacements de 6 sujets remarquables.

Figure 56 : Répartition des domaines vitaux identifiés lors de la période de sédentarisation.

Figure 57 : Taille du domaine vital des poissons en fonction de leur taille et droite de régression linéaire associée.

Figure 58 : Moyennes des déplacements en fonction de la température de l'eau.

Figure 59 : Déplacements en fonction de la température de l'eau et droite de régression linéaire associée.

Figure 60 : Relation linéaire entre l'âge mesuré par scalimétrie et la taille des sujets.

Figure 61 : Récapitulatif schématique du raisonnement entrepris lors du Focus Brochet afin de parvenir à des préconisations de gestions adaptés en fonction des enjeux.

Figure 62 : Problématiques majeures identifiées sur le marais pour la réussite de la reproduction du Brochet.

Figure 63 : Un fossé recouvert de lentilles d'eau diverses et d'*Azolla Filiculoides* occultant la lumière tôt dans la saison.

Figure 64 : Rappel des habitats identifiés comme les plus fonctionnels dans le marais, les imposants touradons de *Carex*.

Figure 65 : Représentation des frayères du marais (vues drone).

Figure 66 : Les axes de travail proposés pour la sauvegarde du Brochet dans le marais.

Figure 67 : Exemple de deux buses mal positionnées et de deux solutions améliorant la connectivité latérale de manière optimale.

Figure 68 : Exemple de deux ouvrages de gestion des niveaux d'eau pour des casiers hydrauliques.

Figure 69 : Exemple d'une berge fauchée de manière répétée et d'une gestion adaptée.

Tableaux

Tableau 1 : Classe de qualité associé au CPUE de l'IAB.

Tableau 2 : Exemple de plusieurs études d'écologie spatiale dans l'hémisphère Nord.

Tableau 3 : Tableau de codification des classes d'états sanitaires des Brochets marqués.

Tableau 4 : Récapitulatifs des identifiants des diverses zones inventoriées.

Tableau 5 : Récapitulatif des résultats des volets IAB et SFR ainsi que l'identification des frayères effectives.

Tableau 6 : Liste des taxons retrouvés dans les fossés du marais lors des IAB.

Tableau 7 : Moyennes des mesures physico-chimiques lors des IAB 2018 et 2019.

Tableau 8 : Classement par potentialité de 140 stations IAB.

Tableau 9 : Récapitulatifs des sujets marqués.

Tableau 10 : Effectifs et tailles moyennes (en mm) des Brochets capturés et classes d'âges associées (obtenue par la scalimétrie).

Tableau 11 : Taux de survie de la ponte selon la potentialité des milieux (selon Chancerel 2003).

Tableau 12 : Base du calcul des populations et des productions théoriques de Brochet face à nos résultats dans le marais.

Tableau 13 : Projections théoriques des productions de Brochets dans le marais.

Lexique

ACM : Analyse en Composante Multiples

ACP : Analyse en Composante Principale

ADEAG : Agence de l'Eau Artois Picardie

ATS : Advanced Telemetry System

CBNBL : Conservatoire Botanique National de Bailleul

CPUE : Capture Par Unité d'Effort

IAB : Indice Abondance Brocheton

RP : Radiopistage

SFR : Surface Favorable à la Reproduction

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

Introduction

Le Brochet (*Esox lucius*), représentant de la famille des Esocidés, est un poisson prédateur piscivore emblématique de nos cours d'eau métropolitains. Le Brochet est qualifié d'espèce repère ou bio-indicatrice c'est-à-dire que sa présence et la bonne réalisation de son cycle biologique particulier donne des informations précieuses sur la qualité mésologique du milieu. En effet de par sa position dite de « top-prédateur », cette espèce va permettre d'évaluer la fonctionnalité du contexte dans lequel elle évolue. Ceci en plus du rôle écologique important que le Brochet joue en tant que prédateur parmi les communautés piscicoles. C'est notamment l'espèce repère des typologies de milieu typique de zone cyprinicole (zones à barbeaux et à brèmes ; B7, B8 et B9).



Figure 1 : Brochet adulte dans le marais Audomarois.

Le Brochet est également très recherché par de nombreux pêcheurs pour son intérêt halieutique et la technicité de sa pêche.

Néanmoins de par ses caractéristiques et préférences écologiques particulières, cette espèce est très impactée par les activités d'origines anthropiques.

Sur notre territoire le Brochet est inscrit sur la Liste Rouge UICN des poissons d'eau douce de France métropolitaine (2019) avec le statut vulnérable (VU – risque élevé à moyen terme – sans changement depuis la réactualisation de la liste rouge 2009 - 2019).

Dans le département du Pas-de-Calais, une grande partie des milieux aquatiques pouvant être favorables à la reproduction du Brochet sont directement impactés par des activités ou des aménagements anthropiques. Ce contexte peut conduire à des pressions importantes sur

les populations naturelles en plus de l'activité de la pêche de loisir. En ce sens, il est prépondérant de participer au maintien de l'espèce par la reconquête de ces zones de reproduction notamment.

Ainsi la Fédération Départementale pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique du Pas de Calais (FDAAPPMA 62) a lancé son projet d'expertise des milieux aquatiques nommé FBMA (Focus Biodiversité Marais Audomarois). Dans ce projet global s'inscrit le Focus Brochet, un point majeur de cette étude réalisée sur deux ans et financée par l'Agence de l'Eau Artois Picardie (AEAP) et la Région Hauts de France dans le cadre de l'appel à projet Initiatives en Faveur de la Biodiversité lancé en 2017 par l'AEAP.

Le Focus Brochet comprend 3 volets transversaux :

- Le diagnostic et la caractérisation des Surfaces Favorables à la Reproduction de l'espèce (SFR BRO).
- La caractérisation de l'effort de reproduction (réalisation d'Indices d'Abondance Brocheton ; IAB avec classe de qualité associée).
- L'étude comportementale du Brochet au sein du marais.

Bio-écologie du Brochet

Esox lucius (Linnaeus, 1758) appartient à l'ordre Esociformes qui comprend 2 Familles : les Esocidés (dont fait partie le genre *Esox*) et les Umbridés. L'espèce est facilement reconnaissable par son corps élancé et fusiforme ainsi que par son museau allongé et plat en forme de bec de canard. Sa robe est de couleur vert-brun bariolée de lignes transverses. L'aire de répartition du Brochet est large puisqu'il occupe presque toutes les surfaces de l'hémisphère Nord. Il est présent sur l'ensemble de la France métropolitaine.

Ces différentes qualités morphologiques telles que sa mâchoire puissante et son aptitude à attendre de grande vitesse (notamment lors de propulsion de « sprinter »), en font un prédateur remarquable. Son museau est pourvu de pores céphaliques qui l'aident à se repérer dans son environnement et à mieux localiser ses proies. Ce poisson chasse en effet à vue, c'est-à-dire qu'il adopte une position d'attente avant de fondre sur sa proie à grande vitesse sur une courte distance.



Figure 2 : Brochet à l'affût dans une végétation aquatique dense.

C'est une espèce ichthyophage, excepté lors de la phase juvénile où les larves commencent à se nourrir avec du plancton puis des invertébrés après résorption du sac vitellin (Keith et al. 2011). Mais il arrive également au Brochet d'être opportuniste et de consommer des proies diverses (rongeurs, jeunes oiseaux, écrevisses, amphibiens...).

L'espèce peut attendre une taille importante (entre 100 et 120cm en moyenne). La maturité sexuelle est atteinte au bout de 2 ans chez les mâles et 3 ans chez les femelles et la longévité est comprise entre 10-15 ans pour les mâles et 20-30 ans pour les femelles.

On retrouve cette espèce dans des cours d'eau de tous gabarits mais de préférence limpide. En effet, le Brochet chasse à vue, souvent dissimulé dans les herbiers et privilégie donc un milieu peu turbide, lentique et riche en végétation aquatique (Craig and Babaluk 1989, Casselman and Lewis 1996).

Cycle vital

Le Brochet possède un cycle de vie particulier et alterne entre plusieurs zones de vie.

Reproduction

Lors de sa reproduction qui a lieu en général entre février et avril avec une température de l'eau comprise entre 6 et 12°C, les géniteurs entament une migration vers les zones de frayères afin de se reproduire, parfois sur de grandes distances. On parle de migration holobiotique transversale (Chancerel, 2003 ; Skov et Nilsson 2018). Cette période de migration s'opère en 3 phases : migration de pré-reproduction, montaison et dévalaison.

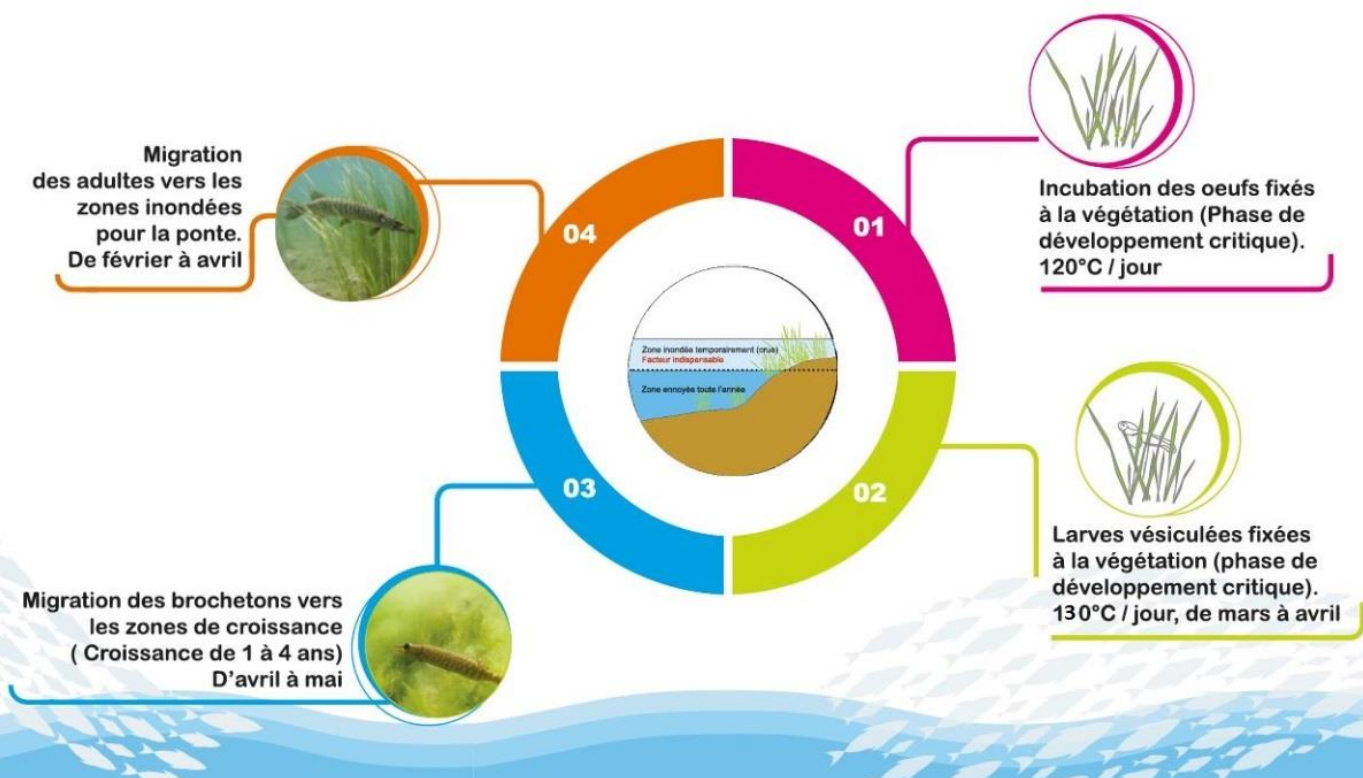
Le Brochet est une espèce dite phytophile, sa reproduction nécessite des zones de végétations herbacées recouvertes par l'eau en période de hautes eaux (à la faveur des crues) ou des zones de végétations aquatiques denses (Keith et al. 2011).

La végétation ennoyée par la crue (herbacés, Carex, joncs, glycéries, Phalaris...) constituera un support de ponte idéale pour les femelles et de fixation pour les larves. Ensuite les faibles hauteurs d'eau permettent au milieu de se réchauffer et de favoriser l'incubation des œufs. La taille de la frayère se doit d'être également relativement importante du fait de la fécondation des œufs d'une femelle par plusieurs mâles. On estime la surface minimale de fraie à 1000 m² (Souchon, 1983) pour un couple de géniteurs. Mais 3 mâles et une femelle peuvent par exemple saturer une frayère de 1500m². La ponte est en général fractionnée sur 2 à 5 jours par paquets. En termes de fécondité, les femelles peuvent produire en moyenne entre 16 000 et 45 000 ovules/kg.

Les frayères les plus efficaces sont les prairies humides ou les annexes hydrauliques telles que les noues, les dépressions humides et les bras morts (Farrell 2011). Ces milieux particuliers (végétation dense, hauteur d'eau entre 30 à 100cm, ensoleillé et lentique) sont essentiels à la reproduction de l'espèce et à la survie de ses larves (Chancerel 2003).

Stade larvaire

L'incubation dure 120 degrés-jours et la vésicule vitelline se résorbe en 130 degrés-jours. A leur éclosion les jeunes larves de Brochet vont se ventouser sur les végétaux disponibles (Raat 1988, Cooper et al 2008).



Il est enfin nécessaire que les annexes restent suffisamment longtemps en eau afin de laisser assez de temps aux brochetons de croître dans une zone calme, sans prédateurs et riche en nutriments et en zooplanctons.

Juvenile

Le régime alimentaire du Brochet est strictement carnassier, mais évolue au cours de sa croissance. L'alimentation active commence entre le remplissage de la vessie natatoire et la résorption totale de la vésicule vitelline. Le zooplancton (entomostracés et crustacés principalement) constitue la nourriture exclusive des jeunes Brochets dès leur première prise de nourriture jusqu'à une taille qui avoisine 20 mm. Vient ensuite un stade entomophage qui débute chez les alevins à partir d'une taille variable comprise, selon les

auteurs, entre 20 et 30 mm et persiste jusqu'à une taille proche de 60 mm. Ce régime peut cependant perdurer dans l'alimentation des Brochetons jusqu'à une taille de 100 mm et plus, que le stade ichtyophage soit atteint ou non (Kohn et Leviten 1976, Eklöv 1997 Jeppesen et al 1997).

Le cannibalisme des jeunes sujets de moins de 50 mm est aussi couramment observé au sein d'une même cohorte (Bry et al 1992, Chanceler 2003).



De mai à juin les Brochetons de 6 à 8 cm dits fingerlings vont être plus mobiles et entamer une migration afin de rejoindre le cours d'eau principal, aidés normalement par un ressuyage naturel de la zone de fraie.

Il est à noter qu'en milieu naturel les taux de survie des alevins sont très faibles. Seulement entre 0,3% et 10% des Brochetons arriveront en âge de migrer vers les bras principaux et entre 0,0005% et 1,5% d'atteindre l'âge adulte. Les taux de survie aux âges les plus jeunes sont fortement tributaires de la qualité de la frayère (Chancerel, 2003 ; Skov et Nilsson 2018). D'après les écrits on est donc en droit d'attendre une production de 0,25 fingerlings migrant par m² de frayère fonctionnelle, d'où l'intérêt majeur de caractériser les surfaces favorables à la reproduction.

L'importance de la végétation (habitat de reproduction et de nurserie) revêt aussi une importance capitale dans la réussite du cycle.

Le recrutement des Brochetons dépend donc :

- Conditions d'accès aux zones de reproduction
- Biomasses adulte en deçà d'un certain seuil
- Abondance des proies
- Température
- Éléments toxiques
- Retour au milieu naturel
- Substrats
- Stabilité temporelle des niveaux d'eau dans la frayère (pour l'accès, l'incubation, l'éclosion et le stade migrant)
- Taux de matière organique en suspension
- Prédation
- Nature des habitats de recouvrement
- Transparence

Enjeux et pressions

De par ses caractéristiques et préférences écologiques particulières, cette espèce est très impactée par les activités d'origines anthropiques. Nécessitant des zones de reproductions et de nurseries particulières, notamment des zones soumises à des variations hydriques. Le maintien de l'espèce est mis en balance par les aménagements hydrauliques tels que : l'intensification des pratiques agricoles, les barrages, les endiguements, le recalibrage, le reprofilage des cours d'eau et le drainage des zones humides.

Ces aménagements peuvent empêcher la libre circulation horizontale des individus géniteurs entre le lit mineur et majeur ainsi que l'inondation des sites de reproductions. Mais ils peuvent également fractionner leurs répartitions longitudinales. En effet, le Brochet n'est pas une espèce sauteuse et sa capacité de franchissement est donc limitée.

Malgré son caractère relativement ubiquiste, une régression significative des populations de Brochet est observée principalement à cause de la disparition progressive de ses aires de reproductions privilégiées.

En effet, parmi les pressions les plus intenses qui peuvent se poser sur ces zones, il est possible de lister :

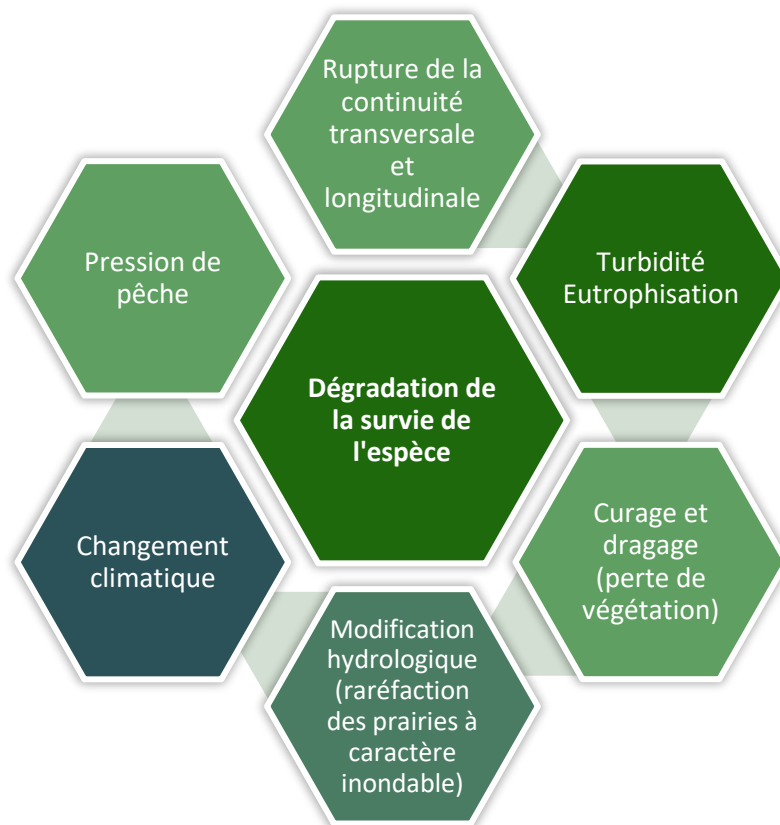


Figure 5 : Schéma des différentes pressions s'exerçant sur l'espèce Brochet.

- La rupture de la continuité qui peut freiner ou bloquer l'accès aux zones de fraies pour les adultes.
- L'eutrophisation des milieux et par là, la hausse de la turbidité qui peut nuire à l'alimentation du poisson (chasse à vue) mais aussi à la végétation et donc au développement et à la survie des larves (Ask et al. 2009, Karlsson et al. 2009, Hongve et al. 2014).
- Les curages ou les dragages intensifs voir la circulation fluviale intense peuvent aussi avoir un effet sur la diversité et la densité végétale. Celle-ci étant étroitement liée à la survie de l'espèce (Sandström et al 2005).
- La modification de l'hydrologie ou de la morphologie fluviale peut avoir un impact sur la structuration de la végétation aquatique rivulaire ou immergée. Ces modifications influent directement sur la réussite de la reproduction (Farrell et al. 2010). Les zones inondables sont en effet de plus en plus rares de part ces profondes modifications paysagères.
- Le changement climatique impacte de nombreuses espèces vivantes dont le Brochet (changement de température, agent pathogène, UV, etc.).
- La pression de pêche qui peut être non négligeable dans certaines zones.

Sur notre territoire, le Brochet est classé en Liste Rouge UICN des poissons d'eau douce de France métropolitaine (2009) avec le statut vulnérable (VU). Pour le moment, en France, la taille minimale de capture est fixée à 60 cm et le quota journalier de carnassiers par pêcheur est de 3 dont 2 brochets par pêcheur (Décret numéro 2016-417 du 7 avril 2016). Un autre outil de protection est le décret frayère du Pas-de-Calais (n° 2008-283 du 25/03/08) permettant de les protéger (20 000€ d'amende en cas de destruction de frayères ou des zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole).

De part ces caractéristiques, la restauration et la préservation des habitats de reproduction du Brochet sont des enjeux majeurs. De plus, les milieux humides, de par leurs spécificités possèdent une forte valeur écologique grâce aux services rendus par leurs fonctionnement (autoépuration, abattement des crues, réserves de biodiversité majeures par exemple).

Les enjeux dans l'hémisphère Nord, en Europe et plus particulièrement en France sont connus avec un poids économique et social de l'espèce Brochet très important. En effet, le Brochet est une des espèces les plus recherchées par les pêcheurs. Bon nombre d'évènements tournent autour de ce taxon. Pour donner un ordre d'idée plus de 150 000 pêcheurs ont été recensés en 2017 pour 3700 associations. La Fédération Nationale de la Pêche en France estime ainsi le poids économique de la pêche à environ 2 milliards d'euros (<https://www.federationpeche.fr>). Bon nombre d'actions ou de subventions sont directement allouées à la protection ou à l'étude de cette espèce.

Le Brochet dans le marais Audomarois

Le Brochet est depuis toujours une espèce emblématique du marais Audomarois, recherchée par de nombreux pêcheurs à pieds ou embarqués. La technique la plus utilisée par les pêcheurs locaux est la pêche au vif suivie par la pêche aux leurres. L'AAPPMA de la Concorde est l'association de pêche locale. Celle-ci se trouve être l'AAPPMA qui a le plus d'adhérents du département du Pas-de-Calais avec plus de 4000 pêcheurs en 2019. Cette structure entreprend l'animation du territoire local, sa surveillance avec 3 Gardes Pêches Particuliers sur place qui procèdent notamment aux déversements de brochets. En général, ce sont entre 200 et 300kg de brochets à l'Est et la même quantité à l'Ouest du marais qui sont lâchés, idem en cyprinidés (Gardons, Carpes commune et Tanches) avec selon les années 30 à 50kg de Goujon sur certains secteurs.

De nombreux autres acteurs locaux se partagent la gestion de ce territoire d'exception avec notamment l'assise forte du syndicat mixte Eden 62, du Parc Naturel Régional Caps et Marais d'Opales et du Conservatoire du Littoral. Ainsi, si la majeure partie du territoire reste privée, une importante superficie est gérée par ces structures de protections des milieux naturels.

Ces 700 km de voies d'eau dont 100km de cours d'eau qui couvrent les 37km² du marais sont pour la plupart des habitats de vie caractéristiques du Brochet. De tout temps jeunes et moins jeunes pêcheurs ont pu s'adonner à la pratique de la pêche de cette espèce.

Néanmoins si le territoire est riche en termes d'habitats, de caches, de végétations hélophytiques et hydrophytiques et de ressources alimentaires, celui-ci peut faire face à de nombreuses pressions. Comme par exemple : une absence de marnage liée à la gestion hydraulique du territoire par un système d'écluses (niveau d'eau constant maintenu par la régulation du Niveau Normal de Navigation du bief de Gravelines – Flandres par VNF) et de vannes complexes, une circulation fluviale dense en période touristique, un curage fréquent des voies d'eau ou encore des intrants agricoles et des rejets domestiques forts.



Figure 6 : Des habitats propices au domaine vital d'un brochet dans le marais.

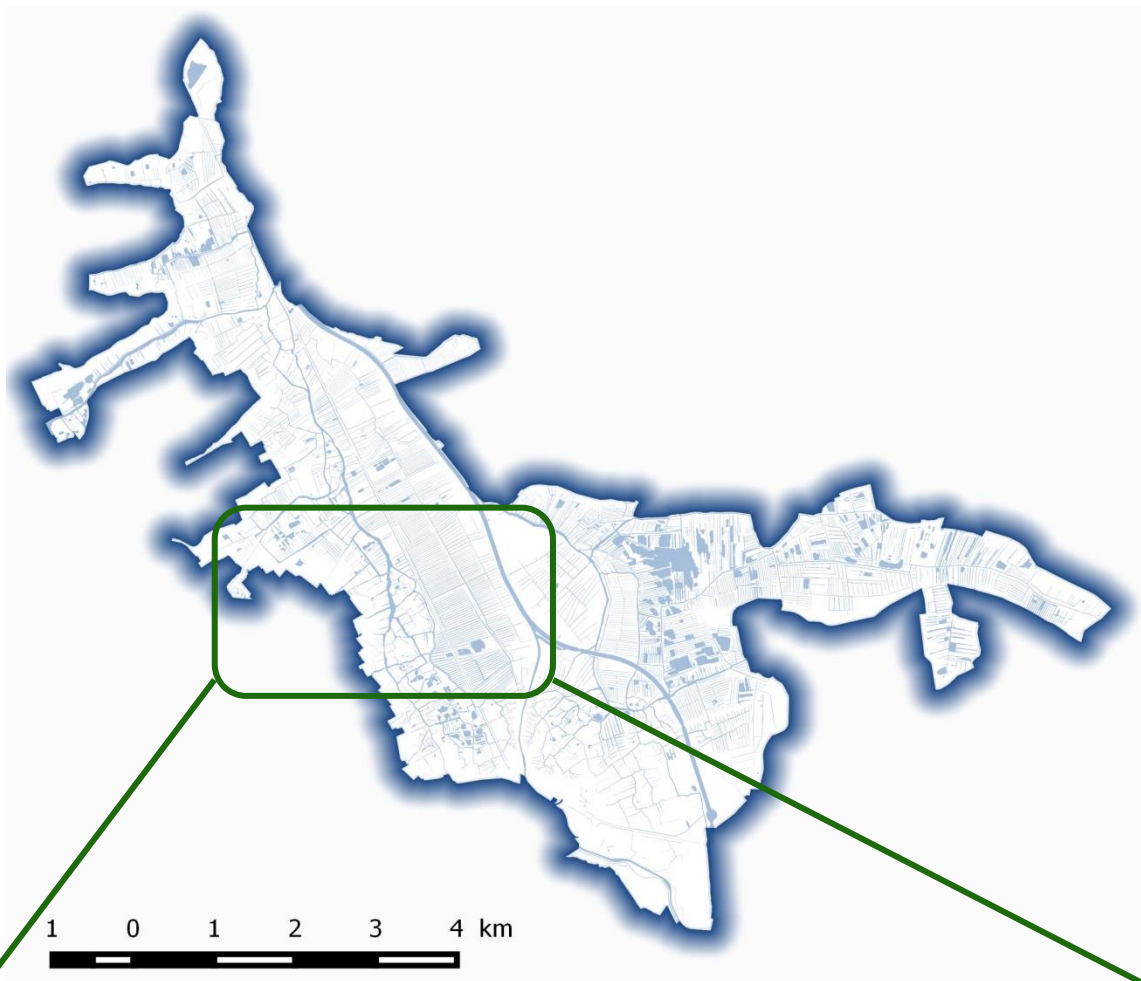
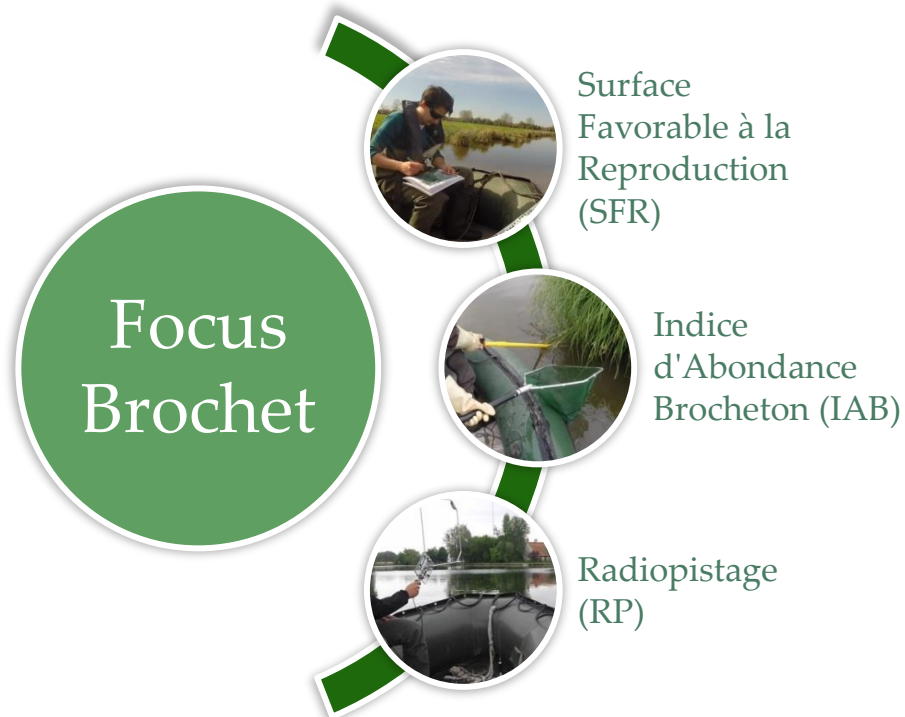


Figure 7 : Le marais Audomarois, exemples des habitats qui semblent être propices pour une population de brochets (Lieux-dit du Grand Large et du Ketestrom).

Malgré tout, peu de données piscicoles ont été produites lors des dernières années hormis sur le Romelaère et dans certaines zones (Natura 2000, annexes hydrauliques, etc.). La présente étude est la première étude complète entreprise sur le marais sur l'ensemble du cycle de vie de l'espèce repère.

L'objectif de cette étude est donc de diagnostiquer le potentiel et la fonctionnalité écologique du réseau hydrologique du marais Audomarois à l'aide de trois volets développés sur :



Chaque volet est développé à part mais l'ensemble de ceux-ci sont en interaction. Ainsi :

- **Surface Favorable à la Reproduction (SFR)** : ce volet a pour but l'analyse et la quantification des surfaces qui peuvent être favorables à la fraie de l'espèce en prenant en compte les données issues de la bibliographie ainsi que les résultats de l'analyse statistique produite sur les IAB.
- **Indice d'Abondance Brocheton (IAB)** : Déploiement d'un indicateur spécifiquement centré sur les juvéniles de brochets. Identification ciblée des zones avec fraies effectives de brochets.
- **Radiopistage (RP)** : Etude comportementale spatiale dont le but est de suivre les déplacements des brochets, étudier leur répartition en termes de domaines vitaux et leur migration de reproduction.

Ceci en vue de proposer des pistes de réflexions futures pour la mise en œuvre de zones de sauvegarde, la mise en place d'opérations de restaurations ou de créations de frayères. Ainsi que de restaurer l'accès à des entités qui fonctionnent en vase clos. En bref, d'assurer le maintien de cette espèce emblématique dont la situation est contrastée dans le marais Audomarois.

Protocole Surface Favorable à la Reproduction (SFR)

Approche cartographique

De par ces caractéristiques, le marais Audomarois possède un vaste et dense réseau hydrologique secondaire. Celui-ci est communément appelé par les acteurs locaux : réseau de fossés. Ces linéaires importants de canaux et de fossés (majoritairement privés) sont potentiellement des lieux attractifs pour le Brochet et notamment sa reproduction mais très peu de données existent sur le sujet.

En effet, il était nécessaire pour le bon déroulement du projet de hiérarchiser et d'organiser au mieux le temps de travail. Il aurait été complexe de répartir les recherches sur l'ensemble du territoire (pour rappel 700km de voies d'eau).

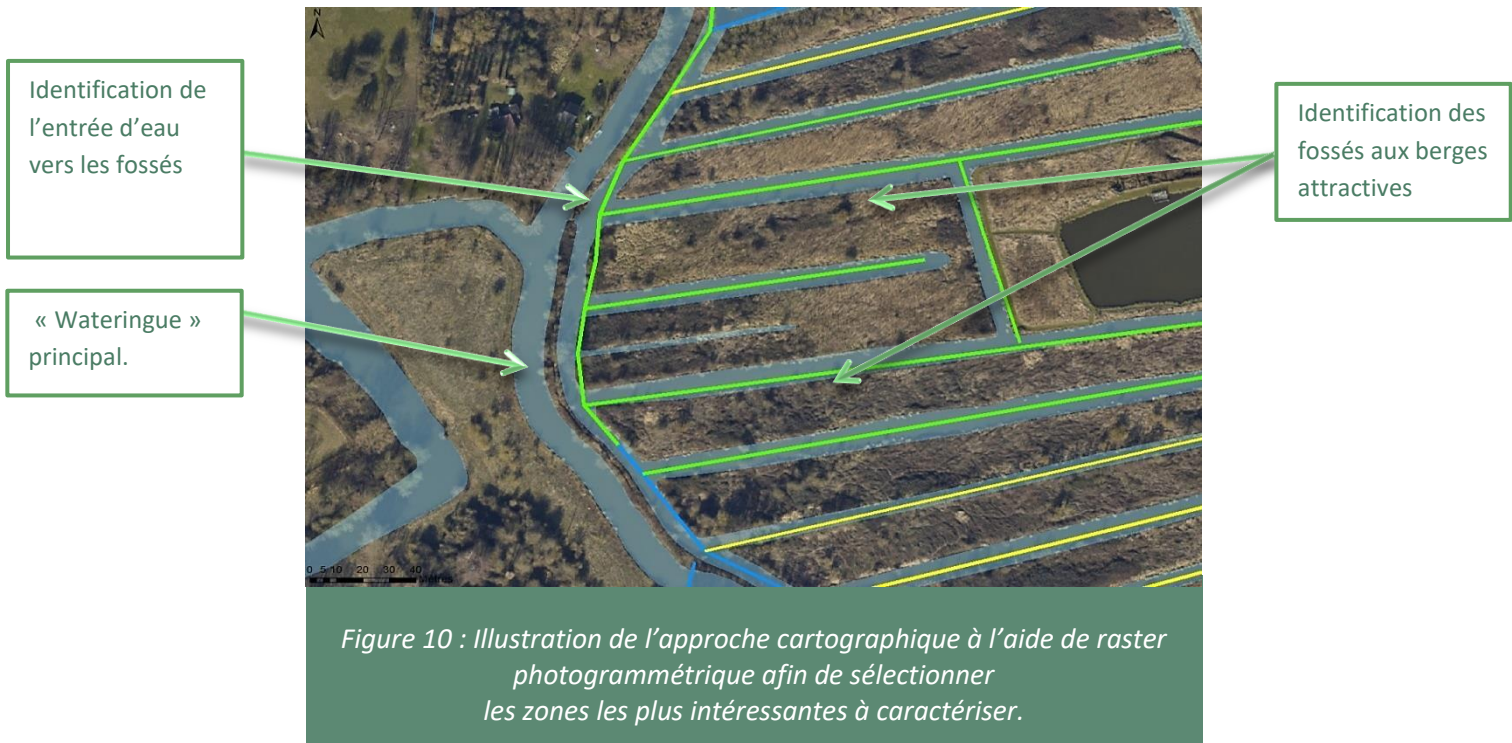
Notre regard c'est ainsi porté sur le réseau de fossés du marais, qui semble plus attractif à la reproduction des brochets et à leur phase de grossissement au regard d'études bibliographiques semblables.

D'autant qu'un diagnostic et une base de données étaient déjà existants sur les habitats de berges des cours d'eau principaux (nommés « wateringues ») réalisés en 2012 dans le cadre de la rédaction du Plan de Gestion de la 7^{ème} section des wateringues par les bureaux d'études Airele et Alfa environnement.

Comme présenté dans l'introduction, le but de l'étude est de produire une cartographie plus ou moins exhaustive des frayères à Brochet du marais. Ou tout du moins de fournir un état de connaissance qui fera office de socle pour les recherches futures.

Pour ce faire, il s'agira en premier lieu de découper le périmètre Ramsar du marais Audomarois en plusieurs zones d'études afin de faciliter et partitionner les recherches. L'approche classique de travailler en étudiant un linéaire de rivière est plus utilisée mais dans notre cas, le réseau du marais est trop dense et diffus pour aborder les recherches de cette façon.

Un pré-repérage sur ortho-photos a été réalisé afin d'orienter les investigations de terrain.

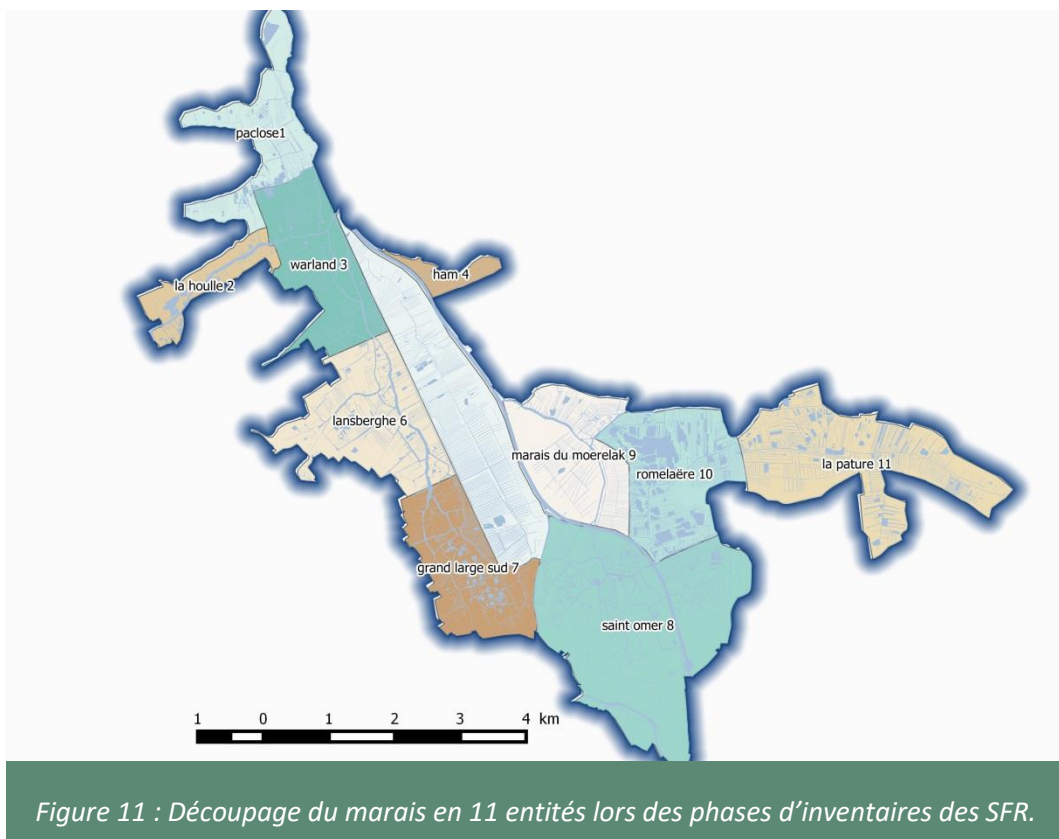


Découpage d'entités homogènes

Ainsi 11 entités ont été choisies en fonction de plusieurs paramètres à savoir :

- Leurs relatives homogénéités d'occupation du sol (maraîchage, usage récréatif, urbain, code CORINE Land Cover...).
- Leurs isolations hydrauliques (même affluent pour l'ensemble des canaux ou encore séparation par les grands axes navigables).
- Le découpage des axes de transport et la facilité des points d'accès pour les phases terrain (découpage, réseau routier, chemin de fer, canaux navigables...).

A l'aide de cette approche les phases d'inventaires terrain ont pu se dérouler de manière organisée.



Approche inventaire terrain

Les prospections sur les secteurs ont ensuite été réalisées sur l'ensemble du territoire afin de diagnostiquer *in situ* chaque entité pré-repérée.

Période d'inventaire

Le recensement fut réalisé de début février à fin mars 2018. Ceci en vue de correspondre avec les dates de reproductions attendues sur le territoire. Lors de cette période, les sites peuvent être visités de manière optimale avec peu de végétation facilitant ainsi les accès ou le passage en embarcation. De plus, la seule végétation en place lors de cette période (hydrophytique vivace ou héliophytique) est, en toute logique, disponible à la fraie de l'espèce.

Déroulement des inventaires terrain

Lors des suivis, l'objectif est de pouvoir couvrir un maximum de linéaire afin d'être le plus représentatif possible. Pour ce faire, le recensement des habitats en présence se doit d'être rapide. Une fiche typologique a été produite en vue de bancariser les données générées.

Les inventaires étaient réalisés par tout temps en voiture, à pied, à vélo, en canoë ou en bateau à moteur selon les zones et les accès. L'opérateur renseigne les informations sur une tablette tactile pourvu d'un logiciel SIG.



Figure 12 : Exemples des embarcations utilisées pour se déplacer plus facilement dans les annexes du marais.

Fiche terrain

Un road-book et une fiche terrain ont été créés pour servir de support aux prospections. La base du principe de notation de fonctionnalité de la fiche a été inspirée par les travaux de F.Chancerel en 2010. Cette base nous semblait pertinente et a été adaptée au contexte marais. Le système de points peut être intéressant pour classer et hiérarchiser le grand nombre de sites obtenus (cf annexe).

On retrouve sur chaque fiche les coordonnées du site, le nom du lieu-dit, la date, la température, la météo, la connexion hydrique, la végétation et les divers éléments descriptifs. La note prend en compte la surface

potentiellement en eau, le recouvrement végétal hydrophytique et héliophytique en place, l'état de la connexion (section de contrôle), l'ensoleillement (ombrage engendré par la végétation arborescente et arborée), la profondeur, la turbidité évaluée, le débit et la topographie des lieux. A cela s'ajoute également une partie commentaire.

Cette fiche servira à présenter les différents sites recensés ou les stations IAB. Les données obtenues seront intégrées dans une table attributaire contenant l'ensemble des surfaces favorable à la reproduction.

Fiche Typologie

Une fiche présentant les divers codes de typologie associés à la table attributaire SFR est présentée en annexe.

Celle-ci codifie la saisie dans les champs de la table afin de gagner en productivité. En général c'est un code d'intensité qui est à notifier, entre 1 et 3. Les champs importants à remplir afin de classer les sites sont les suivant :

- Hauteur de la berge (fort >1m, moyen [1-0,5m] et faible <0,5m)
- Longueur (longueur de polyligne calculée automatiquement sur SIG, surface en eau pouvant également être calculé *a posteriori* si besoin).
- Pendage de la berge (fort [60°-90°], moyen [30°-60°], faible <30°)
- Profondeur de l'eau (très peu profond [0,1-0,3m], peu profond [0,3-0,6m], moyen [0,6-1m], profond >1m)
- Ombrage relatif (fort, moyen, nul)
- Habitats de berge ou de fond (couple hélophyte+hydrophyte, hélophyte seul, hydrophyte seul, graminées, végétation arbustive, berge à nu)
- Artificialisation des berges (tunage, palplanche, tôle ou acier, béton, synthétique)
- Ouvrage ou connexion si présence (avec leur nature et leur éventuelle franchissabilité pour les espèces piscicoles)
 - Une photo est prise si les habitats semblent attractifs ou si une connexion ou un obstacle non connu sont renseignés. Une photo est en général prise pour chaque zone d'environ 100-300m en vue. L'importante banque photo classée par zone sera également utile *a posteriori*.

Tablette tactile et SIG

Une tablette tactile renforcée a été utilisée lors de cette phase terrain avec le logiciel SIG Qgis afin de cartographier les habitats répertoriés. Chaque drain, fossé ou petit cours d'eau du réseau secondaire seront répertoriés et renseignés dans les divers champs de la table attributaire ou retracés si besoin (si assec, remblais, fossés manquant à ajouter ou qui n'existe plus à supprimer etc.).



Figure 13 : Illustrations de prospections en bateau (avec tablette et jumelles).

Descriptif du matériel embarqué

Pour les relevés terrain, le matériel utilisé peut être listé comme suivant :

- Sac à dos et pochette étanche
- GPS Trimble® Juno 3B avec le logiciel ArpentGIS
- Tablette tactile Windows renforcé avec le logiciel Qgis
- Fiches terrains et book cartographique

- Sonde thermique ou multiparamètres
- Télémètre laser
- Paire de Jumelles
- Planche, crayons et feuilles
- Appareil photo numérique, téléphone et batterie externe
- Décamètre ou pige étalonné
- Trousse de premier secours
- Canoë, vélo ou bateau pneumatique
- Equipements de protection individuelle : Bottes, cuissardes ou waders, gilets de sauvetages, lunettes polarisantes, autres...

Analyse et expertise cartographique

L'ensemble des données accumulées lors des sorties sont traitées sous SIG à l'aide du logiciel ArcGis. Cela dans le but de produire une couche cartographique de l'ensemble des fossés avec leur description, et par la réaliser un atlas des Surfaces Favorables à la Reproduction du Brochet dans le marais.

Indice d'Abondance Brocheton (IAB)

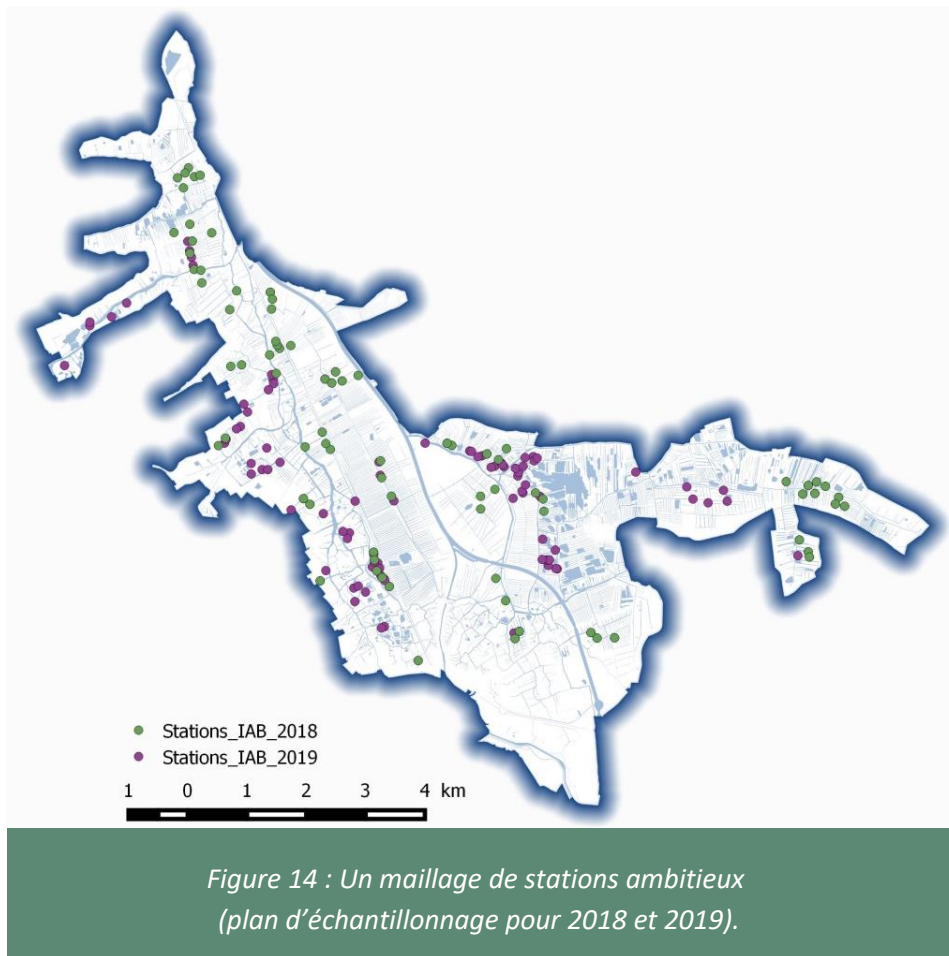
En parallèle de l'étude des surfaces favorables à la reproduction, des échantillonnages ponctuels sont réalisés afin de juger de l'effort ou de la réussite de la reproduction sur les sites. Étant donné la taille très variée des sites et l'important linéaire recensé, il fut nécessaire de sélectionner et de définir des sites à échantillonner en fonction des critères relevés.

L'atlas cartographique produit lors du volet SFR a servi de trame pour choisir les stations à échantillonner.

Période et sites échantillonnés

Un protocole d'échantillonnage a été défini en fonction de la surface des zones à prospecter, l'objectif étant de pouvoir procéder de manière efficace et rapide sur chaque station, notamment les plus étendues. Un large maillage de stations ambitieux a donc été créé afin de couvrir un maximum de zones représentatives du marais Audomarois.

Au total, ce sont 205 stations qui ont été échantillonnées sur deux années dont 60 stations en 2018 et 145 en 2019. Le protocole a été déployé du 14/05/2018 au 18/05/2018 et du 02/05/2019 au 28/05/2019. Le mois de mai fut jugé le plus propice à la réussite des phases d'inventaires, les juvéniles étant en majorité arrivés au stade Brocheton migrant (mesurant entre 40 et 60mm).



Protocole d'échantillonnage

Description de la méthode

Comme pour toutes les espèces piscicoles, l'abondance de juvéniles de l'année (âge 0+) est un indicateur important du fonctionnement d'une frayère (évaluation du recrutement). L'Echantillonnage Ponctuel d'Abondance est réalisé en 5 min de temps pêche effective quasiment en continue en longeant la berge et en ciblant des habitats de types reproduction et nurserie. Ce protocole d'échantillonnage découle du protocole Vigitruite© ou de l'Indice d'Abondance Saumon (qui cible les zones de production de types radiers/plats courants propres aux salmonidés afin d'échantillonner les juvéniles 0+/1+ en 5 min de temps) qui a été

adapté à l'échantillonnage de brochetons. Ce protocole, adapté aux exigences de l'espèce, permet entre autre de multiplier les stations et donc d'en prospecter un grand nombre pour avoir une vision globale de l'effort de reproduction sur un secteur donné. Cela permet également d'affiner et de préciser quels sont les habitats et les substrats de ponte privilégiés par l'espèce. Cet indice, de type « Capture Par Unité d'Effort » (CPUE) est exprimé en nombre de juvéniles de l'année (0+) capturés en cinq minutes de temps de pêche électrique effective.

Dans le détail, les habitats prospectés sont uniquement des faciès lentiques, de faible hauteur d'eau, à la végétation aquatique dense et à la végétation rivulaire basse si possible recouverte d'eau (*Carex*, *Phalaris*, herbacés, etc). Seuls les brochetons de l'année (0+) sont comptabilisés pour produire l'indice d'abondance. Les brochetons 1+ (classe de taille [220-300] sont certes échantillonnés mais non pris en compte dans le calcul de l'indice). Le stade 0+ est associé à la classe de taille 30 à 80mm (à partir du mois de mai). D'autre part, la distinction peut se faire plus précisément après biométrie et analyse de l'histogramme des effectifs par classe de taille, notamment en raison des taux de croissances plus élevés des brochetons en milieu calcaire ou plus riche en nourriture.



Figure 15 : Illustrations du protocole IAB
(deux opérateurs à pied en berge et 3 opérateurs embarqués).

Matériel de pêche déployé

Le matériel déployé nécessaire à la réalisation des Indices d'Abondance Brocheton se compose :

- D'un appareil portatif de type LR-24 (Smith & Root®), dont l'anode fait 35 centimètre de diamètre.
- D'une épuisette avec une tête à cadre métallique (aluminium) et à bord inférieur droit de 60 et 75 centimètres de large, équipées d'un filet avec une maille de 4 millimètres et dont la profondeur est environ égale à la largeur de l'épuisette.
- D'une épuisette avec un cadre de forme ovoïde ou rectangulaire de 20cm de large et pourvue d'un filet avec une maille de 2 millimètres.
- D'un bac de stabulation pour stocker les individus capturés.
- D'un ou plusieurs ichtyomètres.
- De waders et de gants isolants pour les opérateurs.
- D'une annexe pneumatique de 2.90m Frazer Session® équipée d'un moteur électrique Minn Kota® 55lbs et des batteries marines.
- D'un terminal GPS Trimble Juno 3B® pour cartographier le linéaire échantillonné.



Figure 16: LR-24 Smith & Root ®

N.B.: Les individus situés en périphérie du champ électrique qui n'ont pas subi la « mise en nage forcée » (phénomène d'électronarcose) et qui n'ont pas pu être capturés (échappement) ne sont pas comptabilisés. Mais s'ils ont pu être formellement identifiés, leur taille est estimée et ils sont compris dans l'échantillonnage.

D'autre part, à l'issue du temps de pêche effectif de 5min, si les habitats ciblés sont encore présents sur le reste du linéaire prospecté, un effort supplémentaire d'échantillonnage sans comptabilisation du temps peut être réalisé et les individus capturés seront donc inventoriés mais non pris en compte dans le cadre du calcul de l'IAB (sondage supplémentaire hors protocole).

Calcul de l'Indice d'Abondance Brocheton

L'Indice d'Abondance Brocheton par station correspond donc au nombre de juvéniles de l'année (0+) capturé en 5min de temps. Afin d'apprécier un caractère qualitatif à cet indice, nous avons décidé d'élaborer des classes de qualité associées à des classes d'abondance (un code couleur a été attribué à 6 classes d'abondance) :

| Nombre de Brochetons 0+ échantillonnés en 5 min | | | | | |
|---|---------|----------|----------|-----------|----------|
| 0 | [1 – 3] | [4 – 8] | [9 – 15] | [16 – 22] | ≥ 23 |
| Nul | Mauvais | Médiocre | Moyen | Bon | Très bon |

Tableau 1 : Classes de qualité associées aux classes d'abondances.

Analyse des données

Mesures biométriques

Les informations issues de la phase de biométrie sont notées sur des fiches terrains et l'ensemble des données sont collectées et bancarisées.

Analyse des variables

Afin d'analyser les variables obtenues, le logiciel utilisé pour l'analyse des résultats est le logiciel R version 3.6.2 (associé à l'interface plus didactique de Rstudio Team). Les packages utilisés lors des analyses sont les packages *vegan*, *ggplot2*, *FactoMineR* et *ade4*.

Statistique descriptive multivariée

Les résultats du volet SFR (codification selon typologie) sont croisés avec les résultats du volet IAB (occurrence des taxons et des Brochetons de l'année). L'analyse choisie est l'Analyse en Correspondances Multiples (*com. pers.* Ingénieur de recherche IRSTEA et Université de Lorraine).

C'est une technique descriptive qui vise à résumer l'information contenue dans un grand

nombre de variables, ceci afin de faciliter l'interprétation des corrélations existantes entre ces variables. L'objectif est de savoir quelles sont les modalités corrélées entre elles. L'ensemble des mesures sont représentées dans un espace à plusieurs dimensions où chaque axe présente les différentes variables. L'analyse permet de dégager un profil type des divergences entre site avec ou sans brochetons.

Radiopistage (RP)

Le volet radiopistage est une étude centrée sur l'écologie spatiale. Si les études actuelles sont de plus en plus nombreuses sur le sujet, la majorité traite de l'étude d'effectifs inférieurs à 30 sujets et sont réalisées en rivière ou dans des plans d'eau. Très peu ou aucune étude n'a eu lieu sur des milieux de type marais comme celui-ci. Plusieurs références peuvent être listées à titre indicatif (tableau1).

| Reference | Localisation | Résumé |
|--|--------------|--|
| M.Burr, 2002 | Alaska | Sur 42 Brochets, mouvements et fidélité des Brochets à la rivière Dall |
| Masters, et al., 2003 | Angleterre | Sur 15 Brochets, répartition spatiale des Brochets au sein de la rivière Frome |
| Ovidio & Philippart, 2005 | Belgique | Sur 6 Brochets, cycle annuel d'activité et cycle de reproduction du Brochet sur l'Ourthe |
| Dubost & Vauclin, 2004 | France | Sur 52 Brochets, déplacements des Brochets en période de reproduction et observation de l'impact des obstacles sur l'III |
| Hodder, Masters, & Beaumont, 2007 | Angleterre | Sur 27 Brochets, comportement de répartition spatiale des poissons sur la rivière Frome |
| Kobler et al. 2008 | Allemagne | Sur 11 Brochets, déplacement sur un lac |
| FDAAPPMA 59 2015 | France | Sur 10 Brochets, migration sur la Sambre |
| FDAAPPMA 62 2014 | France | Sur 10 Brochets étude des déplacements sur les canaux de Guînes et Ardres |
| FDAAPPMA 55 2019 | France | Sur 100 Brochets, études des déplacements et migrations sur 2 ans sur la rivière Meuse et ses annexes |

Tableau 2 : Exemple de plusieurs études d'écologie spatiale dans l'hémisphère Nord.

Si diverses technologies sont mises à dispositions (télémétrie acoustique, imagerie acoustique, télémétrie radio, capture/marquage/recapture, etc.), la méthode choisie comme la plus pertinente dans notre cas est la méthode de suivi télémétrique à l'aide d'émetteurs radio.

Protocole de prélèvement des sujets

Nombre de sujets marqués

C'est au total 18 sujets qui ont donc été capturés dans le marais Audomarois en vue d'être marqués pour être suivis. Cet effectif a été défini en fonction du coût de l'opération (nombre d'émetteurs, personnels déployés pour la phase de capture...) et son déploiement. En effet, il aurait été très complexe de suivre un trop grand nombre d'individus et à l'inverse avec trop peu d'individus, l'extrapolation statistique devient difficile.

S'il était initialement prévu de marquer 20 sujets, des difficultés ont été rencontrés pour

arriver à ce chiffre. En effet, les brochets n'étaient pas si abondants dans les zones prospectées. De plus, ils n'atteignaient fréquemment pas la taille requise pour un marquage sans risque et ont donc été relâchés directement. En effet, le poids de l'émetteur ne doit pas dépasser 2% du poids total de l'individu afin de ne pas gêner l'animal dans sa nage ou son mode de vie. Le poids des émetteurs utilisés dans le cadre de cette étude est de 23 g, par conséquent, seuls les brochets capturés de plus de 1150 g en seront équipés.

Campagnes de prélèvements

Les campagnes se sont déroulées sur 2 jours complets à l'Est (du 20 au 21/11/2019) et 2 jours complets à l'Ouest (du 24 au 25/10/2018) à l'aide de 6 opérateurs.



Figure 17 : Prospection à l'aide d'un Electrofishing Boat de Smith&Root®

L'appareil utilisé lors des campagnes de captures des Brochets est un « Electrofishing-boat » de la marque Smith & Root® (USA). Il s'agit d'un bateau spécialement conçu pour la pêche en grand milieu (cf Focus RCS pour plus de descriptions).

Celui-ci est constitué d'une coque robuste en aluminium, d'un poste de pilotage et de deux grands bras escamotables. Les câbles en acier placés sur la proue de l'embarcation font office de cathode. Les câbles placés en « araignée » au bout des deux bras font office d'anode (Figure 17).

Le bateau est également équipé d'un vivier à demeure avec une circulation d'eau, d'une surface antidérapante et d'une pédale à l'avant permettant à un des opérateurs d'activer ou désactiver le champ électrique rapidement et avec sécurité.

Des schémas techniques peuvent être consultés en annexe du Focus RCS. La tension de sortie est ajustable et modulable ce qui permet un réglage fin de l'électrotaxie et limite les tétanies quelle que soit la conductivité.

Les opérateurs sur l'embarcation, avancent le long des berges en laissant un courant continu (des interruptions peuvent être réalisées si jugées pertinentes) jusqu'à l'apparition d'un Brochet dans le champ.



Figure 18 : Capture d'un Brochet à l'avant du bateau et stabulation dans le vivier

Les secteurs ciblés

Les secteurs de capture sont choisis si la présence de géniteurs y est avérée et que la profondeur permet une certaine efficacité de pêche.

Deux grandes zones de captures sont ciblées :

- A l'Ouest du marais à partir de l'embarcadère de la commune de Salperwick. Les prospections sont réalisées sur le wateringue dit du « Grand large » et sur les cours d'eau attenants dans un rayon d'environ 3km.
- A l'Est du marais à partir de la cale de mise à l'eau de la commune de Nieurlet. Les prospections sont réalisées sur les wateringues dits du « Moreleck » et de la rivière de Nieurlet ainsi que sur les cours d'eau attenants dans un rayon d'environ 2,5 km.

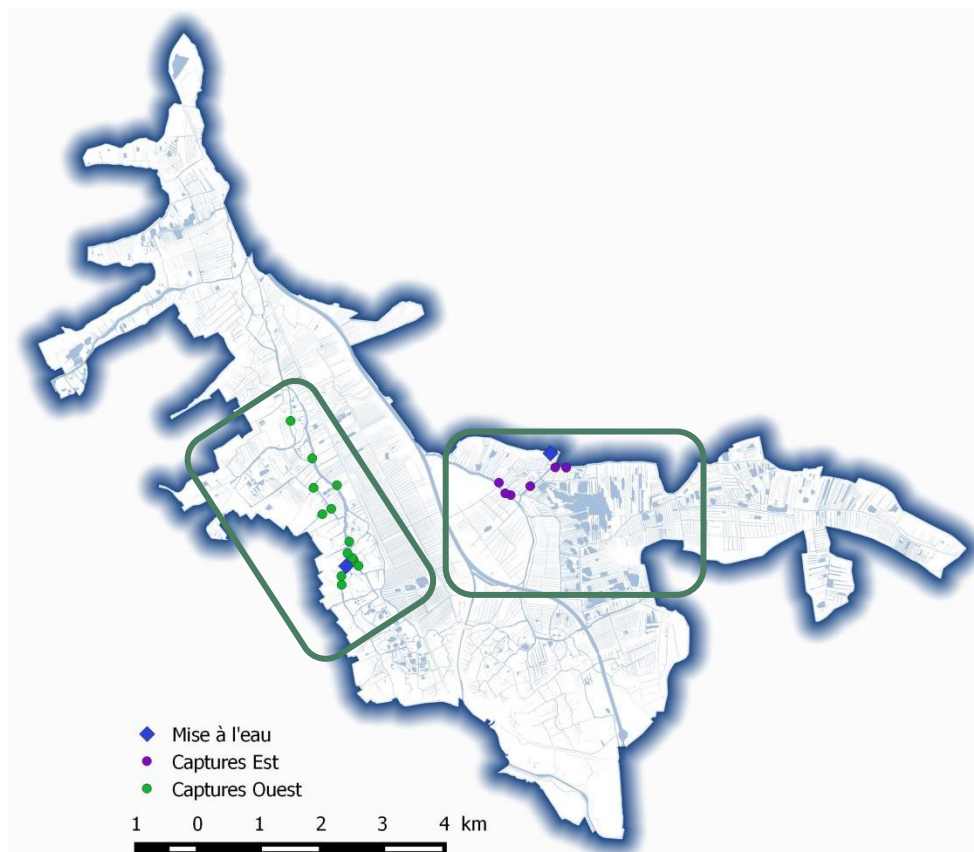


Figure 19 : Répartition des points de captures des 18 sujets marqués et zones de prospection encadrées.

Protocole de marquage

Une fois qu'un ou plusieurs individus sont capturés, ceux-ci sont mis en stabulation dans un bac de 200 litres ou dans le vivier de l'EFB. Ils sont ensuite amenés à l'atelier de chirurgie en vue d'être équipés d'un émetteur.

Préparation du matériel

Avant de démarrer les opérations de marquage et de biométrie il est nécessaire de préparer le matériel et de vérifier son bon état. Avec comme suit : vérification des fiches de marquage, désinfection des outils chirurgicaux et de l'émetteur, test du bon fonctionnement de l'émetteur, préparation du bain anesthésiant, mise en eau des bacs de stabulation, de réveil et de marquage et enfin organisation de la table et de l'atelier de marquage.

La zone de travail étant situé dans un milieu naturel et non dans un milieu fermé (type bureau ou laboratoire) l'environnement ne peut être à 100% stérile. Néanmoins un soin tout particulier doit être apporté pour obtenir une asepsie maîtrisée de la zone de travail afin d'optimiser la réduction des risques infectieux. L'ensemble du matériel utilisé (émetteur et matériel chirurgical) est désinfecté avec de l'alcool éthylique pur 96% et correctement séché avant chaque manipulation. Le port de gants est également recommandé lors de l'acte chirurgical.



Figure 20 : Présentation du poste de marquage et du matériel associé.

Phase d'anesthésie des individus

L'anesthésie des individus est obtenue grâce à l'utilisation d'eugénol (huile essentielle de Clous de girofle) déjà dilué avec de l'éthanol. La concentration optimale utilisable du produit pur se situe entre 0,3 mL et 0,4 mL pour 10 litres d'eau (Chanseau et Larinier, 2000). Cet anesthésique étant peu soluble dans l'eau, celui-ci est dilué à 10% avec de l'éthanol. Le volume d'anesthésiant dilué a utilisé est donc de 3 mL à 4 mL pour 10 litres d'eau.



Figure 21 : Brochet en anesthésie profonde.

Le bain anesthésiant est réalisé dans une caisse similaire au bac de stabulation de 200L noir avec possibilité de poser un couvercle ce qui permet de fermer facilement ce dernier afin d'anesthésier l'individu dans le noir (réduction de la production de cortisol (hormone du stress)).

Après les premiers signes d'anesthésies de l'individu (balancement sur les flancs, plus

d'action de nage, ventilation lente et régulière, les mesures biométriques, et le sexage de l'individu peuvent débiter ainsi qu'un prélèvement d'écaillés en vue de réaliser une analyse scalimétrique.

Phase de biométrie

Plusieurs données vont être relevées pour tous les individus capturés. Il s'agit des données suivantes (les Fiches individus sont en annexe) :

- Espèce (Brochet)
- Sexe ♀ ♂
- Longueur totale (mm)
- Etat sanitaire (cf Classes)
- Poids (g)
- Photos des deux flancs

Le jugement de l'état sanitaire correspond à l'attribution d'une lettre et celle-ci renvoie à la description de l'état:

| CLASSE | DESCRIPTION |
|----------|---|
| A | Etat très satisfaisant |
| B | Etat assez satisfaisant (écaillage partiel, blessures bénignes ou cicatrisées) |
| C | Etat moyen (plaies, rougeurs, écaillés manquantes, nageoires abîmées) |
| D | Etat préoccupant (blessures importantes, saignement, écaillage très important) |
| E | Etat alarmant (blessures très graves, état général très dégradé, survie compromise) |

Tableau 3 : Tableau de codification des classes d'états sanitaires des Brochets marqués.

Marquage et chirurgie

Le contingent de 18 Brochets adultes ont été marqués à l'aide d'« émetteurs actifs » de type ATS F1230.

Pour l'opération d'implantation de l'émetteur, l'individu est placé sur le dos dans un berceau de marquage incliné dans le bac, sa tête reste immergée dans l'eau afin d'alimenter les branchies en oxygène.

L'individu va être équipé d'un émetteur ATS à antenne interne de type F1225 (de 23 g avec option mortalité après 12 heures d'immobilisation). L'implantation de cet émetteur s'effectue dans la cavité abdominale des individus. Pour information le poids de l'émetteur une fois immergé dans 1L d'eau ne pèse plus que 19g. Ce qui autorise le marquage de sujets qui pèsent que 950g. Dans notre cas, nous avons choisi de marquer des individus matures sexuellement et donc de sélectionner les individus en fonction d'une taille supérieure ou égale à 50 cm.

Le marquage débute par une application locale de désinfectant type Bétadine® appliquée avant la réalisation d'une incision de 2 à 3 cm entre les nageoires pelviennes et l'anus à l'aide d'un scalpel et d'une sonde cannelée. L'émetteur est ensuite inséré avec soin dans la cavité abdominale et glissé sous

le plancher des nageoires pelviennes afin que celui-ci ne pèse pas sur les sutures en vue d'une bonne cicatrisation. Des fils de sutures à résorption lente sont utilisés pour réaliser 3 sutures simples.

L'ensemble du matériel utilisé est correctement désinfecté avec de l'éthanol 96% et séché avant la manipulation (cf préparation du matériel). De même, la fréquence d'émission de l'émetteur est testée puis notée avant l'opération.



Figure 22 : 1. Ouverture au scalpel de la cavité ventrale 2. Insertion de l'émetteur ATS 3. Points de sutures après implantation 4. Marques externes de type « spaghetti » codées et insérées au niveau de la dorsale 5. Un individu dans l'ichtyomètre.

Les individus sont également marqués à l'aide d'une marque externe de type « spaghetti » pourvu d'un code afin d'identifier le poisson en cas de capture par un pêcheur.

Des écailles sont prélevées en vue de réaliser une analyse scalimétrique au laboratoire.

Réveil et relâche du poisson



Figure 23 : Relâche des individus.

L'individu est ensuite transporté et placé dans un bac de réveil pourvu d'un bulleur relié à une bombonne d'O₂ si besoin.

Lorsque l'individu est revenu à l'état d'équilibre et qu'il montre une activité de nage, celui-ci sera relâché dans le milieu.

Protocole de radiopistage

Après le marquage des individus, les Brochets équipés d'émetteurs ATS vont pouvoir être suivis par radiopistage. Les ondes radio émises par l'émetteur sont captées par un poste récepteur qui permet de localiser tous les individus.



Figure 24 : Opération de radiopistage embarquée à l'aide d'une antenne boucle.



Figure 24bis : Opération de radiopistage embarquée à l'aide d'une antenne boucle.

Les émetteurs

Les émetteurs ATS choisis sont de type F1230 de chez la société Advanced Telemetry Systeme – “ATS” (U.S.A). L'émetteur émet un signal sur une plage de fréquence comprise entre 49 et 51,9 MHz. Chaque émetteur non codé émet sur une fréquence qui lui est propre, ce qui permet d'identifier individuellement chaque individu marqué (variation d'environ 10 KHz entre les fréquences d'émission).



Figure 25 : Émetteur ATS à antenne interne F1230 et postes récepteurs (indicateur de fréquence et d'intensité du signal).

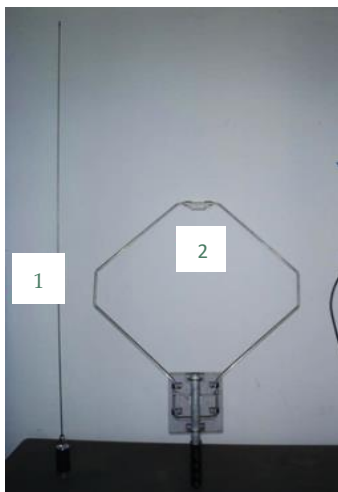
Les émetteurs émettent un signal à raison de 55 PPM (signaux par minute), soit approximativement 1 « bip » toutes les secondes. De plus concernant les marques à antenne interne comme celle utilisées sur les Brochets, une option mortalité est disponible. Au bout de 12 heures d'immobilisation complète de l'émetteur, le nombre de signaux par minute double pour passer à 110 PPM (soit environ « 2 bip »

par seconde). Le passage en “double bip” indique donc la mort probable du poisson. Les émetteurs possèdent une durée de vie de 250 jours garantis ce qui permettra de couvrir l’ensemble de la période de suivi. Les émetteurs ont une portée de 100 m environ (en fonction des obstacles sur le terrain ou de la profondeur de l’eau).

Les récepteurs

Les signaux émis par les émetteurs pourront être reçus grâce à des récepteurs. Les modèles utilisés sont des postes de type R4500. Ces postes sont reliés à une antenne qui permet de recevoir et d’enregistrer le signal. Plusieurs types d’antennes sont disponibles :

- L’antenne Fouet **1** : Cette antenne peut se fixer magnétiquement sur le toit d’un véhicule pour le radiopistage. La distance de réception varie entre 100 m 150m selon la topographie et les caractéristiques du milieu.
- L’antenne Boucle **2** : Cette antenne permet de localiser plus précisément les individus grâce à la technique de biangulation (entre 30 et 100m cf Figure 27).



En effet, le signal sera reçu plus fortement lorsque l’antenne boucle est orientée dans l’axe de l’émetteur.

Au contraire, une réception plus faible, voire une extinction du signal est observée lorsque l’antenne est orientée perpendiculairement à l’émetteur.

Bien sûr, cette variation est facile à mettre en avant à forte distance de l’émetteur et pourra être mise en avant à faible distance de l’émetteur uniquement en abaissant et en jouant avant le “gain” des récepteurs.

Figure 26 : Différentes types d’antennes pouvant être utilisées (1. Antenne fouet 2. Antenne boucle).

Enfin, grâce à plusieurs localisations de l'émetteur par technique de biangulation, il est possible d'estimer la localisation précise de ce dernier :

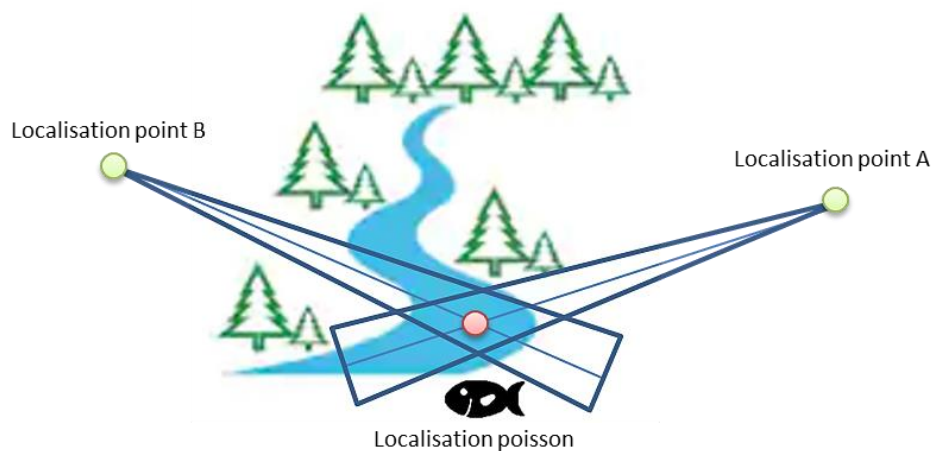


Figure 27 : Schéma du principe de biangulation.

Les données de localisation

Les localisations sont notées à l'aide d'un terminal GPS Trimble® Juno 3B équipé du logiciel ArpentGIS. La date et l'heure sont renseignées ainsi que d'éventuels commentaires (intensité du signal, habitat, etc.).

Ces données vont fournir des renseignements sur les dynamiques de migrations des Brochets dans le marais (vitesse, impact des conditions environnementales, zone de repos, zones de reproduction, etc.). C'est pourquoi un maximum de localisations permettra d'obtenir un jeu de données le plus complet possible. Concernant la fréquence des suivis radiotracking, deux sorties par semaine sont réalisées lors des phases de vie sédentaire et une sortie par jour au mieux ou 3 sorties par semaine au minimum sont réalisées entre janvier et mars.

Communication

L'aspect communication est un volet important dans le cadre d'une telle étude. En effet, les individus suivis pouvant potentiellement être capturés lors de la saison de pêche, il est nécessaire qu'un maximum de pêcheur soit au courant de l'étude en cours.

Il en est de même pour la valorisation des actions auprès de la population locale. Ainsi :

- Plusieurs articles sont parus dans des journaux locaux (La Voix du Nord et l'Indépendant).
- Plusieurs animations de radiopistage participatif ouvert au public en bacôte traditionnelle ont permis de montrer le déroulement d'une demi-journée de pistage (partenariat Eden62).
- Plusieurs conférences et autres animations grands publics ont permis de sensibiliser les pêcheurs et les habitants à la préservation de l'espèce et des milieux aquatiques en général.
- Une affiche a été spécialement conçue pour l'étude et fut placardée au niveau de nombreux sites fréquentés ainsi que dans les magasins de pêches et les structures publiques type office du tourisme etc. (modèle consultable en annexe).

Suivi thermique

3 sondes HOBOWare Pro ont été positionnées dans des zones stratégiques afin de suivre la température de l'eau tout au long de l'étude :

- Au niveau du Canal à Grand gabarit et la confluence avec le Canal de Neuffossé (suivi thermique de la masse d'eau canalisée).
- Au niveau de l'embarcadère de la commune de Salperwick (suivi marais Ouest).
- Au niveau d'un ponton situé au milieu du wateringue Moreleck (suivi marais Est).

Ces 3 sondes ont permis le suivi de la température pour différents volets du projet FBMA et ont donc été en place lors des deux ans.

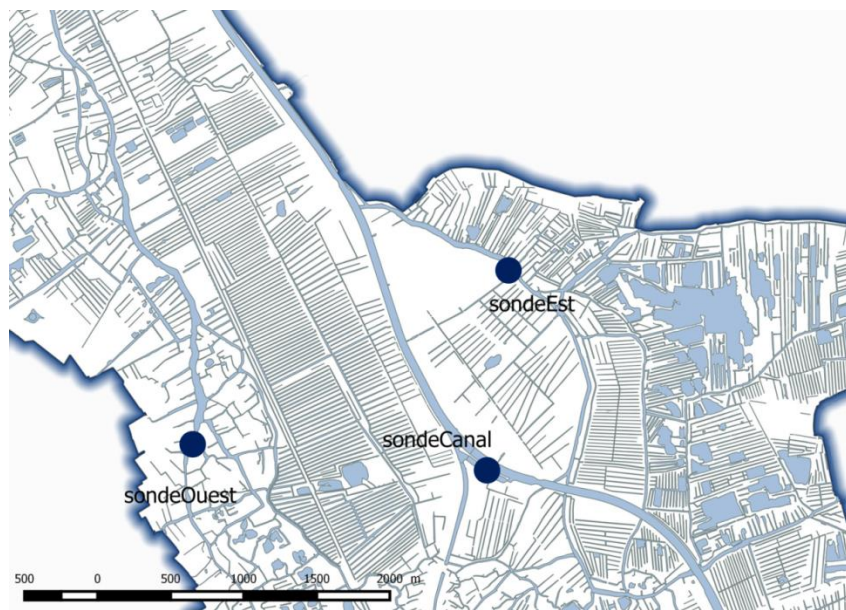


Figure 28 : Positions des 3 sondes thermiques HOBOWare.

Analyse scalimétrique des individus suivis

La scalimétrie est une technique fréquemment employée en raison de la facilité de prélèvement et de préparation des écailles ainsi que son caractère non destructeur (le poisson repart à l'eau à l'inverse d'un prélèvement d'otolithes). C'est une méthode permettant d'identifier la croissance des individus à l'aide de l'étude des *circuli* (les stries concentriques des écailles).

Le protocole international de détermination de l'âge des poissons est basé sur la méthode de lecture décrite par l'IFREMER.

Etudier les *circuli* nous renseigne sur les périodes de croissances intensives ou non, ceci en vue d'obtenir l'âge de l'individu. Les *circuli* sont majoritairement composés de substances minérales et constituent une réserve de calcium pour le poisson. Le calcium est stocké dans les écailles. Celle-ci prend le rôle de réservoir de calcium, ce dernier peut être remobilisé, notamment dans le cas de période moins faste en nourriture voir lors de la période de reproduction (création de gamètes).

Ainsi les *circuli* seront espacés en période de forte disponibilité alimentaire (donc de forte croissance) alors qu'en période défavorable ils seront plus concentrés (et appelés des *annulus*). En conclusion, les

étés sont donc marqués sur les écailles par des stries écartées alors que les hivers sont marqués par des stries resserrées.

Plusieurs écailles ont donc été prélevées sur chaque sujet radiopisté en vue de connaître son âge et éventuellement si celui-ci peut ou s'est déjà reproduit. Les écailles sont observées au microscope après traitement.

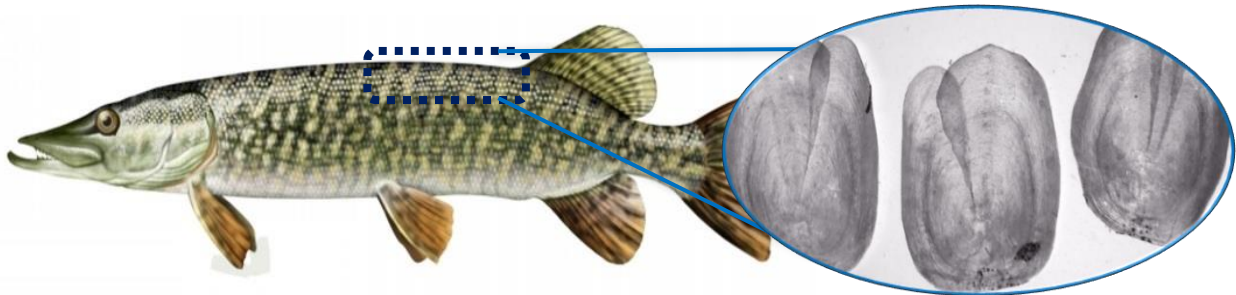


Figure 29 : Zone de prélèvement des écailles sur les Brochets capturés et illustration de la méthode de scalimétrie via l'étude d'une écaille de Brochet au microscope.

Etude botanique en partenariat avec le CBNBL

Pour caractériser finement les végétations les plus favorables à la fraie des brochets, des relevés phyto-sociologiques ont été réalisés sur des stations où il y a eu captures de brochetons. Ces relevés ont été réalisés sur 12 stations sur 3 jours début juin 2019.

La méthode utilisée par le Conservatoire Botanique National de Bailleul (CBNBL), est dite la méthode « sigmatiste ». L'emplacement des relevés et de leurs limites a été défini par une observation approfondie des watergangs en étudiant la triple homogénéité de la surface et la notion d'aire minimale des taxons rencontrés (cf CBNBL 2019 ; Etude des végétations des frayères à Brochet dans le marais Audomarois).

Pour ce faire, une annexe pneumatique (type Frazer Session®) est utilisée pour pouvoir se déplacer plus facilement dans certains watergangs où le tirant d'eau est faible pour ne pas démobiler la végétation de fond. Une corde munie d'un grappin est utilisée pour récolter la végétation aquatique qui sera ainsi déterminée dans l'embarcation par les opératrices du CBNBL compétentes en la matière (éventuellement à l'aide d'ouvrage de détermination). Les échantillons pour lesquels des doutes sont émis sont conditionnés en sachet hermétique avec de l'eau pour être déterminés au laboratoire du CBNBL. Des mesures de la station et un croquis sont réalisés. Un disque de Secchi est aussi utilisé pour quantifier la turbidité. Les données sont compilées à l'aide d'une tablette tactile.

En parallèle, un important travail de caractérisation et de hiérarchisation visuel à l'aide des photos des 205 stations d'inventaires IAB a été entrepris. Il s'agissait de classer des sites en fonction de leurs ressemblances avec les sites où des Brochetons ont été mis en évidence.

Ainsi 3 classes de potentialité ont été déterminées par le CBNBL (faible, moyenne et forte).



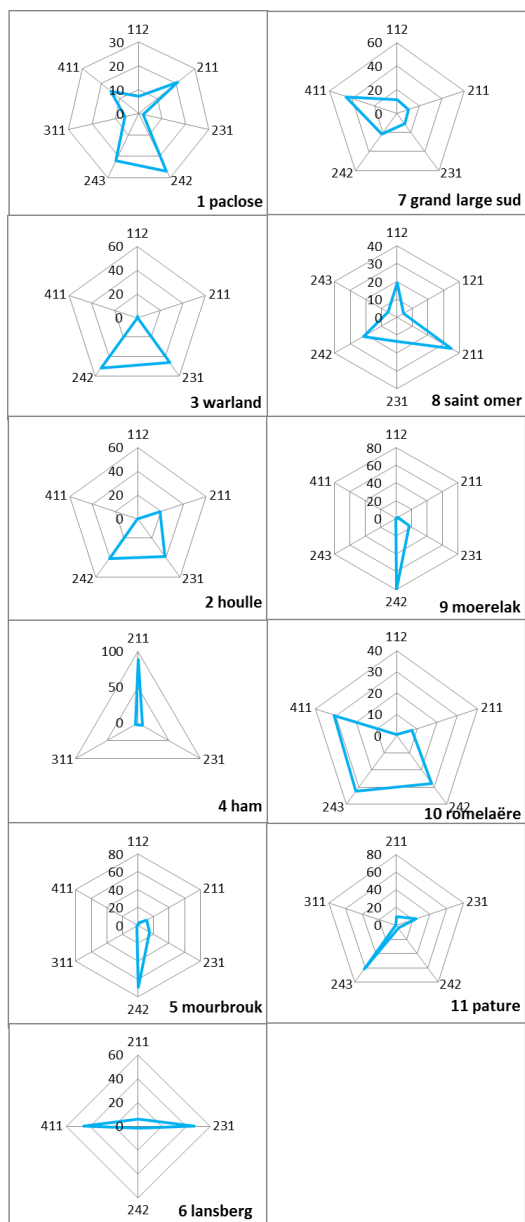
Figure 30 : Relevé phytosociologique réalisé par le CBNBL à l'aide d'un grappin et utilisation d'un disque de Secchi.

Résultats

Surfaces Favorables à la Reproduction

Description générale des zones inventoriées

Ancienne zone humide tourbeuse, le marais a été largement transformé au XIXe siècle en région maraîchère et d'élevage. Les paysages de l'Audomarois sont contrastés avec une mosaïque d'utilisation des sols variée et relativement anthropisée (cf Introduction générale – Projet FBMA).



Globalement, au regard de la typologie CORINE Land Cover, la surface du marais Audomarois est constituée de 31% de systèmes culturaux et parcellaires complexes, 19% de prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole, 16% de terres arables hors périmètres d'irrigation (zone d'étude = zone Ramsar de 37km²). Le code marais intérieur représente 11% avec une surface en eau total de plus de 10% du territoire Ramsar, ce qui est conséquent.

Rappel des codifications Corine Land Cover :

- 111:** Tissu urbain continu
- 112:** Tissu urbain discontinu
- 121:** zones industrielles ou commerciales et installations publics
- 211:** Terres arables hors périmètres d'irrigation
- 231:** Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole
- 242:** Systèmes culturaux et parcellaires complexes
- 243:** Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
- 311:** Forêts de feuillus
- 411:** marais intérieur

Ainsi les zones les plus naturalisées sont les zones du Landsberg, de la Pâture et le Grand large. Les zones les plus anthropisées sont le pourtour de la ville de Saint-Omer et les zones très cultivés comme Moerelek, Mourbrouk ou encore le Warland. Les zones les plus propices au Brochet semblent être les surfaces en prairie.

Figure 31 : Radars représentant les proportions des diverses codifications Corine Land Cover présentes dans le marais pour les 11 entités de travail.

Ségrégation cartographique



Figure 32 : Exemples concrets de codifications de 4 sites dont deux jugés SFR (1 et 3). Avec faible profondeur, ombrage et pendage et des habitats attractifs comme hélrophytes haut type *Phalaris* (1) ou hélrophytes bas type *Carex* (3). A l'inverse de fossés non catégorisés comme SFR avec des berges abruptes et des habitats pratiquement inexistantes (4) ou artificialisés et trop ombragés (2).

L'expertise de terrain a permis de caractériser 257km de linéaires sur les 556km de fossés du marais (soit près de la moitié) et de mettre en évidence 160 km de linéaires de fossés comme SFR soit 28,8% du réseau.

Des difficultés ont émergé lors des phases terrain conduisant à des résultats non représentatifs pour les deux entités Ham (4) et Pâture (11). Nous nous sommes en effet heurtés à un refus de la part du propriétaire pour visiter la zone 4. Pour la zone 11, il fût également impossible de rendre compte d'un relevé exhaustif à cause des refus des propriétaires et des nombreuses zones piégées en bateau (zones de mares de huttes privés). Néanmoins ces zones semblent prometteuses au vu des résultats du volet IAB.

Enfin les 160km de linéaires catégorisés SFR sont hiérarchisés en 3 grandes classes de fonctionnalité. En effet, le marais étant un milieu particulier, éloigné du fonctionnement d'une rivière classique, il n'a pas été choisi de noter les sites (comme à l'instar des fiches identification de frayère produite par la FDAAPPMA 27 ou 77, bien que très fonctionnelles). De plus, il n'aurait pas été possible de couvrir

autant de linéaires en poussant dans l'analyse. Ainsi la validation des sites et leur hiérarchisation furent en perpétuelle évolution tout au long de l'étude car en étroite relation avec les autres volets. Ce qui a notamment été permis avec l'identification des divergences entre : sites avec Brochetons, sans Brochetons mais similaires et sans Brochetons.

Cette analyse a permis de classer les stations selon leur potentialité d'accueil du Brocheton (explications cf CBNBL 2019 ainsi que le volet IAB et botanique) :

- **Potentialité faible** : habitats parfois ombragés, trop larges, ou physionomie de la végétation ne correspondant pas totalement à l'optimum. Ici en orange avec uniquement Hélophyte haut type *Phalaris*.
- **Potentialité moyenne** : une partie des critères jugés nécessaires aux Brochetons sont remplis. Avec la végétation qui semble être du Groupement à *Carex*, ici en vert.
- **Potentialité forte** : similitudes importantes avec les stations où ont été observées du brocheton. Ici en bleu, linéaire avec des groupements d'hélophytes et d'hydrophytes.

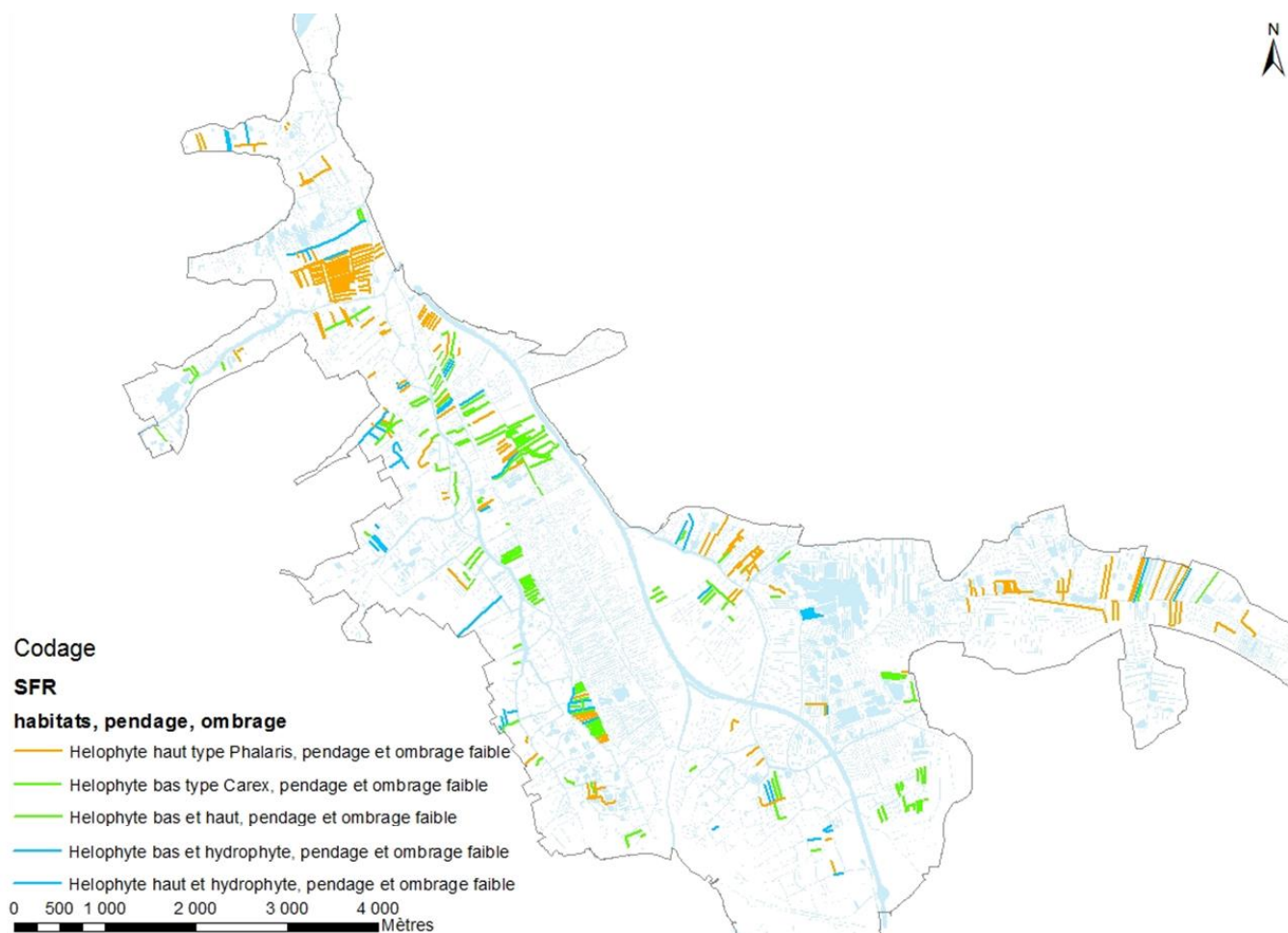


Figure 33 : Cartographie des surfaces favorables à la reproduction du Brochet dans le marais.

Les surfaces jugées favorables à la fraie de l'espèce sont inégalement réparties sur l'ensemble du territoire du marais. Mais certaines zones sont plus favorables que d'autres comme : le lieu-dit du Warland (3), les annexes de la Houlle (2), les Pâtorettes (7), les annexes de la Middeldick(3), etc.

Quantification des Surfaces Favorables à la Reproduction de l'espèce Brochet

| ID | NOM | SURFACE (en m ²) | PERIMETRE (en m) | LINEAIRE FOSSE* (en m) | LINEAIRE CARACTERISE (en m) | LINEAIRE SFR* (en m) | % SFR* |
|--------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------|
| 1 | Paclose et marais de la Vlotte | 2422216 | 12475 | 22398,7 | 8029,371 | 1683,6 | 21,0 |
| 2 | La Houlle | 1177838 | 7515 | 5687,6 | 4486,136 | 2040,5 | 45,5 |
| 3 | Warland et Muissens | 2911960 | 10268 | 50455,8 | 38976,656 | 8926,5 | 22,9 |
| 4 | Marais du Ham* | 464713 | 4918 | 11543,2 | nr | nr | nr |
| 5 | Mourbrouk & westbrouck | 4606218 | 13316 | 120430,2 | 66554,072 | 11662,0 | 17,5 |
| 6 | Lansberg et Grand Large Nord | 3644380 | 11259 | 50588,1 | 25701,994 | 10757,2 | 41,7 |
| 7 | Grand Large Sud | 3012311 | 8856 | 30834,0 | 20407,29 | 5831,1 | 28,6 |
| 8 | Saint Omer Nord | 7632892 | 13285 | 54124,2 | 26640,449 | 9231,2 | 33,8 |
| 9 | Marais du Moerelak et Dambricourt | 2969283 | 7927 | 64644,6 | 46338,476 | 9414,7 | 20,3 |
| 10 | Etangs du Romelaëre | 3345869 | 8082 | 71056,2 | 8980,693 | 1961,7 | 21,8 |
| 11 | La Pâture | 4700130 | 14128 | 87300,4 | 19160,645 | 1120,1 | 5,8 |
| total | Marais Audomarois | 37400000 | 69522 | 546664,2 | 257246,4 | 160582 | 28,8 |

Tableau 4 : Récapitulatif des identifiants des diverses zones inventoriées.

Avec SFR* : Surface Favorable à la Reproduction du Brochet, déduit à partir des analyses multivariées des IAB, des relevés phytosociologiques et des recherches bibliographiques des préférences de l'espèce.

LINEAIRE FOSSE*: le réseau secondaire (ou watergangs) est ici représenté car plus attractif à l'espèce Brochet. Ces linéaires ne sont pas classés cours d'eau à l'inverse des waterings du marais.

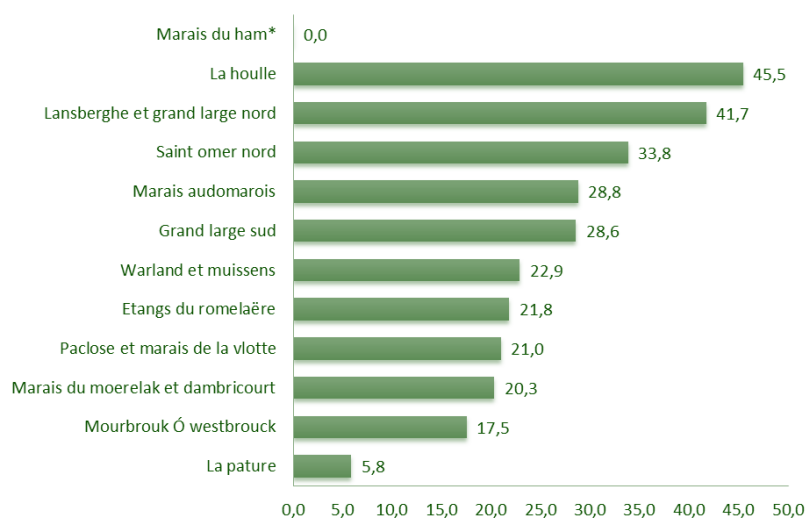


Figure 34 : Pourcentage de SFR des diverses zones inventoriées.

*Données non-renseignées pour le marais du Ham.

Après ciblage des milieux clés, la couche SIG SFR sert de guide pour rechercher les zones à échantillonner pour le volet IAB.

Indices d'Abondances Brochetons

Résultats globaux

C'est au total 205 sites d'inventaires qui ont pu être échantillonnés sur les deux années au mois de mai soit 35km de linéaire. Des Brochets (adultes et juvéniles compris) ont été dénombrés sur 7 sites en 2018 et 26 stations en 2019.

Des juvéniles de l'année ont pu être échantillonnés sur 17 stations au total dont 7 en 2018 et 11 en 2019. Cela représente 8,3% d'occurrence en juvéniles de l'année sur l'ensemble des 205 sites inventoriés dans le marais (respectivement 10% en 2018 et 7,6% en 2019).

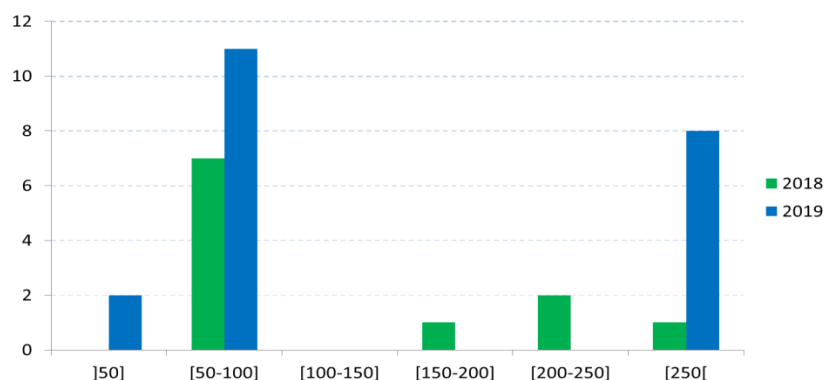


Figure 35 : Histogrammes des classes de tailles de Brochets capturés.

Si le protocole cible les petites classes de taille, qui représentent la majeure partie des captures, plusieurs captures anecdotiques de grands sujets ont eu lieu. En effet, un individu de 375 mm a été capturé en 2019 et un de 435 mm en 2018. Des plus grands individus ont bien sûr été observés mais non capturés car cela n'était pas pertinent, les jeunes sujets étant visés (cf protocole IAB).

| SFR | m | km | % |
|---|----------------|-----------------|------|
| Linéaire de fossé total | 556238,0 | 556,0 | |
| Linéaire caractérisé | 257481,2 | 257,0 | 46,3 |
| Linéaire SFR | 160582,4 | 160,0 | 28,8 |
| Frayères | m ² | km ² | % |
| Superficie total réseau fossé | 2305803,1 | 2,3 | |
| Superficie frayère effective | 82028,3 | 0,1 | 3,6 |
| IAB | m | km | % |
| Linéaire échantillonné | 34983,26097 | 35,0 | |
| Linéaire avec brochetons | 2457,1 | 2,5 | 7,0 |
| Occurrence de brochetons sur les 205 stations | | | 8,3 |

Tableau 5 : Récapitulatif des résultats des volets IAB et SFR ainsi que l'identification des frayères effectives.

Captures accessoires

Les autres taxons, à défaut d'être capturés (restriction liée au protocole), se sont vu être notés en présence (occurrence). Ainsi 18 taxons ont été inventoriés dans les fossés du marais (dont 17 poissons). Certains, très rares, n'ont été relevés que sur quelques sites. Il s'agit de la Bouvière, du Goujon ou encore de la Loche de rivière. D'autres taxons, plus communs dans le marais, ont été retrouvés sur plus de 50% des stations comme la Perche fluviatile, l'Anguille ou le Gardon.

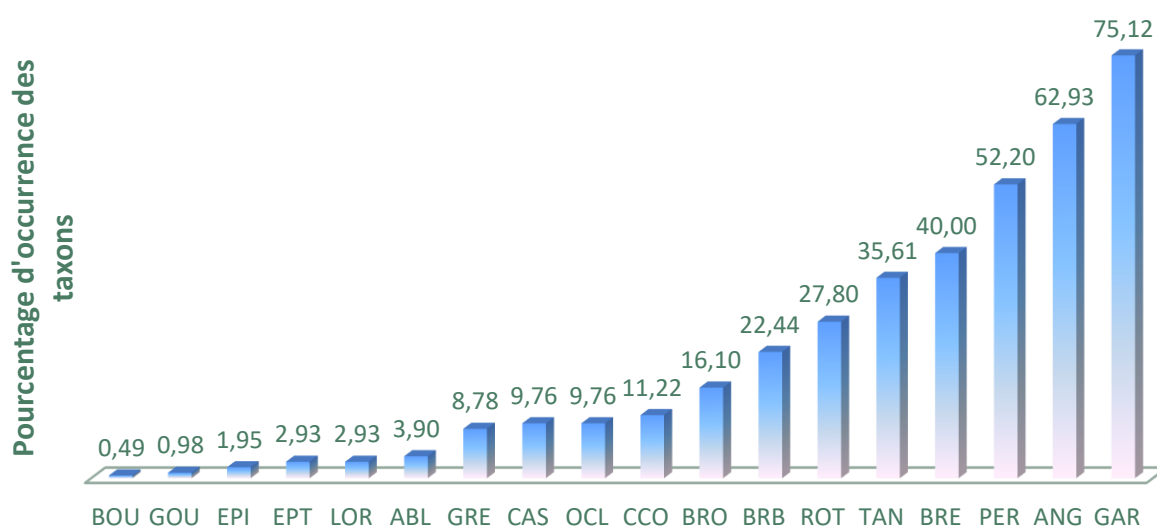


Figure 36 : Occurrence (en %) des 18 taxons aquatiques rencontrés lors des inventaires IAB (NB : BRO correspond au taxon Brochet tout stades confondus).

| Nom vernaculaire | Code taxon | Nom scientifique |
|----------------------|------------|------------------------------------|
| Bouvière | BOU | <i>Rhodeus amarus</i> |
| Goujon | GOU | <i>Gobio gobio</i> |
| Epinoche | EPI | <i>Gasterosteus aculeatus</i> |
| Epinochette | EPT | <i>Pungitius pungitius</i> |
| Loche de rivière | LOR | <i>Cobitis taenia</i> |
| Ablette | ABL | <i>Alburnus alburnus</i> |
| Gremille | GRE | <i>Gymnocephalus cernuus</i> |
| Carrasin | CAS | <i>Carassius sp.</i> |
| Ecrevisse américaine | OCL | <i>Orconectes limosus</i> |
| Carpe commune | CCO | <i>Cyprinus carpio</i> |
| Brochet | BRO | <i>Esox lucius</i> |
| Brème bordelière | BRB | <i>Blicca bjoerkna</i> |
| Rotengle | ROT | <i>Scardinius erythrophthalmus</i> |
| Tanche | TAN | <i>Tinca tinca</i> |
| Brème commune | BRE | <i>Abramis brama</i> |
| Perche fluviatile | PER | <i>Perca fluviatilis</i> |
| Anguille | ANG | <i>Anguilla anguilla</i> |
| Gardon | GAR | <i>Rutilus rutilus</i> |

Tableau 6 : Liste des taxons retrouvés dans les fossés du marais lors des IAB.

Parmi les espèces échantillonnées, certaines présentent un intérêt patrimonial ou un statut de conservation important en France tels que : l'Anguille (*Anguilla anguilla* ; CR), le Brochet (*Esox lucius* ; VU), la Bouvière (*Rhodeus amarus* ; LC), la Loche de rivière (*Cobitis taenia* ; VU).

La Bouvière et la Loche de rivière sont également retrouvées en Annexe II de la Directive Cadre Habitats Faune Flore. Leur présence sur certaines stations est donc une information importante.



Figure 37 : Exemple de captures réalisées : 1. Juvénile de Brocheton de l'année (individu cible des IAB), 2. Jeune Brochet d'une année, 3. Loche de rivière, 4. Juvénile de Tanche.

Synthèse cartographique

L'ensemble des résultats des campagnes d'échantillonnage 2018 et 2019 peut être résumé sous forme de cartes (Figure 38 et 39). Ainsi, l'occurrence en Brochetons de l'année est relevée de manière hétérogène sur le marais. Mais 4 grandes zones sont mises en avant avec des résultats positifs, il s'agit de :

- la Houlle (zone 2)
- du Grand Large Nord et les alentours du Landsberg (6)
- le Nord du Morelek et de la RNN du Romelaëre (10)
- la Pâturage, au Nord de la Vesseliette (11)

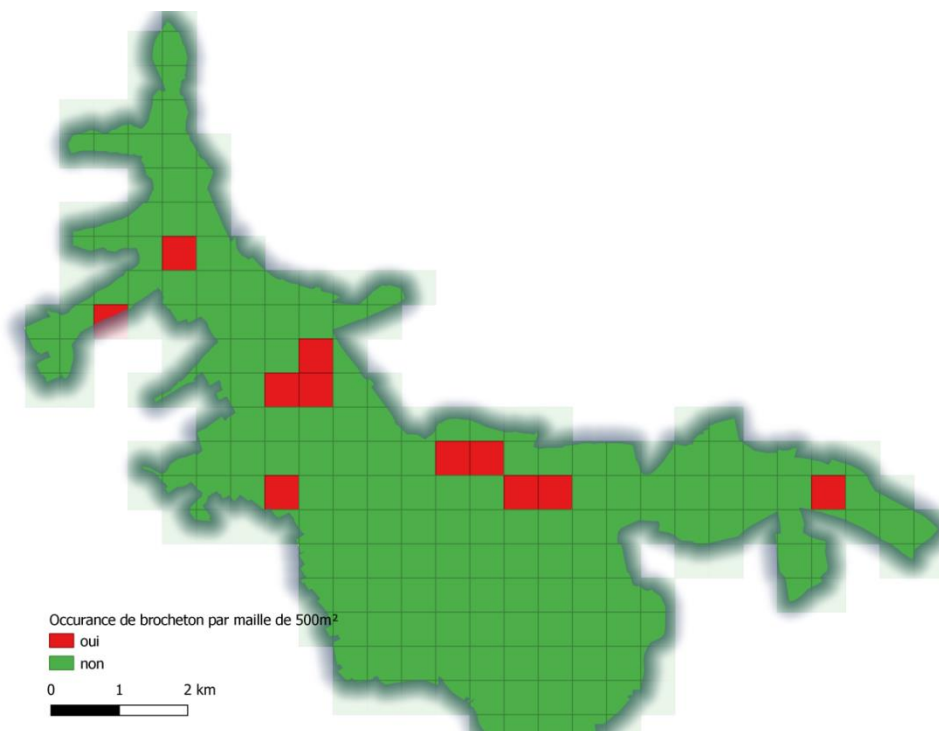


Figure 38 : Occurrence de Brochetons sur le marais Audomarois entre 2018 et 2019.

Si une occurrence de 8,3% de Brochetons semble en adéquation avec d'autres études similaires de recherches de frayères, il n'en est pas de même avec les densités observées. En effet, seul un ou deux Brochetons maximum ont été capturés sur les stations positives. Cette donnée étant très faible il n'est ainsi pas envisageable de réaliser des études statistiques comparatives sur les densités. L'indice d'abondance initialement prévu ne peut non plus être déployé (à moins de classer l'ensemble des frayères identifiées en classe de qualité « mauvaise »).

Ainsi, ce sont 3 stations sur les 17 échantillonnées au total qui ont mis en évidence 2 brochetons contre 1 seul pour les autres (cf stations numérotées sur la Figure 39). La reproduction est ainsi avérée mais qu'en est-il de la réussite ou de l'efficacité limitée de celle-ci ? Pour répondre à cette question, des analyses multifactorielles ont été réalisées en parallèle de l'étude phytosociologique afin de démarquer les sites avec brochetons, des sites sans brocheton (Figure 41 et 42).

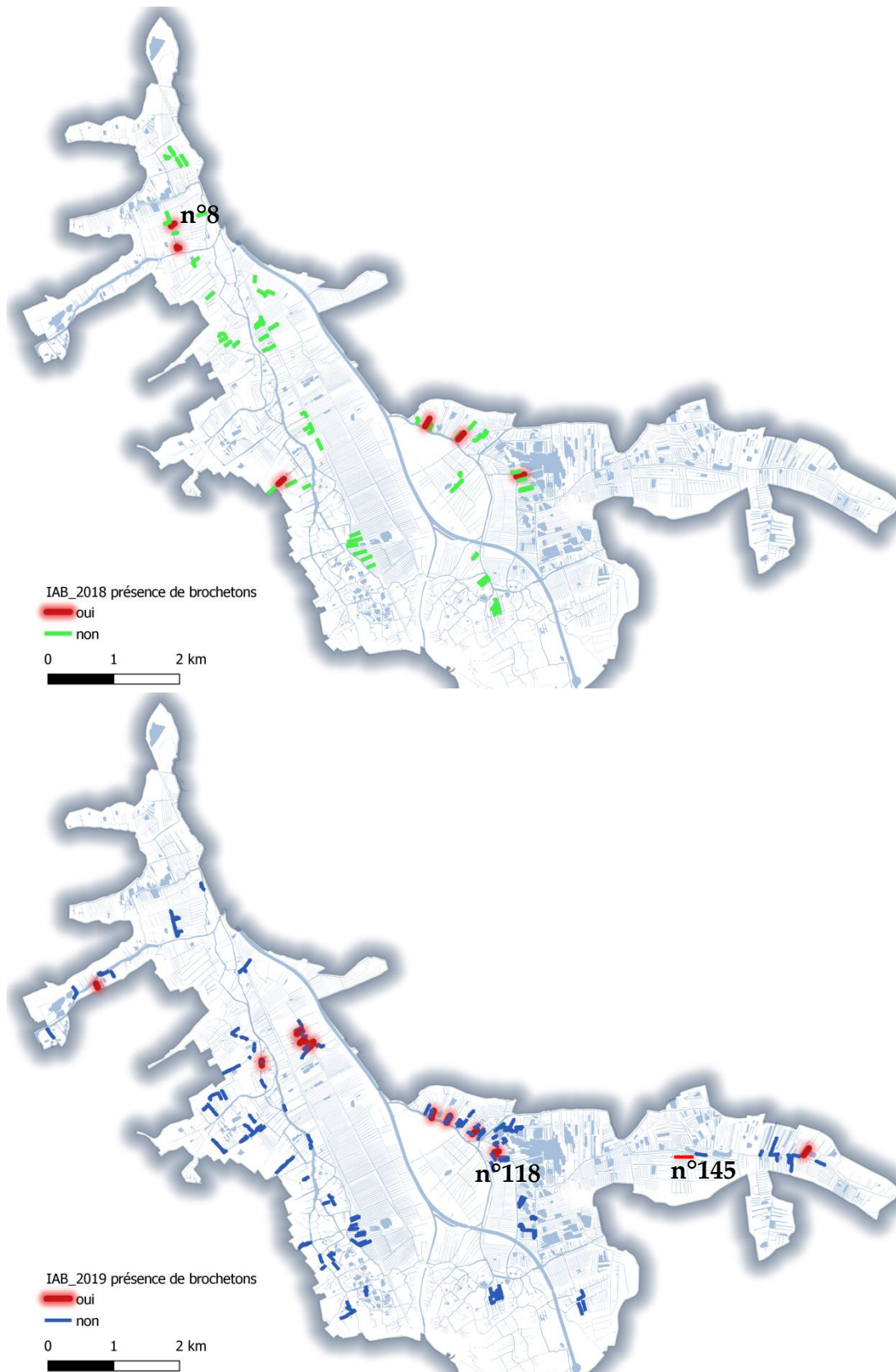


Figure 39 : Résultats des Indices d'Abondances Brochetons 2018 et 2019. Les nombres associés représentent les numéros des stations avec deux Brochetons échantillonnés au lieu d'un pour les autres.

Analyses des variables physico-chimiques

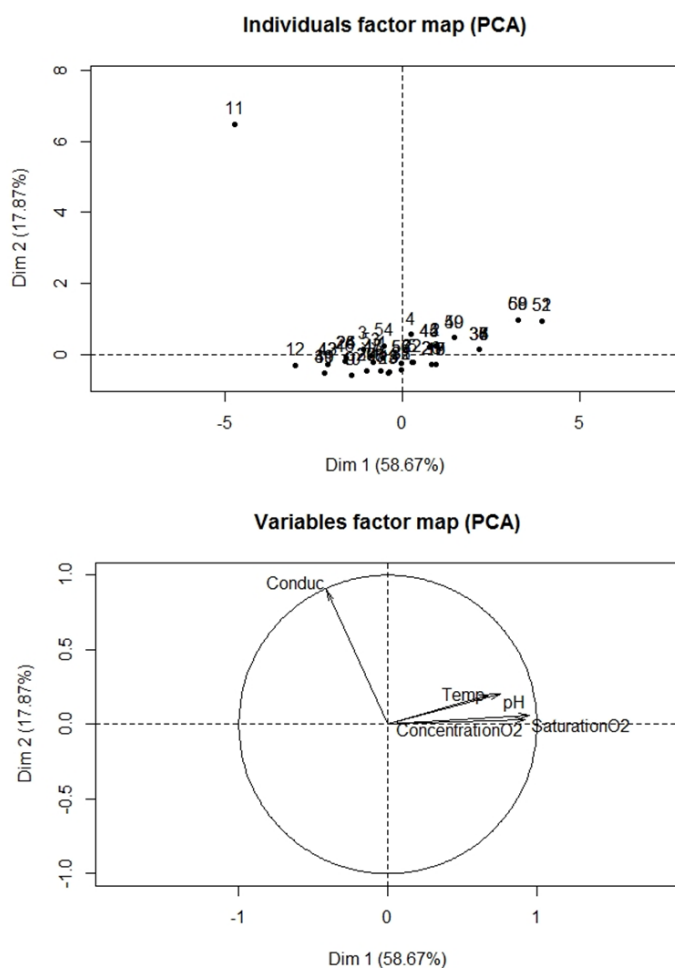


Figure 40 : ACP sur les 5 mesures physico-chimiques réalisées sur les stations IAB et cercle des corrélations associé.

agricoles peut-être avancée mais sans certitude.

Une analyse en composante principale (ACP) a été utilisée afin de mettre en évidence les relations entre les variables physico-chimiques mesurées lors des 205 inventaires.

L'ACP a été réalisée sur des variables environnementales transformées par la fonction log pour les variables continues ou par la racine carrée de la fonction arcsin pour les proportions.

Peu de tendances ressortent de cette analyse. En effet, les données physico-chimiques restant relativement homogènes lors des deux années au mois de mai, celles-ci tendent toutes dans le même sens, hormis pour la température et la conductivité.

Pour la température, celle-ci était très fluctuante en fonction des jours de pêche.

Pour la conductivité, c'est surtout la station 11 (2018) qui induit une ségrégation forte à cause de sa valeur très importante de conductivité. En effet c'est la seule station qui fut annulée en cours de pêche car le matériel se mettait en arrêt par sécurité (plus de 3390 μS). Une hypothèse de la nappe apportant des variations de conductivité forte ou des intrants

| | Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité ($\mu\text{S/cm}$) |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|-----------------------------------|
| 2018 | 10,9 | 118,1 | 14,7 | 8,1 | 655,8 |
| 2019 | 8,1 | 78,7 | 14,6 | 7,7 | 722,7 |

Tableau 7 : Moyennes des mesures physico-chimiques lors des IAB 2018 et 2019.

Analyses multivariées variables abiotiques

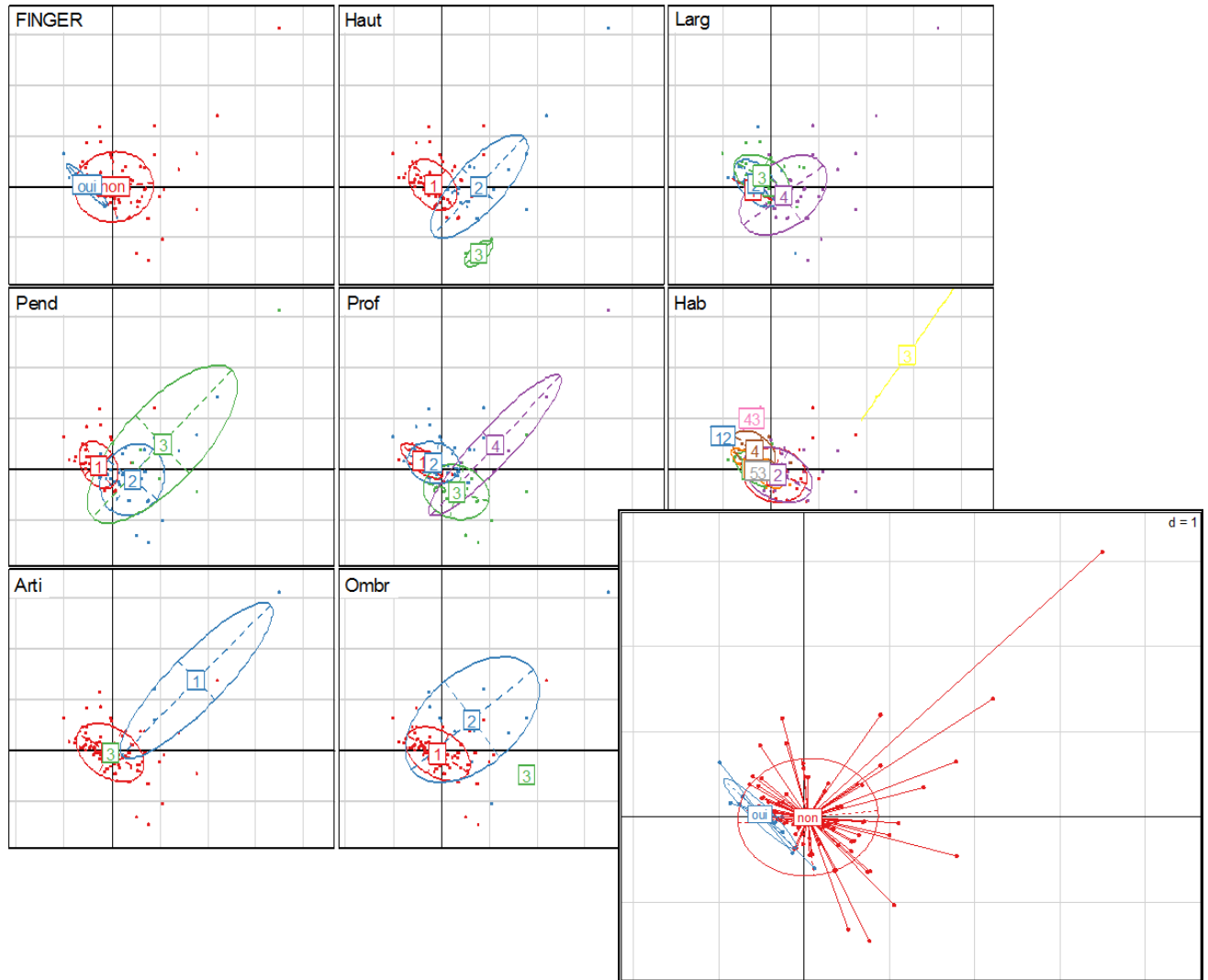


Figure 41 : ACM réalisée sur les 7 variables environnementales descriptives (fonction .scatter) et barycentre des stations avec Brocheton (Oui en bleu) et sans (Non en rouge). Pour la typologie associée se référer à la p.19 ou en annexe.

Une analyse en composante multiples (ACM) a été utilisée afin de mettre en évidence les relations entre les 7 variables descriptives disponibles pour les 205 stations et la présence ou non de brochetons de l'année (avec : Hauteur de berge, Largeur du fossé, Pendage des berges, Profondeur moyenne du fossé, Habitats majoritaires, Artificialisation et Ombrage). Pour des raisons statistiques, 7 variables environnementales ont été retenues pour cette analyse et sont présentées dans la Figure 41.

L'ACM révèle que la présence d'hélophytes (bas ou haut code 1 et 2) dans les fossés est fortement liée à la présence de berges en pente douce et de faible hauteur. Une profondeur faible est plutôt corrélée avec la présence d'hydrophytes, alors qu'une profondeur importante et un ombrage fort conditionne des berges à nues et le non développement d'hydrophytes.

Par rapport à la présence ou non de brochetons, les barycentres semblent tout de même superposés. Ce fait indique une ressemblance possible entre les sites avec et sans brochetons. Ainsi les variables descriptives du milieu n'expliquent pas tout. Comme il le sera également décrit dans le volet ayant

trait à l'étude botanique, certains sites sans brocheton sont similaires en termes de typologie d'habitats de reproduction de certains sites avec brochetons. Néanmoins, il ressort tout de même que les sites présentant du brocheton sont corrélés avec :

- Pendage latéral faible
- Hauteur de berge faible
- Habitat héliophyte bas type carex et hydrophytes
- Ombrage faible
- Aucune artificialisation de berge

Analyses multivariées variables biologiques

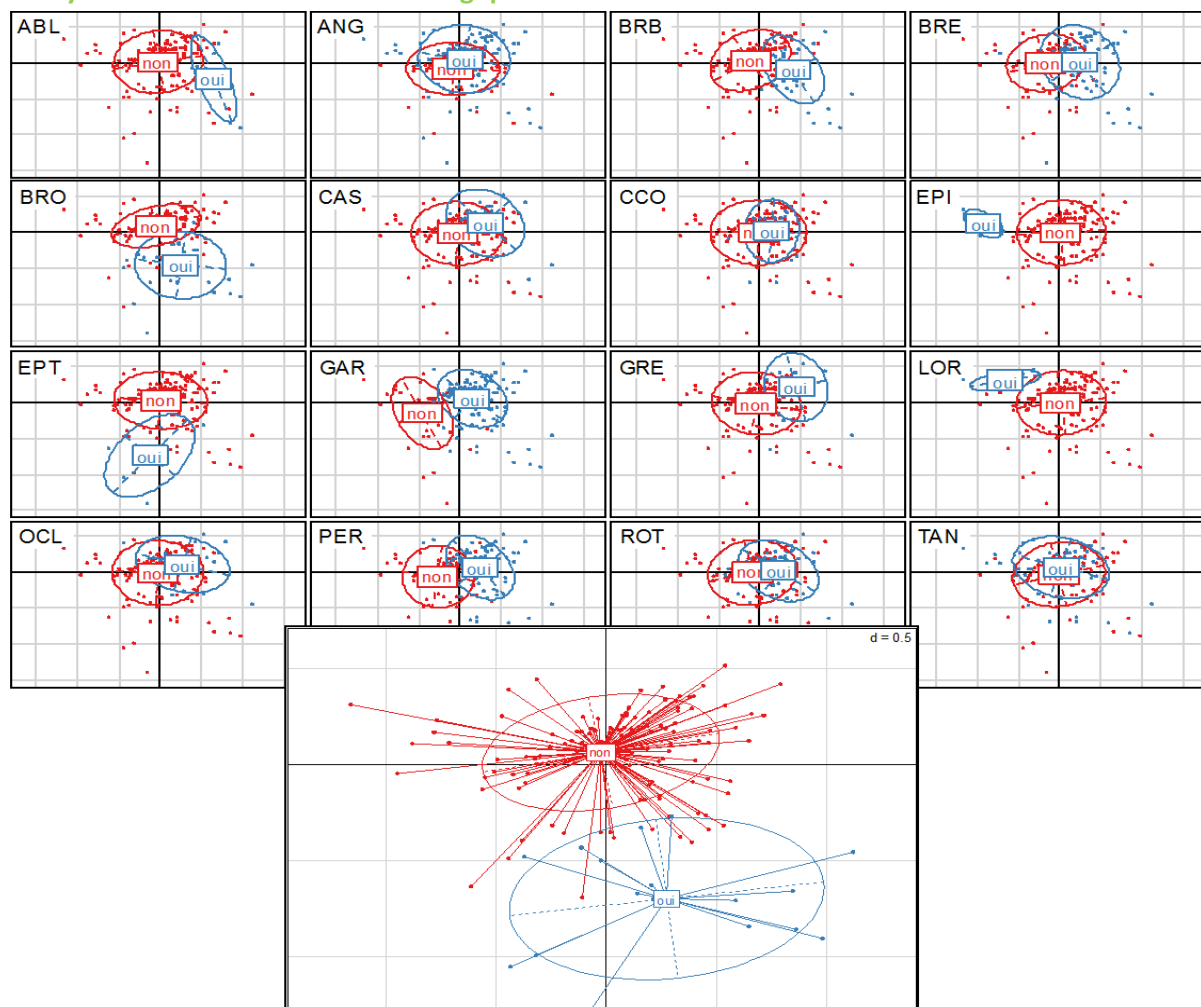


Figure 42 : ACM réalisée sur les variables d'occurrence des espèces de poissons. 15 taxons sont renseignés (avec exception des espèces rares, fonction .scatter) et les barycentres des stations avec Brocheton (Oui en bleu) et sans (Non en rouge). BRO représente la présence de Brochet adulte et FINGER de juvéniles.

L'analyse réalisée sur les divers taxons retrouvés nous apporte d'autres informations. Tout d'abord dans cette analyse, les barycentres des stations avec ou sans brochetons se démarquent fortement les uns des autres. Ce fait laisse transparaître une différenciation des communautés pouvant être rencontrées dans les fossés avec brochetons par rapport aux fossés sans. La présence de brochetons semble ainsi être corrélée avec la présence d'assez peu d'espèces comme les autres brochets ou les

épinoches. Ce trait peut permettre d'avancer l'hypothèse que les brochetons ne doivent pas être en compétition avec d'autres espèces sur les fossés du marais pour survivre. Par exemple la présence de perches, de grémilles ou de brèmes semble être corrélée avec l'absence de juvéniles de brochets. En effet, mise à part la Brème commune, ce résultat semble logique de par l'impact que peuvent avoir ces espèces à régime omnivore à tendance piscivore. Pour les brèmes, il est probable que leur forte propension à remuer le fond de l'eau peut conduire à une augmentation de la turbidité néfaste au développement des larves de brochets.

En parallèle, la présence de loches de rivière semble corrélée à la présence d'épinochettes mais pas de gardon ou de perche par exemple. Ces observations laissent entrevoir le fait que les fossés du marais peuvent avoir des disparités fortes quant à l'attractivité de certaines communautés piscicoles. Certains fossés seraient ainsi plus propices à la présence de certains taxons et pas d'autres selon leurs caractéristiques.

Etude phytosociologique

Sur les 17 stations où des brochetons ont été observés, 12 ont pu être inventoriées par le Conservatoire Botanique National de Bailleul (CBNBL). Les résultats de cette étude peuvent être consultés de manière plus détaillée dans le rapport « Etude des végétations des frayères à Brochet dans le marais Audomarois » (CBNBL 2019). De manière plus concise, les conclusions de l'étude sont les suivantes :

Les fossés caractérisés présentent des similarités en termes de structuration de communauté végétale avec :

- Profondeur toujours inférieure à 100 cm et d'environ 40 à 60 cm
- Largeur comprise entre 3 et 5 m mais peut atteindre 10 m à certains endroits
- Eau peu turbide
- Ensoleillement fort, peu d'arbres au bord des watergangs
- Les parcelles annexes sont des prairies

Globalement, les 12 stations présentent une végétation assez homogène. En effet, toutes les végétations hélophytiques relevées ont été identifiées comme étant du Groupement à *Carex paniculata* et *Carex pseudocyperus*. Cette végétation est marquée physionomiquement par la présence de grands touradons de *Carex* (Figure 43). Entre ces touradons, on trouve de grandes hélophytes à inflorescences discrètes telles que : *Rumex hydrolapathum*, *Phalaris arundinacea subsp. Arundinacea* et *Phragmites australis* (CBNBL 2019).



Figure 43 : Illustrations des groupements de *Carex* majoritairement observés sur les stations avec présence de juvéniles de Brochet dans le marais.

Si l'ensemble des stations présentait des végétations similaires sur leurs deux berges, deux grands types de structuration ont été mis en évidence. Il s'agit des structures où les *Carex* sont largement dominants et des structures qui présentent une composition floristique semblable aux autres relevés mais avec néanmoins une abondance moindre en *Carex* et plus importante en roseaux et Baldingère.

Il est à noter que ces groupements sont relativement rares dans les Haut-de-France. De plus, un certain nombre d'espèces d'intérêt patrimonial ont été relevées lors des analyses. Il s'agit notamment de : *Thysselinum palustre*, *Thalictrum flavum*, *Galium uliginosum* et *Eleocharis palustris* ou encore *Utricularia* sp.

En revanche, concernant les végétaux aquatiques, ceux-ci sont assez peu développés et présents à cette période de l'année. Cette observation sous-entend l'hypothèse que la végétation déterminante pour la fraie de l'espèce n'est pas la végétation hydrophytiques (trop peu implantée) mais bien la végétation de berges et notamment le Groupement à *Carex paniculata* et *Carex pseudocyperus*.

Les autres stations

Si, à la base, l'ensemble des stations échantillonnées lors des IAB semblait attractif pour l'espèce, des divergences sont apparues au sein même des stations. Si ces divergences ne sont pas nettement stigmatisées dans le cadre des analyses multivariées des paramètres physiques (pente, hauteur, etc.), l'étude de la végétation en place semble mettre en avant plus de singularités.

En effet, le CBNBL a également pu analyser les jeux de photographies (et donc la physionomie des groupements de végétation) des autres stations échantillonnées dans le cadre des IAB.

3 grandes classes de potentialité d'accueil de l'espèce sont présentées : forte, moyenne et faible (cf volet SFR). Un exemple de ces 3 types de station est proposé via la Figure 44.



Figure 44 : Exemples de 4 stations à potentialité de frayère et de nurserie différentes pour l'espèce Brochet ; faible (1), moyenne (2) et forte (3 et 4).

| Potentialité | Nombre de stations | Proportion (%) |
|--------------|--------------------|----------------|
| Faible | 59 | 42,14 |
| Moyenne | 39 | 27,85 |
| Forte | 12 | 8,57 |
| Non évaluée | 30 | 21,42 |

Tableau 8 : Classement par potentialité de 140 stations IAB (certaines stations n'ont pas été évaluées pour cause d'absence ou de mauvaise qualité photo).

Présentations des frayères effectives identifiées

Ainsi ce sont 13 frayères à brochets effectives qui ont pu être caractérisées dans le marais. Celles-ci représentent une superficie totale de 82 028 m² soit 8,2 hectares. Cette superficie représente également 3,6% de la surface en eau des fossés du marais. Ces entités ont été tracées en fonction des linéaires IAB positifs, des linéaires adjacents similaires à potentialité forte et de la surface en eau (Figure 45).

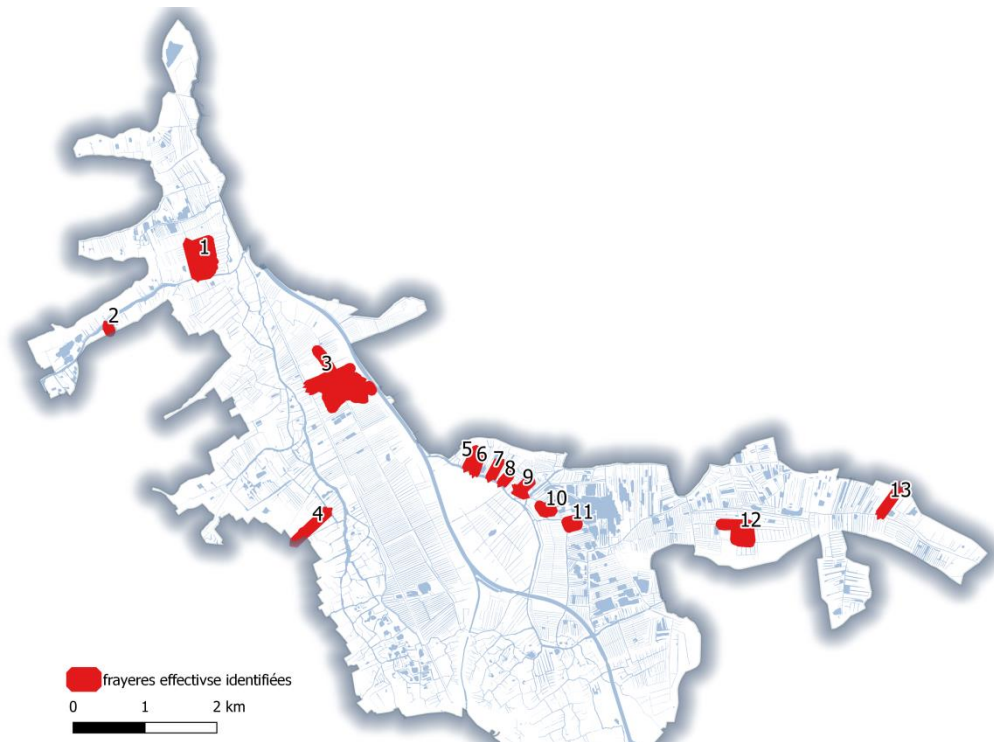


Figure 45 : Récapitulatif de l'ensemble des frayères effectives de Brochet sur le marais Audomarois. Surfaces calculées cumulées entre des linéaires IAB positifs, les linéaires adjacents similaires à potentialité forte et la surface en eau.

Ces zones peuvent *a posteriori* faire l'objet d'une inclusion dans l'arrêté frayère départemental avec une définition plus fine des frayères localement (Arrêté préfectoral portant inventaire relatif aux frayères et aux zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole prévu par l'article R 432-1-1 en application de l'article L 432-3 du code de l'environnement, mis à jour en 2014). En effet celui-ci ne semble pas exhaustif sur le marais, seuls les grands axes y sont renseignés.

Une inclusion est aussi envisageable dans un Arrêté de Protection de Biotope (APB) sur des plus grandes surfaces. Il permettra de réglementer voire d'interdire certaines activités perturbantes sur le biotope en place. La décision revient à l'Etat et donc à la préfecture d'Arras. Les préconisations développées dans le présent rapport et les préconisations du PDPG 2.0 du Pas-de-Calais doivent être prises en compte dans l'élaboration des documents.

Les 13 sites présentés ci-dessous ont été sélectionnés comme les plus importants à sauvegarder :

Frayère 1



La frayère 1 représente une superficie de 2ha et est connectée directement à la rivière de la Houle. Cette zone est très prometteuse de par ses habitats et ses résultats. 3 brochetons y ont été recensés en 2018 mais pas en 2019 (sur 6 stations IAB en 2019 et 4 stations en 2018 dont 2 positives). Cette station est bordée de prairies.

Frayère 2



Cette station localisée à proximité de la Houle est bordée de prairies. Groupement observé à *Carex paniculata* et *Carex pseudocyperus*. La frayère représente une surface de 742m², c'est la plus petite des 13 frayères identifiées. 1 brocheton y a été comptabilisé en 2019 (station non échantillonnée en 2018). La végétation en bordure recouvre 90 % de la berge qui est dominée par d'imposants touradons de *Carex*.

Frayère 3



Cette station localisée sur un watergang perpendiculaire de la Middeldick est bordée de prairies.

C'est la plus grande surface uniforme d'un seul tenant attractive pour l'espèce du marais de Morbrouck. En effet, la surface de la frayère représente 2,1ha. 3 brochetons y ont été dénombrés sur 3 stations. Si seulement 3 stations ont présentée des juvéniles de l'année sur 10 échantillonnées au total dans la zone, l'ensemble de la surface étant homogène et attractive pour l'espèce, il est probable que selon les années l'ensemble des bras bordants le wateringue principal puisse être propice à la fraie. Les eaux y sont très claires, les habitats propices et la nourriture (invertébrés) abondante. Mais cette zone semble déconnectée du reste du marais. Les arrivées d'eau du wateringue ayant été comblées plus au Nord. Il conviendrait de reconnecter cette zone au reste du marais pour accroître sa productivité (population relictuelle de géniteurs).

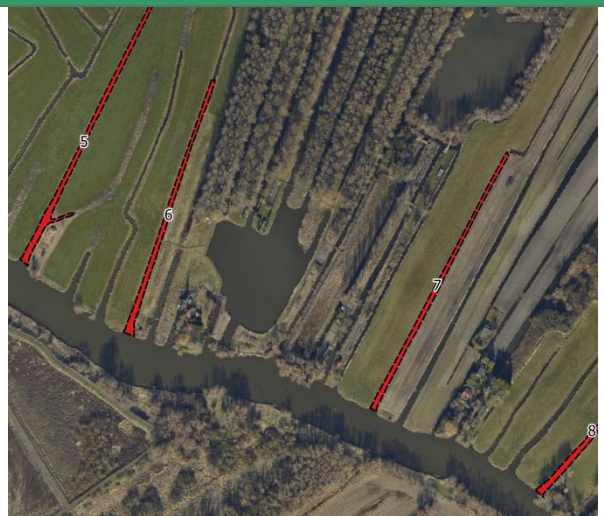
Frayère 4



Cette frayère est localisée à proximité du Grand Large à Salperwick (lieu-dit du fossé des moines). La végétation en bordure recouvre 100 % de la berge qui est dominée par des touradons de *Carex*. La station est lumineuse, il n'y pas d'arbre à proximité pouvant ombrager le watergang. Par rapport aux autres sites, cette station est caractérisée par une flore aquatique développée. La frayère présente une superficie de 7600m².

Ce site a fait l'objet en 2019 d'un partenariat avec la 7^{ème} section des wateringues afin de trouver le meilleur compromis possible entre les besoins des propriétaires (curage pour navigation) et la sauvegarde du site. Les préconisations suivantes ont été déployées : curage uniquement du tiers central, laisser 1,5m de chaque côté des berges afin de sauvegarder les touradons, mise en réserve de la zone avec le placement de plusieurs panneaux.

Frayère 5, 6, 7, 8 et 9



Ces 5 zones de frayères sont relativement similaires et ont été regroupées. Elles représentent respectivement : 1245, 1013, 1008, 704 et 2566m². Soit au total 6536m². 1 brocheton par site a pu être trouvé et cela pour les deux années du suivi. Il semble que les sites ont une productivité homogène entre les années.

Ces fossés sont tous perpendiculaires à la Rivière du Moerleck et bordés de prairies. La végétation en bordure recouvre 100 % de la berge et le groupement *Carex* est abondant. Sur certains sites comme la frayère 7, les roseaux sont plus présents.

Frayère 9, 10 et 11



Les frayères 9 et 10 sont localisées sur un watergang qui est lui-même perpendiculaire à la Rivière du Moerleck et bordée de prairies. Ces zones présentent une végétation de bordure imposante avec encore une fois des grands touradons pouvant offrir un habitat de nurserie idéal aux jeunes brochetons. Un juvénile a été trouvé sur la frayère 9 et 11 mais deux sur la 10 qui semble avoir une plus grande potentialité.

La frayère 11 est particulière dans ce sens où elle est située sur un casier hydraulique de la RNN du Romelaëre et n'est pas connectée au reste du réseau sauf dans le cas d'une forte montée des eaux. Si de par ce fait les eaux sont plus claires et les brochetons présents, ils étaient amaigris par rapport aux autres brochetons capturés sur les autres sites (probable oligotrophie du milieu, fonctionnant en casier fermé une bonne partie de l'année). Ces 3 sites sont donc particulièrement intéressants, et pourraient tenter d'être reproduits dans les zones alentours semblables avec une gestion adaptée.

Frayère 12



La frayère 12 correspond à la zone de casiers centraux située sur la ferme Lambert, une importante zone de prairies en gestion par le PNR (et dont le conservatoire du littoral s'est porté acquéreur). Au regard des 4 jeunes individus capturés (3 juvéniles de l'année et 1 de l'an passé), le site possède un potentiel pour l'espèce Brochet. C'est en effet une des zones à la potentialité la plus élevée du marais. L'eau y est claire, les berges sont douces et les habitats fortement favorables à la reproduction de l'espèce (*Carex* et hydrophytes).

Ces données semblent ainsi indiquer qu'une population viable de brochets fréquente le site d'étude. Mais de par le caractère de vanne par ouverture intermittente de l'entrée du réseau hydraulique, la population en place est vraisemblablement une population relictuelle et isolée. L'amélioration de la continuité latérale pourrait être une solution intéressante à envisager dans le futur pour viabiliser ces populations. La superficie de ce réseau de casier représente 9033m².

Frayère 13



Cette dernière zone de frayère n'a pas été inventoriée par le CBNBL, mais semble présenter des habitats semblables avec encore une fois ces communautés de *Carex* qui semblent si attractives à l'espèce. Le fossé a une surface de 2530m². Si nul autre brocheton n'a été échantillonné dans les zones adjacentes, celles-ci semblent néanmoins présenter une potentialité moyenne à forte. En effet, des poissons de un ou deux ans ont été aperçus plusieurs fois. De plus, la forte proportion de gène de brochet (cf focus ADNe) relevé sur la Vesseliette (le wateringue qui communique avec ces fossés) nous permet d'avancer l'hypothèse de la présence d'une grande population de brochets dans la zone (densité d'habitats importants, pression de pêche très faible par rapport au reste du marais, etc.).

Radiopistage

Survie et suivis des poissons

Pour rappel, les campagnes de marquage se sont déroulées sur 2 jours complets à l'Est (du 20 au 21/11/2019) et 2 jours complets à l'Ouest (du 24 au 25/10/2018) à l'aide de 6 opérateurs.

C'est donc au total 18 poissons qui ont pu être suivis par radiopistage entre le 29/10/2018 et le 23/07/2019. Les brochets marqués sont localisés une fois par semaine excepté pendant les périodes hypothétiques de migration entre janvier et mars où ils sont localisés trois fois par semaine minimum. C'est au total 50 sorties qui ont été entreprises (dont 5 en voiture et 45 en bateau).

Sur l'ensemble des sorties le taux de détection moyen est de 65%. Les sujets ont ainsi été globalement bien retrouvés hormis certaines semaines notamment lors d'aléas climatiques. En effet, lors du mois de février 2019, le marais s'est retrouvé pris dans la glace, entraînant ainsi des difficultés pour se déplacer lors des radio-trackings. D'autres difficultés ont été rencontrées notamment au vue de l'importante zone de recherche (37km²) et des nombreuses zones privées complexes voire parfois impossibles d'accès. Néanmoins, tous les sujets ont été retrouvés sauf un seul à l'Ouest qui malheureusement n'aura été retrouvé qu'une seule fois (fréquence 49514).



Figure 46 : Les 4 saisons du suivi radiopistage.

A l'issue du suivi, 5 poissons ont été perdus et/ou capturés sur les 18, ce qui reste un bon taux de retour avec :

- 2 individus probablement morts suite à la forte canicule de juin/juillet 2019 ou éventuellement capturés puis remis à l'eau dans de mauvaises conditions. Il s'agit du 49353 et du 49600 à l'Ouest. Ces deux poissons ont été retrouvés en « double bip ». Le corps du 49600 a été retrouvé mais pas celui du 49353.
- 3 individus n'ont jamais été radiopistés mais ont disparu (dernier pointage pour le 49414, 51670 et 49550) dans une zone de forte pression de pêche journalière (pont de l'embarcadère de Salperwick).

Poissons capturés

Les brochets mesuraient en moyenne 652mm à l'Ouest et 576mm à l'Est. Leurs états sanitaires étaient néanmoins assez hétérogènes.

OUEST

| ID | Fréquence | COFA1 | COFA2 | Date de capture/ marquage | Taille | Etat sanitaire | Date de capture à la ligne (déclaration pêcheur) | Age (scalimétrie) |
|----|-----------|-------|-------|------------------------------|--------|-------------------|--|----------------------|
| 1 | 49444 | 15523 | 15524 | 25/10/2018 | 609 | B | | 4+ |
| 2 | 49570 | 15520 | 15518 | 25/10/2018 | 520 | A | | 3+ |
| 3 | 51730 | 15522 | 15521 | 25/10/2018 | 611 | A | 05/11/2018 et 10/01/2019 | 4+ |
| 4 | 49353 | 15516 | 15517 | 25/10/2018 | 658 | B | 31/10/2018 | 4+ |
| 5 | 49414 | 15482 | 15483 | 25/10/2018 | 667 | B | | 4+ |
| 6 | 49154 | 15484 | 15485 | 25/10/2018 | 735 | B | | 5+ |
| 8 | 51670 | 15486 | 15487 | 26/10/2018 | 557 | A | | 3+ |
| 9 | 49550 | 15488 | 15489 | 26/10/2018 | 692 | D | | 4+ |
| 10 | 49600 | 15490 | 15492 | 26/10/2018 | 705 | A | | 4+ |
| 11 | 49514 | 17330 | 17331 | 26/10/2018 | 603 | A | | 3+ |
| 12 | 49560 | 17326 | 17327 | 26/10/2018 | 554 | B | | 3+ |
| 13 | 49484 | 17328 | 17329 | 26/10/2018 | 914 | A | | 6+ |

EST

| ID | Fréquence | COFA1 | COFA2 | Date de capture/ marquage | Taille | Etat sanitaire | Date de capture à la ligne (déclaration pêcheur) | Age (scalimétrie) |
|-----|-----------|-------|-------|------------------------------|--------|-------------------|--|----------------------|
| 14 | 49384 | 17335 | 17336 | 20/11/2018 | 550 | B | | 3+ |
| 15 | 49464 | 17337 | 17338 | 20/11/2018 | 578 | A | | 4+ |
| 16 | 49580 | 17340 | 17341 | 20/11/2018 | 524 | C | 04/11/2019 | 3+ |
| 17 | 49631 | 17342 | 17344 | 20/11/2018 | 722 | A | | 4+ |
| 18 | 49590 | 17347 | 17346 | 21/11/2018 | 524 | A | | 3+ |
| 13b | 49620 | 17333 | 17332 | 20/11/2018 | 558 | C | | 3+ |

Tableau 9 : Récapitulatifs des sujets marqués.

Campagne de communication et retour des pêcheurs

Lors des suivis de radiopistage, une campagne de communication a eu lieu afin d'inciter les pêcheurs locaux à nous retourner des informations dans le cas où un individu marqué était pêché. Globalement, les retours furent plutôt bons malgré les disparitions précédemment citées et le fait que pour certains l'aspect communicatif fut insuffisant. Il conviendra de tenter d'améliorer encore ce point lors d'études futures.

3 individus suivis se sont vu pêchés (aux leurres). Il s'agit de la fréquence 51730, poisson qui a été pêché à 2 reprises le 05/11/18 et le 10/01/19 (soit à 36 jours d'intervalle). Celui-ci a été capturé puis remis à l'eau une première fois par un pêcheur seulement 11 jours après le marquage. Le poisson à la fréquence 49353 a été pêché et gracié le 31/10/18, soit 6 jours après son marquage. Pour le 49580 (♂), celui-ci fut capturé en fin d'étude le 04/11/2019, et nous renseigne ainsi sur un taux de croissance de 6 cm après son marquage un an avant.

Approche globale

Les déplacements des brochets situés à l'Ouest et à l'Est du marais ne présentent pas de différences significatives entre eux (*Kruskaltest* $p=0,09$). Ils sont ainsi dans cette partie représentés ensemble.

Les distances moyennes de déplacement quant à elles comptent au moins une différence entre les 9 mois de suivis (*Kruskaltest* $p<0,05$). Il s'agit du mois de février qui se distingue des autres mois excepté pour mars (*pairwise wilcoxtest* $fev/autres$ $p<0,05$; *pairwise wilcoxtest* fev/mar $p=0,06$).

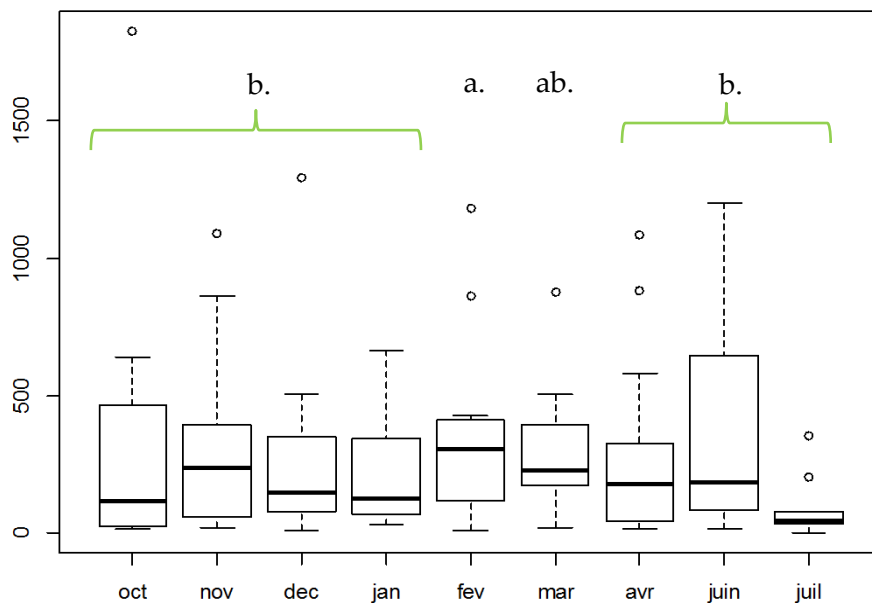


Figure 47 : Boxplot des distances moyennes par mois des Brochets suivis et groupes statistiques associés (avec légère correction des valeurs aberrante sur 1 Brochet en juillet et juin).

La relative uniformité de ces valeurs peut être expliquée par de grandes disparités comportementales inter-individus (divergences au niveau des périodes de migration, des distances de migration, des domaines vitaux et des pré-migrations). En effet, certains sujets ont migré à des moments différents et sur des distances très variées.

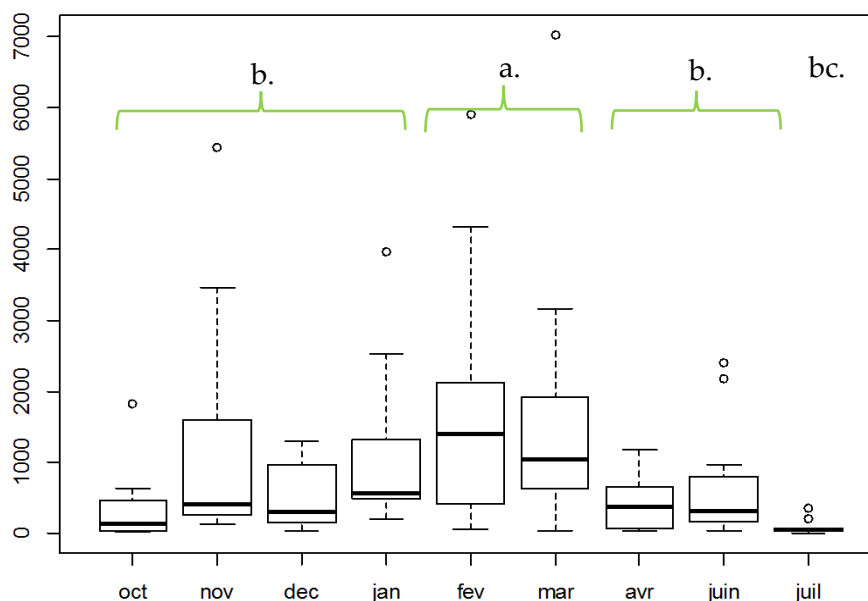


Figure 48 : Boxplot des sommes des déplacements totaux par mois des Brochets et groupes statistiques associés.

Si les sommes des déplacements mensuelles des poissons sont significativement différentes (*Kruskaltest* $p < 0,05$) il convient de nuancer ces résultats puisque les sommes des déplacements peuvent être biaisées en janvier-février-mars lié à l'augmentation de la fréquence des sorties à ces périodes. Néanmoins, la figure peut nous renseigner sur des distances extrêmes plus importantes en février-mars que sur les autres mois (*pairwise wilcoxtest* *fev/autres* $p < 0,05$; *pairwise wilcoxtest* *mar/autres* $p < 0,05$). Les Brochets entreprennent donc des grands déplacements en février-mars et semble plus sédentaire hors de cette période.

Approche individuelle

Ces observations sont affinées par la lecture de la Figure 49 qui présente le positionnement de chaque individu en fonction du temps. La gauche du graphique représente les points de relâche après marquage. La méthode de ségrégation lors des calculs des amplitudes de déplacement fut la suivante. Lorsqu'un poisson rejoint un bras annexe, la distance dans le bras est calculée en prenant la confluence comme zéro. S'ajoute ensuite la distance déjà parcourue dans le cours d'eau principal. Un poisson remis à l'eau au pk 5 et qui remonte jusqu'au pk 2 de l'affluent joignant le Grand Large par exemple au pk 7 aura effectué une montaison de $(7-5) + 2 = 4$ km.

Les individus se sont rapidement répartis après la relâche (au niveau de leurs sites de captures initiaux pour la plupart). Puis les sujets semblent avoir préférentiellement un poste fixe et sont très sédentaires hors de leurs périodes de migration identifiées. Certains sujets comme le 49353 sont en revanche plus nomades. Un seul sujet ne s'est absolument pas déplacé lors du suivi, il s'agit du 49384, qui est uniquement resté dans un plan d'eau. Les autres sujets ont entrepris des mouvements entre 2 et 7km de leurs domaines vitaux lors de la période de février à mars.

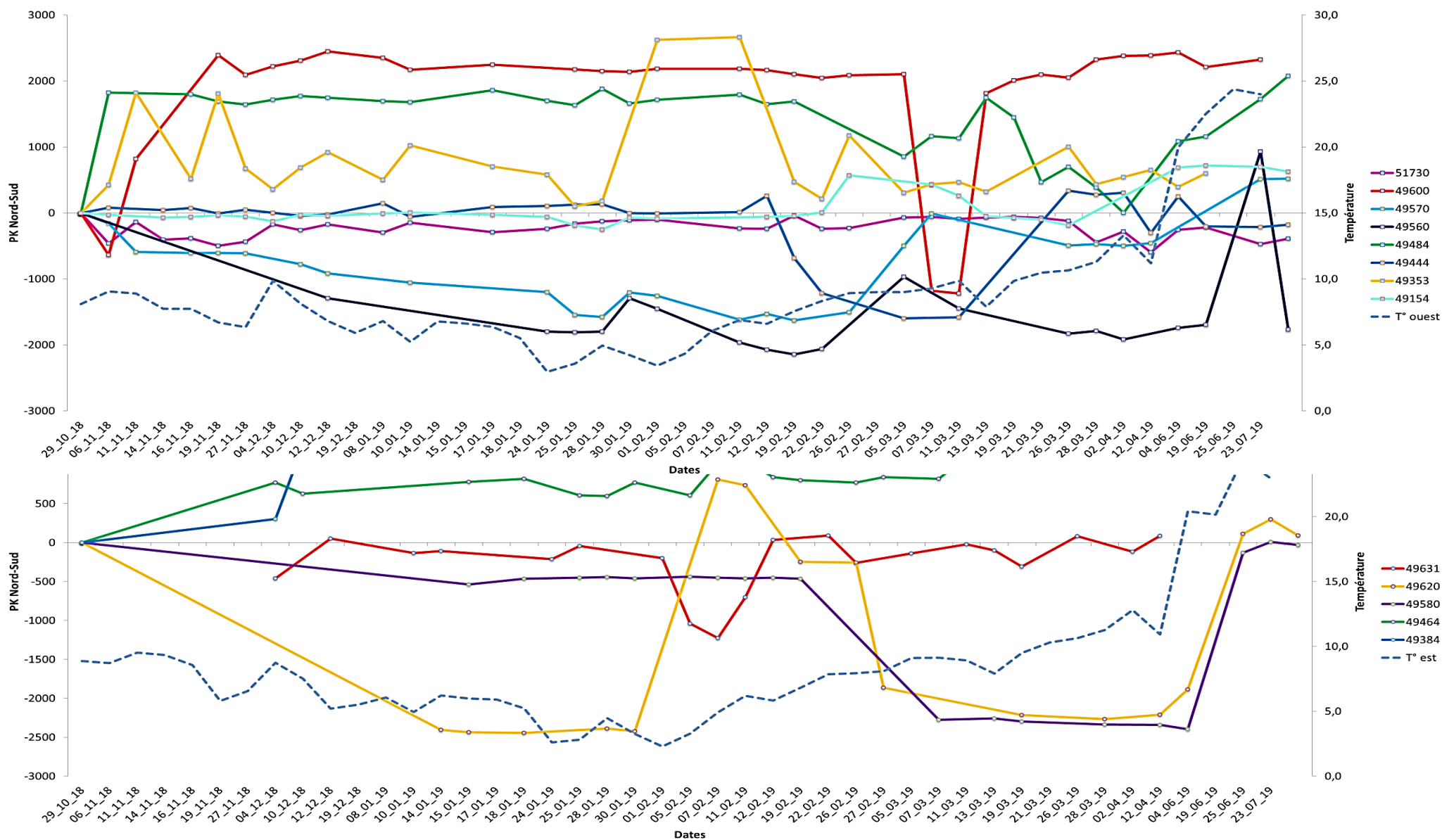


Figure 49 : Mouvements des Brochets radiopistés en fonction de leurs positions selon l'axe Nord-Sud. En haut pour les poissons de l'Ouest du marais et en bas pour l'Est. Les individus 49550, 51670, 49414 (Ouest) et 49590 (Est) ne sont pas représentés afin d'améliorer la lisibilité (trop peu de pointage).



La Figure 49 met donc en exergue une hétérogénéité comportementale qui présente néanmoins des rapprochements.

En effet, à la lecture de celles-ci, 3 périodes semblent se distinguer :

- i. La période de pré-migration qui couvre la période de janvier-début février mais pour certains poissons uniquement (par exemple 49353, 49560 ou 49620).
- ii. La période de migration qui couvre la période de février-mars (exemple facilement distinguable avec 49600 : pour une femelle ou 49444 : pour un mâle).
- iii. La période sédentaire caractéristique avec des déplacements restreints aux domaines vitaux.

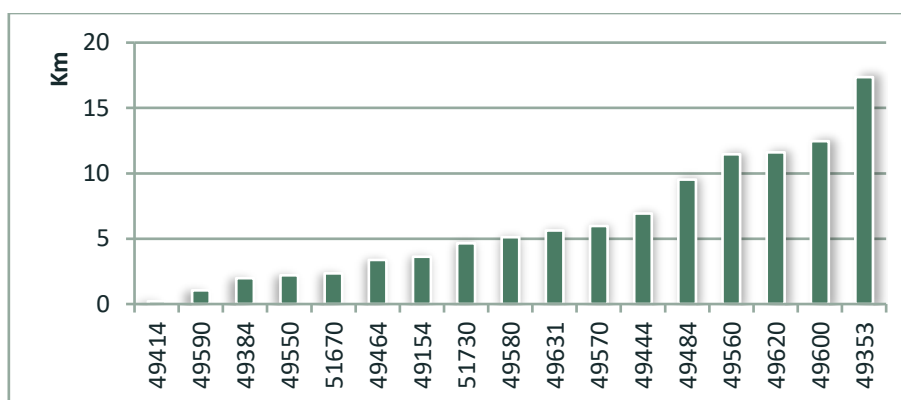


Figure 51 : Distances cumulées des différents poissons suivis.

Les distances cumulées par individu peuvent être présentées à titre indicatif afin de montrer la grande hétérogénéité qu'il fut possible d'observer entre les individus. Comme avec le sujet 49353 assez nomade tout au long du suivi face à certains sujets qui se sont peu déplacés.

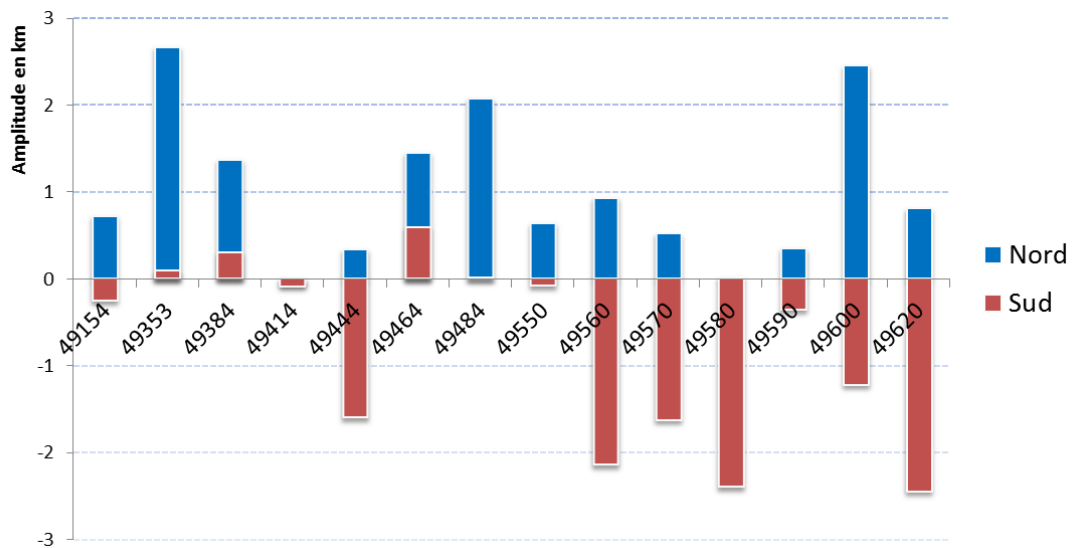


Figure 52 : Amplitude de déplacement maximum (au Nord ou au Sud) observées au cours du suivi.

Les amplitudes maximum au Nord et minimum au Sud nous renseignent sur les valeurs de déplacements extrêmes.

Les résultats montrent que les amplitudes de déplacements et les distances cumulées peuvent fortement varier en fonction du temps et des individus suivis. Un brochet peut ainsi se déplacer beaucoup en peu de temps et inversement certains brochets se sont très peu déplacés durant l'année de suivi.

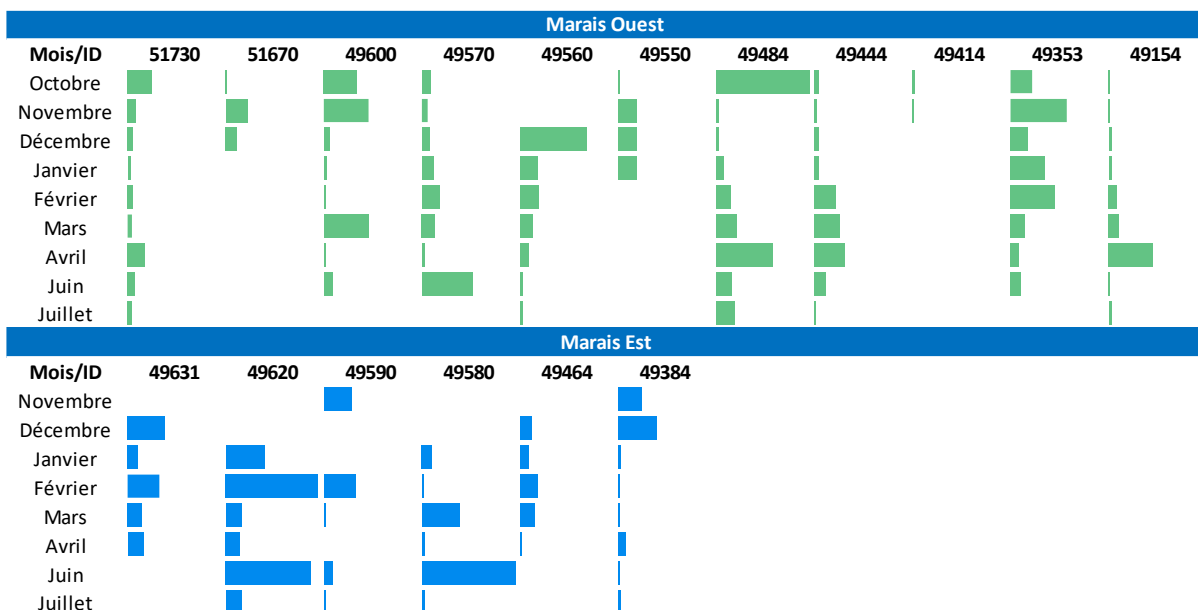


Figure 53 : Représentation schématique du déplacement moyen mensuel de chaque individu.

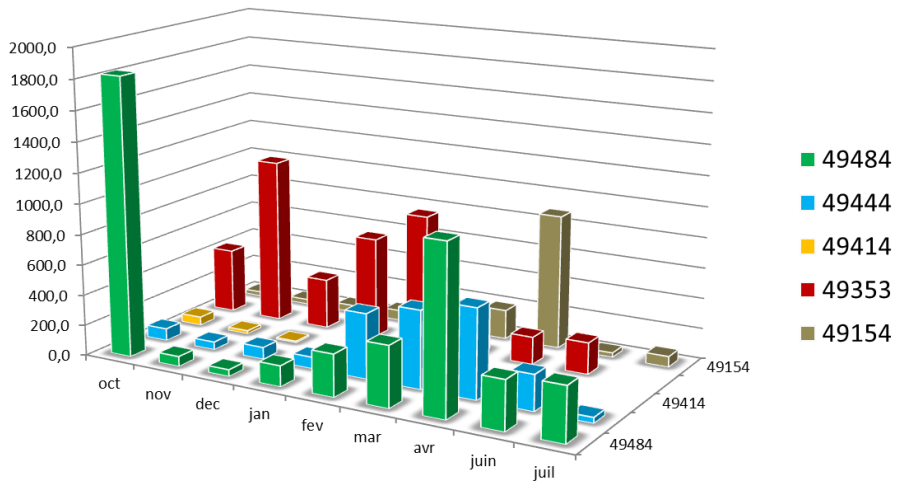
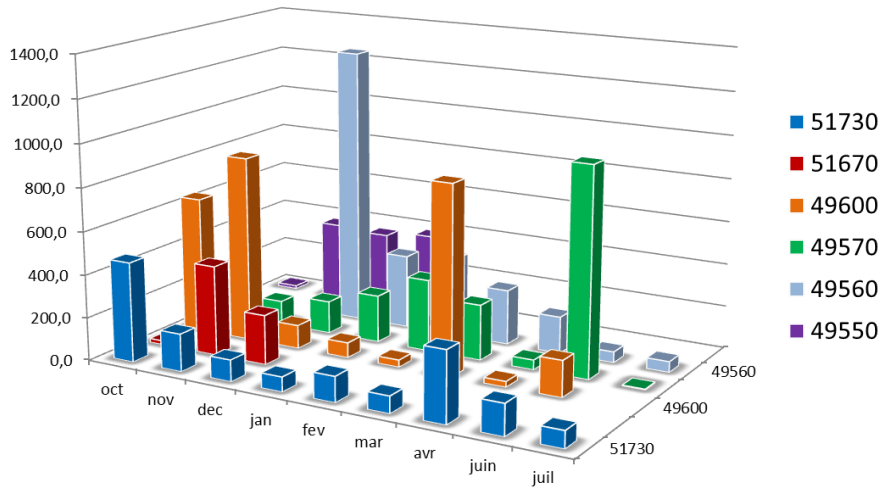
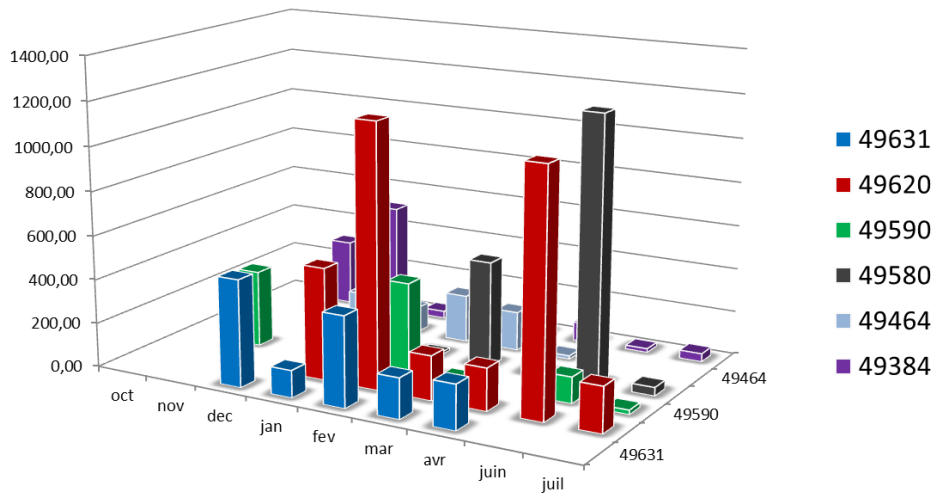


Figure 53bis : Représentation des déplacements moyens mensuels des Brochets.

Approche individuelle remarquable

Les sujets sont restés préférentiellement sur les axes principaux lors de leurs périodes sédentaires (wateringues de largeur supérieure à 5 m et de profondeur moyenne de 1,5m) et semblent avoir ciblé des fossés du réseau secondaire lors de leur période de migration. Si c'était une observation attendue, il est louable d'avoir pu observer ce comportement et d'identifier des zones de reproduction probables supplémentaires en lien avec les autres volets de l'étude (Figure 54).



Il est ainsi possible de citer les brochets 49620 (♀) et 49464 (♂) à l'Est du marais qui ont permis d'identifier des zones où des brochetons de l'année ont été échantillonnés suite aux IAB (Figure 54). Le comportement de ces deux individus est remarquable et permet d'illustrer des divergences comportementales entre mâle et femelle. En effet, l'individu femelle (49620) a entrepris sa migration de manière soudaine puis a stoppé à 3 reprises dans des drains propices à sa reproduction (éloignés chacun de plus de 1,5km). Le mâle quant à lui (49464) a migré sur une plus courte distance et sur une période plus courte dans un seul drain situé non loin de son domaine vital.

Figure 54 : Identification d'un drain favorable à la reproduction lors du radiopistage. Un individu a été suivi ici en février et des brochetons y ont été trouvés en mai lors des IAB.

Afin d'illustrer au mieux ces mouvements au sein du marais, la lecture des déplacements de 6 individus (3 à l'Ouest et 3 à l'Est) est proposée Figure 55 avec des photographies de certaines zones remarquables où ils ont séjourné.

Aucun obstacle majeur à la migration de reproduction n'a été identifié. Les cours d'eau (wateringues) du marais étant en général bien connectés entre eux et avec les fossés (watergangs) attenants. Néanmoins les autres volets de l'étude (IAB et SFR) ont pu démontrer un intérêt d'ouverture de zones supplémentaires (reconnexion ou connexion). Il est toujours possible que les brochets puissent avoir un intérêt à rejoindre des zones supplémentaires lors de leur migration, mais cette hypothèse n'a pas pu être confortée ici.

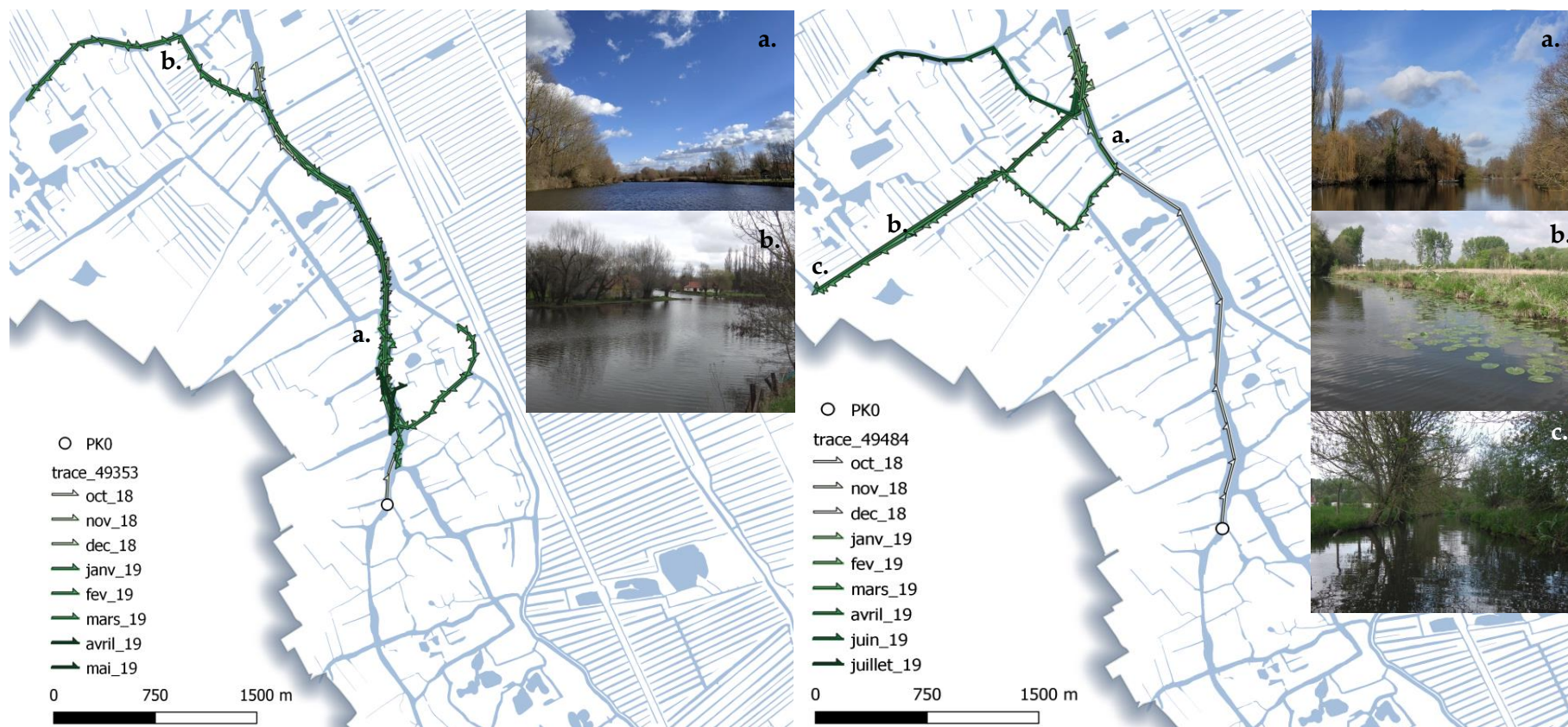


Figure 55 : Présentations schématiques des déplacements de 6 sujets remarquables (dont 3 situés à l'Ouest en vert et 3 situés à l'Est en bleu). Avec plusieurs photographies illustratives des zones où ont voyagé les Brochets dont : avec toujours en a. le domaine vital et en b. les alentours de la zone occupées lors de la période de migration de février à mars selon les sujets.



Figure 55 : Présentations schématiques des déplacements de 6 sujets remarquables (dont 3 situés à l'Ouest en vert et 3 situés à l'Est en bleu). Avec plusieurs photographies illustratives des zones où ont voyagé les Brochets avec : toujours en a. le domaine vital et en b. les alentours de la zone occupée lors de la période de migration de février à mars selon les sujets.



Figure 55 : Présentations schématiques des déplacements de 6 sujets remarquables (dont 3 situés à l'Ouest en vert et 3 situés à l'Est en bleu). Avec plusieurs photographies illustratives des zones où ont voyagé les Brochets avec : toujours en a. le domaine vital et en b. les alentours de la zone occupée lors de la période de migration de février à mars selon les sujets.

Domaine vital

Les domaines vitaux des brochets (hormis 4 individus disparus trop tôt dans le suivi pour être validés avec certitude) sont présentés ci-dessous.

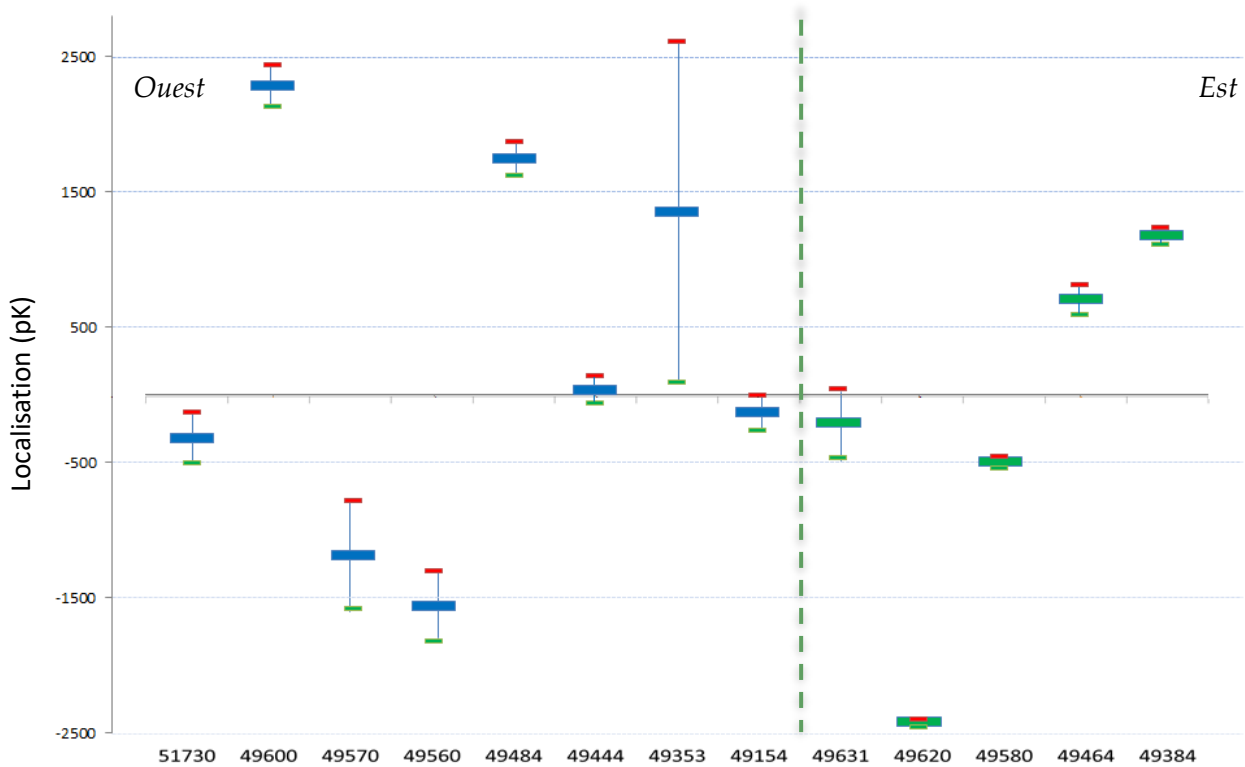


Figure 56 : Répartition des domaines vitaux identifiés lors de la période de sédentarisation (hors période de migration et de retour sur zone de domaine vital après marquage et de périodes de pré-migrations). Avec en bleu les Brochets de l'Ouest et en vert les Brochets à l'Est (zones non similaires).

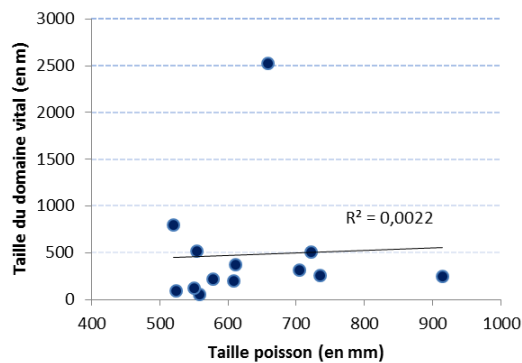


Figure 57 : Taille du domaine vital des individus en fonction de leur taille et droite de régression linéaire associée.

Ces domaines sont assez hétérogènes entre les différents individus mais la taille de ceux-ci ne semble donc pas être corrélée avec la taille du domaine vital (Figure 57). On remarque toutefois une différenciation nette avec des individus avec des domaines très réduits (49444 – 49154 à l'Ouest et

49620 – 49580 à l’Est) face aux autres. Si des différences visuelles apparaissent, notamment entre les brochets à l’Est qui semblent avoir des domaines plus petits qu’à l’Ouest, il ne semble y avoir de différenciations statistiques significatives (*Kruskaltest* $p=0,8$).

Facteur abiotique : la température de l’eau

Comme présenté lors de la partie introductive, les variations de débits et de niveau d’eau sont quasi-inexistantes au sein du marais Audomarois. De cette observation factuelle découle plusieurs conséquences comme nous avons pu le voir lors des précédents volets (IAB et SFR). Ainsi notre analyse s’est uniquement portée sur les variations de températures, seul facteur abiotique pouvant donc influencer la fraie du Brochet dans le marais (hors facteurs

biotiques comme la dégradation des végétaux etc.).

La température de l’eau varie au cours du suivi entre 3°C au mois de janvier 2019 et 25°C lors de l’été 2019. Les intervalles de température ont été fixés par rapport à la bibliographie (Chancerel 2003 ; Skov et Nilsson 2018) avec un intervalle [6-12°C] correspondant à la température adéquate pour la reproduction.

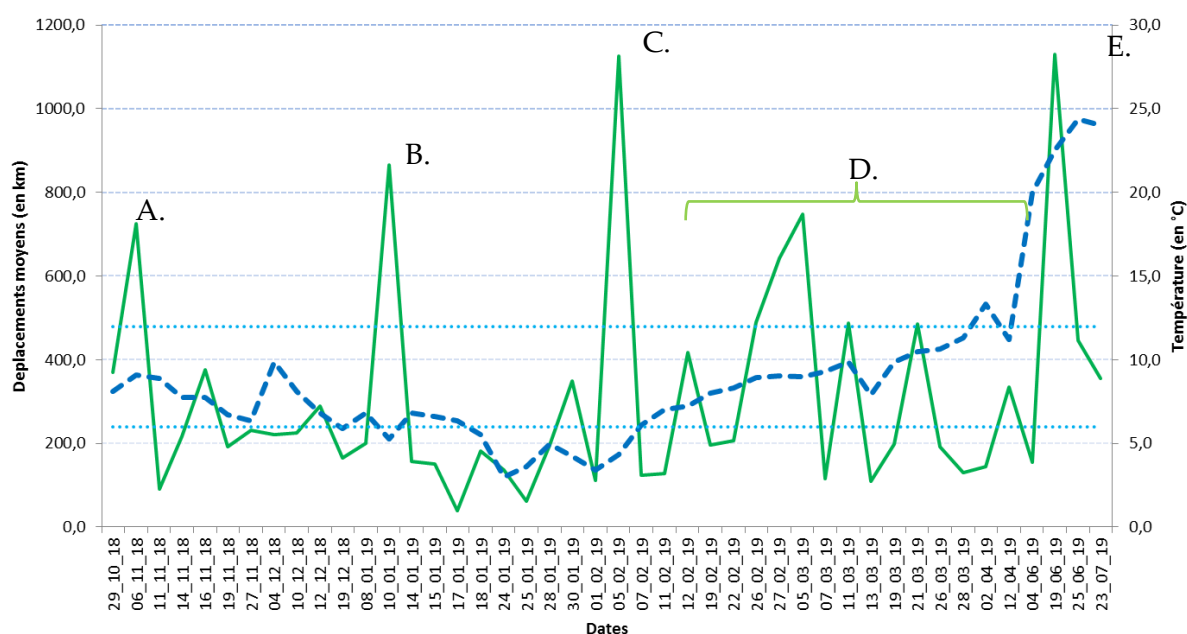


Figure 58 : Moyennes des déplacements (en vert) en fonction de la température de l’eau (en bleu) et intervalle thermique.

Les gammes thermiques apposées au regard de la bibliographie semblent coïncider avec les périodes de migration observées lors du radiotracking. Ainsi, en prenant en compte les résultats présentés plus haut et la Figure 58, il est possible de représenter les différentes périodes identifiées avec en :

- A. Retour de certains sujets au niveau des zones où ils furent capturés.
- B. Période d’exploration ou de pré-migration précoce de certains sujets.
- C. Période de pré-migration ou de migration précoce de certains sujets.
- D. Amplitude de la période de migration identifiée, correspondante avec la gamme de température de [6-12°C].
- E. Retour tardif de certains sujets dans leur domaine vital.

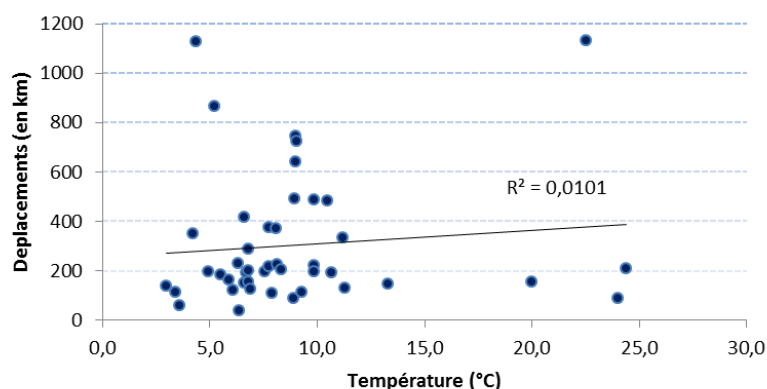
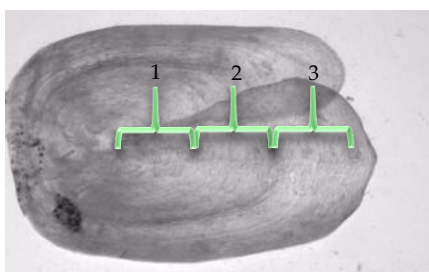


Figure 59 : Déplacements en fonction de la température de l'eau et droite de régression linéaire associée.

S'il ne semble pas y avoir de relation linéaire entre la température et la distance de déplacement (Figure 59), on remarque néanmoins une correspondance avec les gammes de température [6-12] °C et les mouvements migratoires des sujets.

Les résultats peuvent toujours être critiquables au vue des migrations de certains sujets qui furent identifiés hors de cette gamme. En effet, des biais peuvent exister de par le placement des sondes températures HOBOWare. Celles-ci étaient placées à l'ombre (nécessité de cacher au mieux la sonde) certains individus ont pu avoir une migration déclenchée dans des zones où les eaux furent légèrement plus chaudes ou tout du moins de températures différentes des optimums thermiques décrétés par la bibliographie (pic de déplacement moyen en C. cf Figure 58).

Scalimétrie



| | Age observé | | | |
|----------------|-------------|-------------|-------|-------|
| | 3+ | 4+ | 5+ | 6+ |
| Effectifs | 8 | 8 | 1 | 1 |
| Taille moyenne | 548,6±19,6 | 655,25±41,9 | 735,0 | 914,0 |

Tableau 10 : Effectifs et tailles moyennes (en mm) des Brochets capturés et les classes d'âge associées (obtenue par la scalimétrie) et écart-types si plus de 3 valeurs. Une écaille de Brochet 3+ est présentée à titre illustratif.

La taille moyenne des individus ayant atteint l'âge de maturité sexuelle (fixée à 3 ans pour les femelles et 2 ans pour les mâles) est de 548,6 mm. Même si nos effectifs de captures sont faibles et ne permettent pas de déployer des analyses statistiques, on remarque tout de même que la taille légale de capture dans le département (TLC à 600 mm) est pertinente. Cette étude, en plus d'offrir un retour d'expérience sur la lecture des écailles de brochets nous a surtout permis de valider la maturité sexuelle des brochets suivis par radiopistage.

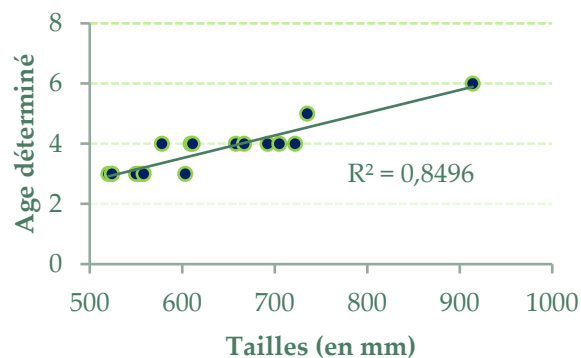


Figure 60 : Relation linéaire entre l'âge déterminé par scalimétrie et la taille des sujets.

La lecture de la droite de régression linéaire nous renseigne sur la relation entre les tailles des individus et leurs âges déterminés. Ce résultat est logique et attendu, nous permettant de confirmer la pertinence de nos lectures d'âges.

Il pourrait être envisagé dans le futur de déployer un modèle d'estimation de la taille des brochets du marais, à l'aide notamment de la méthode de rétro-calcul permise par le modèle de Von Bertalanffy. Ceci dans le cas où un plus grand stock d'écailles de brochets différents nous serait parvenu.

Discussion

Récapitulatif des résultats

De nombreux résultats ont pu émerger sur la connaissance du cycle biologique de l'espèce Brochet dans le marais Audomarois grâce à ce Focus centré sur cette espèce emblématique. La conclusion et le cheminement emprunté par ce Focus peuvent être retranscrits de façon schématique afin d'imager les faits (Figure 61). En effet, nos investigations ont permis d'émettre des corrélations qui nous ont permis de décrire, d'identifier et de hiérarchiser des enjeux en vue d'établir des préconisations de gestion adaptées.

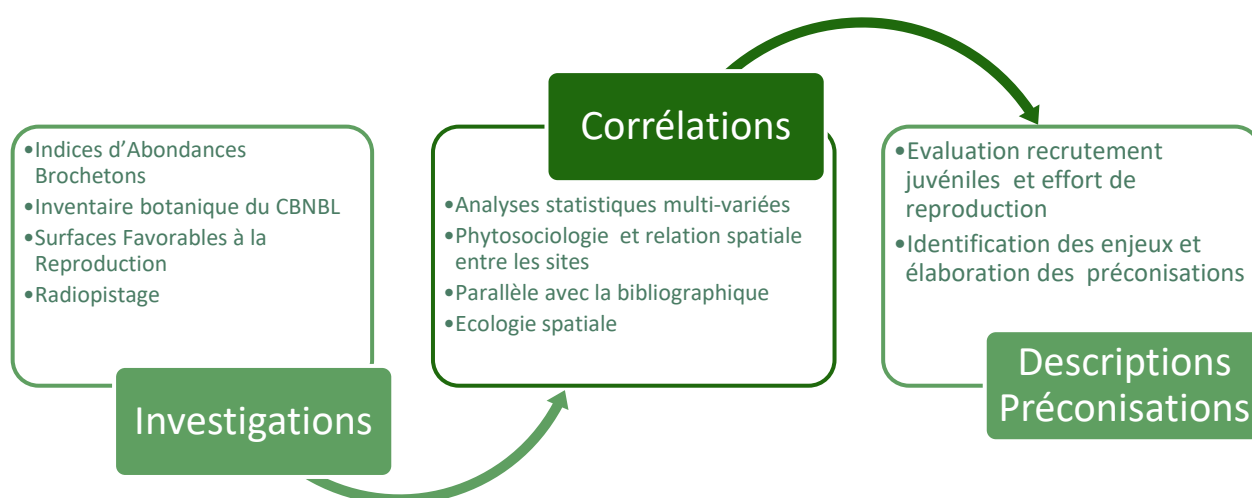


Figure 61 : Récapitulatif schématique du raisonnement entrepris lors du Focus Brochet afin de parvenir à des préconisations de gestions adaptées en fonction des enjeux.

De manière succincte, nous pouvons rappeler les objectifs de chaque volet qui nous ont permis l'évaluation de la fonctionnalité écologique du Marais pour l'espèce :

- Le volet SFR nous a permis d'identifier près de 160km de linéaires vraisemblablement favorables à la fraie du Brochet (soit 28,8% du linéaire de fossés du marais) hiérarchisés en 3 classes de potentialités.
- Le volet RP nous a permis d'identifier les mouvements migratoires et les périodes de migration de l'espèce dans ce dédale de voies d'eaux.
- Le volet IAB en parallèle de l'étude botanique nous a permis d'identifier 82 022 m² de frayère effective (vision optimiste) ainsi que de lister les conditions à remplir des sites pour la reproduction et la croissance des poissons. De plus la lumière s'est faite sur les problématiques de fonctionnement des frayères dans le marais (efficacité faible).

En définitive, l'état du contexte est jugé malgré tout perturbé pour l'espèce Brochet.

Retour d'expérience

Surfaces Favorables à la Reproduction

Si les campagnes d'inventaires des surfaces favorables à la fraie ont permis de remplir nos attentes avec l'identification d'un nombre important de linéaires d'intérêt, des problèmes ont tout de même été identifiés, notamment l'accessibilité de certaines zones voire sites sur des propriétés privées. Plus particulièrement les huttes de chasse et les parcelles consacrées au maraîchage.

En effet, il fut prévu de couvrir plus de zones mais certaines n'ont pas pu être visitées suite à l'accessibilité des sites très hétérogène, aux grands nombres de propriétés privées interdites d'accès ou encore de par le caractère de la zone d'étude globale (hydrosystème marais complexe à appréhender par rapport au lit majeur d'une rivière).

Indice d'Abondance Brocheton

C'est globalement un bon retour d'expérience qui ressort du déploiement des IAB. En effet, ce protocole a démontré son efficacité de par sa facilité de déploiement et la multiplication des stations sur un vaste périmètre. Sa pertinence pourrait permettre son utilisation dans d'autres types de milieux, à l'instar de méthodes déjà utilisées en routine tels que le protocole VigiTruite® ou encore l'Indice d'Abondance Saumon (IAS) propre aux contextes salmonicoles. Nous pouvons lister succinctement ses avantages et ses inconvénients :

+ Rapidité de mise en œuvre et échantillonnage en 5min de temps de pêche effective, extrapolation surfacique car linéaire complet de pêche sans interruption, faible nombre d'opérateurs, matériel léger portatif, multiplication des stations, etc.

- Calcul par CPUE, non exhaustif d'une zone complète, habitats ciblés, etc.

En termes de perspectives, s'il était louable d'avoir pu mettre en place un large maillage de 205 stations, certaines zones n'ont pu être inventoriées et auraient mérité toutefois notre attention. Cela aurait pu être le cas :

- Du marais communal au Nord-Ouest de la commune de Saint-Omer, une zone de maraîchage intensif aux larges waterings.
- Du lieu-dit du petit Bagard au Sud de la Vesseliette (une zone protégée et en gestion par Eden62).
- Des quelques zones annexes de la rivière de Nieurlet où des pieds de Stratiote Faux-Aloes ont été trouvés (offrant probablement un bon support de ponte cf Figure 55 p.77 site b. du Brochet 49631) mais cloisonnées par des grillages. Un juvénile y a été néanmoins aperçu en bateau lors d'une session de pistage confirmant l'intérêt d'étudier dans le future cette zone.

Radiopistage et écologie spatiale

Nos observations ont pu être confrontées à la bibliographie ou des études similaires menées par nos confrères des Fédérations de la Meuse (55) ou du Nord (59) par exemple.

Si la plupart de nos observations semblent en accord avec la bibliographie et furent attendues comme : le sédentarisme des sujets hors période de reproduction (Burr 2002, Masters et al. 2003) ou encore la concordance des périodes de migration et des bornes thermiques entre 6 et 12°C (Dubost & Vauclin 2004, Ovidio & Philippart 2005). Certaines observations en revanche sont tout de même plus surprenantes. En effet, les domaines vitaux de la majeure partie de nos sujets sont relativement petits par rapport à d'autres études (Ovidio & Philippart 2003, Masters, et al. 2003). De plus certains domaines se chevauchent, plusieurs individus semblent cohabiter dans la même zone de 500m (notamment à l'Ouest près de l'embarcadère de Salperwick).

Néanmoins à l'instar de Masters, et al., deux groupes d'individus semblent se démarquer : les sédentaires « assumés » aux domaines vitaux restreints et les « nomades » aux domaines importants et qui réalisent des allers et retours journaliers (comme le sujet 49353).

Les Brochets sédentaires ont été radiopistés avec une occurrence importante toujours proche de lieux dits de « caches » semblant adaptées à l'espèce. Ce fut fréquemment le cas par exemple sous des barques abandonnées, des embâcles, des souches, des saules ou d'autres arbres aux systèmes racinaires plus imposants... Une bonne partie des sujets semblaient également privilégier des croisements hydrauliques entre plusieurs bras, vraisemblablement attractifs.

Il en est de même lors des périodes de migration de reproduction. Si certains sujets ont entrepris une migration sur plus de 7km (aller-retour) la majeure partie des effectifs ne sont guère allés plus loin que 2 km en moyenne pour frayer. Ces observations nous amènent à croire que les brochets étudiés ici dans un contexte de marais doux endigué ont des comportements migratoires légèrement différents des sujets vivants en hydrosystème rivière. L'hypothèse pouvant être avancée peut être la suivante : les sujets ayant à disposition des habitats potentiellement propices à la fraie non loin, n'éprouvent pas la nécessité de migrer sur de grande distance pour en trouver. La plupart de ces lieux propices se trouvaient être des fossés secondaires directement connectés au wateringue principale (selon un agencement « en peigne »).

Enfin, en ce qui concerne les limites de l'étude et les problèmes rencontrés, quelques remarques peuvent être énoncées. Des difficultés lors des suivis ont parfois été rencontrées liées encore une fois à la nature de la zone d'étude (dédalles de voies d'eau et difficultés d'accès avec un certain nombre de propriétés privées à l'accès condamnés). Ou encore la durée de la charge des accumulateurs des postes récepteurs mobiles ATS parfois limitée sur une journée de pistage.

Comme nous l'avons vu dans la partie matériel et méthode, le faible nombre de sujets fut défini entre différents paramètres dont la limitation technique et humaine. Il aurait pu être éventuellement intéressant de marquer un plus grand nombre de sujets même si il aurait été ainsi très difficile de les suivre avec un seul ou deux opérateurs plusieurs fois par semaine.

En définitive, ce fut un bon retour d'expérience riche en enseignement sur les comportements de l'espèce dans cet hydrosystème particulier qu'est le marais Audomarois.

Calcul des productions de brochets théoriques du marais Audomarois

Pour prétendre à une évaluation efficace, un parallèle est proposé entre les calculs de production de Brochets théoriques et les productions observées au sein du marais Audomarois. Dans la littérature (avec notamment : « Le Brochet. Biologie et gestion » de Chancerel une référence classiquement utilisée en France), la production de Brochetons est extrapolée sur la base suivante :

- 0,2 à 0,3 juvéniles/m² pour des marais aménagées et contrôlées.
- 0,5 juvéniles/m² à 1 juvéniles/m² (exceptionnellement) pour des sites naturels de très bonnes qualités.
- 2 à 3 juvéniles/m² pour les bassins d'élevages où tous les facteurs favorables sont réunis et gérés.
-

À partir de ces données sur le recrutement, il sera possible de déterminer la densité théorique en Brochets et plus particulièrement de Brochets de tailles capturables.

La taille minimale de capture est fixée à 60cm depuis 2018. S'il serait pertinent de réaliser une étude scalimétrique de grande ampleur, nos échantillons (18 sujets) nous permettent tout de même d'avancer le fait qu'à cette taille les brochets ont entre 3 et 4 ans.

Si la littérature nous renseigne également sur la fécondité des sujets (entre 16000 et 45000 ovules/kg de femelle), ainsi que sur les taux de survie des brochetons moyens et ce jusqu'à

leur âge de maturité sexuelle (maturité entre 2 et 4 ans pour 2% des juvéniles. cf tableau11), il nous est complexe d'appliquer la démarche de calcul. En effet, le stock de géniteurs se reproduisant sur les sites reste inconnu. Mais il nous est possible, en vue de réaliser des projections, de s'appuyer sur la démarche de Nihouarn. Ainsi, il est possible de calculer le nombre de Brochets théoriques avec le taux de survie des individus entre chaque année fixé à 0,5. Si ce taux peut évidemment fluctuer en fonction des multiples facteurs de pression qui pèsent sur le Brochet (parasitisme, prédation, pression de pêche, pollution, etc.) cela reste, il est vrai, un parti pris simplificateur de la démarche de calcul.

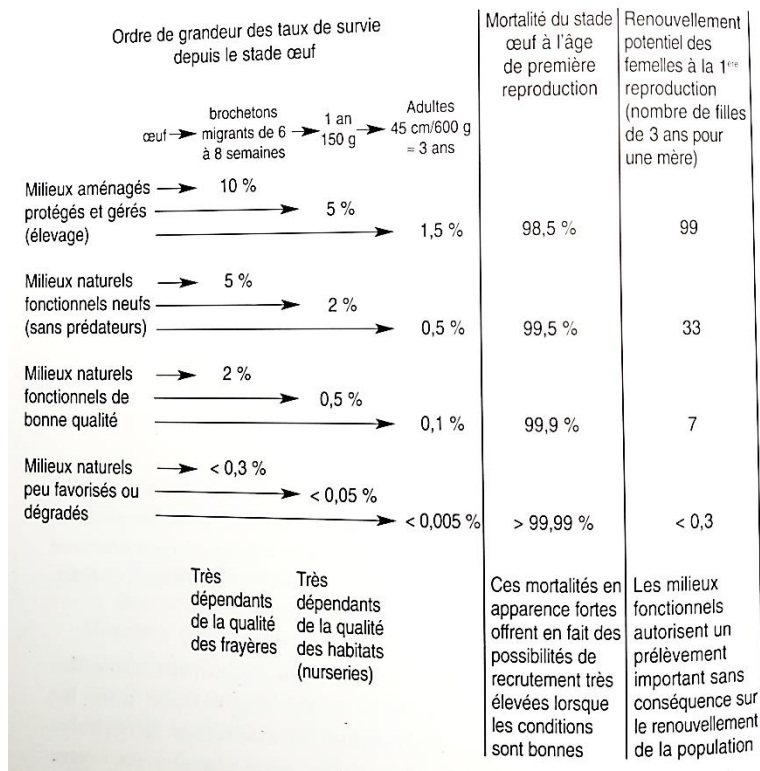


Tableau 11 : Taux de survie à l'issue de la fécondation des œufs au stade adulte mature sexuellement selon la potentialité des milieux (selon Chancerel 2003).

calcul des potentialités d'accueil théorique

| D'après Chancerel | |
|---|------------------------------|
| 0,2 à 0,3 juvéniles/m ² pour des marais aménagés et contrôlés. | → Production théorique basse |
| 0,5 juvéniles/m ² à 1 juvéniles/m ² (exceptionnellement) pour des sites naturels de très bonnes qualités. | → Production théorique haute |
| 2 à 3 juvéniles/m ² pour les bassins d'élevages où tous les facteurs favorables sont réunis et gérés. | → non calculé/non pertinent |
| D'après Nihouarn | |
| Nihouarn indique que le taux de survie des individus entre chaque année est de 0,5 | |
| Ainsi si 50 BRO → (50%) → 25(0+) → (50%) → 12.5(1+) → (50%) → 6.25(2+) → (50%) → 3.1(3+) | |
| D'après nos résultats sur le marais | |
| Dans le cas des inventaires positifs, la moyenne est de 1,2 juvéniles échantillonnés sur 17 stations (de linéaire moyen de 165m et de largeur moyenne de 1m avec le balayage de l'anode). | |
| La productions ainsi observées est de : | 0,0073 par m ² |
| | 0,73 pour 100m ² |

Tableau 12 : Base du calcul des populations et des productions théoriques de Brochets face à nos résultats dans le marais.

Enfin, dans notre cas, les 205 inventaires (IAB) ont permis de mettre en évidence la présence de juvéniles de l'année sur 17 stations avec une moyenne de 1,2 fingerlings par station. En prenant en compte le linéaire moyen échantillonné (165m) et en le recoupant avec la largeur moyenne échantillonnée (1m

correspondant plus ou moins à l'amplitude de déplacement de l'anode le long des berges échantillonnées par les opérateurs terrain), nous pouvons extrapoler afin d'obtenir une production moyenne de brochetons sur nos deux ans d'étude dans le marais (0,0073 brocheton/m²).

| Pour 100m ² | 0+ | 1+ | 2+ | 3+ | 4+ | 5+ |
|--|-----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| Production théorique basse | 25,00 | 12,50 | 6,25 | 3,13 | 1,56 | 0,78 |
| Production théorique haute | 50,00 | 25,00 | 12,50 | 6,25 | 3,13 | 1,56 |
| Production observée | 0,73 | 0,37 | 0,18 | 0,09 | 0,05 | 0,02 |
| Pour les frayères effectives identifiées | 0+ | 1+ | 2+ | 3+ | 4+ | 5+ |
| Production théorique basse | 20507,07 | 10253,54 | 5126,77 | 2563,38 | 1281,69 | 640,85 |
| Production théorique haute | 41014,15 | 20507,07 | 10253,54 | 5126,77 | 2563,38 | 1281,69 |
| Production observée | 598,81 | 299,40 | 149,70 | 74,85 | 37,43 | 18,71 |
| Pour les SFR | 0+ | 1+ | 2+ | 3+ | 4+ | 5+ |
| Production théorique basse | 80291,21 | 40145,61 | 20072,80 | 10036,40 | 5018,20 | 2509,10 |
| Production théorique haute | 160582,42 | 80291,21 | 40145,61 | 20072,80 | 10036,40 | 5018,20 |
| Production observée | 2344,50 | 1172,25 | 586,13 | 293,06 | 146,53 | 73,27 |

Tableau 13 : Projections théoriques des productions de brochets, pour 100m², pour nos 82028,1m² de frayères effectives identifiées et pour l'ensemble des SFR observés dans le marais. Les individus dits 0+ sont les juvéniles de l'année au stade Brocheton migrant. Les individus 3+ et 4+ sont normalement des individus adultes capables de se reproduire et également de taille capturable.

Il est donc possible de se rendre compte de la problématique inhérente au manque de fonctionnalité des frayères dans le marais Audomarois. En effet, si on décide d'évaluer la fonctionnalité des sites étudiés :

- i. la productivité théorique (entre 0,25 et 0,5 brochetons/m²) définit une bonne fonctionnalité.
- ii. alors que la production identifiée en 2018-2019 sur le marais (de 0,0073/Brocheton/m²) semble exposer une fonctionnalité médiocre.

Ainsi, l'ensemble des frayères identifiées nous permettrait techniquement de produire entre 74,85 et 37,43 brochets adultes par an alors qu'on serait en droit d'attendre entre 2563,38 (projections basse) et 5126,77 (projections haute) brochets adultes par an. Les valeurs observées sur le marais sont de l'ordre d'une productivité de 34 à 68 fois moindres que les valeurs théoriques dans le cas d'un fonctionnement *optimum*. Si ces projections restent critiquables, elles nous servent néanmoins à se rendre compte des problématiques mises en lumière sur le renouvellement des populations de brochets dans le marais Audomarois.

Identification des problématiques

Comme nous avons pu le voir grâce à la transversalité des résultats produits lors des volets IAB et botanique, les frayères effectives dans le marais sont :

- d'une profondeur toujours inférieure à 100 cm et d'environ 40 à 60 cm
- d'une largeur comprise entre 3 et 5 m mais peut atteindre 10 m à certains endroits
- avec une eau peu turbide
- pourvues d'un ensoleillement fort, peu d'arbres au bord des watergangs
- les parcelles annexes sont des prairies
- les communautés végétales sont toujours structurées autour du groupement à *Carex paniculata* et *Carex pseudocyperus*.

Si la phase de reproduction est donc bien réalisée sur le marais, la phase de développement semble d'une réussite plus que mitigée. Or il s'agit du stade de développement qui est le plus fragile, ce stade est même plus important que la qualité de la fraie elle-même (Casselman and Lewis 1996, Skov & Nilsson 2018). Les observations réalisées semblent tendre vers l'hypothèse principale suivante : les frayères (même effectives) recensées dans le marais semblent malgré tout être des frayères dites « par défaut » pour l'espèce Brochet et par un ensemble de facteurs de pressions, présentent une fonctionnalité médiocre. En effet, les problématiques suivantes peuvent être listées :

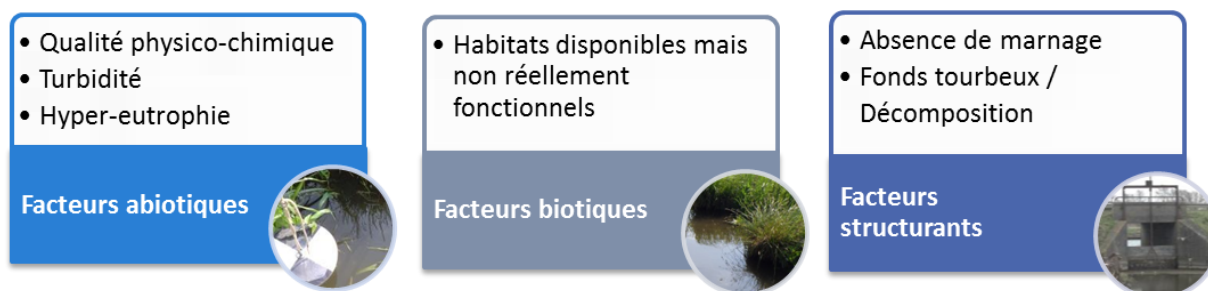


Figure 62 : Problématiques majeures identifiées sur le marais pour la réussite de la reproduction du Brochet.

- Par rapport aux facteurs abiotiques** : La qualité physico-chimique moyenne de l'eau (cf Focus RCS) pourrait jouer sur les taux de mortalité des larves ou des œufs (Spry and Wiener 1991). La turbidité quant à elle peut être un facteur limitant de la croissance de par son impact dans la recherche alimentaire des poissons (Ask et al 2009, Karlsson et al 2009, Jönsson et al 2011). L'hyper-eutrophisation des milieux observée sur certains sites (intrants agricoles, ensoleillement etc.) peut être à l'origine entre autre, d'une prolifération d'algues filamenteuses ou de lentilles d'eau recouvrant la surface des fossés et pouvant étouffer les espèces animales et végétales vivant au fond.



Figure 63 : Un fossé recouvert de lentilles d'eau diverses et d'*Azolla Filiculoides* occultant la lumière tôt dans la saison.

- Par rapport aux facteurs biotiques** : Les seuls substrats disponibles à la fraie à cause de l'absence de marnage sont les communautés de *Carex* ou de roseaux divers, de type *Phalaris*. Or ces substrats, s'ils peuvent faire l'affaire, sont classés comme bien moins productifs et adaptés que les prairies inondées par exemple (Farrell et al. 2011).



Figure 64 : Rappel des habitats identifiés comme les plus fonctionnels dans le marais, les imposants touradons de *Carex* dont les feuilles trempent dans l'eau et offrent un support aux œufs et un abri aux Brochetons (à gauche). A droite, des habitats « classiques » représentatif d'une frayère à Brochet dans le lit majeur d'un cours d'eau.

- Par rapport aux facteurs structurants** : Le facteur principal dont résulte la plupart des autres problématiques listées est tout simplement l'absence de marnage dans le marais. En effet, les niveaux d'eau étant gérés artificiellement depuis des siècles par un ensemble d'écluses et de vannes qui permet de garder une hauteur d'eau globalement très uniforme. Si ce système a permis aux populations locales de s'implanter avec une plus grande facilité à l'époque de l'édification des villes alentours. A l'heure actuelle, le bilan démontre que cela a aussi pu avoir un effet néfaste sur bon nombre de communautés animales et végétales, et plus particulièrement sur le Brochet. A plus grande échelle, la disparition des prairies inondables est un problème récurrent en France et en Europe. Les modifications des régimes hydrauliques rendent l'accès à ces zones favorables à la reproduction du Brochet de plus en plus rare ou de moins en moins fonctionnel (Threinen 1969, Farrell et al 2010).

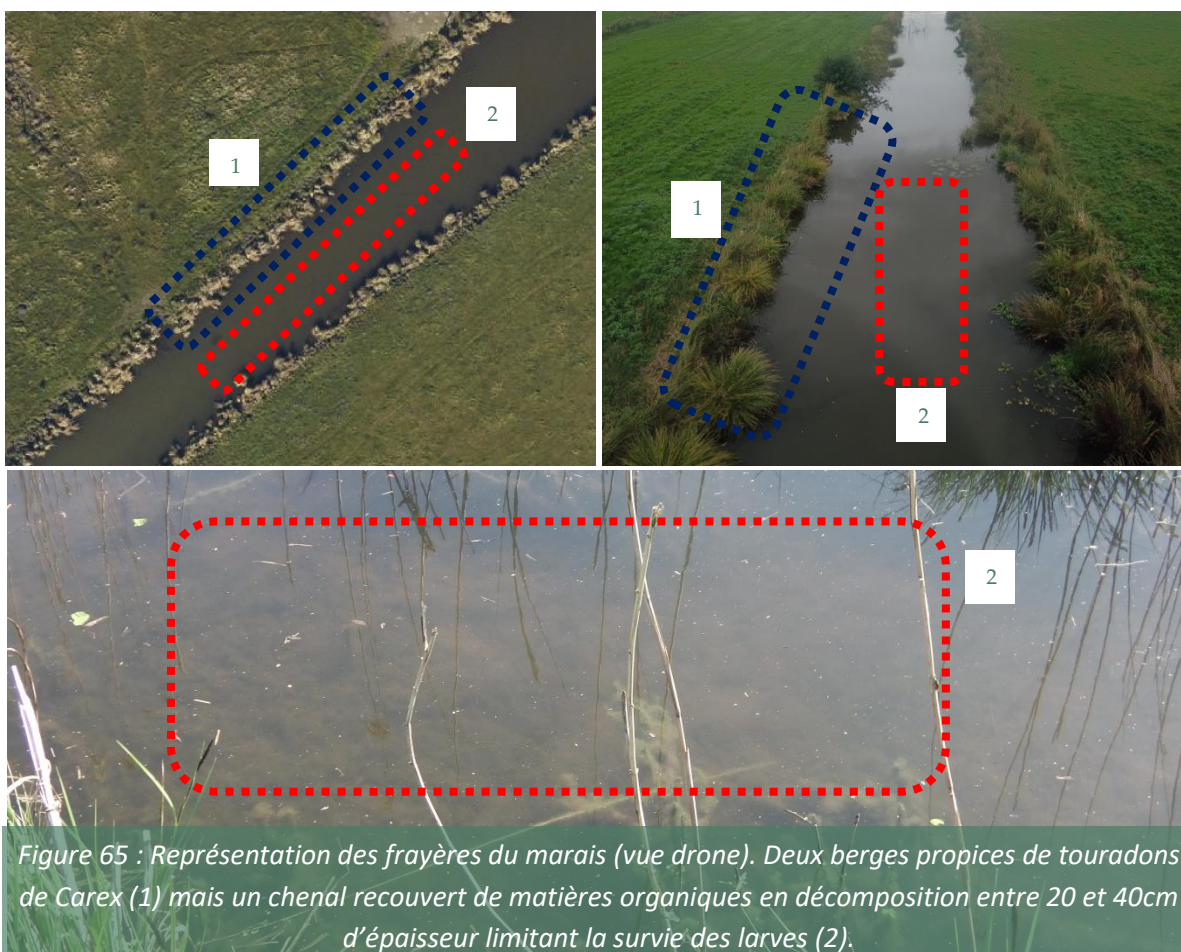


Figure 65 : Représentation des frayères du marais (vue drone). Deux berges propices de touradons de *Carex* (1) mais un chenal recouvert de matières organiques en décomposition entre 20 et 40cm d'épaisseur limitant la survie des larves (2).

De plus, dans notre cas, une explication supplémentaire des taux de réussite très limités de la survie des larves peut être trouvée. En effet, les fossés propices à la fraie dans le marais sont pratiquement toujours organisés comme suivant : avec deux berges aux habitats propices et un chenal central à tendance tourbeuse et parfois avec un épais matelas de matières organiques en décomposition (Figure 65).

Or les œufs se dégradent sur un fond couvert de matière organique (Skov & Nilsson 2018). Ainsi les œufs sont vraisemblablement relâchés aussi bien en pleine eau que dans les zones propices des berges (Farrell et al 2001, Farrell et al 2010, Pierce et al 2012). Ils décantent dans la colonne d'eau et les œufs à la surface adhérente, se fixent sur les plantes (ici les tiges de *Carex* qui trempent plus ou moins dans l'eau). Le reste des œufs qui

décantent plutôt au centre du chenal quant à eux, atterrissent sur le fond au niveau des sédiments ou sur de la matière en décomposition.

Ces matières peuvent engendrer un faible taux d'oxygène ou d'autres facteurs limitants

comme une concentration élevée en sulfure d'hydrogène compromettante ainsi la survie des œufs et des larves de Brochet (Siefert et al 1973, Fago 1977, Casselman & Lewis 1996).

Hiérarchisation des enjeux et préconisations de gestion

Il convient suite à l'identification des pressions pesant sur le cycle vital du Brochet, de hiérarchiser les enjeux en vue de produire des préconisations de gestion adaptées pour favoriser et optimiser la population.

4 grands axes principaux de travail futur peuvent d'être avancés avec:

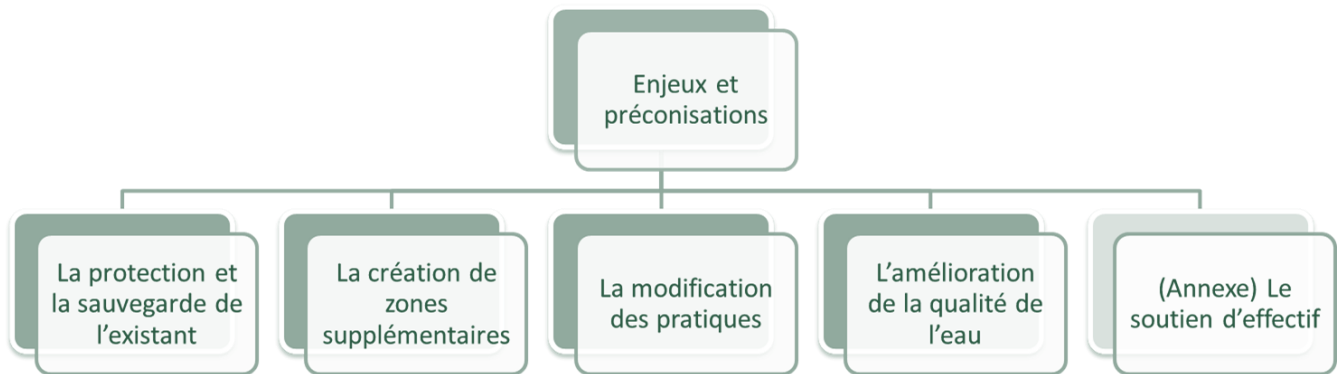


Figure 66 : Les axes de travail proposés pour la sauvegarde du Brochet dans le marais.

1. **La protection et la sauvegarde des zones effectives** identifiées qui sont déjà existantes sur le marais (82 022 m²).

Cet axe de travail pourrait se faire à travers l'utilisation de plusieurs outils administratifs comme :

- a. L'incorporation dans l'arrêté frayère préfectoral.
- b. La maîtrise du foncier des zones à fort intérêt.
- c. La mise en place d'un arrêté préfectoral de biotope (APB).
- d. La sanctuarisation de certains sites vis-à-vis de la pêche (réserves).

2. **La création de zones supplémentaires.** La proposition ou la réalisation de différents travaux en faveur du Brochet peuvent être aussi envisagées.

Avec deux propositions principales, qui seront stratégiquement plus avantageuses que la création d'une frayère classique (qui serait plus coûteuse pour une rentabilité incertaine) :

- a. La reconnexion proposée comme solution afin d'augmenter les zones jugées favorables à la fraie et à la potentialité élevée mais à la base déconnectées de l'axe principal.

Avec des aménagements à moindre coût mais aux retours sur investissement pouvant être potentiellement importants tels que :

- i. Le calage de buse ou de tube en PEHD de diamètre supérieur à 80cm.
- ii. L'implantation de ponts-cadres ou de dalots.
- iii. La mise en place de passerelle engin avec deux culés en béton et un tablier central.

Exemple : La reconnexion latérale de certains fossés situés au Nord du marais le long de la rivière du Moereleck comme le marais de Dambricourt pourrait être pertinente.



Figure 67 : Exemple de deux buses mal positionnées ne permettant pas le passage des géniteurs mais servant uniquement à la base à drainer la zone amont (1et2). Exemple de deux solutions améliorant la connectivité latérale (3 et 4) de manière optimale.

- b. L'aménagement de frayères gérées sous forme de casier hydraulique par des gestionnaires identifiés afin de permettre un changement de hauteur d'eau aux périodes propices selon un calendrier bien établi (Guide technique pour la restauration des frayères à Brochet - UFBAG-ADEAG 2014).

Une solution relativement efficace consisterait alors en la pose d'un ouvrage de gestion des niveaux d'eau. Lors des périodes propices : l'ouvrage est ouvert pour accueillir les géniteurs et augmenter le niveau d'eau (janvier-février-mars). Puis l'ouvrage est fermé pour garder un niveau plus important qu'à l'extérieur et favoriser la croissance des larves (mi-mars-avril). Enfin, le ressuyage de la frayère sera réalisé avec l'ouverture de l'ouvrage (mi-mai-juin-juillet) et laissé en gestion libre les autres périodes.

Ce type d'ouvrage est très efficace puisqu'il permet de ressuyer progressivement la frayère en enlevant les bastaings (planches) une par une. Il nécessite néanmoins une charge de manutention relativement importante et une logistique spécifique (Figure 67). Il conviendra donc de rechercher des sites pilotes auprès de nos partenaires privilégiés.



Figure 68 :

Exemple de deux ouvrages de gestion des niveaux d'eau pour des casiers hydrauliques (issus du « Guide technique pour la restauration des frayères à Brochet » (UFBAG-ADEAG 2014).



Figure 68 bis :

Exemple de zones de casier hydrauliques pouvant être gérés au Sud de la RNN du Romelaëre (à gauche avant coupe, à droite après coupe).

NB : Bien-entendu, les propositions listées ci-dessus feront l'objet d'une démarche globale de définition de projets futurs. Avec les étapes suivantes à suivre afin de monter au mieux ces actions concrètes : priorisation des actions de restauration, choix de zones à restaurer, étude de faisabilité et enfin phase travaux puis suivis scientifiques d'évaluation.

3. **La modification de certaines pratiques de gestion locale.** Cet axe de travail peut être entrepris avec notamment :

- a. La production d'un guide des bonnes pratiques à destination des gestionnaires ou des propriétaires riverains. Ce guide pourrait être produit conjointement avec les partenaires locaux. Celui-ci aura la vocation de mettre l'accent sur la gestion des berges afin de sauvegarder ou de laisser se développer les touradons de *Carex* si favorables à l'espèce Brochet. Pour cela il faut notamment (préconisations reprises du rapport du CBNBL 2019) :

- i. Limiter au maximum l'artificialisation des berges.
- ii. Laisser ces habitats bordés plutôt de prairies. En effet, la fauche régulière des berges ou l'embroussaillage des berges empêchent le maintien des touradons dans le temps.
- iii. Le maintien de l'élevage dans le marais audomarois qui semble être une condition *sine qua non* à la conservation de ce groupement de *Carex*.



Figure 69 : Exemple d'une berge (à droite) fauchée de manière répétée et au droit de l'interface terre-eau conduisant à une raréfaction des habitats jugés propices. A droite, une gestion adaptée et une fauche à 1,5m du bord permettant un maintien des touradons qui de plus apporte un maintien de la berge.

- b. Les missions d'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) opérées par la Fédération centrées sur la gestion ou la proposition d'aménagement en faveur de la reconquête de surface fonctionnelle pour la fraie du Brochet.

4. **L'amélioration de la qualité de l'eau**, qui est un volet rejoignant les conclusions du focus RCS.

5. Un 5^{ème} point facultatif peut aussi être ajouté avec le soutien d'effectifs des populations de brochets adultes (reempoisonnement). Si cette pratique est de moins en moins conseillée (à juste titre) elle peut trouver son intérêt dans certains cas spécifiques notamment en seconde catégorie piscicole. En effet, les taux de survie des poissons issus de pisciculture sont en général fortement inférieurs aux poissons sauvages. Des différences comportementales apparaissent aussi comme le fait que les individus issus de reempoisonnement sont très rapidement capturés par les pêcheurs, et ce, bien plus facilement que les poissons issus du milieu. A titre indicatif, nous pouvons citer une étude similaire de nos confrères de la FDAAPPMA55 qui ont marqué plus de 100 brochets dont 56 poissons issus de déversement et seulement 4 ont survécu à la fin de l'étude.

Si la stratégie de soutien des effectifs peut être remise en cause, cette option peut tout de même permettre d'assurer une pêche récréative et à travers cela sauvegarder certains géniteurs issus du milieu.

Une autre proposition serait la mise en place d'une législation des tailles de captures dite en « double maille » c'est-à-dire que les individus capturables seraient uniquement compris entre 60 et 80cm ; ce qui permettrait ainsi de sauvegarder les femelles de grandes tailles, connues pour relâcher une quantité d'œufs bien plus importante.

Conclusion

Cette étude d'évaluation de la fonctionnalité écologique du marais Audomarois pour l'espèce Brochet a permis d'établir un diagnostic multiple sur : les surfaces favorables à la reproduction, les comportements des adultes et de leur reproduction ainsi que sur le fonctionnement des frayères.

Il a été établi que la situation de l'espèce dans le marais semble très contrastée avec des frayères où, si la reproduction est effective, la réussite de la fraie est mitigée. En effet, la survie des larves et leur développement semblent perturbés par un ensemble de facteurs identifiés.

De ces problématiques découlent directement une hiérarchisation des enjeux et par là, des préconisations de gestion adaptées. Celles-ci sont présentées sous 4 grands axes de travail avec à savoir : la protection de l'existant, la création de zones supplémentaires, la modification des pratiques et l'amélioration de la qualité de l'eau.

Il est primordial d'agir dès à présent pour la préservation et pour l'amélioration des milieux de vie du Brochet sur le secteur. L'analyse et le diagnostic ainsi réalisés seront utiles dans le cadre du déploiement d'une dynamique de sauvegarde de cette espèce emblématique qu'est le Brochet dans ce milieu ci-particulier qu'est le marais Audomarois.

Les 3 volets du Focus Brochet (SFR, IAB et RP) nous ont permis de remplir de nombreux objectifs



Le volet SFR nous a permis d'identifier :

- ✓ Base cartographique des habitats.
- ✓ 160 km de linéaires vraisemblablement favorables à la fraie du Brochet (soit

28,8% du linéaire de fossés du marais)
hiérarchisés en 3 classes de potentialités :

➔ **Bonne, Moyenne et Faible**



Le volet RP nous a permis d'identifier :

- ✓ Les mouvements migratoires et les périodes de migration de l'espèce dans ce dédale de voies d'eau.
- ✓ De grandes disparités comportementales inter-individus.



Le volet IAB en parallèle de l'étude botanique nous a permis d'identifier :

- ✓ Une occurrence de 8,3 % pour 205 stations d'inventaires. **Reproduction avérée mais efficacité mitigée.**
- ✓ Les conditions à remplir des sites pour la reproduction et la croissance des poissons ainsi que l'identification des communautés botaniques nécessaire.
- ✓ Des problématiques : Absence de marnage – fond tourbeux – Habitats disponibles mais non réellement fonctionnels – qualité de l'eau – turbidité.
- ✓ 82 022 m² frayère effective (vision optimiste).



Etat du contexte malgré tout jugé **très perturbé.**

Préconisations hiérarchisés en fonction des enjeux / zones ciblées

4 grands axes principaux de travail futur peuvent être avancés avec:

- La protection et la sauvegarde des zones effectives
- La création de zones supplémentaires
- La modification de certaines pratiques de gestion locale
- L'amélioration de la qualité de l'eau

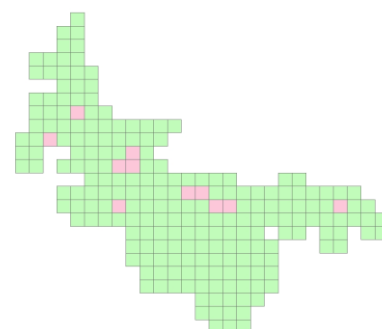


Schéma des zones de frayères affectives dans le

Bibliographie

ASK, J. ET AL. 2009. Terrestrial organic matter and light penetration. Effects on bacterial and primary production in lakes. *Limnol. Oceanogr.* 54:2034-2040.

BARAULT A., FDAAPPMA27, 2014. Etude du Brochet (*Esox lucius* L.) en Seine – Potentialités de reproduction, dynamique comportementale et émergence de projets, 47p.

BRY, C. ET AL. 1992. Analysis of sibling cannibalism among pike, *Esox lucius*, juveniles reared under semi-natural conditions, *Env. Biol. Fish.* 35:75-84.

CASSELMAN, J.M. AND C.A. LEWIS. 1996. Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Can J. Fish. Aquat.Sci.* 53: 161-174

CHANCEREL, 2003. Le Brochet, biologie et gestion, Conseil supérieur de la pêche, 199p.

COOPER, J.E. ET AL. 2008. Potential effects of spawning habitat changes on the segregation of northern pike (*Esox lucius*) and muskellunge (*E. masquinongy*) in the Upper St. Lawrence River. *Hydrobiologia* 601:41-53

CRAIG, J.F. AND J.A. BABALUK. 1989. Relationship of condition of walleye (*Stizostedion vitreum*) and northern pike (*Esox lucius*) to water clarity, with special references to Dauphin lake, Manitoba. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46:1581-1586.

DUBOST N et VAUCLIN V 2004 Etude des déplacements et des migrations du Brochet (*Esox lucius* L.) par radiopistage dans l'Ille (1997-2000)

EKLÖV, P. 1997. Effects of habitat complexity and prey abundance on the spatial and temporal distributions of perch (*Perca fluviatilis*) and pike (*Esox lucius* L.). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54:1520-1531.

FAGO, D.M. 1977. Northern pike production in managed spawning and rearing marshes. *Tech. Bull. Wisc. Dep. Nat. Resour.* 96:1-30.

FARRELL, J.M. 2001. Reproductive Success of sympatric Northern Pike and Muskellunge in an Upper St. Lawrence River Bay. *Trans. Am. Fish. Soc.* 130(5):796-808.

FARRELL, J.M. ET AL. 2010. Water-level regulation and coastal wetland vegetation in the upper St. Lawrence River: inferences from historical aerial imagery, seed banks, and *Typha* dynamics.

FDAAPPMA03 2018. Evaluation de la fonctionnalité des annexes hydrauliques du Val d'allier pour l'espèce Brochet 63p.

FDAAPPMA59 2014 Etude des mouvements saisonniers et des habitats préférentiels au cours d'un cycle annuel chez le Grand Brochet (*Esox lucius* L.,1758) par radiopistage sur la Rivière Sambre (59) en 2013-2014

FDAAPPMA59 Suivi des populations de Brochet (*Esox Lucius*) dans le département du Nord (59) Bilan synthétique des études de 2011 à 2014.

- HODDER, K.H. et al. 2007. Techniques for evaluating the spatial behaviour of river fish. *Hydrobiologia* 582:257-269.
- HONGVE, D., G. RIISE AND J.F. KRISTIANSEN. 2004. Increased colour and organic acid concentration in Norwegian forest lakes and drinking water - a result of increased precipitation. *Aquat. Sci.* 66:231-238.
- JEPPESEN, E. et al. 1997. Top-down control in freshwater lakes; the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiologia* 342:151-164.
- JOHN M. FARRELL 2011 Reproductive Success of Sympatric Northern Pike and Muskellunge in an Upper St. Lawrence River Bay. Faculty of Environmental and Forest Biology, 13210, USA Version of record first published: 09 Jan 2011.
- JÖNNSSON, M. ET AL. 2011. Foraging success of juvenile pike *Esox lucius* depends on visual conditions and prey pigmentation. *J. Fish. Biol.* 79:290-297.
- KARLSSON, J. ET AL 2009. Light limitation of nutrient-poor lake ecosystems. *Nature* 460:506-509.
- KOBLER, A., KLEFOTH, T., WOLTER, C. et al. *Hydrobiologia* (2008) Contrasting pike (*Esox lucius* L.) movement and habitat choice between summer and winter in a small lake 601: 17. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9263-2>
- KOHN A.J. AN P.J. LEVITEN. 1976. Effect of habitat complexity on population density and species richness in tropical intertidal predatory gastropod assemblages. *Oecologia* 25:199-210
- LAUTISSIER A., FDAAPPMA 59, 2015. Suivi des populations de Brochet (*Esox lucius*) dans le département du Nord – Bilan synthétique des études de 2011 à 2014. 73p.
- OVIDIO, M. AND PHILIPPART. 2005. Long range seasonal movements of northern pike (*Esox lucius* L.) in the barbel zone of the river Ourthe (River Meuse basin, Belgium). Pp191-202.
- PERSAT H , KEITH P, FEUNTEUN E, ALLARDI J, 2011. Les poissons d'eau douce de France. Museum national d'histoire naturelle – Biotope Edition; 550p.
- PIERCE, R.B. 2012. Northern Pike: Ecology, Conservation, and Management History. University of Minnesota Press. 208 pp.
- RAAT, A. 1988. Synopsis of biological data on the northern pike: *Esox lucius* Linnaeus, 1758. *FAO Fish. Syn.* 145:178 pp.
- SANDSTRÖM, A. AND P. KARAS. 2005. Boating and navigation activities influence the recruitment of fish in a Baltic Sea archipelago area. *Ambio* 34:125-130.
- SEPTIEME SECTION DE WATERINGUE 2012. Marais audomarois – territoire de la 7eme section, plan de gestion des voies d'eau et des berges du marais audomarois volet diagnostic octobre 2012 139p
- SIEFERT, R.E., W.A. SPOOR AND R.F. SYRETT. 1973. Effects of reduced oxygen concentrations on northern pike (*Esox lucius*) embryos and larvae. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 30:849-852
- SKOV C. NILSSON P. A. 2018. *Biology and Ecology of Pike*, 411p.

SOUCHON, 1983. La reproduction du Brochet (*Esox lucius*, L., 1758) dans le milieu naturel, Revue bibliographique dans « Le Brochet, gestion dans le milieu naturel et élevage ». Edition R Billard.

SPRY, D.J. AND J.G. WIENER. 1991. Metal bioavailability and toxicity to fish in low-alkalinity lakes: a critical review. *Environ. Pollut.* 71:243-304.

THREINEN, C.W. 1969. An evaluation of the effect and extent of habitat loss on northern pike populations and means of prevention of losses. *Wis. Dep. Nat. Resour. Bur. Fish Mgmt. Rep.* 28.

UFBAG-ADEAG 2014. Guide technique pour la restauration des frayères à Brochet – 23p.

Annexes

Rappel de la typologie utilisée lors des inventaires SFR avec tablette tactile

| Table attributaire polyligne du réseau tertiaire | | | | | | | |
|--|-------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|-------------------|
| ID | longeur | hauteur | pendage | profondeur | ombrage | habitats | artificialisation |
| nom/code | automatique | mesure | mesure | mesure | observation | observation | observation |

| hauteur | code | observation en m |
|---------|------|------------------|
| | 1 | <0,5 |
| | 2 | entre 0,5 et 1 |
| | 3 | >1 |

| habitats | code | observation |
|----------|------|-------------------------------|
| | 1 | hélrophyte/hydrophyte (50/50) |
| | 2 | hélrophyte |
| | 3 | hydrophyte |
| | 4 | graminées |
| | 5 | arbres |
| | 0 | berge à nu |

| pendage | code | observation en ° |
|---------|------|------------------|
| | 1 | faible <30° |
| | 2 | moy 30-60° |
| | 3 | 60°-90° |

| profondeur | code | observation en m |
|------------|------|------------------|
| | 1 | 0,1-0,3 |
| | 2 | 0,3-0,6 |
| | 3 | 0,6-1 |
| | 4 | >1 |

| artificialisation | code | observation |
|-------------------|------|-------------|
| | 1 | tunage bois |
| | 2 | paleplanche |
| | 3 | tôle |
| | 4 | béton |
| | 5 | synthétique |

| ombrage | code | observation |
|---------|------|-------------|
| | 1 | nulle |
| | 2 | moy |
| | 3 | fort |

| Table attributaire point ouvrage et connexion | | | |
|---|-------------|---------------------|-----------------|
| ID | nature | connexion piscicole | franchisabilité |
| nom/code | observation | observation | observation |

| nature | code | ouvrage |
|--------|------|---------------|
| | 1 | vanne levante |
| | 2 | écluse |
| | 3 | écluette |
| | 4 | seuil |
| | 5 | batard d'eau |
| | 6 | buse (béton) |
| | 7 | drain (pvc) |
| | 8 | tube (pehd) |
| | 9 | pont cadre |
| | 10 | dallot |

| connexion piscicole | code | observation |
|---------------------|------|-------------|
| | 0 | non |
| | 1 | oui |

| franchisabilité | code | ICE |
|-----------------|------|---------------------|
| | 0 | barrière totale |
| | 0,33 | impact majeur |
| | 0,66 | impact significatif |
| | 1 | franchisable |
| | nc | impact indéterminé |

Fiche terrain utilisée lors du recensement de frayère



Etude du Brochet (*Esox lucius*) au sein du marais Audomarois :
Fiche terrain prospection des Frayères 2018/2019

| | | |
|-------------------------|---------|-----------------------|
| Organisme : FDAAPPMA 62 | Site : | Secteur : |
| Observateur : | Rive : | |
| Date : | Météo : | Coordonnées : X : Y : |

| Données général du site | | |
|--|---------------|---------------|
| Commune : | Cours d'eau : | Nom de site : |
| Tronçon du cours d'eau sous influence d'ouvrages <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non | | |
| Si oui type d'ouvrage : | | |

| Description du site | |
|--|-----------------------------|
| Typologie : <input type="checkbox"/> prairie inondable <input type="checkbox"/> fossé <input type="checkbox"/> marais <input type="checkbox"/> bras tertiaire <input type="checkbox"/> bras mort <input type="checkbox"/> autres : ... | |
| Surface potentielle : | Température de la frayère : |
| Connexion hydraulique avec réseau gabarit supérieur: | |
| Continue <input type="checkbox"/> Amont <input type="checkbox"/> Aval <input type="checkbox"/> Nulle <input type="checkbox"/> Transversal <input type="checkbox"/> | |
| Si nulle, reconnexion : <input type="checkbox"/> facile <input type="checkbox"/> envisageable <input type="checkbox"/> difficile | |
| Si nulle, types d'obstacles : <input type="checkbox"/> embâcle <input type="checkbox"/> merlon <input type="checkbox"/> remblais <input type="checkbox"/> autres : ... | |
| Mode d'alimentation : <input type="checkbox"/> source <input type="checkbox"/> nappe <input type="checkbox"/> débords <input type="checkbox"/> réseau secondaire/primaire <input type="checkbox"/> autres : ... | |

| Occupation de la surface mouillée par les végétaux | | | | |
|--|-------------|------------------|--------------------|--------------|
| | Nulle (<5%) | Faible (5 à 25%) | Moyenne (25 à 50%) | Forte (>50%) |
| Graminées : | | | | |
| Hélophytes : | | | | |
| Hydrophytes : | | | | |
| Arbres : | | | | |
| Autres : | | | | |

| Evaluation de potentiel d'habitats favorables à la reproduction | | | |
|---|------------------|----------------|----------------|
| Linéaire de la frayère en m | 0 (<50) | 2 (50 à 1500) | 4 (>1500) |
| Densité de végétaux graminoides et hélophytes | 0 (<25) | 2 (25 à 50) | 4 (>50) |
| Communication avec le cours d'eau principal | 0 (nulle) | 2 (moyenne) | 4 (bonne) |
| Ouvrage à l'aval (distance de la frayère) | 0 (0 à 300m) | 1 (300 à 600m) | 2 (>600m) |
| Ensoleillement de la zone | 0 (nulle) | 1 (moyenne) | 2 (bonne) |
| Profondeur moyenne | 0 (<0,1/>1m) | 1 (0,1 à 0,25) | 2 (>0,25/<1) |
| Turbidité | 0 (forte) | 1 (moyenne) | 2 (bonne) |
| Pente des berges | 0 (forte 60à90°) | 1 (moy 60à30°) | 2 (faible<30°) |
| Ecoulement dans la frayère | 0 (moyen) | 1 (faible) | 2 (nulle) |
| Linéaire de l'interface végétaux et eau en m | 0 (<50) | 2 (50 à 1500) | 4 (>1500) |
| Total | | | |

| | |
|--|------------------|
| Observation de géniteurs ? <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non | Résilience eau : |
| Fonctionnalité : | |
| Commentaires : | |

Caractérisation des surfaces favorables à la reproduction

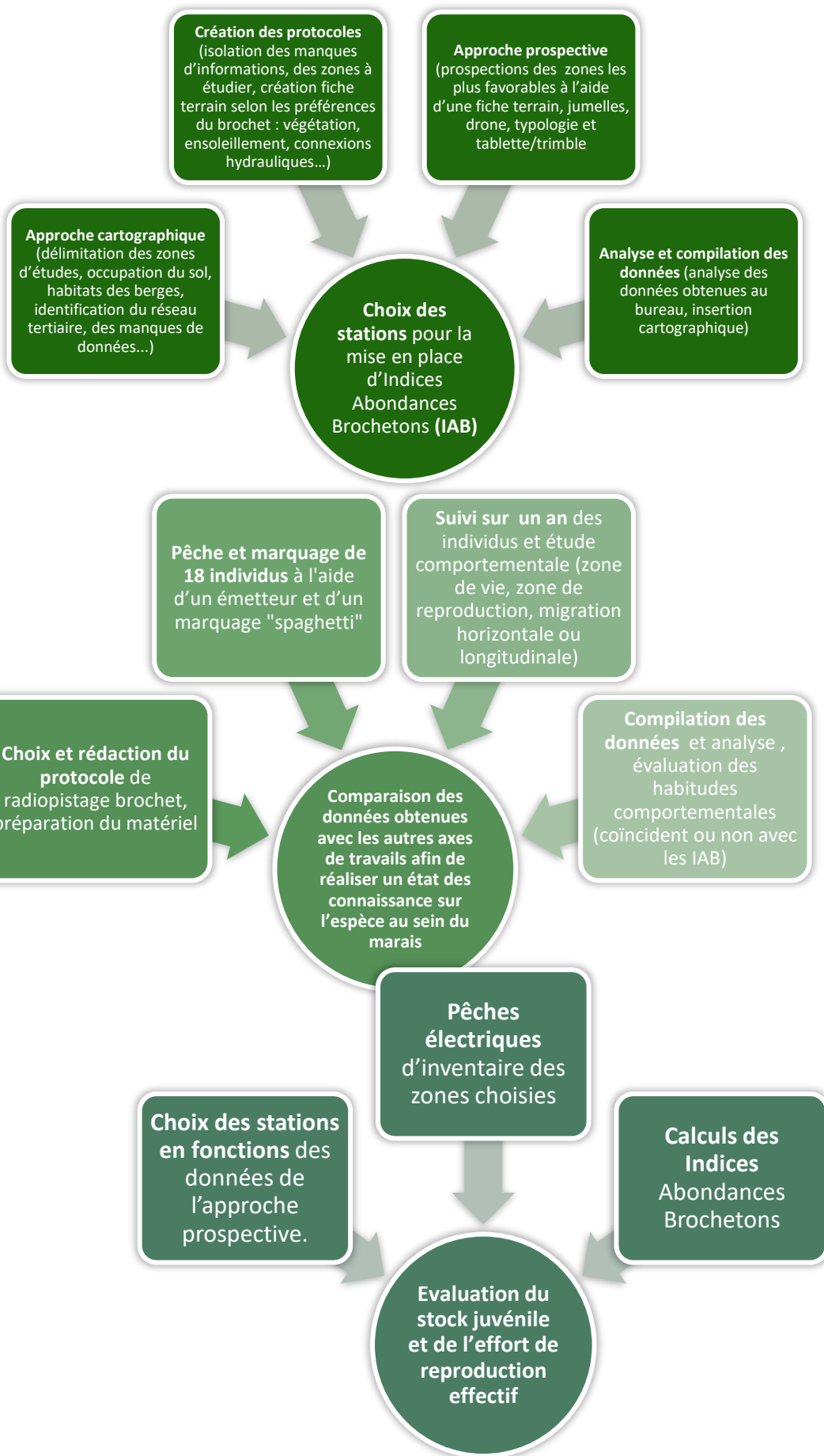
- Approche cartographique
- Approche prospective
- Analyse et compilation des données

Caractérisation par l'effort de reproduction

- Choix de station pour la mise en place d'indices abondances brochetons
- Pêche des sites IAB

Caractérisation comportementale

- Radiopistage de 18 individus
- Analyse des données et des sites de reproductions éventuels



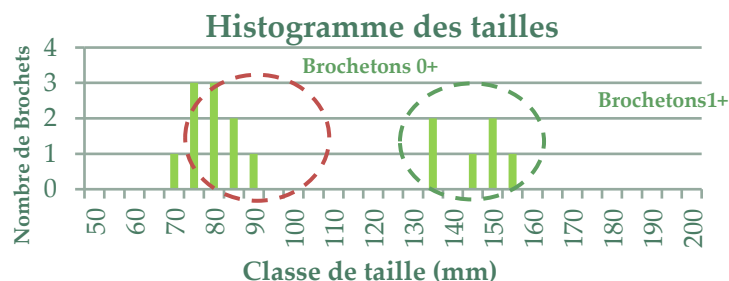
Indices d'Abondance Brocheton (IAB)

→ Inspiré du protocole (EPA 5 min) de pêche Indice d'Abondance Saumon qui cible l'habitat de reproduction typique (FDAAPPMA 62)

1. Description de la méthode

Comme pour toutes les espèces piscicoles, l'abondance de juvéniles de l'année (âge 0+) est un indicateur important du fonctionnement d'une frayère (évaluation du recrutement). L'Echantillonnage Ponctuel d'Abondance est réalisé en 5 min de temps pêche effective quasiment en continue en longeant la berge et en ciblant des habitats de types reproduction et nurserie. Ce protocole d'échantillonnage découle du protocole Vigitruite© ou de l'Indice d'Abondance Saumon (qui cible les zones de production de types radiers/plats courants propres aux salmonidés afin d'échantillonner les juvéniles 0+/1+ en 5 min de temps) qui a été adapté à l'échantillonnage de brochetons. Ce protocole, adapté aux exigences de l'espèce, permet entre autre de multiplier les stations et donc d'en prospecter un grand nombre pour avoir une vision globale de l'effort de reproduction sur un secteur donné. Cela permet également d'affiner et de préciser quels sont les habitats et les substrats de ponte privilégiés par l'espèce. Cet indice, de type « Capture Par Unité d'Effort » (CPUE) est exprimé en nombre de juvéniles de l'année (0+) capturés en cinq minutes de temps de pêche électrique effective.

Dans le détail, les habitats prospectés sont uniquement des faciès lenticules, de faible hauteur d'eau, à la végétation aquatique dense et à la végétation rivulaire basse si possible recouverte d'eau (Carex, Phalaris, herbacés, etc). Seul les Brochetons de l'année (0+) sont comptabilisés pour produire l'indice d'abondance. Les brochetons 1+ (classe de taille [220-300]) sont certes échantillonnés mais non pris en compte dans le calcul de l'indice). Le stade 0+ est associé à la classe de taille 30 à 80mm (à partir du mois de mai). D'autre part, la distinction peut se faire plus précisément après biométrie et analyse de l'histogramme des effectifs par classe de taille, notamment en raison des taux de croissances plus élevés des brochetons en milieu calcaire ou plus riche en nourriture.



2. Matériel de pêche

Le matériel déployé nécessaire à la réalisation des Indices d'Abondance Brocheton se compose:

- D'un appareil portatif de type LR-24 (Smith & Root®) ou autre appareil de pêche électrique portatif à 1 anode, dont l'anode fait 35 centimètre de diamètre.
- D'une épuisette avec une tête à cadre métallique (aluminium) et à bord inférieur droit de 60 et 75 centimètres de large, équipées d'un filet avec une maille de 4 millimètres et dont la profondeur est environ égale à la largeur de l'épuisette.
- D'une épuisette avec un cadre de forme ovoïde ou rectangulaire de 20cm de large et pourvue d'un filet avec une maille de 2 millimètres.
- D'un bac de stabulation pour stocker les individus capturés.
- D'un ou plusieurs ichtyomètres.
- De waders et de gants isolants pour les opérateurs.

- D'une annexe pneumatique de 2.90m Frazer Session® équipée d'un moteur électrique Minn Kota® 55lbs et des batteries marines.
- D'un terminal GPS Trimble Juno 3B® pour cartographier le linéaire échantillonné.

3. Protocole de pêche

Dans le cadre de l'Indice d'Abondance Brocheton, l'atelier de pêche doit comprendre au minimum 3 personnes afin de réaliser convenablement l'opération dans l'eau ou en bateau:

- Une personne porteuse du matériel de pêche électrique portatif et donc de l'anode, de ce fait également responsable de l'atelier de pêche, seul à pouvoir manœuvrer l'interrupteur de courant et en contact visuel avec les personnes évoluant dans l'eau ou à ses côtés dans l'embarcation.
- Une personne portant une des épuisettes la plus adaptée au terrain, grande épuisette fixe ou également l'épuisette mobile pour davantage de maniabilité.
- Une personne qui pilote l'annexe « phraser session » et responsable du récipient (seau) pour stocker le poisson capturé avant sa prise en charge par l'atelier de biométrie. Cette personne assure en même temps la comptabilisation des traits de pêche.

Le déroulement de la pêche électrique s'effectue comme décrit ci-dessous :

1. L'équipe descend dans le cours d'eau à la limite aval de la station ou avance avec l'annexe mobile si cela est possible (hauteur d'eau, végétaux aquatiques, vase).
2. Le porteur d'anode désigne le point où le/les porteur(s) d'épuisette vont de positionner. Les épuisettes sont placées stratégiquement, fermement maintenues. L'utilisation de cadres de tailles différentes permet de mieux s'adapter à la topographie des fonds et à la végétation.
3. Le déclenchement du champ électrique est donné après que les épuisettes soient correctement positionnées et seulement quand l'anode est entièrement dans l'eau. L'anode balaye une zone d'environ 3 à 4 m devant les épuisettes, d'amont en aval, dans la veine d'eau et le long des berges végétalisées que ces dernières filtrent.
4. Les poissons attirés par l'anode, puis sporadiquement paralysés, sont entraînés au fond des épuisettes sous l'effet concomitant du courant d'eau et du mouvement décrit par l'électrode.
5. Au besoin, les poissons restés bloqués contre le substrat du fond ou dans la végétation immergée sont récoltés au moyen de la petite épuisette mobile.
6. Les captures se limitent aux juvéniles de Brochet, qui sont momentanément stockés dans le seau (comptage visuel des autres espèces rencontrés).
7. En cas de capture d'au moins un juvénile de Brochet sur le trait, les paramètres de ce dernier sont décrits comme présenté en annexe (fiche biométrie).
8. L'ensemble de l'équipe se déplace latéralement de quelques mètres pour sortir de la zone précédemment ratissée par le champ électrique et les étapes 2 à 7 sont répétées. La progression doit rester continue lorsque les habitats semblent attractifs pour l'espèce. Il est possible d'avancement de plusieurs mètres si les habitats sont inintéressant (berge à nue sur plusieurs mètres).

Remarque :

→ Les individus situés en périphérie du champ électrique qui n'ont pas subis la « mise en nage forcée » (phénomène d'électronarcose) et qui n'ont pas pu être capturés (échappement) ne sont pas comptabilisés. Mais s'ils ont pu être formellement identifiés, leur taille est estimée et ils sont compris dans l'échantillonnage.

D'autre part, à l'issue du temps de pêche effectif de 5min, si les habitats ciblés sont encore présents sur le reste du linéaire prospecté, un effort supplémentaire d'échantillonnage sans comptabilisation du temps peut être réalisé et les individus capturés seront donc inventoriés mais non pris en compte dans le cadre du calcul de l'IAB (sondage supplémentaire hors protocole).

→ La prospection d'une station s'achève après **5 min** de temps de pêche effectif, mesurées directement par le compteur du temps de mise sous tension, situé sur le boîtier de l'appareil de pêche électrique ou par un chronomètre tenu par un opérateur.

→ La prospection est continue ou avec interruption par ambiance et le linéaire est géolocalisé avec un terminal GPS type Trimble® Juno 3B.



→ Illustration d'un trait (FDAAPPMA 62) de la prospection dans le cadre d'un IAB (FDAAPPMA62, 2018)

4. Calcul de l'Indice Abondance Brochetons

L'Indice d'Abondance Brocheton par station correspond donc au nombre de juvéniles de l'année (0+) capturé en 5min de temps. Afin d'apprécier un caractère qualitatif à cet indice, nous avons décidé d'élaborer des classes de qualité associées à des classes d'abondance (un code couleur a été attribué à 6 classes d'abondance) :

| Nombre de Brochetons 0+ échantillonnés en 5 min | | | | | |
|---|---------|----------|----------|-----------|----------|
| 0 | [1 – 3] | [4 – 8] | [9 – 15] | [16 – 22] | ≥ 23 |
| Nul | Mauvais | Médiocre | Moyen | Bon | Très bon |

Classes de qualité associées aux classes d'abondances.

A la pêche aux informations sur le brochet audomarois

La fédération de pêche du Pas-de-Calais, dans le cadre de son projet d'étude « Focus Biodiversité du Marais Audomarois », réalise une action scientifique de radiopistage sur l'espèce Brochet.

Ce protocole permettra d'améliorer la connaissance de cette espèce et de ses habitudes de reproduction au sein du marais Audomarois et ainsi permettre de mieux la protéger.

Comment participer ?



- 1 Je pêche un poisson marqué au niveau de la dorsale avec un petit tube de couleur
- 2 Je relève le numéro de cette marque dite spaghetti ainsi que le lieu et la date de la capture
- 3 Je communique les informations à la Fédération de pêche au 03.91.92.02.03

⚠ Je remets le poisson à l'eau pour que l'étude puisse continuer...

62

Marque Spaghetti

Poisson suivi par entente de radiopistage

Contact : Ywen Namokel,
Chargé d'étude FBMA
Tél : 06.24.18.10.14
Mail : ywen.namokel@peche62.fr

Merci à tous pour votre participation

Une étude financée par :



Fédération du Pas-de-Calais pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
2 rue des Alpes, 62510 ARQUES
Tél : 03.91.92.02.03 - Mail : contact@peche62.fr
www.peche62.fr



Connectez-vous à la nature...



Conception : Eden 62 - Photo Eden 62

Retrouvez-nous sur les réseaux sociaux
et sur www.eden62.fr

La
Grange
nature
la Maison nature du Département

CONFÉRENCE LA BIODIVERSITÉ AQUATIQUE

Vendredi 24 Janvier 2020

*Vous connaissez sans doute
le Brochet et l'Anguille, mais
connaissez-vous la Bouvière ?
Une recherche d'ADN effec-
tuée au cours de l'année dans
le marais vous éclairera sur
la diversité des poissons*

GRATUIT

RDV à 18h30 à la
Grange nature
à Clairmarais

Sur réservation à la
Grange nature au
03 21 38 52 95
(40 pers. max)

En partenariat
avec



 **Pas-de-Calais**
Le Département

FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|------------|
| Date | 25/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 11h48 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X: Y: |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|------|--|-----|
| Espèce | BRO1 | Taille LT (mm) | 609 |
| Sexe | male | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | B | Remarques: partie inférieure caudale arraché, fg ecaillage amont dorsal et mandibule | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49444 | |
| N°spaghettis | 15523 | 15524 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 11h59 |
| Heure fin de manipulation | 12h10 |

| | | |
|---|--|----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick; X: Y: | H: 13h00 |
|---|--|----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Date | 25/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 13h06 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y : |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|------|----------------|-----|
| Espèce | BRO2 | Taille LT (mm) | 520 |
| Sexe | male | Poids (g) | 918 |
| Etat sanitaire | A | Remarques: ras | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49570 | |
| N°spaghettis | 15520 | 15518 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 13h20 |
| Heure fin de manipulation | 13h28 |

| | | |
|---|---|----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick ; X: Y : | H: 13h50 |
|---|---|----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|------------|
| Date | 25/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 12h31 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y : |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|---------|----------------|------|
| Espèce | BRO3 | Taille LT (mm) | 611 |
| Sexe | femelle | Poids (g) | 1230 |
| Etat sanitaire | A | Remarques: ras | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 51730 | |
| N°spaghettis | 15522 | 15521 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 12h45 |
| Heure fin de manipulation | 12h52 |

| | | |
|---|---|-----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick ; X : Y : | H : 13h30 |
|---|---|-----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Date | 25/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 13h51 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y : |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|---------|---|------|
| Espèce | BRO4 | Taille LT (mm) | 658 |
| Sexe | femelle | Poids (g) | 2350 |
| Etat sanitaire | B | Remarques: fg manque écailles à la ventrale | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49353 | |
| N°spaghettis | 15516 | 15517 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 14h06 |
| Heure fin de manipulation | 14h15 |

| | | |
|---|--|----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick ; X: Y: | H: 14h51 |
|---|--|----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|------------|
| Date | 25/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 14h51 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y : |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|---------|-------------------------------------|-----|
| Espèce | BRO5 | Taille LT (mm) | 667 |
| Sexe | femelle | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | B | Remarques: fd eraflure nag ventrale | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49414 | |
| N°spaghettis | 15482 | 15483 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 15h03 |
| Heure fin de manipulation | 15h14 |

| | | |
|---|--|-----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick; X : Y : | H : 15h41 |
|---|--|-----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Date | 25/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 15h30 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y : |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|---------|---|-----|
| Espèce | BRO6 | Taille LT (mm) | 735 |
| Sexe | femelle | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | | Remarques: fg trace jaune pecto, fd tache jaune regen écaille au dessus ventrale | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49154 | |
| N°spaghettis | 15484 | 15485 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 15h43 |
| Heure fin de manipulation | 15h53 |

| | | |
|---|---|----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick ; X: Y: | H: 16h15 |
|---|---|----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|------------|
| Date | 26/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 13h02 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y : |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|---------|----------------|-----|
| Espèce | BRO8 | Taille LT (mm) | 557 |
| Sexe | femelle | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | A | Remarques: ras | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 51670 | |
| N°spaghettis | 15486 | 15487 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 13h14 |
| Heure fin de manipulation | 13h21 |

| | | |
|---|--|----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick ; X: Y: | H: 14h00 |
|---|--|----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|------------|
| Date | 26/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 13h31 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y: |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|------|---|-----|
| Espèce | BRO9 | Taille LT (mm) | 692 |
| Sexe | male | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | D | Remarques: mandibule sup droite rougeurs, rayons dorsales brisés, oeil vitreux, maigreur générale, écaillé en | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49550 | |
| N°spaghettis | 15488 | 15489 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 13h49 |
| Heure fin de manipulation | 13h57 |

| | | |
|---|---|----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick; X: Y: | H: 15h18 |
|---|---|----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|------------|
| Date | 26/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 14h24 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y: |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|---------|--|-----|
| Espèce | BRO10 | Taille LT (mm) | 705 |
| Sexe | femelle | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | A | Remarques: rougeurs comissures et pecto, abcès, tache jaune ventrale | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49600 | |
| N°spaghettis | 15490 | 15492 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 14h37 |
| Heure fin de manipulation | 14h47 |

| | | |
|---|--|----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick ; X: Y: | H: 15h18 |
|---|--|----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Date | 26/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 16h22 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y : |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|---------|------------------------|-----|
| Espèce | BRO11 | Taille LT (mm) | 603 |
| Sexe | femelle | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | A | Remarques: poux ventre | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49514 | |
| N°spaghettis | 17330 | 17331 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 16h33 |
| Heure fin de manipulation | 16h40 |

| | | |
|---|--|----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick ; X: Y: | H: 16h40 |
|---|--|----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|------------|
| Date | 26/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 15h21 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X: Y: |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|-------|---|-----|
| Espèce | BRO12 | Taille LT (mm) | 554 |
| Sexe | male | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | | Remarques:eraflures, régénérations,coupures machoire inférieure | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49560 | |
| N°spaghettis | 17326 | 17327 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 15h32 |
| Heure fin de manipulation | 15h41 |

| | | |
|---|--|----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick ; X: Y: | H: 16h15 |
|---|--|----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Date | 26/10/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 14h44 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y : |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|---------|---------------------------|-----|
| Espèce | BRO13 | Taille LT (mm) | 914 |
| Sexe | Femelle | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | A | Remarques: ras, piscicola | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49484 | |
| N°spaghettis | 17328 | 17329 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 15h59 |
| Heure fin de manipulation | 16h10 |

| | | |
|---|--|----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 cale de mise à l'eau salperwick ; X: Y: | H: 16h55 |
|---|--|----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|-------------------|
| Date | 20/11/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 11h51 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : cf sig Y : |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|---------|---------------------------------------|-----|
| Espèce | BRO13b | Taille LT (mm) | 558 |
| Sexe | femelle | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | C | Remarques: pecto flanc droit atrophié | |

MARQUAGE

| | | | |
|------------------|-------|-------|--|
| N° Fréquence ATS | 49620 | | |
| N°spaghettis | 17333 | 17332 | |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 12h04 |
| Heure fin de manipulation | 12h10 |

| | | |
|---|-------------------------|---------------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 ; X : cale nierlet | Y : H : 14h57 |
|---|-------------------------|---------------|

OBSERVATIONS & REMARQUES

dorsale échancrée eraflure sur ligne latérale et entre dorsale et pecto flanc droit atrophiée



FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|------------|
| Date | 20/11/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 12h26 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y: |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|-------|--|-----|
| Espèce | BRO14 | Taille LT (mm) | 550 |
| Sexe | male | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | B | Remarques: flanc gauche nagoire atrophiée/hémorragie et écailles régénéré entre dorsale et anale | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49384 | |
| N°spaghettis | 17335 | 17336 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 12h43 |
| Heure fin de manipulation | 12h48 |

| | | | |
|---|-----------|----|-----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 ; X: | Y: | H : 14h57 |
|---|-----------|----|-----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|------------|
| Date | 20/11/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 13h12 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y: |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|-------|------------------------|-----|
| Espèce | BRO15 | Taille LT (mm) | 578 |
| Sexe | male | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | A | Remarques: eraflure fg | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49464 | |
| N°spaghettis | 17337 | 17338 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 13h26 |
| Heure fin de manipulation | 13h33 |

| | | | |
|---|-----------|----|-----------|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 ; X: | Y: | H : 14h57 |
|---|-----------|----|-----------|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Date | 20/11/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 15h01 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y: |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|-------|--|-----|
| Espèce | BRO16 | Taille LT (mm) | 524 |
| Sexe | male | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | C | Remarques: 4 piscicola mandibule inférieur, éraflure fg et fd, piscicola milieu fg | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49580 | |
| N°spaghettis | 17340 | 17341 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 15h13 |
| Heure fin de manipulation | 15h20 |

| | | | |
|---|-----------|----|----|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 ; X: | Y: | H: |
|---|-----------|----|----|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|----------------------------------|------------|
| Date | 20/11/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 16h01 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X: Y: |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|---------|---|-----|
| Espèce | BRO17 | Taille LT (mm) | 722 |
| Sexe | femelle | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | A | Remarques: fd piscicola pecto droite et tache jaune ventrale gauche, fg ras | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49631 | |
| N°spaghettis | 17342 | 17344 |

INFORMATION MANIPULATION

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 16h14 |
| Heure fin de manipulation | 16h22 |

| | | | |
|---|-----------|----|----|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 ; X: | Y: | H: |
|---|-----------|----|----|

OBSERVATIONS & REMARQUES



FICHE INDIVIDU

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Date | 21/11/2018 |
| Heure (Bain anesthésiant) | 15h40 |
| Coordonnées de la capture (La93) | X : Y: |

MESURES BIOMETRIQUES

| | | | |
|----------------|-------|---|-----|
| Espèce | BRO18 | Taille LT (mm) | 524 |
| Sexe | male | Poids (g) | |
| Etat sanitaire | A | Remarques: fg légère éraflure écaille régénéré sous dorsale et fd ancienne éraflure entre fd et anale | |

MARQUAGE

| | | |
|------------------|-------|-------|
| N° Fréquence ATS | 49590 | |
| N°spaghettis | 17347 | 17346 |

INFORMATION MANIPULATION


| | |
|-----------------------------------|-------|
| Heure sortie du bain anesthésiant | 15h47 |
| Heure fin de manipulation | 15h55 |

| | | | |
|---|-----------|----|----|
| Lieu de la remise à l'eau / Heure relâche | PK 0 ; X: | Y: | H: |
|---|-----------|----|----|

OBSERVATIONS & REMARQUES



| | |
|------------------|-------------------------------------|
| Station 6 | Zone 3 : Warland et muissens |
|------------------|-------------------------------------|

|  | Localisation | |
|---|--------------------------------------|-------------------|
| | Commune | Houille |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 644031 7079645 |
| | Linéaire échantillonné en 5min | 131 m |

|  | Description | |
|--|---|---------------------------------|
| | Date | 15/05/2018 |
| | Météo | nuageux |
| | Largeur en eau | >3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible <30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Grand héliophyte type roselière |
| | Artificialisation | |
| | Ombrage | Aucun |
| Corine Land Cover | 242 : Systèmes cultureux et parcellaires complexe | |

| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 7,2 | 70 | 14,5 | 7,6 | 605 |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|-----------|----------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 2 | ANG, ROT, TAN |
| Taille (mm) | 248 74 | |

Station 8

Zone 3 : Warland et muissens


|  | Localisation | |
|---|--------------------------------------|--------|
| | Commune | Houlle |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 643981 |
| Linéaire échantillonné en 5min | 140 m | |


|  | Description | |
|--|--|--------------------------------|
| | Date | 15/05/2018 |
| | Météo | nuageux |
| | Largeur en eau | 1,5-3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible <30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Grand hélophyte type roselière |
| | Artificialisation | Aucune |
| | Ombrage | Aucun |
| Corine Land Cover | 242 : Systèmes culturaux et parcellaires complexes | |

| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 7,2 | 70 | 14,5 | 7,6 | 605 |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|-----|----------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 3 | CAS, GAR, PER |
| Taille (mm) | 435 | |
| | 63 | |
| | 61 | |


| Station 29 | | Zone : <u>Lansberghe et grand large nord</u> | |
|---|--------------------------------------|--|---------|
|  | Localisation | | |
| | Commune | <u>Salperwick</u> | |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 645581 | 7076092 |
| Linéaire échantillonné en 5min | | 113 m | |

| | | |
|--|---|---|
|  | Description | |
| | Date | 16/05/2018 |
| | Météo | nuageux |
| | Largeur en eau | >3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible <30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Hélophyte bas type carex et hydrophytes |
| | Artificialisation | Aucune |
| | Ombrage | Aucun |
| Corine Land Cover | 231: Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole | |

| <u>Physico-chimie</u> | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|-----------------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (<u>microS/cm</u>) |
| 6.8 | 66 | 14,5 | 7,5 | 655 |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|--------------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | ANG, GAR, OCL, PER |
| Taille (mm) | 55 | |



| Station 42 | Zone : Marais du moerelak et dambricourt | |
|---|--|----------------|
|  | Localisation | |
| | Commune | Nieurlet |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 648317 7076781 |
| Linéaire échantillonné en 5min | 126 m | |

|  | Description | |
|--|--|--------------------------|
| | Date | 17/05/2018 |
| | Météo | ensoleillé |
| | Largeur en eau | Entre 0,5 et 1,5m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible <30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Hélophyte bas type carex |
| | Artificialisation | Aucune |
| | Ombrage | Aucun |
| Corine Land Cover | 242 : Systèmes cultureux et parcellaires complexes | |

| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 6.8 | 66 | 14,5 | 7,5 | 655 |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|----------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | BRE, GAR |
| Taille (mm) | 55 | |

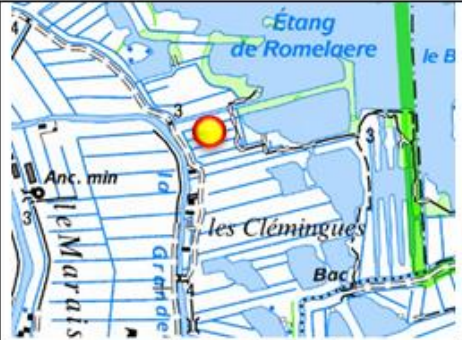
| Station 45 | | Zone : <u>Marais du moerelak et dambricourt</u> | |
|--|--|---|---------|
|  | Localisation | | |
| | Commune | Nieurlet | |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 647806 | 7076990 |
| | Linéaire échantillonné en 5min | 135 m | |
|  | Description | | |
| | Date | 17/05/2018 | |
| | Météo | ensoleillé | |
| | Largeur en eau | Entre 1,5 et 3m | |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m | |
| | Pendage | Faible <30° | |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m | |
| | Habitats majoritaires de berge | Hélophyte bas type carex et hydrophytes | |
| | Artificialisation | Aucune | |
| | Ombrage | Aucun | |
| Corine Land Cover | 242 : Systèmes culturaux et parcellaires complexes | | |


| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 9.04 | 88 | 14.6 | 7,9 | 732 |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|-------------------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | |
| Taille (mm) | 54 | ANG, CCO, EPT, GAR, TAN |

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| Station 48 | Zone : Casier du Romelaer |
|-------------------|----------------------------------|

| | | |
|---|--------------------------------------|-------------------|
|  | Localisation | |
| | Commune | Saint Omer |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 649219 7076185 |
| | Linéaire échantillonné en 5min | 125 m |

| | | |
|--|--|--|
|  | Description | |
| | Date | 17/05/2018 |
| | Météo | nuageux |
| | Largeur en eau | Entre 1,5 et 3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible <30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Grand héliophyte type roselière et hydrophytes |
| | Artificialisation | Aucune |
| | Ombrage | Aucun |
| Corine Land Cover | 242 : Systèmes cultureux et parcellaires complexes | |

| <u>Physico-chimie</u> | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 5.4 | 54 | 15.2 | 7,8 | 615 |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|-----|----------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 2 | ANG |
| Taille (mm) | 200 | |
| | 51 | |

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| Station 58 | Zone : Saint Omer nord |
|-------------------|-------------------------------|

| Localisation | | |
|--------------------------------------|------------|---------|
| Commune | Saint Omer | |
| Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 648820 | 7074143 |
| Linéaire échantillonné en 5min | 246 m | |



| Description | |
|--------------------------------|--|
| Date | 18/05/2018 |
| Météo | ensoleillé |
| Largeur en eau | >3m |
| Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| Pendage | Faible <30° |
| Profondeur | Entre 0,6 et 1m |
| Habitats majoritaires de berge | Hélophytes bas type carex et hydrophytes |
| Artificialisation | Aucune |
| Ombrage | Aucun |
| Corine | 242 : Systèmes cultureux et parcellaires complexes |



| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 10.5 | 107 | 16.7 | 8.4 | 680 |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|-----|------------------------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | |
| Taille (mm) | 214 | ANG, BRE, CCO, GAR, ROT, TAN |

| | |
|------------------|----------------------|
| Station 4 | Zone : Houlle |
|------------------|----------------------|

|  | Localisation | |
|---|--------------------------------------|-----------------------|
| | Commune | Houlle |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 642782,7 7078861,1 |
| | Linéaire échantillonné en 5min | 139 m |

|  | Description | |
|--|---|---|
| | Date | 02/05/2019 |
| | Météo | nuageux |
| | Largeur en eau | >3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible <30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Hélophyte bas type carex et hydrophytes |
| | Artificialisation | Aucun |
| | Ombrage | Aucun |
| Corine Land Cover | 241 : Cultures annuelles associées à des cultures permanentes | |

| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 8 | 78 | 13,9 | 8,3 | 662 |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|----------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | ANG, BRE, EPT |
| Taille (mm) | 49 | |

| | |
|-------------------|---------------|
| Station 25 | Zone : |
|-------------------|---------------|

|  | Localisation | |
|---|--------------------------------------|-----------------------|
| | Commune | |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 645283,4 7077694,4 |
| | Linéaire échantillonné en 5min | 105 m |

| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 11,7 | 114 | 14,1 | 7,8 | 587 |

|  | Description | |
|--|--------------------------------|-------------------------|
| | Date | 03/05/2019 |
| | Météo | nuageux |
| | Largeur en eau | >6m |
| | Hauteur de berge | Moyenne entre 0,5 et 1m |
| | Pendage | Fort 60-90° |
| | Profondeur | Entre >1m |
| | Habitats majoritaires de berge | Hydrophytes |
| | Artificialisation | Tunage bois |
| | Ombrage | Moyen |
| Corine Land Cover | 411 : Marais intérieurs | |




| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|----------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | PER, GRE, ANG |
| Taille (mm) | 55 | |


Nb : Probable Brochet migrant

| | |
|--------------------|---------------|
| Station 137 | Zone : |
|--------------------|---------------|

| Localisation | | |
|--------------------------------------|----------|-----------|
| Commune | | |
| Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 653568,8 | 7076341,3 |
| Linéaire échantillonné en 5min | 149 m | |



| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 4,3 | 43 | 15,4 | 8 | 1033 |

|  | Description | |
|--|---|---------------------------|
| | Date | 17/05/2019 |
| | Météo | nuageux |
| | Largeur en eau | >3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible >30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Hélophytes bas type carex |
| | Artificialisation | Nul |
| | Ombrage | Nul |
| Corine Land Cover | 231: Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole | |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|---|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | BRE, BRB, CAS, GRE, OCL, GAR, PER, ROT, TAN |
| Taille (mm) | 43 | |

| | |
|-------------------|---------------|
| Station 76 | Zone : |
|-------------------|---------------|

|  | Localisation | | |
|---|--------------------------------------|----------|-----------|
| | Commune | | |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 646029,1 | 7077987,3 |
| | Linéaire échantillonné en 5min | 155 m | |

| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 8,8 | 76 | 14,8 | 7,9 | 679 |

|  | Description | |
|--|---|---------------------------|
| | Date | 10/05/2019 |
| | Météo | ensoleillé |
| | Largeur en eau | >3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Moyen 30-60° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Hélophytes bas type carex |
| | Artificialisation | Nul |
| | Ombrage | Nul |
| Corine Land Cover | 231: Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole | |




| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|----------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | TAN, GAR, CCO |
| Taille (mm) | 72 | |

| | |
|-------------------|---------------|
| Station 80 | Zone : |
|-------------------|---------------|

|  | Localisation | | |
|---|--------------------------------------|----------|-----------|
| | Commune | | |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 645851,9 | 7078152,6 |
| Linéaire échantillonné en 5min | | 120 m | |

| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 8,8 | 76 | 14,8 | 7,9 | 679 |

|  | Description | |
|--|---|--|
| | Date | 10/05/2019 |
| | Météo | ensoleillé |
| | Largeur en eau | >3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible <30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Hélophytes bas type carex et Hydrophytes |
| | Artificialisation | Nul |
| | Ombrage | Nul |
| Corine Land Cover | 231: Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole | |




| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|-----------------------------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | ANG, BRE, BRB, CAS, GAR, PER, ROT |
| Taille (mm) | 57 | |

| | |
|-------------------|---------------|
| Station 82 | Zone : |
|-------------------|---------------|

|  | Localisation | | |
|---|--------------------------------------|----------|-----------|
| | Commune | | |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 645907,9 | 7078023,9 |
| Linéaire échantillonné en 5min | 128 m | | |


| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 8,8 | 76 | 14,8 | 7,9 | 679 |

|  | Description | |
|--|---|---------------------------------|
| | Date | 10/05/2019 |
| | Météo | ensoleillé |
| | Largeur en eau | 1,5-3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible >30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Grand héliophyte type roselière |
| | Artificialisation | Nul |
| | Ombrage | Nul |
| Corine Land Cover | 231: Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole | |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|------------------------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | ANG, BRE, BRB, GAR, PER, TAN |
| Taille (mm) | 72 | |

| | |
|-------------------|---------------|
| Station 85 | Zone : |
|-------------------|---------------|

|  | Localisation | |
|---|--------------------------------------|-----------------------|
| | Commune | |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 648520,9 7076636,2 |
| Linéaire échantillonné en 5min | 122 m | |

| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 8,8 | 76 | 14,8 | 7,9 | 679 |


|  | Description | |
|--|--|--|
| | Date | 13/05/2019 |
| | Météo | ensoleillé |
| | Largeur en eau | 1,5-3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible >30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Hélophytes bas type carex et Hydrophytes |
| | Artificialisation | Nul |
| | Ombrage | Nul |
| Corine Land Cover | 242 : Systèmes culturaux et parcellaires complexes | |




| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|--------------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | ANG, GAR, PER, TAN |
| Taille (mm) | 72 | |

| | |
|--------------------|---------------|
| Station 104 | Zone : |
|--------------------|---------------|

| Localisation | | | |
|--------------------------------------|----------|-----------|--|
| Commune | | | |
| Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 648464,8 | 7076613,1 | |
| Linéaire échantillonné en 5min | 121 m | | |




| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 8,8 | 76 | 14,8 | 7,9 | 724 |

|  | Description | |
|--|--|---|
| | Date | 14/05/2019 |
| | Météo | ensoleillé |
| | Largeur en eau | 1,5-3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible >30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Grand héliophyte type roselière et Héliophytes bas type carex |
| | Artificialisation | Nul |
| | Ombrage | Nul |
| Corine Land Cover | 242 : Systèmes cultureux et parcellaires complexes | |



| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----------------|-----------------------------------|
| Brochet | Autres espèces | |
| Nombre | 1 | ABL, ANG, BRE, BRB, GAR, PER, TAN |
| Taille (mm) | 58 | |

| | |
|--------------------|---------------|
| Station 106 | Zone : |
|--------------------|---------------|

|  | Localisation | | |
|---|--------------------------------------|----------|-----------|
| | Commune | | |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 647884,6 | 7076903,1 |
| Linéaire échantillonné en 5min | 146 m | | |

| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 8,8 | 76 | 14,8 | 7,9 | 724 |

|  | Description | |
|--|--------------------------------|--|
| | Date | 15/05/2019 |
| | Météo | ensoleillé |
| | Largeur en eau | 1,5-3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible >30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Hélophytes bas type carex et Hydrophytes |
| | Artificialisation | Nul |
| | Ombrage | Nul |
| | Corine Land Cover | 242 : Systèmes culturaux et parcellaires complexes |



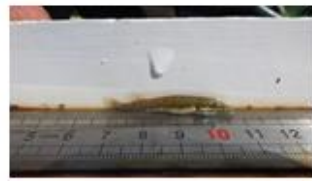
| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | |
|--|----|-----------------------------------|
| Brochet | | Autres espèces |
| Nombre | 1 | ABL, ANG, BRE, BRB, GAR, PER, ROT |
| Taille (mm) | 53 | |

| | |
|--------------------|---------------|
| Station 118 | Zone : |
|--------------------|---------------|

| | Localisation | |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | Commune | |
| | Coordonnées X et Y (Lambert 93 en m) | 648839,1 7076337,8 |
| Linéaire échantillonné en 5min | 129 m | |

| Physico-chimie | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-----|--------------------------|
| Concentration O ² (mg/l) | Saturation O ² (%) | T° (°C) | pH | Conductivité (microS/cm) |
| 8,8 | 76 | 14,8 | 7,9 | 724 |

| | Description | |
|-------------------|--|--|
| | Date | 14/05/2019 |
| | Météo | ensoleillé |
| | Largeur en eau | 1,5-3m |
| | Hauteur de berge | Faible <0,5m |
| | Pendage | Faible >30° |
| | Profondeur | Entre 0,3 et 0,6m |
| | Habitats majoritaires de berge | Hélophytes bas type carex et Hydrophytes |
| | Artificialisation | Nul |
| | Ombrage | Nul |
| Corine Land Cover | 242 : Systèmes cultureux et parcellaires complexes | |

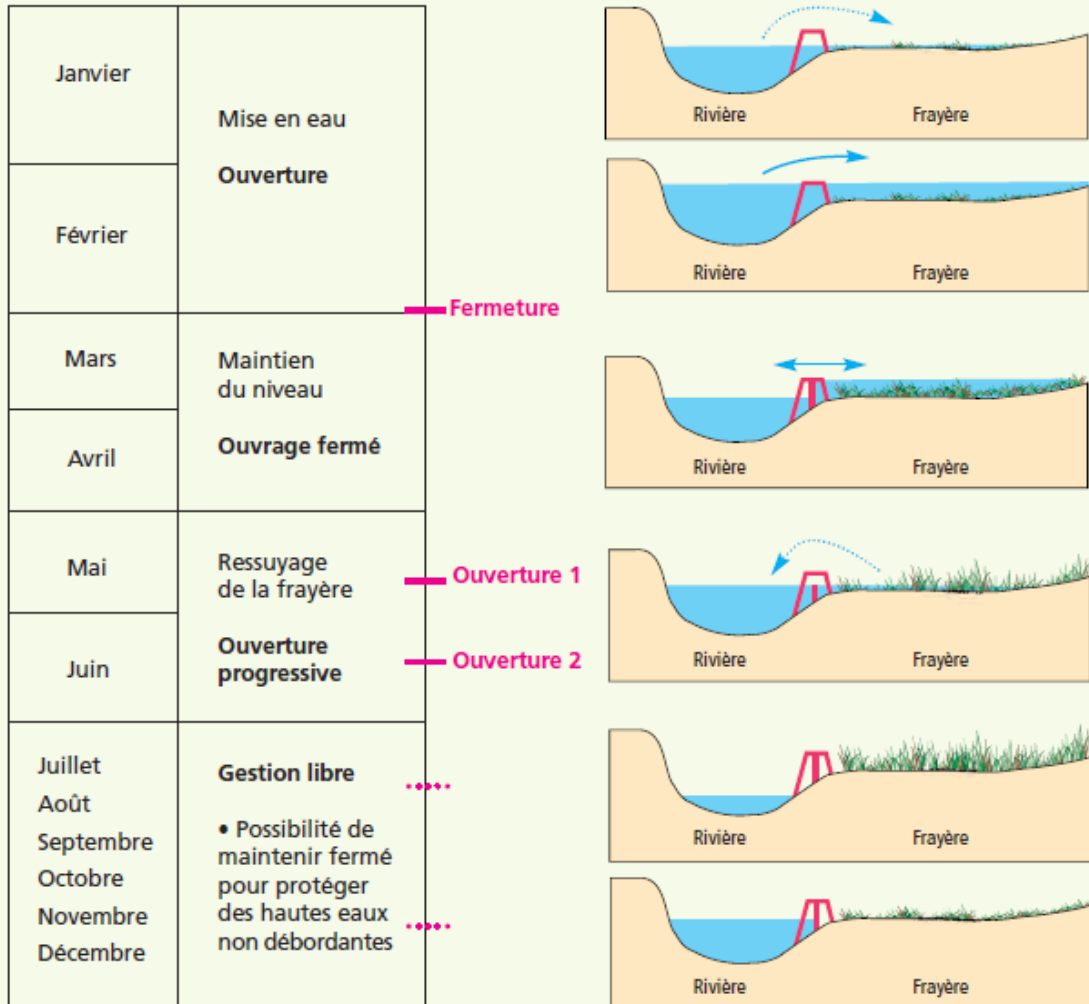


| Résultat de la pêche d'abondance en 5min | | | |
|--|----------|-------------------------|--|
| Brochet | | Autres espèces | |
| Nombre | 2 | BRE, BRB, GAR, PER, ROT | |
| Taille (mm) | 43 63 | | |

Résultats de pêches d'inventaires sur des stations hors IAB échantillonnées lors d'une étude centrée sur l'ADNe conjointe avec le PNR Caps et marais d'opale et la FDAAPPMA sur le site du lieu-dit de la ferme Lambert (62).



Calendrier de manoeuvres d'un ouvrage de gestion des niveaux d'une frayère à brochet



Un attention particulière doit être portée lors du ressuyage de l'annexe car les brochetons ne suivent pas l'eau naturellement, beaucoup restent piégés. En reproduction naturelle aménagée, même si la vidange est très lente et les pentes convenables, il est indispensable d'être présent afin de récupérer les juvéniles piégés.