

Etude de suivi des déplacements des brochets sur l'Aisne aval Années 2021-2022



Table des matières

I.	Introduction.....	7
II.	Matériel & Méthode.....	8
II.1.	Le Brochet.....	8
II.1.a.	Description.....	8
II.1.b.	Alimentation.....	8
II.1.c.	Ecologie.....	9
II.1.d.	Reproduction.....	9
II.1.e.	Frayères à brochet.....	10
II.1.f.	Menaces et Conservation.....	11
II.2.	Le Site d'étude.....	13
II.2.a.	Description du site.....	13
II.2.b.	Caractéristique du site.....	17
II.3.	Protocole de télémétrie acoustique.....	20
II.3.a.	Principe.....	20
II.3.b.	Matériel.....	20
II.3.c.	Capture et marquage des poissons.....	21
II.3.d.	Mise en place des hydrophones fixes.....	25
II.3.e.	Suivi mobile.....	26
II.3.f.	Communication sur l'étude.....	27
II.3.g.	Récolte et traitement des données.....	28
III.	Résultats.....	31
III.1.	Utilisation du matériel.....	31
III.2.	Poissons marqués.....	33
III.3.	Caractérisation des habitats.....	37
III.3.a.	La température.....	37
III.3.b.	Débits.....	39
III.3.c.	La caractérisation des habitats.....	42
III.4.	Déplacements généraux des poissons.....	46
III.4.a.	Observations globales.....	46
III.4.b.	Variables de déplacements.....	49
III.4.c.	Influence de la zone de lâchée du poisson sur leurs déplacements.....	49
III.4.d.	Influence du sexe sur les déplacements.....	50
III.4.e.	Influence de l'origine des brochets sur leurs déplacements.....	50
III.4.f.	Influence de la taille du poisson sur ses déplacements.....	52
III.4.g.	Influence de l'âge du poisson sur ses déplacements.....	52
III.5.	Déplacements selon la période.....	52
III.5.a.	En période de reproduction.....	52
III.5.b.	Selon l'origine.....	54
III.5.c.	Selon le sexe.....	55
III.5.d.	Sens de déplacement.....	55
III.6.	Déplacements des brochets selon les paramètres de l'environnement.....	56
III.6.a.	Nombre de détection selon les secteurs.....	56
III.6.b.	Répartition des individus selon les secteurs.....	57
III.6.c.	Influence des paramètres environnementaux sur les déplacements.....	59
III.7.	Déplacements des brochets selon les débits et la température.....	59
IV.	Discussion.....	63
IV.1.	Utilisation du matériel.....	63

IV.2. Les brochets dans l'Aisne	64
IV.3. Analyse des habitats.....	65
IV.4. Les déplacements des brochets	66
IV.5. Perspectives	71
V. Conclusion	76
VI. Bibliographie.....	78
VII. Annexe 1 : Paramètres d'évaluation des habitats.....	80
VIII. Annexe 2 : Fiches descriptives.....	82

Tables des Illustrations

Figure 1: Brochet (© Laurent Madelon, FNPF).....	8
Figure 2: Brochet mâle (à gauche) et femelle (à droite) (source: carnassier.com).....	8
Figure 3: Cycle de reproduction du brochet (FDAAPPMA de la Moselle, 2004)	10
Figure 4: Frayère à brochet aménagée sur le Ru des Planchettes en forêt de Compiègne	10
Figure 5: Représentation des variations du niveau d'eau dans une frayère (source : Union régionale bassin Adour Garonne, 2014).....	11
Figure 6: l'Oise à Pont-Ste-Maxence	11
Figure 7: Passe à poissons du barrage du Carandeu à Choisy-au-bac sur l'Aisne	12
Figure 8: Rempoissonnement de brochets	12
Figure 9: Frayère aménagée dans le cadre de mesure compensatoire sur l'Aisne.....	13
Figure 10: Localisation du site d'étude.....	14
Figure 11: Site d'étude en images satellites.....	15
Figure 12: Débits caractéristiques de l'Aisne sur la station de Soissons (source: banque hydro)	16
Figure 13: Occupation du sol (source: Corine Land Cover, 2018, IGN)	17
Figure 14: Secteurs du site d'étude	18
Figure 15: Emplacement des sondes thermiques	18
Figure 16: Points remarquables sur le site d'étude.....	19
Figure 17: AcouTrack et WHS 3250 (source: Lotek)	20
Figure 18: Emetteur inséré dans les poissons	21
Figure 19: Affiche de communication de la journée de science participative et zone de marquage des poissons.....	21
Figure 20: Pêches électriques en bateau	22
Figure 21: Marquage d'un silure	22
Figure 22: Opération de marquage des poissons.....	23
Figure 23: Marquage des poissons après les pêches électriques	23
Figure 24: Ecaille de brochet marqué (source: FishPass) et schéma du principe de scalimétrie (source DP, Futura Sciences)	24
Figure 25: Zones de lâchées des poissons marqués.....	24
Figure 26: Emplacement des hydrophones fixes	25
Figure 27: Constitution des corps-morts.....	26
Figure 28: Radeau pour la mise en place des hydrophones.....	26
Figure 29: Schéma explicatif d'un mouillage supportant des enregistreurs autonomes (source : OFB)	26
Figure 30: Positionnement des hydrophones mobiles dans le bateau	27
Figure 31: Détection de poissons sur l'AcouTrack.....	27
Figure 32: Affiche au bord de l'eau	27
Figure 33: Ouverture de fichier récolté sur un hydrophone fixe avec le logiciel WHS	28
Figure 34: Date de dernière détection des poissons.....	33

Figure 35: marquage du poisson n°56.....	33
Figure 36: Ecaille du poisson n°56 (à gauche) et du poisson n°73 (à droite)	35
Figure 37: Age selon la taille des brochets sur l'Aisne et la Seine.....	36
Figure 38: Températures enregistrées toutes les heures en °C (courbes rouges : optimal thermique pour le développement des œufs et la croissance des alevins).....	37
Figure 39: Températures moyennes journalières en °C (courbes rouges : optimal thermique pour le développement des œufs et la croissance des alevins)	38
Figure 40: Débits instantanés et hauteurs d'eau instantanés au niveau de la station de Soissons (source : banque hydro)	39
Figure 41: Hauteurs d'eau et débits instantanés enregistrés d'octobre 2020 à août 2022 (source: banque hydro)	40
Figure 42: Comparaison des débits moyen mensuel et des hauteurs d'eau en 2020-2021 ou 2021-2022 (Hmax : hauteur d'eau maximale, Hmin : hauteur d'eau minimale) (source : banque hydro)....	40
Figure 43: Boxplot de répartition des débits selon la période	41
Figure 44: Débits journaliers et températures moyennes journalières durant la période d'étude (source : banque hydro)	41
Figure 45: L'Oise à Compiègne (à gauche) et l'Aisne en amont du barrage du Carandeau (à droite) ..	42
Figure 46: l'Aisne en aval du pont de Rethondes (à gauche) et en amont (à droite)	42
Figure 47: Artificialisation selon les secteurs d'étude sur l'Aisne et l'Oise	43
Figure 48: Occupation du sol à proximité du cours d'eau selon les secteurs d'étude	43
Figure 49: Abondance de la végétation aquatique selon le secteur d'étude.....	44
Figure 50: Photos de végétation aquatique	45
Figure 51: Classification Ascendante Hiérarchique (à gauche) et Analyse en Composante Principale (à droite) des paramètres d'habitats.....	45
Figure 52: Points de détections des poissons (la taille du point est dépendante du nombre de détection)	46
Figure 53: Déplacements longitudinaux des poissons issus de l'Aisne (ID71, ID70) et de pisciculture (ID69, ID64).....	46
Figure 54: Déplacements sur poisson ID 56	47
Figure 55: Déplacements sur poisson ID 70	47
Figure 56: Déplacements du poisson n°61.....	48
Figure 57: Déplacements du poisson n°69.....	48
Figure 58: Distance parcourue (DnT), domaine vital (DV) et indice d'équitabilité (IE) des poissons suivis	49
Figure 59: Boxplot des distances parcourues (DnT), domaines vitaux (DV) et intensité d'exploitation (IE) selon la zone de lâchée	50
Figure 60: Boxplot des DnT et DV entre les mâles et les femelles.....	50
Figure 61: Boxplot des distances parcourues (DnT), domaines vitaux (DV) et d'intensité d'exploitation (IE) selon l'origine du poisson.	51
Figure 62: Relation entre l'Age du poisson et la distance parcourue	52
Figure 63: Répartition des DnT selon le mois du suivi	53
Figure 64: Distance parcourue par le nombre de détection selon l'origine du poisson	54
Figure 65: Distance parcourue et nombre de détection selon l'origine des poissons (DnT : Distance parcourue et déc : Nombre de détection)	54
Figure 66: Sens de déplacements des brochets	55
Figure 67: Nombre de détections par hydrophone fixe et répartition des détections.....	56
Figure 68: Nombre de détection en mobile et en fixe selon le secteur	57

Figure 69: Nombre de détections selon la quantité d'habitats, la présence/absence de confluence et la présence/absence de fosse	59
Figure 70: Nombre de détections selon (de gauche à droite) la quantité d'habitats, la présence/absence de confluence et la présence/absence de fosse, l'état de la ripisylve, l'occupation du sol à proximité, la quantité de végétation aquatique, la présence/absence d'annexes hydrauliques et l'artificialisation du milieu.....	59
Figure 71: Distance totale parcourue (DnT) selon la température de l'eau	60
Figure 72: Distance parcourue (Dnt) selon la température et les débits.....	61
Figure 73: Distance parcourue (Dnt) par les brochets selon la température de l'eau.....	61
Figure 74: Distance parcourue (Dnt) par les brochets selon les débits.....	61
Figure 75: Analyse Factorielle Multiple (AFM) sur l'influence des variables températures, débits, sexe, âge, taille, zone de lâché et origine sur les distances parcourus par les brochets.	62
Figure 76: Début de migration de reproduction selon les débits (en vert : brochets de l'Aisne, en orange : brochets de pisciculture ; en jaune : brochet de la réserve de l'Ois'eau	63
Figure 77: Localisation des sites faisant l'objet d'une étude de restauration de frayères à brochets..	71
Figure 78: Secteur de l'île du Francport	72
Figure 79: Le Ru Fourchon à Rethondes.....	72
Figure 80: Essai de plantations sur la frayère du Carandeau	72
Figure 81: Fenêtre de capture	73
Figure 82: Frayère sur le Ru de Berne, affluent de l'Aisne.....	74
Figure 83: Pêche électrique en 2021 sur la frayère du Carandeau	75
Figure 84: Antenne de réception RFID (source: Fish Pass).....	75
Tableau 1: Zone de relâchée des poissons.....	25
Tableau 2: Analyses statistiques effectuées.....	29
Tableau 3: Nombre de détection par hydrophone	31
Tableau 4: Nombre de détection par poisson.....	32
Tableau 5: Liste des poissons marqués	34
Tableau 6: Age des poissons après étude scalimétrique (FishPass).....	35
Tableau 7: Caractéristiques des données thermiques	38
Tableau 8: Résumé des déplacements des groupes de poissons en provenance de l'Aisne ou de pisciculture	51
Tableau 9: Nombre d'hydrophones fixes par secteurs d'étude	56
Tableau 10: Répartition du nombre de détection par poisson selon les secteurs d'étude (en vert : brochets issus de l'Aisne, en bleu : les brochets issus de pisciculture, en orange : les silures, en jaune : brochet issu de la réserve de l'Ois'eau).	58
Tableau 11: Distance parcourue selon les classes de débits.....	60
Tableau 12: Distance parcourue selon les classes de températures	60

I. Introduction

Le brochet est une espèce emblématique, caractéristique des cours d'eau de 2ème catégorie, de domaine cyprinicole. Il est ainsi fréquemment étudié et pris en considération dans le cadre de projet d'aménagement pouvant impacter son habitat. Naturellement présent dans le Nord-Est de la France, il a colonisé progressivement l'ensemble du pays. Pourtant, cette espèce est aujourd'hui classée comme vulnérable sur la liste rouge de UICN France (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) (UICN, 2019). L'espèce est protégée dans le cadre de l'arrêté ministériel du 8/12/1988 complété par celui du 23/04/2008 en ce qui concerne ses zones de reproduction (Keith P., 2020)).

Plusieurs facteurs peuvent expliquer la fragilité de ses populations. Les cours d'eau du département ont subi de nombreuses modifications par le passé les rendant plus homogènes et plus rectilignes dans le but de permettre les différents usages que ce soit pour la production d'énergie, l'alimentation en eau ou encore permettre la navigation. L'extension des secteurs canalisés et navigués empêchant les débordements de rivières a conduit à une réduction de ses zones d'habitats et de reproductions. Force de ce constat, de nombreuses études ont été menées afin de mieux connaître l'espèce et son cycle biologique et d'entreprendre des aménagements visant à préserver, gérer et restaurer ses zones de reproduction.

Le brochet est souvent décrit comme une espèce parapluie. La conservation de son habitat est bénéfique aux autres espèces dont certaines sont également rares ou menacées (Cristofoli, 2010). Il est notamment l'espèce repère des contextes piscicoles de l'Aisne et de l'Oise dans le Plan Départemental de Protection des milieux aquatiques et de Gestion des ressources piscicoles (PDPG) de 2023 (FDAAPPMA 60, 2023). Les actions préconisées visent donc le brochet mais également les autres espèces phytophiles (déposant ses œufs sur une végétation immergée) affectionnant les mêmes habitats.

Dans le département de l'Oise, l'Office National des Forêts (ONF) a restauré des frayères en forêt de Compiègne. D'autres ont aussi été aménagées ou créées dans le cadre de mesures compensatoires (barrages de l'Aisne, Canal Seine Nord Europe, ...). Malheureusement, ces aménagements ne sont pas toujours fonctionnels pour diverses raisons dont certaines inconnues. À ce jour, nous n'avons encore que peu d'informations sur les sites de frayères naturels utilisés par les brochets ainsi que sur l'impact des différentes pressions (modification du régime hydraulique, ouvrages hydrauliques, pollutions, pêche,...) sur ces populations et sur leur adaptation face aux changements de leur environnement (température de l'eau, crue/décru). De plus, bien que de nombreux rempoissonnements ont été réalisés, nous ne connaissons pas les facultés adaptatives de ses individus issus de pisciculture.

Pour répondre à ces interrogations et améliorer l'état de l'espèce, la Fédération de l'Oise pour la pêche et la protection du milieu aquatique (FDAAPPMA 60) a mené une étude de suivi des déplacements de brochets sur la rivière Aisne via la méthode de télémétrie acoustique.

Les objectifs sont donc de :

- Déterminer les secteurs fréquentés par les brochets afin de les protéger, préserver ou restaurer ;
- Mieux connaître les déplacements des brochets selon les paramètres de l'environnement ;
- Mieux connaître les déplacements longitudinaux des individus notamment entre les biefs ;
- Vérifier l'impact du rempoissonnement sur la population.

II. Matériel & Méthode

II.1. Le Brochet

II.1.a. Description

Le brochet (*Esox Lucius L.*), est un poisson carnassier de la famille des Esocidae, présent dans l'hémisphère Nord. Il est caractérisé par un corps allongé et fusiforme adapté à la prise de vitesse dans l'eau pour la chasse à l'affut (Keith, 2011). Sa nageoire dorsale unique est très reculée et opposée à la nageoire anale. Ses flancs disposent de taches oblongues et alignées longitudinalement. Sa couleur varie du vert clair au vert olive selon l'environnement, plutôt verdâtre dans les zones riches en végétation à presque noire sur les secteurs vaseux (Keith P., 2020). Son museau est long en forme de bec et sa bouche contient plus de 700 dents.



Figure 1: Brochet (© Laurent Madelon, FNPF)

La taille des individus adultes est en moyenne de 50 à 60 cm (Keith P., 2020). L'espérance de vie de l'espèce est de 15 à 25 ans. Les individus de plus de 10 ans peuvent atteindre 90 à 100 cm. Le record est de 140 cm pour 16,4 kg. Le dimorphisme sexuel est difficilement observable chez le brochet. Une protubérance est tout de même constatée chez la femelle en période de reproduction entre l'anus et l'orifice urogénital alors qu'il s'agit d'une simple fente chez le mâle. En général, les femelles ont une croissance plus rapide que les mâles.



Figure 2: Brochet mâle (à gauche) et femelle (à droite) (source: carnassier.com)

II.1.b. Alimentation

L'alimentation du brochet évolue avec l'âge de l'individu. Les larves consomment du zooplancton tandis que les alevins d'environ 3 cm vont consommer plutôt des insectes. À partir de 5 cm, les individus deviennent ichtyophages, ils consomment du poisson (Keith, 2011).

Le brochet chasse à l'affut principalement de jour, restant immobile jusqu'à ce qu'une proie se trouve à proximité. Il déclenche ensuite une charge rapide pour la capturer. Il consomme un grand nombre de proies et est assez opportuniste en ce qui concerne son alimentation. Bien qu'il consomme en majorité du poisson, il peut aussi se nourrir de grenouilles, d'écrevisses ou d'oiseaux. Du cannibalisme est également observé chez les adultes selon la disponibilité des proies.

De par son rôle de top prédateur dans les écosystèmes d'eau douce et son alimentation opportuniste, le brochet joue un rôle de régulateur pour les autres espèces de poissons. Ainsi, il

contribue indirectement au développement des herbiers aquatiques en prédatant les espèces qui s'en nourrissent.

Les espèces prédatrices du brochet sont le sandre et le silure et les oiseaux piscivores notamment pour les plus jeunes.

II.1.c. Ecologie

Le brochet est l'espèce repère des cours d'eau cyprinicoles, dont le potentiel originel convient aux exigences du cycle biologique des cyprinidés d'eau calme et « chaude » ainsi que de leurs prédateurs (FDAAPPMA 60, 2023). En effet, le brochet recherche les habitats limnophiles, où l'eau est claire avec un couvert végétal dense (Keith P., 2020). Il est également possible de le retrouver dans les cours d'eau salmonicoles de plaine ainsi que dans des bras morts ou des plans d'eau.

Le brochet est peu exigeant vis-à-vis de la température de l'eau, une eau comprise entre 10 et 23 °C lui convient parfaitement. Il supporte aussi des niveaux d'oxygène dissous faible (0,3 mg/l pendant l'hiver) et la salinité, où il est présent en mer baltique (Keith P., 2020).

Les adultes vivent principalement dans les eaux peu profondes et calmes. Ils affectionnent particulièrement les îlots de végétation immergée ou flottante (Union des Fédérations du bassin Adour Garonne, 2014).

II.1.d. Reproduction

Les mâles sont matures avant les femelles, dès 2 ans, correspondant à une taille de 30 à 45 cm. Les femelles sont matures à 3 ans, lorsqu'elles mesurent entre 50 et 60 cm.

Le brochet est un migrateur holobiotique, il se déplace vers les sites de fraies, en contexte dulçaquicole. La reproduction se déroule entre février et mars, ceci permettant de coïncider la sortie des brochetons des frayères avec le pic de reproduction des cyprinidés (Keith P., 2020). Également, cette période correspond aux crues hivernales et à une température de l'eau comprise entre 6 et 12 °C. En dehors de cet intervalle, la ponte est inhibée. Les géniteurs peuvent alors parcourir de nombreux kilomètres pour rejoindre leur site de fraie, jusqu'à 78 km (Keith P., 2020). Ils rejoignent des zones végétalisées fraîchement immergées par les crues hivernales. Une femelle est souvent accompagnée d'un à trois mâles. La période de fécondité des mâles apparaît plus tôt que les femelles, dès le mois de décembre tandis que les femelles sont fécondes 2 à 3 mois plus tard (Union des Fédérations du bassin Adour Garonne, 2014). La période de reproduction est donc restreinte au final à une courte période.

Le brochet est phytophile, les ovules sont déposés sur la végétation à faible profondeur après avoir été en contact avec les semences des mâles. Une femelle produit entre 15 000 et 45 000 ovules/kg. Une 60^{ème} d'ovules sont déposés sur quelques m². Ceux-ci sont adhésifs, ce qui leur permet de se coller à la végétation. La ponte est fractionnée, la femelle disperse ses ovules sur différents secteurs pour une meilleure dissémination (Union des Fédérations du bassin Adour Garonne, 2014).

L'incubation dure 120 °C jour, soit environ 12 jours à 10°C. Les larves sont fixées à la végétation par des papilles buccales situées sur la tête. Leur vésicule vitelline se résorbe à 130°C jour. Le régime alimentaire des alevins se modifie peu à peu, passant de planctonophage à entomophage puis ichtyophage. En mai-juin, les brochetons quittent les frayères afin de poursuivre leur croissance au moment du ressuyage. La croissance des individus est rapide, jusqu'à 30 cm la première année.

Le taux de survie entre le stade brocheton, dit « fingerling », mesurant entre 6 et 8 cm, et la sortie dans le bras principal est de 0,3 à 10 %. Moins de 1,5 % des brochetons atteindront l'âge adulte, ce qui est très faible (Chancerel, 2003).

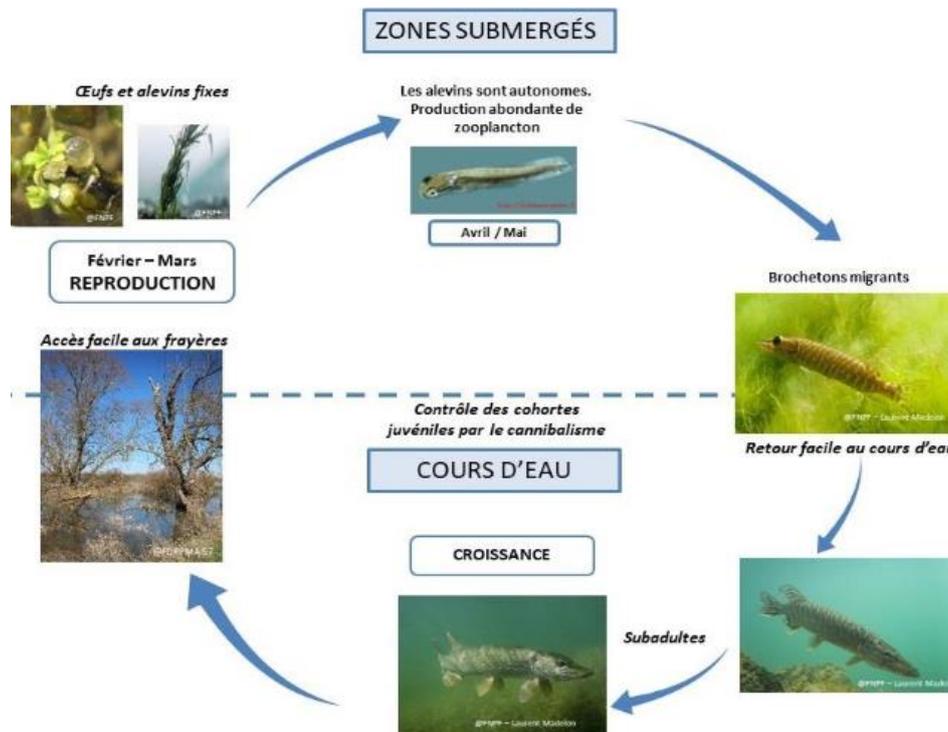


Figure 3: Cycle de reproduction du brochet (FDAAPPMA de la Moselle, 2004)

II.1.e. Frayères à brochet

Au moment des crues, lorsque la température de l'eau est favorable, les adultes géniteurs migrent vers les sites de frayères. Selon Chancerel (Chancerel, 2003), ils vont rechercher les caractéristiques suivantes :

- Zone peu profonde, entre 0,2 et 1 m et calme permettant à l'eau de se réchauffer rapidement et à la végétation de se développer en abondance. Une eau calme protège les jeunes brochets dont la capacité de nage est limitée ;
- Zone riche en végétation et ouvert aux rayonnements lumineux afin de proposer des supports de ponte variés et en abondance. Dans l'idéal, 50-75 % de la frayère doit être recouvert par des végétaux. Ceux-ci favorisent également l'apport de nourriture pour les jeunes brochets.
- Zone en eau durant la reproduction et la croissance des alevins et à sec le reste du temps pour permettre l'entrée des géniteurs et la sortie des brochets. La frayère doit être en eau de janvier à mai et présenter une bonne connexion avec le cours d'eau. Dans les faits, il est préférable que la zone de frayère soit en eau qu'une à deux années sur 5 afin de permettre le développement de la végétation (Union des Fédérations du bassin Adour Garonne, 2014).



Figure 4: Frayère à brochet aménagée sur le Ru des Planchettes en forêt de Compiègne

Les bras morts, les prairies inondées ou les marais peuvent donc représenter de bonnes frayères à brochet. Toutefois, toutes ces conditions sont difficiles à réunir, notamment dans des milieux artificialisés comme c'est le cas dans l'Oise. Dans ce cas, le brochet peut se contenter de supports de pontes moins favorables comme des algues ou des boisements immergés dans le lit mineur.

Il est également important que les brochetons soient protégés dans des zones calmes, peu profondes et riches en végétation aquatique notamment par rapport au cannibalisme ou à la prédation d'autres espèces de poissons ou d'oiseaux.

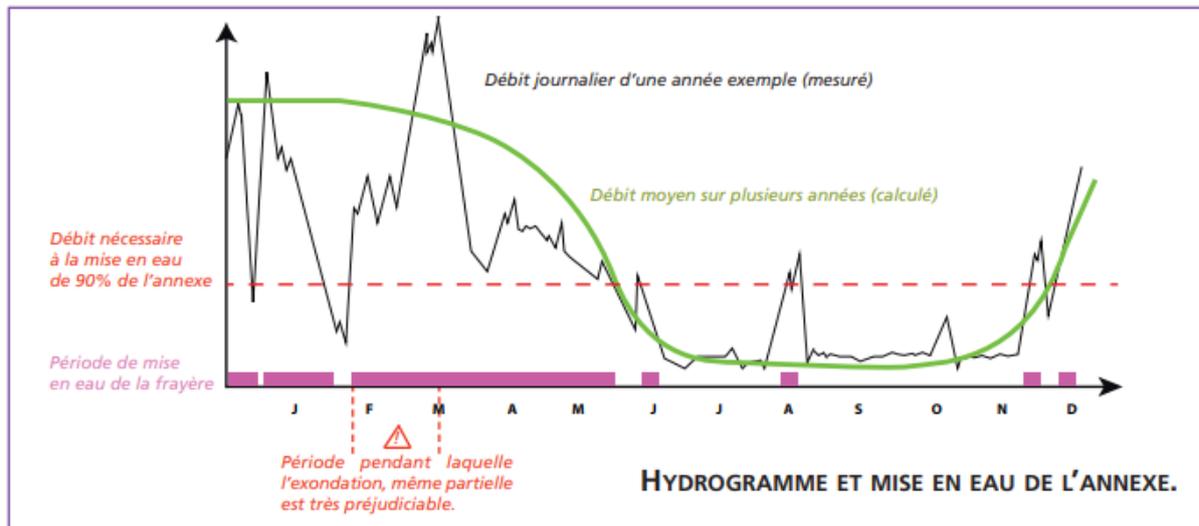


Figure 5: Représentation des variations du niveau d'eau dans une frayère (source : Union régionale bassin Adour Garonne, 2014)

Il est à noter que les frayères à brochets sont également favorables à de nombreuses autres espèces notamment des cyprinidés, que ce soit pour la fraie mais aussi comme zones de repos ou d'alimentation.

II.1.f. Menaces et Conservation

Depuis quelques années, une régression est constatée dans les densités de brochets en France métropolitaine, ce qui justifie son statut d'espèce vulnérable selon l'UICN (UICN, 2019). Plusieurs facteurs combinés menacent la survie de l'espèce sur nos cours d'eau. Le plus important est l'artificialisation et la modification des milieux en lien avec la navigation par la régulation des débordements de crues. En effet, les cours d'eau de l'Oise aval et de l'Aisne sont navigués, les débits sont contrôlés au niveau des barrages. Les variations de hauteur d'eau de ces rivières sont donc très limitées (< 0,5 cm en moyenne). Or, comme indiqué précédemment, les brochets se reproduisent sur des secteurs inondés en cas de crue. Ainsi, le contrôle des régimes hydrauliques réduit les surfaces de frayères pour l'espèce, ce qui impacte directement le recrutement. Également, le drainage des zones humides pour l'agriculture réduit les



Figure 6: l'Oise à Pont-Ste-Maxence

surfaces potentielles de fraies et peut provoquer un assèchement précoce des zones de frayères, ce qui ne permet pas aux brochetons de rejoindre la rivière.

De plus, avec le changement climatique, les débits des cours d'eau auront tendance à diminuer. À l'échelle nationale, les modèles estiment une baisse possible des débits moyens annuels de 10 % à 40 %, le bassin Seine-Normandie serait particulièrement touché. (Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, 2012).

D'autres paramètres impactent directement la survie de l'espèce comme la présence d'ouvrages bloquant la continuité écologique et empêchant les individus de rejoindre leurs zones de reproduction. Bien que dans le département de l'Oise, les ouvrages situés sur l'axe Oise-Aisne soient tous équipés de passe à poissons, l'accès à ces installations n'est pas toujours évident. Une étude menée en 2020 a révélé un taux de passage entre 18,2 et 29,4 % pour deux passes successives et de 18,2 % pour trois passes (Ovidio M. S., 2020).

L'eutrophisation des milieux peut également représenter une menace, en augmentant la turbidité et réduisant l'oxygénation de l'eau, ceci impactant le développement et la survie des larves (Jonsson, 2011).

Des pollutions ponctuelles ou chroniques peuvent également impacter la survie des individus à plus ou moins long terme. La qualité écologique de l'Aisne aval et de l'Oise aval est jugée moyenne selon le dernier état des lieux SDAGE (Agence de l'Eau Seine Normandie, 2019).



Figure 7: Passe à poissons du barrage du Carandeu à Choisy-au-bac sur l'Aisne



Figure 8: Rempoissonnement de brochets

Enfin, la surpêche, notamment sur des secteurs retraits peut impacter une population déjà fragilisée en supprimant les géniteurs et notamment les gros spécimens. En effet, le brochet est une espèce appréciée par les pêcheurs aux carnassiers. Néanmoins, la pêche au brochet est réglementée selon le Code de l'environnement. Le nombre maximal de prises par jour et par pêcheur est de 2 individus en 1^{ère} et 2^{nde} catégorie (Décret n°2019-352 du 23 avril 2019, article 9). En 2^{nde} catégorie, la pêche est fermée du dernier dimanche de janvier au dernier samedi d'avril, durant la reproduction de l'espèce (Décret n°2019-352 du 23 avril 2019). Le Code de l'environnement prévoit une taille minimale de capture

fixée à 50 cm, toutefois des dérogations ont été obtenues par de nombreuses Fédérations pour fixer une taille minimale de capture à 60 cm (Décret n°2019-352 du 23 avril 2019, article 7). Des mesures plus restrictives peuvent être mises en place comme des réserves de pêches ou des parcours « NoKill ». Des rempoissonnements sont effectués régulièrement par les AAPPMA notamment sur la rivière Aisne par l'AAPPMA de Compiègne afin de satisfaire à la demande des pêcheurs.

Des solutions existent afin de préserver ou restaurer les zones de fraies des brochets. Etant l'espèce repère des contextes piscicoles de l'Aisne et de l'Oise, le PDPG prévoit la restauration de frayères (FDAAPPMA 60, 2023) sur ces secteurs. En forêt de Compiègne, sur le Ru de Berne, affluent de l'Aisne, plusieurs frayères ont été restaurées par l'ONF.

Par ailleurs, dans le cadre de projets impactant les milieux aquatiques, des mesures compensatoires peuvent être mises en place. Elles ont pour but de compenser les atteintes faites à l'environnement en recréant de nouvelles zones d'habitats. Dans ce cadre, des frayères à brochets peuvent être aménagées comme celle du Carandeu à Choisy-au-bac sur l'Aisne. Toutefois, ces aménagements ne sont pas toujours opportuns et peuvent nécessiter des adaptations. Des suivis réguliers doivent être mis en place afin de vérifier leur fonctionnalité.



Figure 9: Frayère aménagée dans le cadre de mesure compensatoire sur l'Aisne

II.2. Le Site d'étude

II.2.a. Description du site

Dans un premier temps le choix du site d'étude s'était arrêté sur un secteur de l'Oise moyenne, entre Pontoise-lès-Noyon et Chiry-Ourcamp. Ce secteur non navigué, contient de nombreuses zones de frayères potentielles en raison des débordements de la rivière. Cependant, après de nombreuses réflexions sur la méthodologie à adopter, le site n'est pas adapté à la réalisation d'un suivi acoustique. En effet, la mise en place des hydrophones fixes nécessite un bateau puissant pour transporter des corps morts de 90 kg. Aucune mise à l'eau fonctionnelle n'est localisée à proximité du site initial d'étude. De plus, les prospections mobiles devront être fréquentes durant la période de reproduction des brochets, de janvier à mars. Or, la navigation est presque impossible sur la vieille Oise de décembre à mai étant donné la largeur du lit qui est quadruplée. Un changement de protocole en radiopistage aurait pu être une possibilité, toutefois, là encore, la largeur du lit est trop importante en période de crue, ce qui engendre un risque fort de perte des données. Également, l'accès depuis les berges pour les prospections à pied serait très difficile en raison de la présence de nombreuses propriétés privées qui bordent la rivière. Afin d'obtenir des résultats pertinents, il a été convenu de déplacer le suivi sur la rivière Aisne, où des mises à l'eau sont disponibles et où la navigation est possible toute l'année.

Le site du suivi a donc été relocalisé sur la rivière Aisne, de la confluence avec l'Oise en aval, au barrage d'Hérant à Trosly-Breuil en amont, soit sur un linéaire de 11 km.

Il présente plusieurs intérêts :

- La largeur du lit de la rivière reste compatible avec les distances de détections les plus limitantes ;
- Possibilité de navigation toute l'année ;
- Mise à l'eau au port de Compiègne à 1,5 km du site ;
- Peu de risques de perdre les poissons ;
- Enjeu de franchissement d'ouvrages avec la présence d'un barrage au sein du site d'étude et en amont ;
- Possibilité de vérifier l'efficacité du repoissonnement ;
- Peu de connaissance sur les sites de fraies potentiels du brochet sur l'Aisne ;
- Peu de connaissance sur l'état de la population de brochets sur l'Aisne ;
- Bien que le linéaire soit fortement artificialisé, des secteurs propices pour le brochet sont présents ;

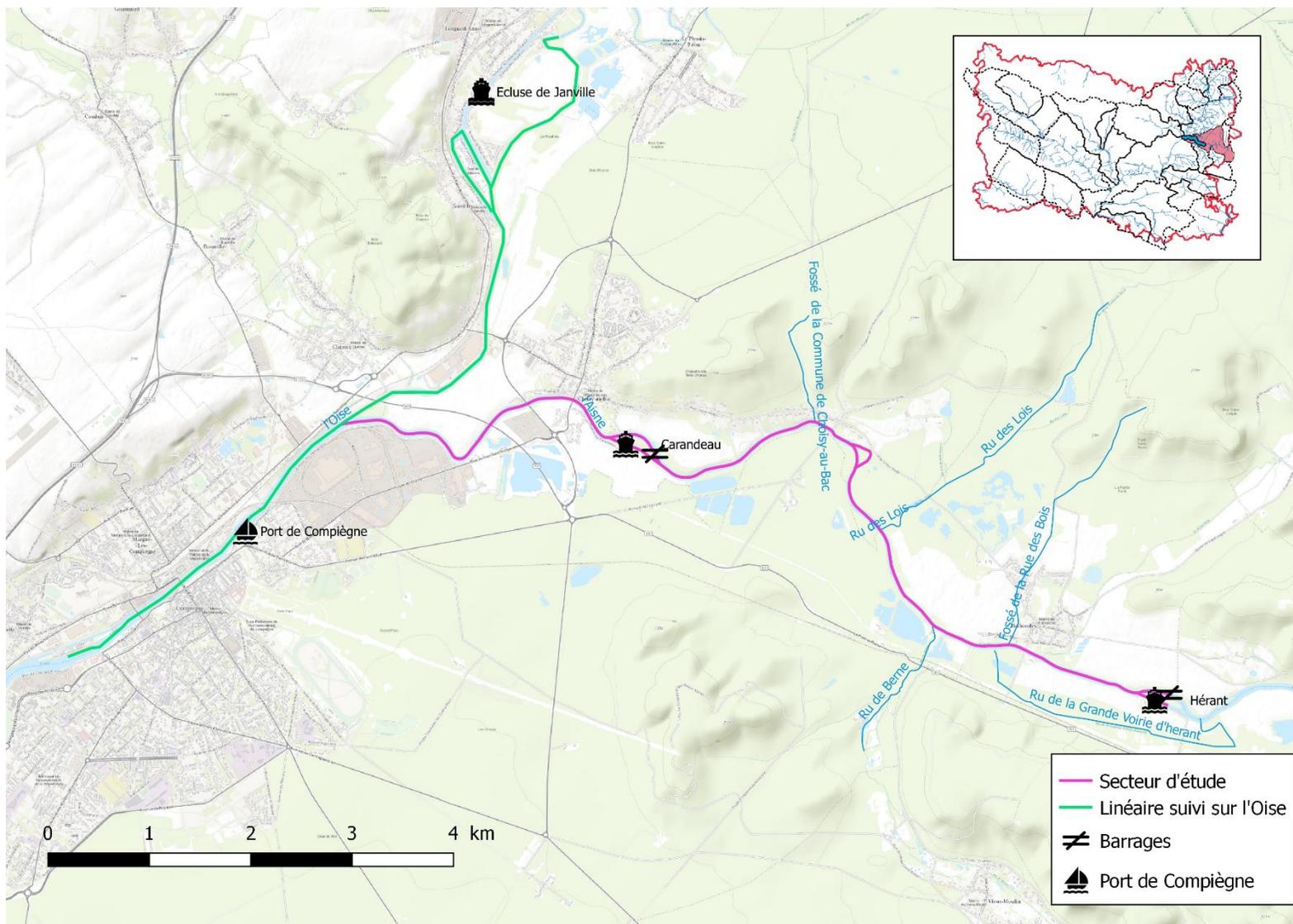


Figure 10: Localisation du site d'étude

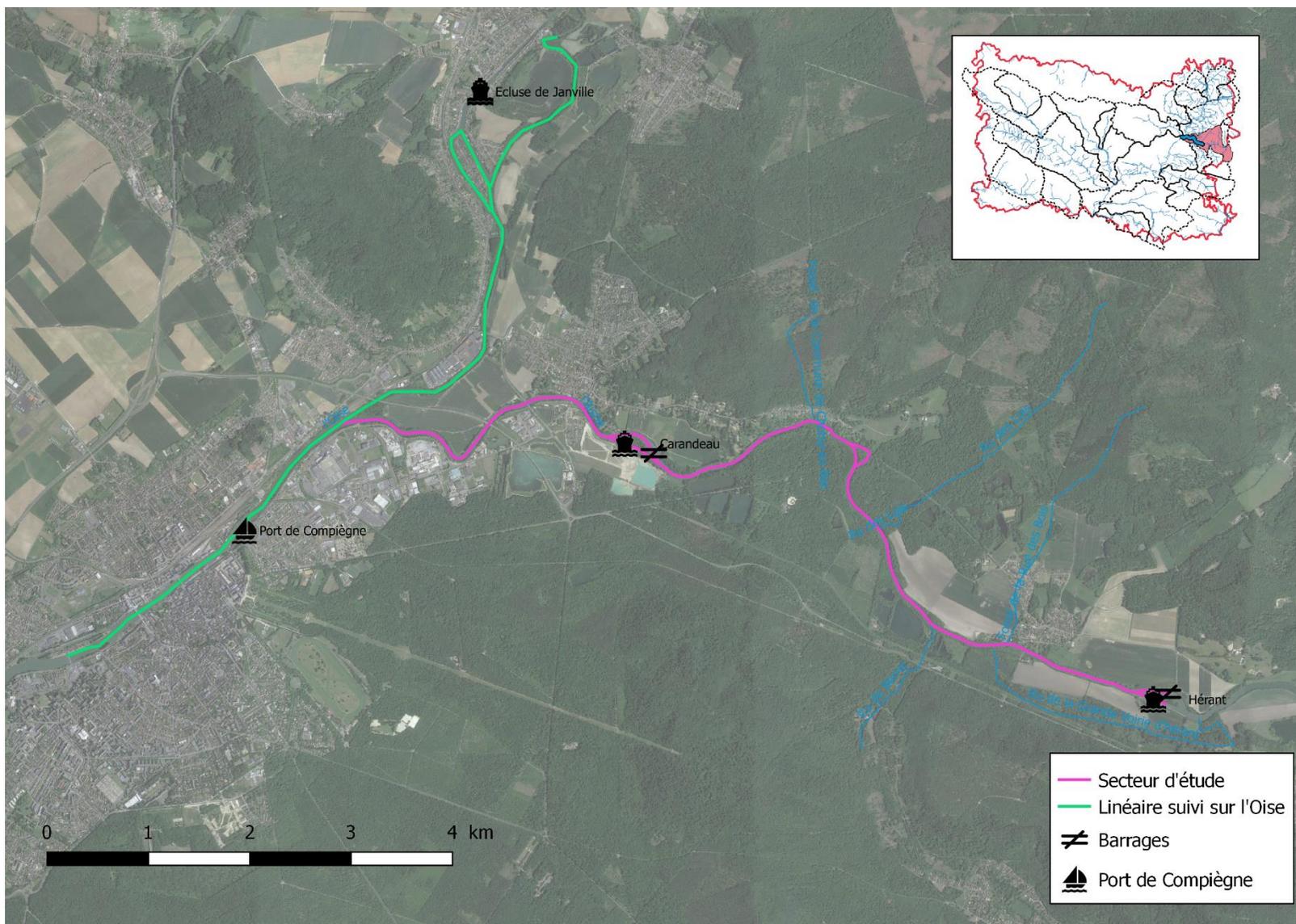


Figure 11: Site d'étude en images satellites

Le site d'étude est inclus dans le contexte piscicole de l'Aisne aval (FDAAPPMA 60, 2023). L'espèce repère de ce contexte est le brochet. L'Aisne prend sa source dans le département de la Meuse et traverse les départements de la Marne, des Ardennes, de l'Aisne et enfin de l'Oise où elle conflue avec la rivière Oise sur la commune de Compiègne. L'Aisne est fortement artificialisée notamment sa partie aval. Pourtant, elle présente quelques annexes hydrauliques intéressantes. Trois barrages sont présents sur son linéaire, tous équipés de passes à poissons.

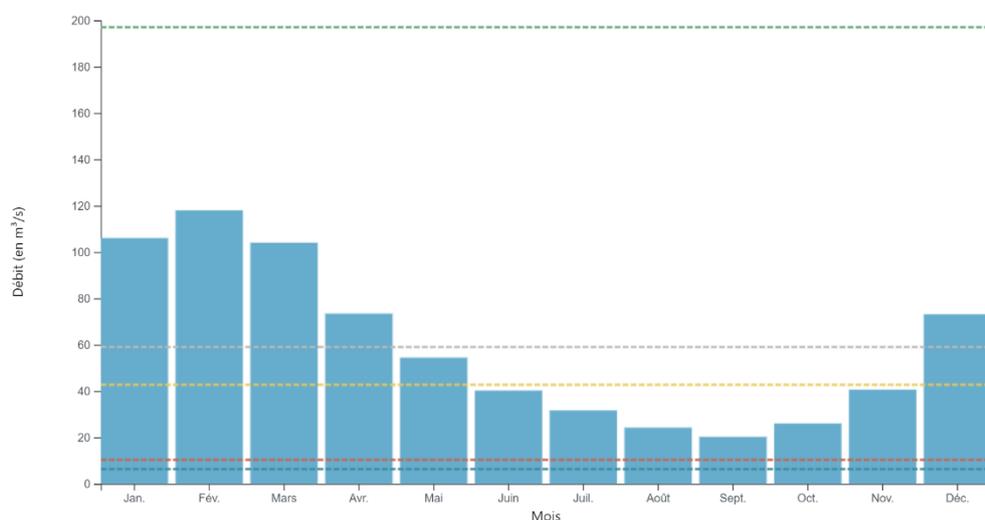
Sur le site d'étude, la largeur moyenne en eau est de 51 m. L'Aisne est plus large en aval près de la confluence par rapport au premier bief entre les barrages du Carandeu et d'Hérant. Elle est en moyenne à 54 m sur le bief aval et à 50 m sur le bief amont. Concernant les profondeurs en eau, celles-ci sont plutôt homogènes sur le linéaire, en moyenne autour de 4 m. Quelques zones plus profondes jusqu'à près de 10 m sont observées en amont des barrages. Sur le secteur de l'île du Francport, les profondeurs sont en moyennes à 2m.

Plusieurs affluents sont présents de l'amont vers l'aval :

- Ru de la Grande Voirie d'Hérant ;
- Fossé de la Rue des Bois ;
- Ru de Berne ;
- Ru des Lois ;
- Fossé de la commune de Choisy-au-bac.

La pente naturelle est très faible, 0,3 ‰. Des stations de mesures de débits sont situées à Trosly-Breuil et Choisy-au-bac néanmoins celles-ci sont inactives. Les données utilisables sont celles de la station de Soissons (02) située en amont du site d'étude.

Généré le 28/02/2023 07:38 (TU)



Légende	
Valeurs de référence	
—	Q(moyen) : 59 m³/s
—	QJ-N (extrême connu minimum des QmJ) : 6,27 m³/s
—	QJ10j/an : 197 m³/s
—	QJ0,5 : 42,7 m³/s
—	QJ355j/an : 10,3 m³/s

	Valeur
QJ10j/an Débit moyen journalier dépassé en moyenne 10j/an (en m³/s)	197
QJ0,5 Débit moyen journalier dépassé en moyenne 1 fois sur 2 (en m³/s)	42,7
QJ355j/an Débit moyen journalier non dépassé en moyenne 10j/an (en m³/s)	10,3

Figure 12: Débits caractéristiques de l'Aisne sur la station de Soissons (source: banque hydro)

L'occupation du sol du contexte piscicole de l'Aisne est dominée par des surfaces agricoles (48,5 %) puis par des forêts (40 %) (FDAAPPMA 60, 2023). À 500 m autour du cours d'eau, l'occupation du sol se compose de territoires agricoles (34%), de territoires artificialisés (29%) et de forêts et milieux semi-naturels (28%). La partie la plus aval près de la confluence est la plus urbanisée, ce qui correspond à l'agglomération de Compiègne.

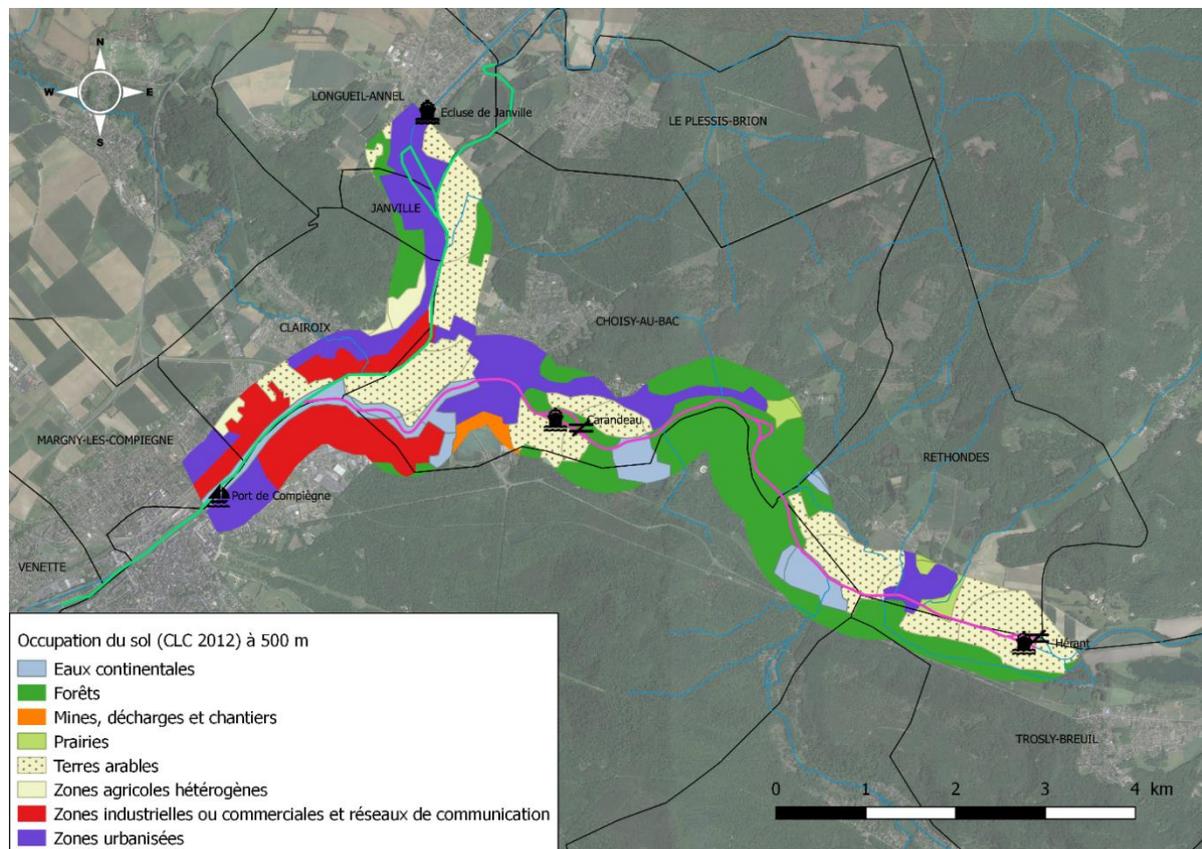


Figure 13: Occupation du sol (source: Corine Land Cover, 2018, IGN)

Des mesures réglementaires de protections sont mises en place à proximité du site d'étude avec notamment une ZNIEFF 1 et un site Natura 2000 au titre de la directive Oiseaux (FR2212001) correspondant au massif forestier de Compiègne, Laigue et Ourscamps-Carlepont. Le massif forestier de Compiègne, Laigue est aussi classé Natura 2000 au titre de la directive Habitats (FR2200382).

L'Aisne est classée en liste 2 du décret frayère de la confluence du Ru Bourbout à sa confluence avec l'Oise (annexe 2 de l'article L.432-2 du Code de l'environnement relatif aux frayères et aux zones d'alimentation ou de croissance de la faune piscicole).

II.2.b. Caractéristique du site

Afin de pouvoir interpréter les résultats du suivi des déplacements des poissons, une caractérisation des habitats a été effectuée dans le cadre de cette étude. Ainsi, le linéaire a été découpé en 15 secteurs d'environ 1 km de longueur. Sur chaque secteur plusieurs paramètres ont été relevés (Annexe 1). Ceci permettant de distinguer les portions du linéaire en fonction de leur attrait pour l'espèce brochet.

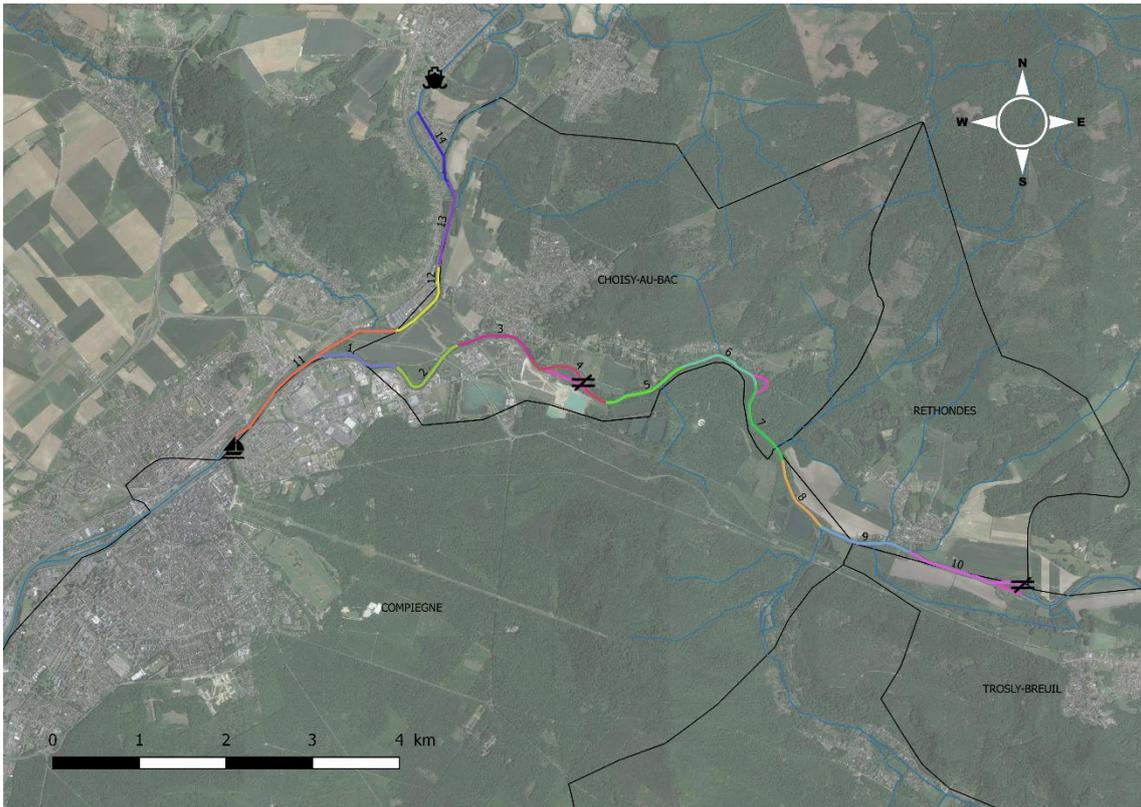


Figure 14: Secteurs du site d'étude

Également des sondes thermiques (Tidbit datalogger V2 temp) ont été placées le long du linéaire d'étude afin d'enregistrer la température toutes les heures. 6 sondes ont été positionnées le 22 et le 27 octobre 2021.

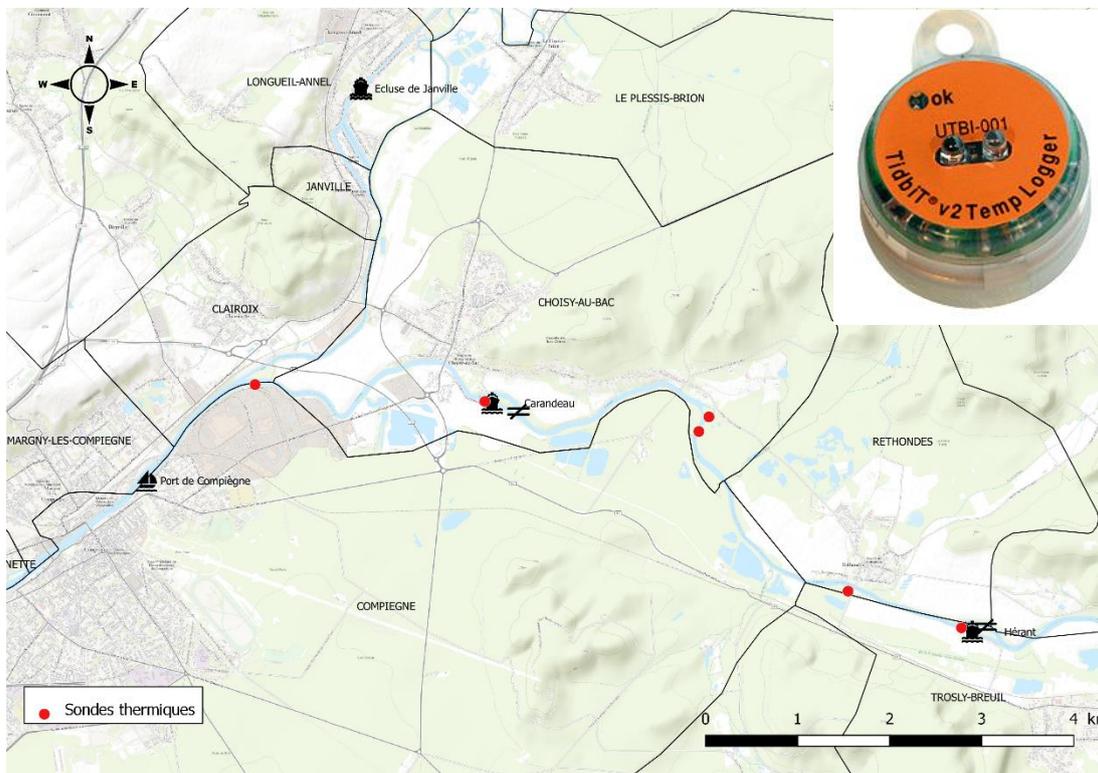


Figure 15: Emplacement des sondes thermiques

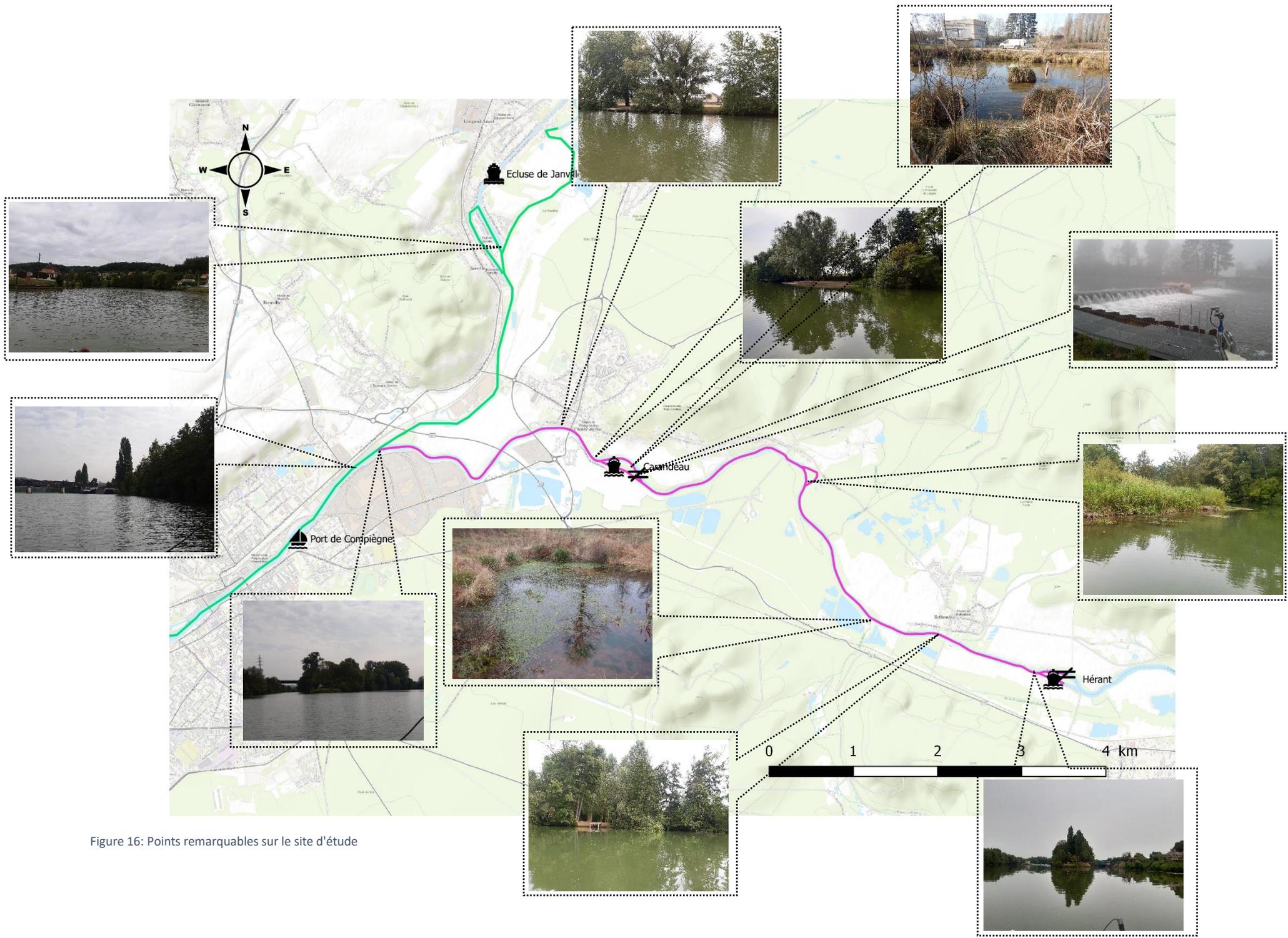


Figure 16: Points remarquables sur le site d'étude

II.3. Protocole de télémétrie acoustique

II.3.a. Principe

La télémétrie acoustique est une technologie permettant de suivre le déplacement d'individus dans l'eau. Elle repose sur la transmission d'onde sonore entre un émetteur implanté dans l'organisme et des récepteurs (hydrophones) positionnés au sein du secteur étudié. L'hydrophone reçoit les signaux acoustiques, les stocke et les transforme en signaux radio. Le signal sonore enregistré par le récepteur permet d'identifier l'individu spécifiquement (Lotek, s.d.).

En comparaison à la technologie radiotélémétrie qui utilise des ondes radios entre les émetteurs et les récepteurs, la télémétrie acoustique permet de détecter des individus sur des distances plus importantes et à des profondeurs plus élevées. En revanche, la précision sur l'emplacement du signal est moins forte qu'en radiotélémétrie. Également, des interférences peuvent survenir avec le bruit ambiant, ce qui rend la portée de détection variable selon l'emplacement des récepteurs.

II.3.b. Matériel

Le matériel utilisé pour cette étude a été prêté par l'Union des Fédérations du bassin Seine Normandie. La FDAAPPMA 10 a mené une étude similaire avec cette même technologie sur la Seine.

Le matériel de télémétrie acoustique provient de l'entreprise Lotek et se compose de :

- 10 hydrophones (modèle WHS 3250, système de codage CDMA) ;
- Logiciel WHS Host permettant de décoder les données enregistrées sur les hydrophones (copyright Lotek Wireless Inc.2012) ;
- AcouTrack, récepteur de suivi mobile, permettant de détecter, décoder, afficher et enregistrer les identifiants uniques des données des capteurs. Il fonctionne avec deux hydrophones et un logiciel de décodage ;
- 40 émetteurs (modèle MM-M-11-28)

Ce matériel permet un suivi fixe avec des hydrophones positionnés au sein de la zone d'étude et un suivi mobile afin de détecter les individus entre les stations fixes ainsi qu'en dehors de la zone étudiée.

Les hydrophones fixes fonctionnent à l'aide de 4 piles lithium (SL-2780/SD de 3,6 V et 19Ah). L'AcouTrack fonctionne à l'aide d'une batterie.



Figure 17: AcouTrack et WHS 3250 (source: Lotek)

Les émetteurs appartiennent à la série MM-M-11-28. Le modèle choisi mesure 60 mm x 12 mm et pèse 11g. L'intervalle de diffusion est de 15 secondes, ce qui signifie que les signaux émettent tous les 15s. L'hydrophone enregistrera la donnée que si 3 détections consécutives sont entendues, soit sur un laps de temps minimum de 45s. La durée de vie estimée des émetteurs est de 292 jours. Ceux-ci émettent sur une fréquence de 74 Hz mais chacun avec une tonalité différente ce qui permet aux récepteurs de les différencier.

À chaque passage à proximité d'un hydrophone, l'identifiant de l'émetteur est enregistré ainsi que l'heure et la date de détection.



Figure 18: Emetteur inséré dans les poissons

II. 3.c. Capture et marquage des poissons

Afin d'étudier la différence de comportement entre les individus, des brochets de pisciculture ont été intégrés au suivi.

La capture des brochets en provenance de la rivière est effectuée à l'aide de deux méthodes :

- Pêche à la ligne
- Pêche à l'électricité

Une journée de science participative a été organisée le 9 octobre 2021 dans l'objectif de capturer des brochets sur le site d'étude afin de les marquer. Également, cette journée est l'occasion de faire participer les pêcheurs à l'étude et les sensibiliser aux missions de la Fédération. 37 pêcheurs ont participé à l'opération. Des autorisations ont été demandées auprès de Voie Navigable de France (VNF) pour la réalisation de cette journée et la pêche en float tube normalement interdite.

Durant cette journée, uniquement 2 brochets ont été capturés au niveau de la confluence avec l'Oise.



Figure 19: Affiche de communication de la journée de science participative et zone de marquage des poissons

Pour poursuivre la capture des brochets, des pêches électriques ont été réalisées. Le principe de la pêche électrique est de générer un courant électrique dans l'eau entre une anode et une cathode. Ce courant provoque une différence de potentiel entre la queue et la tête du poisson, ce qui le paralyse dans un premier temps puis provoque un phénomène de nage forcée, l'attirant vers l'anode. Il peut ainsi facilement être attrapé à l'aide d'épuisette.

Cette méthode largement utilisée dans le cadre d'inventaire piscicole, possède un taux de mortalité faible. Les poissons capturés reprennent leur état normal peu de temps après être sortie du courant électrique (Pottier G, 2022).

La rivière Aisne est large et profonde, la pêche électrique doit donc s'effectuer en bateau. Afin d'être plus efficace, l'electrofishing boat de la FDAAPPMA 62 a été utilisé. Celui-ci, spécialement conçu pour la réalisation de pêche électrique, dispose de cathode à l'avant du bateau et d'anode sous forme de perche. Les poissons peuvent ainsi être « choqués » sur une profondeur plus importante. Deux journées de pêches électriques ont été réalisées, les 13 et 14 octobre 2021.



Figure 20: Pêches électriques en bateau

3 brochets supplémentaires ont pu être capturés ainsi que 4 silures. 10 brochets issus de piscicultures ont également été marqués le 13 octobre 2021 afin de compléter l'effectif. Toutefois, celui-ci reste bien inférieur à ce qui était espéré, à savoir un minimum de 30 individus afin d'avoir un échantillon assez robuste pour les analyses statistiques.

Les poissons ont été marqués juste après leur capture, les 9, 13 et 14 octobre 2021. Ils ont tout d'abord été anesthésiés puis mesurés, pesés et sexés. L'aspect sanitaire du poisson a également été noté.

La mise en place de l'émetteur dans l'organisme du poisson nécessite une formation spécifique chirurgicale afin de bien respecter les mesures sanitaires et pour la protection du bien-être des animaux.

Des marques dites « spaghetti » ont été fixés à l'extérieur des poissons afin que les pêcheurs puissent identifier les individus marqués.



Figure 21: Marquage d'un silure



Figure 22: Opération de marquage des poissons

Une fois marqués, les poissons sont placés dans des bacs de réveil (petites piscines) afin de récupérer de l'anesthésie.



Figure 23: Marquage des poissons après les pêches électriques

Des écailles ont été prélevés sur les brochets afin de faire une analyse scalimétrique permettant de déterminer l'âge des poissons. Pour cela, une dizaine d'écailles réparties entre les deux flancs du poisson ont été récoltées. Sur une écaille, il est possible de différencier les périodes de croissance correspond à des ressources nutritives abondantes pour l'individu (période estivale), les lignes sont alors nombreuses et espacées et les périodes où le poisson n'a pas suffisamment de

ressource pour sa croissance (période hivernale), les lignes sont alors resserrées. En comptant les lignes sombres, il est possible d'estimer l'âge du poisson. Un rétro calcul permet d'estimer l'âge du poisson en fonction de sa taille (Baglinière E., 1990). Les écailles ont été envoyées au bureau d'études FishPass pour analyse.

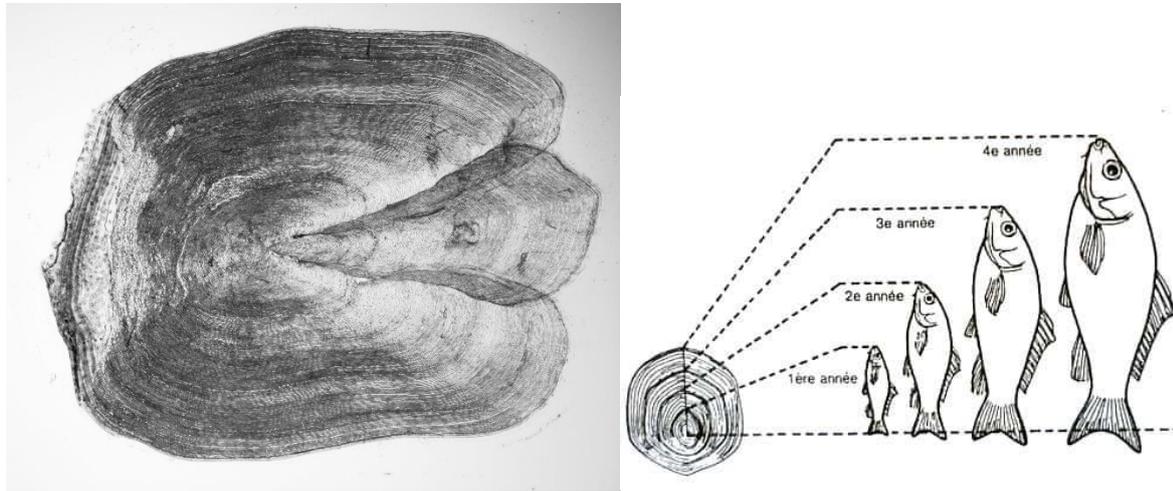


Figure 24: Ecaille de brochet marqué (source: FishPass) et schéma du principe de scalimétrie (source DP, Futura Sciences)

Les poissons ont ensuite été relâchés dans le bief où ils ont été capturés soit au pont de Choisy-au-bac (bief aval), soit au pont du Francport (bief amont). Les poissons issus de pisciculture ont été réparti à part égal entre les deux biefs, soit 5 relâchés au pont de Choisy-au-bac et 5 au pont du Francport.

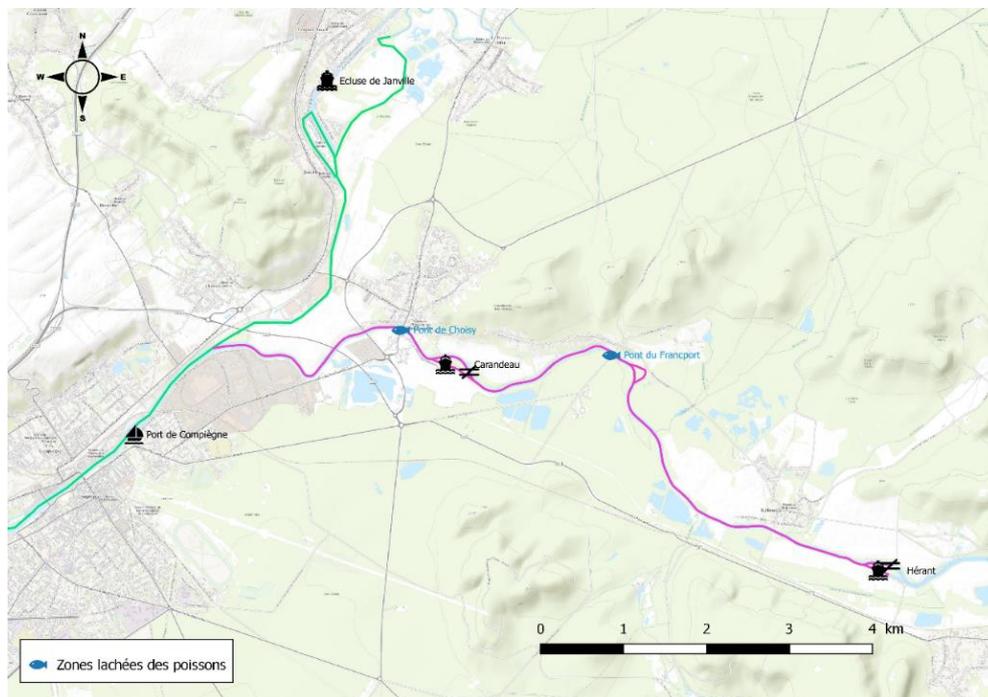


Figure 25: Zones de lâchées des poissons marqués

Afin d'essayer d'augmenter l'effectif de brochet marqué, une pêche supplémentaire à la ligne et en pêche électrique (bateau simple) a été organisée à la réserve de l'Ois'eau à Pont-Sainte-Maxence

(60) le 28 octobre 2021. Un seul brochet supplémentaire a été capturé. Celui-ci a été également marqué puis relâché au pont du Francport.

L'effectif de poissons marqué est donc de 20 individus dont 16 brochets et 4 silures.

Tableau 1: Zone de relâchée des poissons

Zone de lâchée	Brochets « sauvages »	Brochets « piscicultures »	Brochet « Ois'eau »	Silures
Pont de Choisy-au-bac	4	5	0	3
Pont du Francport	1	5	1	1
Total	5	10	1	4

II.3.d. Mise en place des hydrophones fixes

Comme indiqué précédemment, 10 hydrophones fixes ont été utilisés dans le cadre de ce suivi. Leur répartition sur le linéaire d'étude s'est faite de manière stratégique :

- Aux entrées et sorties de la zone d'étude ;
- En amont et en aval du barrage du Carandeu ;
- Près de sites de frayères potentielles.

Dans l'idéal, la méthodologie aurait nécessité un nombre plus conséquent d'hydrophones afin de mieux détecter les déplacements des poissons sur tout le linéaire.

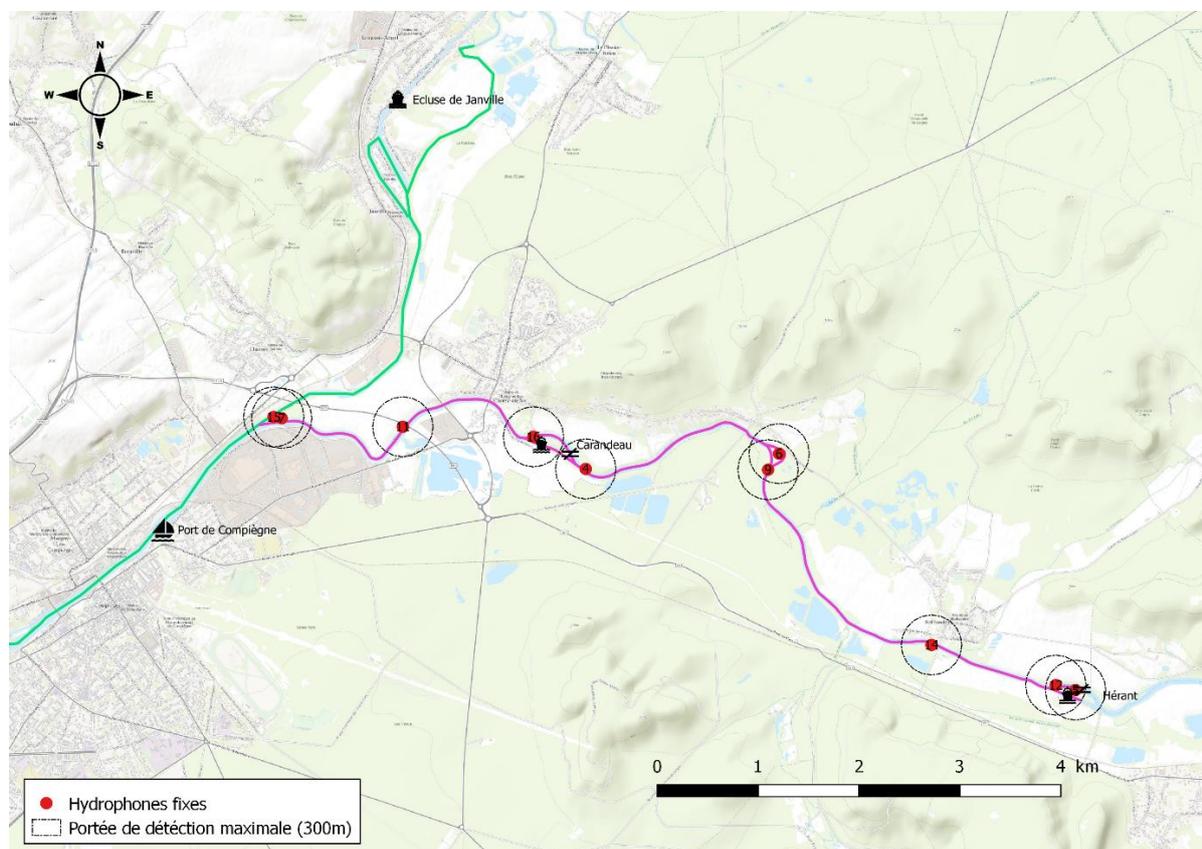


Figure 26: Emplacement des hydrophones fixes

Des tests ont été effectués afin de déterminer la portée de détection des hydrophones au sein de notre site d'études.

Afin de fixer les hydrophones et éviter qu'ils ne soient déplacés par d'éventuelles crues ou le batillage des péniches, ceux-ci ont été attachés à des corps-morts d'environ 90 kg. Ces corps-morts ont été fabriqués à l'aide de réhausses de regard, remplies avec du béton. Des anneaux ont été intégrés au système afin de pouvoir attacher une chaîne.



Figure 27: Constitution des corps-morts

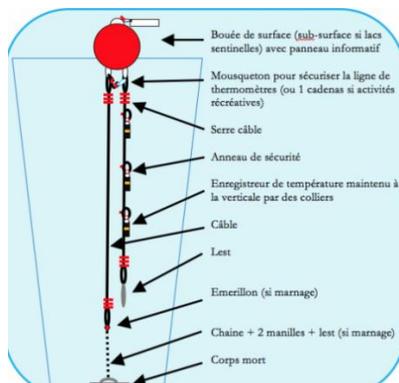


Figure 29: Schéma explicatif d'un mouillage supportant des enregistreurs autonomes (source : OFB)

Cette chaîne a, par la suite, été attaché à l'aide de manilles à des bouées à double attache. L'autre attache servant pour fixer l'hydrophone. Celui-ci a été retenu par un câble et un serre-câble. Un lest d'environ 3 kg a été ajouté à l'hydrophone afin de le maintenir en position verticale.

Afin de positionner les corps-morts au fond du lit en toute sécurité, un radeau a été conçu.



Figure 28: Radeau pour la mise en place des hydrophones

Les hydrophones ont été positionnés le 22 octobre 2021 sur le bief aval et le 26 octobre 2021 pour le bief amont. Leur installation a nécessité l'accord de VNF avec la signature d'une convention d'occupation temporaire du domaine public. Un bateau a été utilisé pour la mise en place des hydrophones.

II.3.e. Suivi mobile

Les hydrophones utilisés pour l'AcouTrack sont identiques à ceux des stations fixes. Le protocole demande que les deux hydrophones soient séparés de 2 m minimum. Pour cela, la FDAAPPMA 10 a placé les hydrophones dans des tubes en PVC (utilisation du matériel pour leur étude). Chaque tube est fixé à une barre de 2 m. Le système est fixé à l'aide de raccords d'échafaudage sur des

planches en bois au sein d'un bateau. Ce principe permet de bien fixer les hydrophones verticalement et d'empêcher leurs mouvements lors de la navigation.



Figure 30: Positionnement des hydrophones mobiles dans le bateau

Le suivi a débuté une fois les poissons marqués, à partir du 13 octobre 2021, par les prospections mobiles jusqu'au 5 août 2022.

Le suivi mobile s'est déroulé à une fréquence d'une fois / semaine. Au total, 37 prospections mobiles ont été effectuées durant la période d'étude. Il commençait à partir du port de Compiègne sur l'Oise jusqu'au barrage d'Hérant à Trosly-Breuil sur l'Aisne. À partir du mois de février, suite à la disparition de certains poissons proches de la confluence, le suivi mobile a été étendu sur l'Oise en amont de la confluence jusqu'au canal à Janville. Des prospections ont également été effectuées ponctuellement sur l'Oise en amont de Janville, en aval de la confluence avec l'Aisne jusqu'au barrage de Venette ainsi qu'en amont du barrage d'Hérant afin de déceler des poissons éventuellement sortis de la zone d'étude.

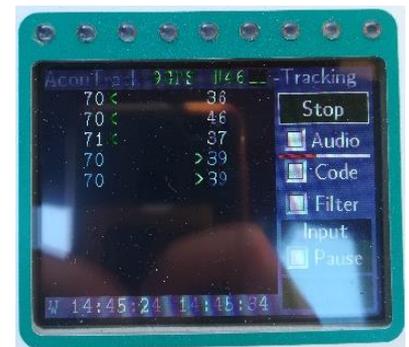


Figure 31: Détection de poissons sur l'AcouTrack

Il aurait été intéressant d'effectuer également le suivi mobile sur les affluents de l'Aisne, notamment le Ru de Berne, afin de savoir si des poissons remontent ces cours d'eau. Toutefois, la navigation en bateau est impossible sur ces petits Ru. Le suivi n'a donc pu se faire que sur l'Aisne et l'Oise.

II.3.f. Communication sur l'étude



Figure 32: Affiche au bord de l'eau

L'étude étant tributaire de la bonne coopération des pêcheurs, de nombreux supports de communication ont été créés et déposés le long de la rivière Aisne sur les lieux les plus fréquentés.

Une plaquette de communication a été éditée et distribuée largement auprès des pêcheurs et des dépositaires. Des rappels de l'étude ont été formulés dans le guide de pêche 2022 et via carte de pêche.fr ainsi que sur le site de la Fédération et la page Facebook.

Une réunion d'échanges et d'informations a été organisée le 1^{er} octobre à Choisy-au-bac avant le début de l'étude.

Les pêcheurs ont été également invités à participer à l'étude scalimétrique en prélevant des écailles sur leurs prises de brochets afin de les transmettre à la Fédération.

Également, une vidéo a été diffusée dans la presse locale (Oise Hebdo) au moment de la journée de science participative. Une autre vidéo a été tournée par l'Union des Fédérations et diffusée sur internet.

II.3.g. Récolte et traitement des données

Les données des hydrophones fixes ont été récoltées 1 fois / mois lors d'une prospection mobile. Celles du suivi mobile sont récupérées après chaque prospection.

Ces données sont ensuite compilées dans un fichier Excel. Celles des hydrophones fixes sont traitées à l'aide du logiciel WHS Hote. De nombreuses données sont générées, notamment si un poisson est resté dans le champ de détection d'un hydrophone. Les données sont enregistrées toutes les 45 s.

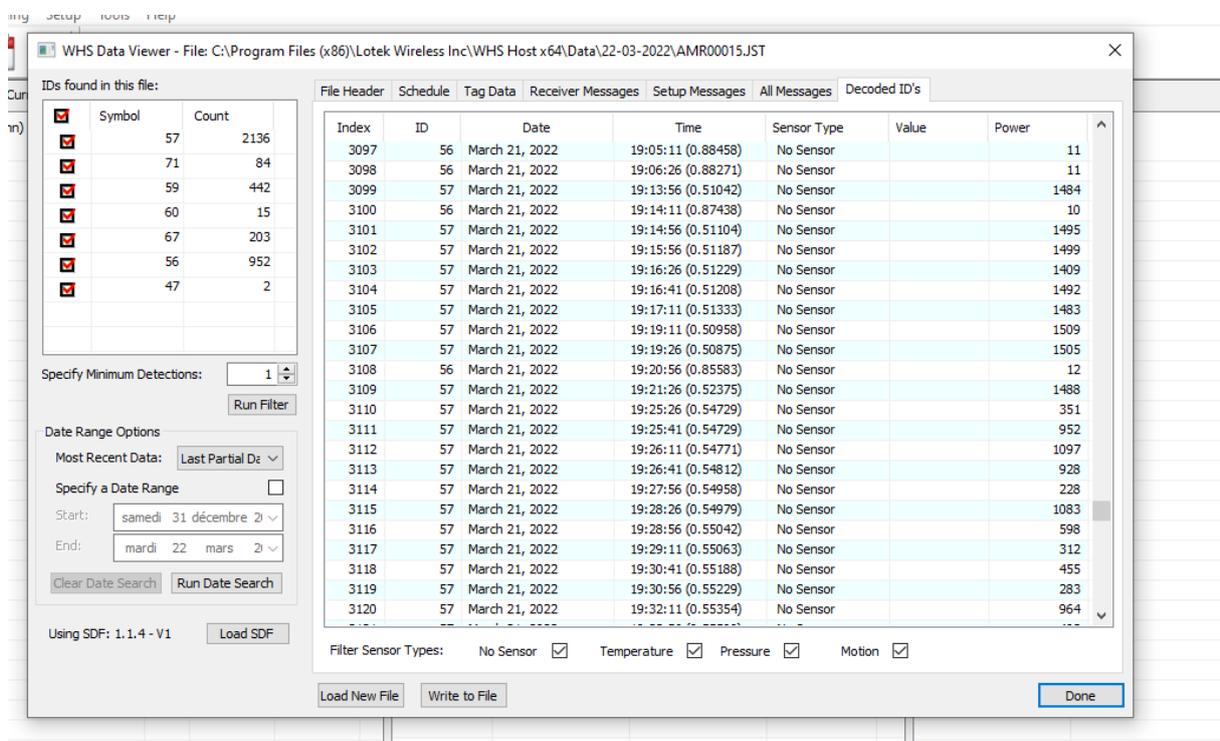


Figure 33: Ouverture de fichier récolté sur un hydrophone fixe avec le logiciel WHS

Plusieurs bases de données ont été constituées :

- Données brutes / hydrophone
- Données brutes / poisson (mobile + fixe)

Les enregistrements ID (identifiant poisson) inférieurs à 3 fois ou avec des « power » (force de détection) inférieures à 20 ont été considérés comme aberrants et ont été supprimés.

Ensuite, une simplification des données est effectuée, de manière à obtenir 1 donnée / poisson / jour et par hydrophone.

La distance entre chaque hydrophone et la confluence avec l’Oise a été calculée en prenant comme valeur 0 la confluence. Les enregistrements sur l’Oise étaient indiqués en valeur négative.

Etant donné la grande variabilité du nombre de détection entre les poissons, il est difficile de comparer les distances effectuées. D’autant que la précision de détection n’est pas assez restreinte. Les distances parcourues sont donc de plus ou moins 400 m.

Différentes variables de déplacements ont alors été calculées (Ovidio M. e., 2009) (Capra, 2018) (Ovidio M. e., 2013) (Pareilles C & Cousin B, 2021) :

- Distance nette Total (DnT). Elle correspond à la somme des distances parcourues par le poisson entre deux détections. La distance parcourue entre deux détections / jour / hydrophone est calculée en valeur absolue.
- Domaines vitaux (DV). Il s’agit de la différence entre le point de détection le plus en amont et le plus en aval pour chaque poisson.
- Intensité d’exploitation (IE), calculée en divisant le DnT par le DV. Ceci permet de savoir comment le poisson s’est déplacé au sein de son domaine vital.

Les données ont ensuite été exportées sous Qgis afin de réaliser des cartes de points de détections des poissons et sur R studio afin d’effectuer diverses analyses statistiques. Il est à noter que l’échantillon de données était très faible (20 poissons). Les tests statistiques paramétriques ne sont pas appropriés pour l’analyse de faibles échantillons de données (<30 échantillons). Des tests non paramétriques ont donc été majoritairement réalisés. Toutefois, la vérification de la normalité des données a été effectuée par des test de Shapiro (shapiro.test).

Tableau 2: Analyses statistiques effectuées

Objectifs	Analyses statistiques effectuées
Distance nette totale (DnT) selon la zone de lâchée	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Domaine vital (DV) selon la zone de lâchée	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Intensité d’exploitation (IE) selon la zone de lâchée	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Distance nette totale (DnT) selon le sexe du poisson	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Domaine vital (DV) selon le sexe du poisson	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Intensité d’exploitation (IE) selon le sexe du poisson	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Distance nette totale (DnT) selon la provenance du poisson (pisciculture ou Aisne)	Test de Student (t.test)
Domaine vital (DV) selon la provenance du poisson (pisciculture ou Aisne)	Test de Student (t.test)
Intensité d’exploitation (IE) selon la provenance du poisson (pisciculture ou Aisne)	Test de Student (t.test)
Distance nette totale (DnT) selon la taille du poisson	Test de corrélation (cor.test)
Domaine vital (DV) selon le sexe du poisson	Test de corrélation (cor.test)
Intensité d’exploitation (IE) selon la provenance du poisson	Test de corrélation (cor.test)
Distance nette totale (DnT) selon la taille du poisson	Test de Corrélation (cor.test)

Domaine vital (DV) selon la taille du poisson	Test de Corrélation (cor.test)
Intensité d'exploitation (IE) selon la taille du poisson	Test de Corrélation (cor.test)
Distance nette totale (DnT) selon l'âge du poisson	Test de Corrélation (cor.test)
Domaine vital (DV) selon l'âge du poisson	Test de Corrélation (cor.test)
Intensité d'exploitation (IE) selon l'âge du poisson	Test de Corrélation (cor.test)
Différence de distance nette totale (Dnt) pendant la période de reproduction et hors période de reproduction	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Différence de distance nette totale (Dnt) pendant la période de reproduction et hors période de reproduction selon la provenance du poisson (pisciculture ou Aisne)	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Relation entre les paramètres environnementaux des secteurs d'habitats	Analyse en Composante Principale (ACP) Classification Ascendante hiérarchique (CAH)
Nombre de détection selon la sinuosité	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Nombre de détection selon la présence ou l'absence de confluence	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Nombre de détection selon la présence ou l'absence de fosse	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Nombre de détection selon l'état de la ripisylve	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Nombre de détection selon l'abondance de végétation aquatique	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Nombre de détection selon la présence ou l'absence d'annexes hydrauliques	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Nombre de détections selon l'occupation du sol à proximité	Test de Kruskal-Wallis (kruskal.test)
Nombre de détections selon l'artificialisation du milieu	Test de Kruskal-Wallis (kruskal.test)
Distance nette totale (Dnt) selon la température de l'eau	Test de corrélation (cor.test)
Distance nette totale (Dnt) selon les débits	Test de corrélation (cor.test)
Influence de diverses variables sur les distances nettes totales (Dnt)	Analyse factorielle Multiple (MFA) sur les variables « débits, températures, sexe, âge, taille, origine, zone de lâché » sur la distance parcourue par les brochets
Distance nette totale (Dnt) selon la température (0-6°C, 6-14°C, >14°C)	Test de Wilcoxon (wilcox.test)
Distance nette totale (Dnt) selon les débits	Test de Wilcoxon (wilcox.test)

III. Résultats

III.1. Utilisation du matériel

Des tests ont été effectués afin de vérifier la portée de détection des hydrophones dans l'environnement de l'étude. Les résultats ont indiqué des distances de détections relativement importantes, jusqu'à 300 m. Cette portée est plus élevée que ce qui été indiqué par le fabricant, à environ 100 m.

10 hydrophones fixes ont été positionnés le long de l'Aisne sur le site d'étude. Le tableau suivant récapitule le nombre de détection d'ID de poissons marqués par hydrophone fixe.

Tableau 3: Nombre de détection par hydrophone

Hydrophones fixes	Nombre de détection
Hydrophone n°15	47 220
Hydrophone n°7	42 730
Hydrophone n°11	240 795
Hydrophone n°16	837 195
Hydrophone n°4	119 140
Hydrophone n°6	307 123
Hydrophone n°9	344 522
Hydrophone n°14	187 332
Hydrophone n°12	91 277
Hydrophone n°5	22 272

Une grande disparité est constatée sur le nombre de détection entre les hydrophones. Ceci peut indiquer des secteurs plus favorables au maintien des poissons que d'autres. L'hydrophone 16 a détecté 37 fois plus d'ID que l'hydrophone 5.

Dans le cadre du suivi mobile en bateau, 336 détections de poissons ont été recensés sur les 37 jours de suivi, soit en moyenne 9 poissons détectés par passage sur les 20 individus marqués.

Le tableau suivant indique le nombre de détection total par poisson marqué ainsi que le nombre de détection par jour et par hydrophone. Ainsi, les données d'un même poisson, au même hydrophone, le même jour ont été réduites à 1 donnée.

Tableau 4: Nombre de détection par poisson

ID	Jour total de suivi	Nb de détection / jour / hydrophone (fixe + mobile)	Nb de détection total (fixe + mobile)
56	263	45	5 366
57	265	68	27 507
58	170	25	4 321
59	222	180	172 608
60	178	93	139 886
61	282	90	9 475
62	282	97	142 511
63	281	285	285 649
64	281	131	211 827
65	281	121	35 911
66	282	186	43 983
67	282	182	56 278
68	87	88	126 886
69	267	197	43 844
70	282	242	156 006
71	282	233	194 551
72	282	253	196 689
73	281	371	173 404
74	281	152	102 152
75	247	207	133 905

Là encore une grande disparité est constatée entre les individus. Certains poissons se sont montrés très « discrets » comme le n°58 alors que d'autres sont restés proche d'un hydrophone comme le n°63.

Le poisson n° 73 a été détecté moins de fois au total que le n°63, en revanche il a effectué plus de déplacements entre les hydrophones au sein d'une journée.

Les premiers enregistrements de poissons sont survenus les 13 et 14 octobre 2021 selon le bief et les derniers enregistrements le 22 juillet 2022, soit un maximum de 281-282 jours de suivi. 12 poissons ont ainsi pu être suivis sur l'intégralité de la période. Toutefois, le nombre de détection diffère beaucoup. Certains poissons ont été perdus durant des périodes plus au moins longues au cours du suivi. Uniquement 5 poissons ont été détectés pour la dernière fois avant le dernier mois de suivi. Le premier poisson « disparu » est le 66, le 9 janvier. Malgré le peu de poissons intégrés au suivi, le taux de perte est plutôt faible.

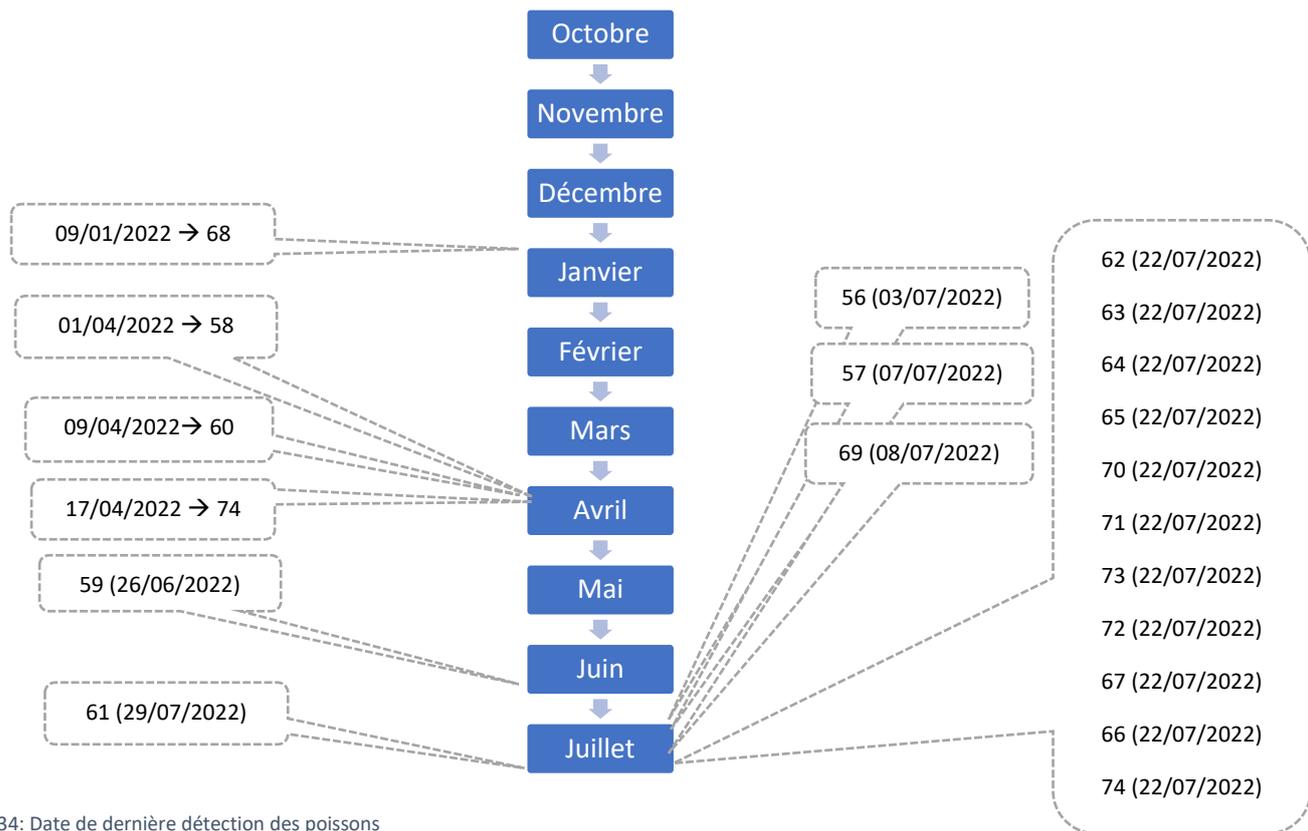


Figure 34: Date de dernière détection des poissons

III.2. Poissons marqués

16 brochets et 4 silures sont suivis lors de cette étude. Parmi les brochets, 5 proviennent de l’Aisne et 10 de pisciculture. Un individu supplémentaire a été capturé à la réserve de l’Ois’eau à Pontpoint.

L’effectif de poisson suivi est faible. La densité de poissons sur la zone d’étude et notamment de brochets semble faible. En effet, lors de la journée de pêche participative et lors des deux journées de pêches électriques uniquement 5 poissons sont capturés malgré un effort de pêche important.

Le premier résultat de cette étude est donc une population de brochet fragile sur le secteur. Composé principalement de gros spécimens, d’une taille supérieure à 80 cm. Peu de poissons juvéniles ou jeunes adultes sont observés. La population semble donc vieillissante.

En ce qui concerne le sexe des brochets, l’échantillon marqué est composé de 9 mâles et de 7 femelles.

4 silures ont également été marqués dans le cadre de cette étude. Les données de suivi de leurs déplacements sont intégrées au rapport sur les contenus stomacaux de la FDAAPPMA 60 (Fédération de l’Oise pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 2022).

Le tableau suivant présente les poissons qui ont été marqués lors de cette étude.



Figure 35: marquage du poisson n°56

Tableau 5: Liste des poissons marqués

Id	Espèce	Sexe	Poids (kg)	Longueur (cm)	Age	Origine	Émetteur	N° spaghetti	Traits	Date de marquage	Zone de lâché
56	Brochet	F	4,617	85,5	3.8	Aisne	56-T474217	23002	Bon état	09/10/2021	Pont de Choisy
57	Brochet	M	5,215	91,5	4.8	Aisne	57-T474218	23003	Bon état	09/10/2021	Pont de Choisy
70	Brochet	F	8,886	103	5.8	Aisne	70-T474231	23040	Bon état	13/10/2021	Pont de Choisy
71	Brochet	M	4,135	81	3,8	Aisne	71-T474232	23038	Bon état	13/10/2021	Pont de Choisy
73	Brochet	M	4,98	92,8	6,8	Aisne	73-T474234	23037	Kyste buccal	14/10/2021	Pont du Francport
75	Brochet	M	2,019	66,5	2,8	Réserve de l'Ois'eau	75-T474236	23035	Blessures sur les flancs	28/10/2021	Pont du Francport
58	Brochet	M	1,014	54,5	1,8	Pisciculture	58-T474219	23024	Bon état	14/10/2021	Pont de Choisy
59	Brochet	M	1,749	62	1.8	Pisciculture	59-T474220	23025	Bon état	14/10/2021	Pont de Choisy
60	Brochet	M	1,13	56,2	1.8	Pisciculture	60-T474221	23050	Bon état	14/10/2021	Pont de Choisy
61	Brochet	F	1,154	57,5	1.8	Pisciculture	61-T474222	23049	2 marques bec de cormoran	14/10/2021	Pont de Choisy
62	Brochet	F	1,001	55	1.8	Pisciculture	62-T474223	23048	Œil abimé	14/10/2021	Pont de Choisy
63	Brochet	M	1,625	62,5	1.8	Pisciculture	63-T474224	23047	Bon état	14/10/2021	Pont du Francport
64	Brochet	M	1,045	55	1.8	Pisciculture	64-T474225	23046	Bon état	14/10/2021	Pont du Francport
65	Brochet	F	1,492	60,5	1.8	Pisciculture	65-T474226	23045	Atrophie nageoire dorsale	14/10/2021	Pont du Francport
68	Brochet	F	1,15	56,5	1.8	Pisciculture	68-T474229	23042	Bon état	14/10/2021	Pont du Francport
69	Brochet	F	1,420	57	1.8	Pisciculture	69-T474230	23041	Bon état	14/10/2021	Pont du Francport
66	Silure	-	7,469	107	-	Aisne	66-T474227	23044	Bon état	13/10/2021	Pont de Choisy
67	Silure	-	15	129	-	Aisne	67-T474228	23043	Bon état	13/10/2021	Pont de Choisy
72	Silure	-	20	140	-	Aisne	72-T474233	23039	Bon état	13/10/2021	Pont de Choisy
74	Silure	-	4,762	92,5	-	Aisne	74-T474235	23036	Bon état	14/10/2021	Pont du Francport

Lors du marquage des poissons, des écailles ont été prélevées chez les brochets afin de déterminer l'âge des individus. Les résultats sont indiqués dans le tableau 6. Les écailles d'un poisson plus jeune non marqué ont été également étudiées (NUM 0).

Tableau 6: Age des poissons après étude scalimétrique (FishPass)

NUM	ID	Lt_RAD1	Lt_RAD2	Lt_RAD3	Lt_RAD4	Lt_RAD5	Lt_RAD6	Lt_RAD7	Age
0	-	219							0,8
1	56	314	636	762	855				3,8
2	57	398	698	794	861	915			4,8
3	59	346	620						1,8
4	58	279	545						1,8
5	60	329	562						1,8
6	61	370	575						1,8
7	62	383	550						1,8
8	63	324	625						1,8
9	64	311	550						1,8
10	65	321	605						1,8
11	68	338	565						1,8
12	69	316	570						1,8
13	70	404	669	820	913	981	1030		5,8
14	71	402	643	767	810				3,8
15	73	248	522	737	816	867	901	928	6,8
16	75	218	503	665					2,8



Figure 36: Ecaille du poisson n°56 (à gauche) et du poisson n°73 (à droite)

Les résultats indiquent que les poissons de pisciculture ont presque deux ans pour des tailles comprises entre 54,5 et 62,5 cm avec une taille moyenne de 57,7 cm. Le taux de croissance est donc environ de 28 cm / an en pisciculture.

Les poissons prélevés dans l'Aisne mesuraient entre 81 et 103 cm, pour une moyenne à 90,7 cm. Les plus petits avaient près de 4 ans. Le poisson n°73 était plus âgé que le n°70 pourtant 10 cm plus grand. Ce dernier a donc eu une croissance plus importante. La croissance des individus est variable de 22,5 à 13,69 / an, ce qui peut témoigner d'origines différentes. Le poisson prélevé à la réserve de l'Ois'eau

avait près de 3 ans. Il a eu donc une croissance plutôt rapide témoignant d'une ressource alimentaire importante.

Plusieurs autres FDAAPPMA (FD02, FD77, FD10) ont également réalisé des études de suivi des déplacements des brochets sur les rivières respectives de l'Aisne et de la Seine. Des études scalimétriques ont également été effectuées. Le graphique ci-dessous indique les âges selon la taille des poissons (Grimaud M., 2020) (Pareilles C & Cousin B, 2021) (Chevalier E, 2021).

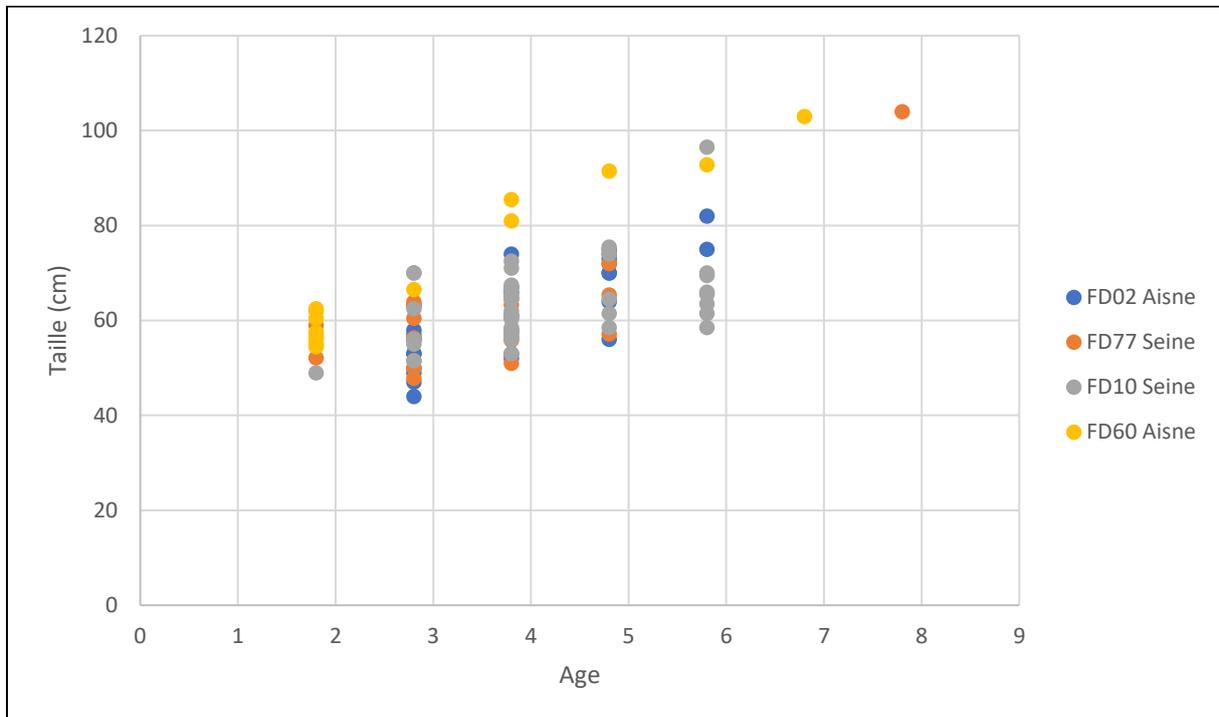


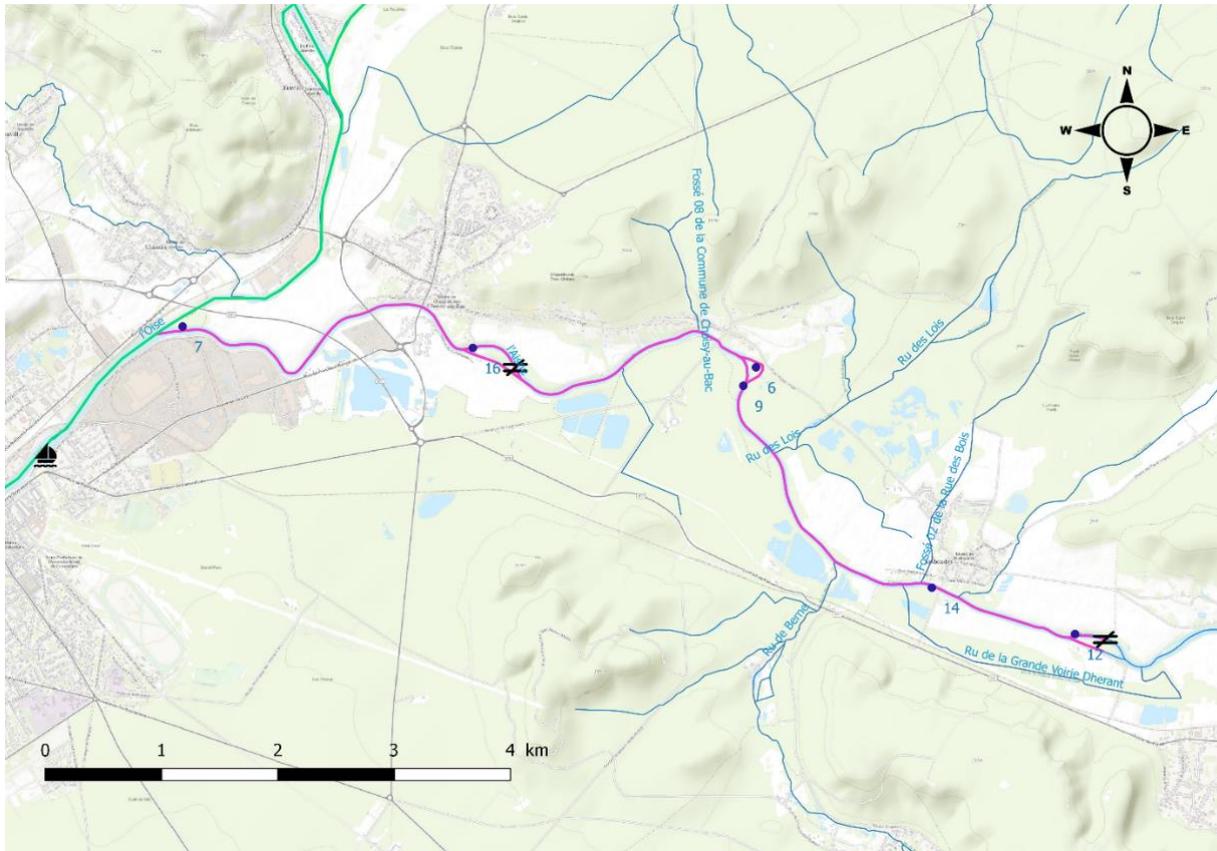
Figure 37: Age selon la taille des brochets sur l'Aisne et la Seine

En comparaison avec les brochets prélevés sur l'Aisne en amont et sur la Seine, les brochets capturés sur l'Aisne dans le département de l'Oise ont tendance à être plus grand pour un âge similaire, donc à avoir un taux de croissance plus élevé.

III.3. Caractérisation des habitats

III.3.a. La température

Pour rappel, 6 sondes ont été positionnées le long du site d'étude.



Les graphiques ci-dessous présentent les températures enregistrées sur les 6 sondes.

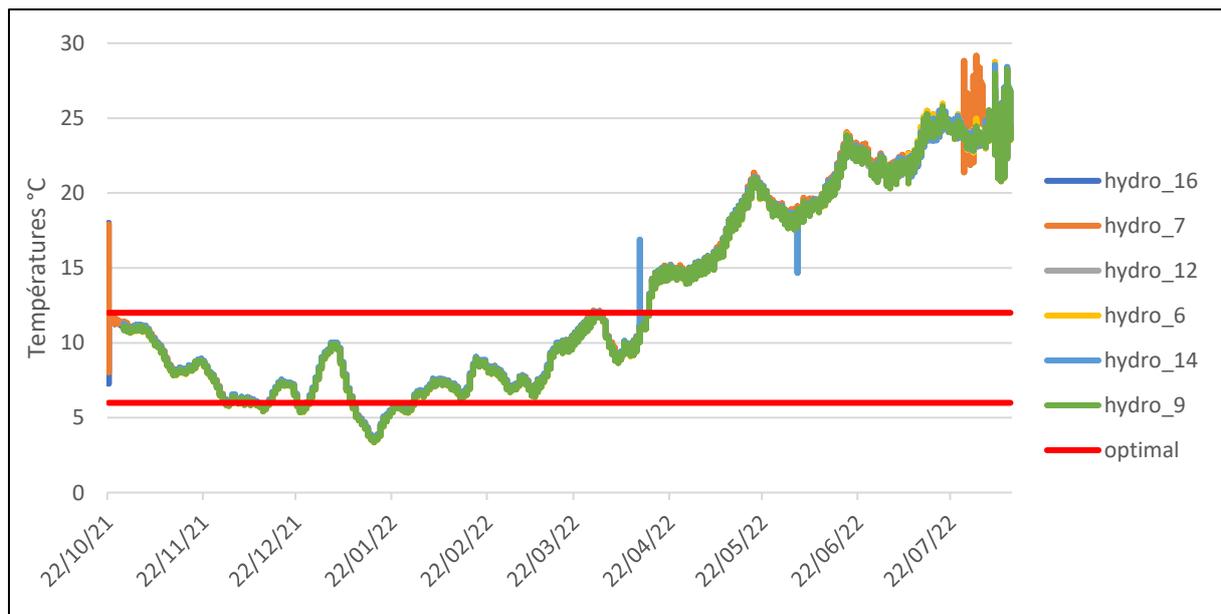


Figure 38: Températures enregistrées toutes les heures en °C (courbes rouges : optimal thermique pour le développement des œufs et la croissance des alevins)



Figure 39: Températures moyennes journalières en °C (courbes rouges : optimal thermique pour le développement des œufs et la croissance des alevins)

Les températures enregistrées sont similaires sur les différents secteurs. Les températures descendent en dessous de 6°C le 9 janvier 2022 puis remontent le 28 janvier 2022, ce qui peut déclencher la migration des géniteurs vers les frayères. Les températures ont dépassé les 12°C à partir du 16 avril 2022. En été, elles ont dépassé les 25°C mais de manière ponctuelle, ce qui n'est pas forcément limitant pour les brochets adultes qui peuvent tolérer des températures élevées.

Les températures les plus chaudes sont enregistrées sur l'hydrophone 7, situé près de la confluence avec l'Oise, avec également l'amplitude thermique la plus élevée.

Tableau 7: Caractéristiques des données thermiques

	hydro 16	hydro 7	hydro 12	hydro 6	hydro 14	hydro 9
Dd Période	22/10/2021	23/10/2021	28/10/2021	27/10/2021	28/10/2021	28/10/2021
Df Période	25/07/2022	01/08/2022	09/08/2022	10/08/2022	10/08/2022	09/08/2022
Durée	277	283	286	288	287	286
Ti min	3,5	3,5	3,4	3,4	3,5	3,4
Ti max	25,6	29,2	28,3	28,8	28,5	28,2
ATi	22,1	25,7	24,9	25,4	25	24,8
Ajmax Ti	10,7	7,4	6	5,9	6,7	5,9
D Ajmax Ti	22/10/2021	26/07/2022	09/08/2022	09/08/2022	12/04/2022	09/08/2022
Tmj min	3,5	3,6	3,5	3,4	3,6	3,4
Tmj max	25	26,4	25,1	25,3	25,2	25
ATmj	21,5	22,8	21,6	21,9	21,6	21,6
D Tmj max	20/07/2022	31/07/2022	09/08/2022	05/08/2022	09/08/2022	09/08/2022
Tmp	12,25	12,61	12,83	12,79	12,92	12,79
Tm30j max	22,85	23,67	23,89	24	24,02	23,97
Dd Tm30j max	26/06/2022	02/07/2022	11/07/2022	11/07/2022	11/07/2022	11/07/2022
Df Tm30j max	25/07/2022	31/07/2022	09/08/2022	09/08/2022	09/08/2022	09/08/2022

III.3.b. Débits

Le graphique ci-dessous présente les données des débits et les hauteurs d'eau instantanées d'octobre 2021 à août 2022, soit durant la période de l'étude.

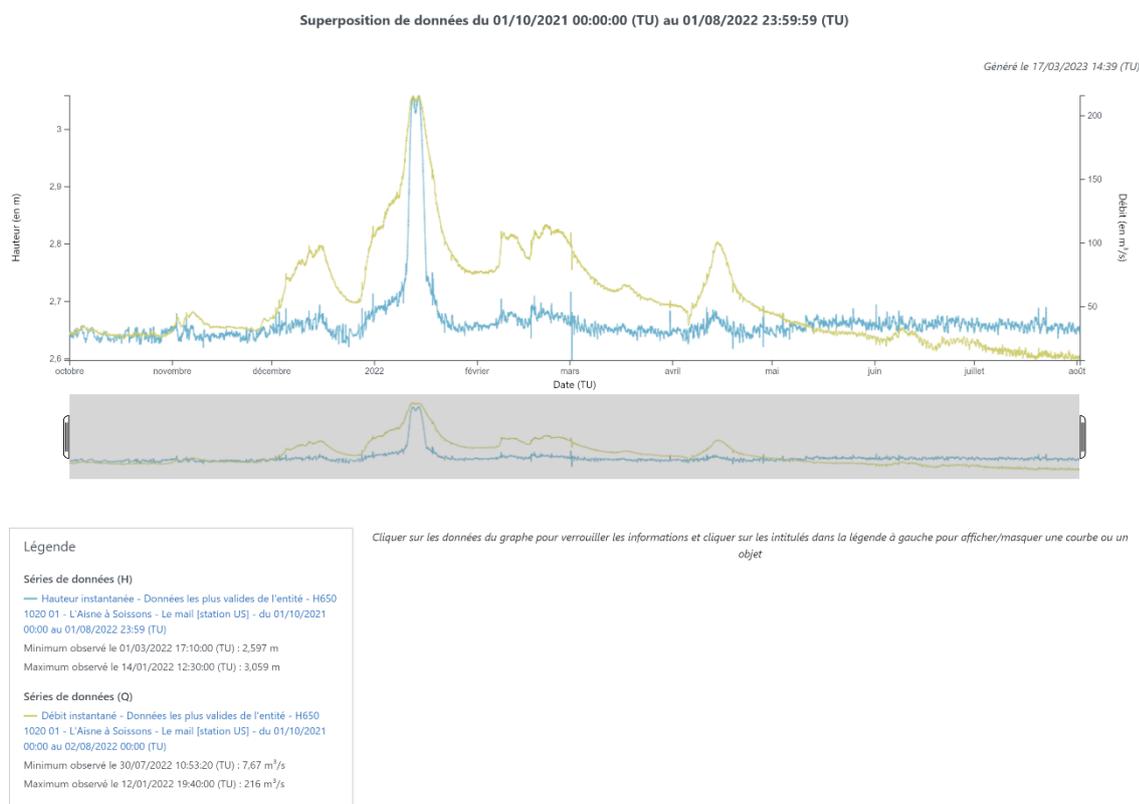


Figure 40: Débits instantanés et hauteurs d'eau instantanés au niveau de la station de Soissons (source : banque hydro)

Un pic de débit est observé lors du mois de janvier, avec un maximum enregistré le 12 janvier. Deux autres pics, moins importants sont observés les 11 et 22 février 2022 ainsi que le 14 avril 2022. Le débit maximal est enregistré le 12 janvier 2022, avec 216 m³/s, tandis que le débit minimal est de 7,67 m³/s, le 30 juillet 2022.

La hauteur d'eau maximale a été atteinte le 14 janvier 2022, à 3,059 m. La minimale enregistrée sur la période est le 1^{er} mars 2022, à 2,597 m. La différence de hauteur d'eau entre la minimale et la maximale est de 46,2 cm, ce qui est faible.

À titre de comparaison, sur la période d'octobre 2020 à août 2021, la hauteur d'eau maximale instantanée est de 3,921 m, le 8 février 2021 et la minimale est de 2,571 m, le 1^{er} décembre 2020, soit une différence d'1,35 m. Pour les débits, la valeur maximale durant cette période est de 316 m³/s, le 8 février 2021 et la minimale est de 9,92 m³/s, le 1^{er} octobre 2020. Sur la figure 53, le pic de hauteur d'eau en 2021 est bien plus conséquent qu'en 2022. Également, en 2021, une crue inhabituellement est survenue au mois de juillet.

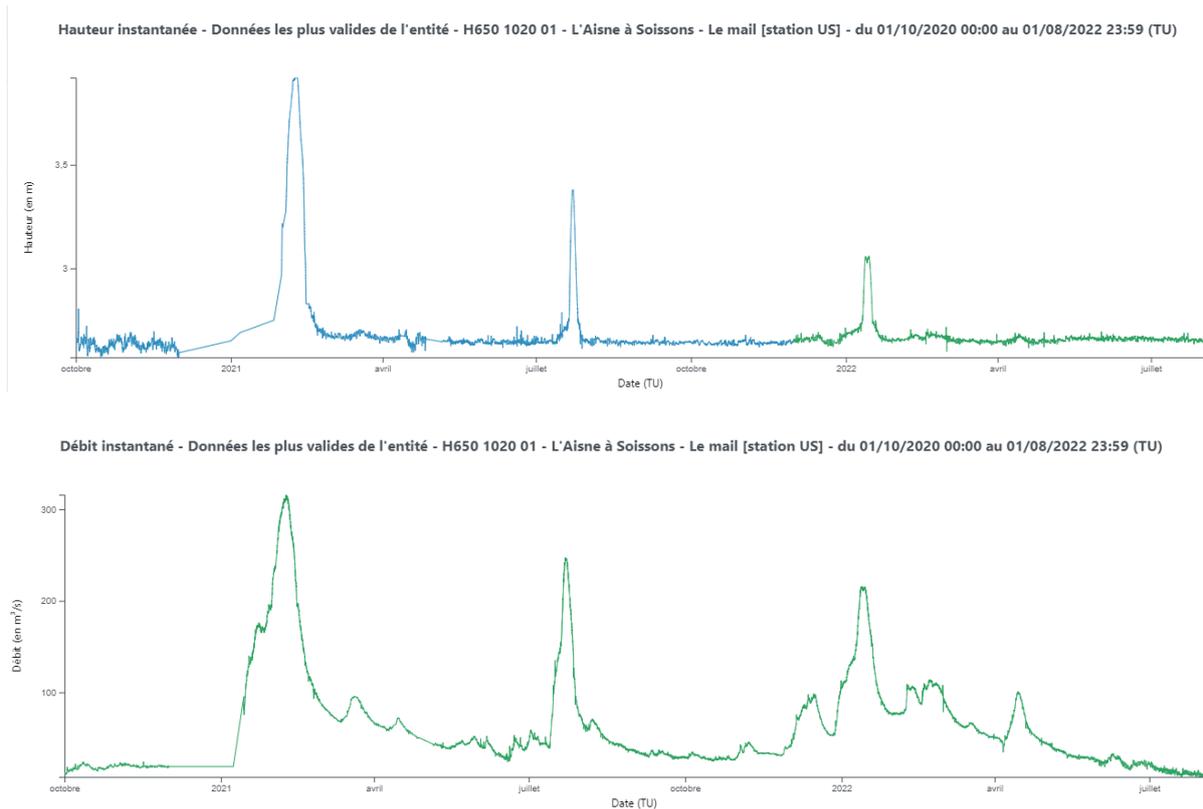


Figure 41: Hauteurs d'eau et débits instantanés enregistrés d'octobre 2020 à août 2022 (source: banque hydro)

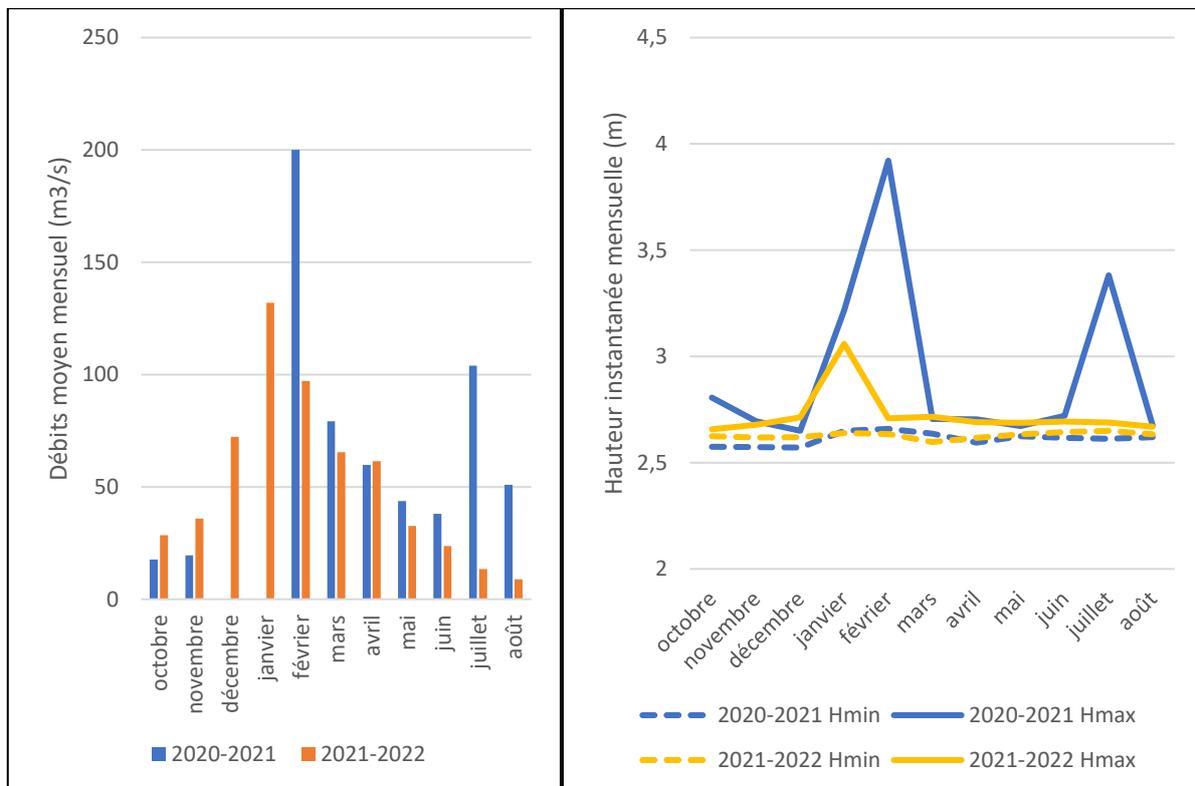


Figure 42: Comparaison des débits moyen mensuel et des hauteurs d'eau en 2020-2021 ou 2021-2022 (Hmax : hauteur d'eau maximale, Hmin : hauteur d'eau minimale) (source : banque hydro)

Une différence significative est retrouvée entre les débits d'octobre à décembre 2021 et d'avril à août 2022 avec ceux de janvier à mars 2022, ceci confirme le régime hydrologique de l'Aisne avec des crues de janvier à mars.

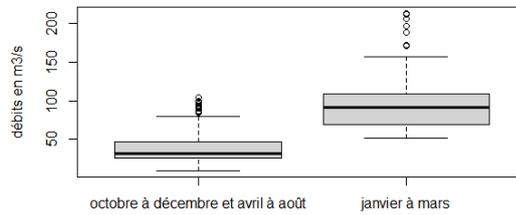


Figure 43: Boxplot de répartition des débits selon la période

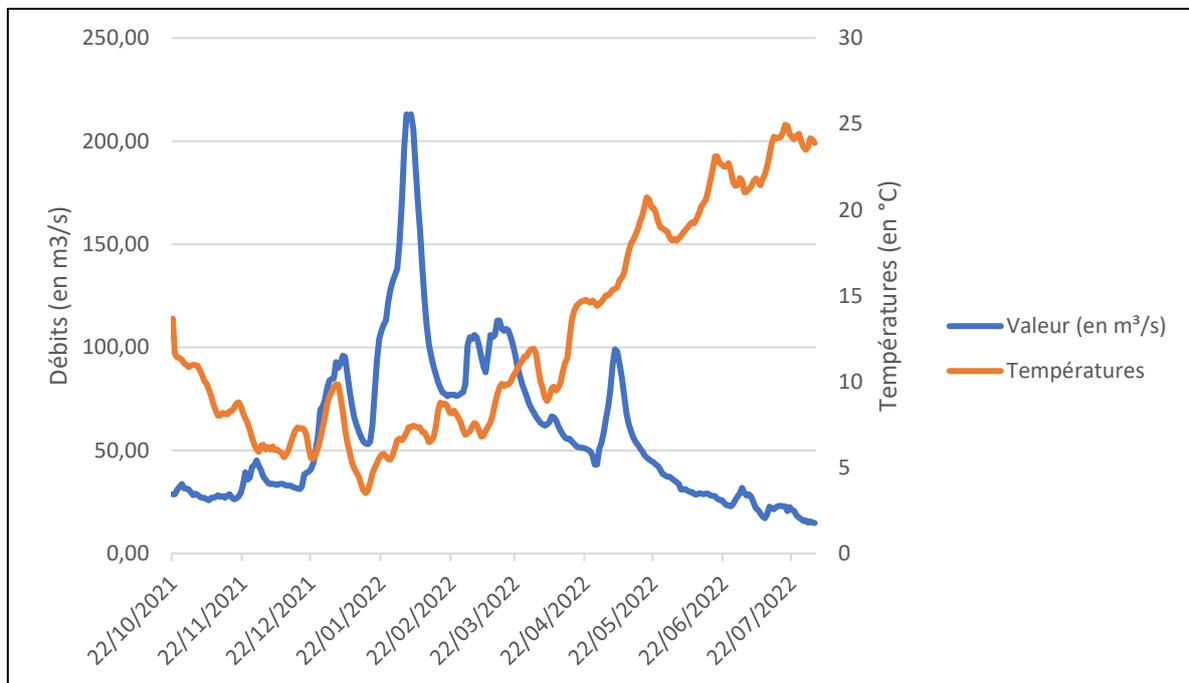


Figure 44: Débits journaliers et températures moyennes journalières durant la période d'étude (source : banque hydro)

III.3.c. La caractérisation des habitats

Comme indiqué précédemment, le site d'étude a été découpé en différents tronçons afin de caractériser les habitats.

Les conditions hydrologiques étaient en eaux moyennes au moment de la caractérisation des habitats. La largeur en eau varie de 40 à 55 m sur l'Aisne, avec une moyenne à 48 m. Celle-ci est plutôt homogène sur le site d'étude. Sur l'Oise, la largeur en eau est plus importante au niveau de la confluence, 70 m, puis diminue à 37 m, pour de nouveau s'élargir au niveau de la jonction du canal latéral à l'Oise.



Figure 45: L'Oise à Compiègne (à gauche) et l'Aisne en amont du barrage du Carondeau (à droite)

Le type de faciès présent sur tous les secteurs est lentique et le fond n'est pas visible en raison de la turbidité de l'eau. La granulométrie de fond se compose de sable sur tout le linéaire. La profondeur en eau est assez homogène, de 3 à 5 m, sous forme de U. Quelques fosses sont présentes avec des profondeurs de plus de 7 m.

La sinuosité varie de rectiligne à très sinueuse. Le bief aval est légèrement plus sinueux que le bief amont. Sur l'Oise, le cours d'eau est rectiligne.

En revanche, le bief aval et l'Oise sont plus artificialisés que le bief amont de l'Aisne où des forêts sont majoritairement présentes ainsi que des zones de cultures. En aval, proche de l'Aisne et de l'Oise, du tissu urbain est dominant.

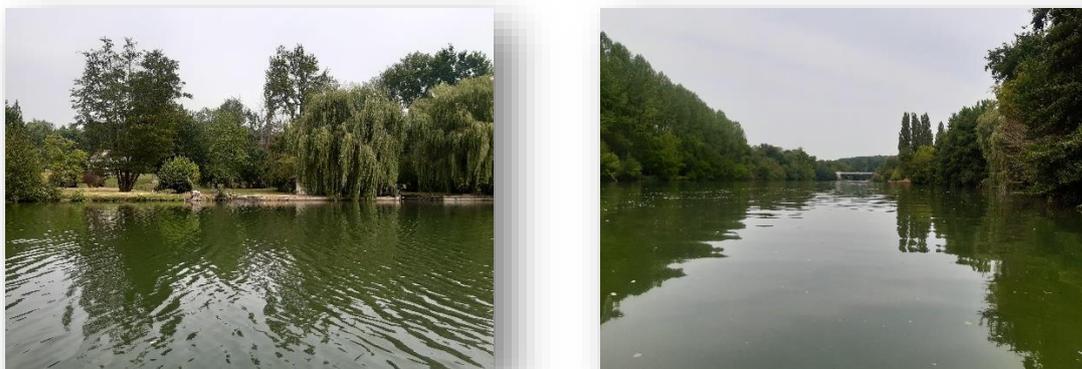


Figure 46: l'Aisne en aval du pont de Rethondes (à gauche) et en amont (à droite)

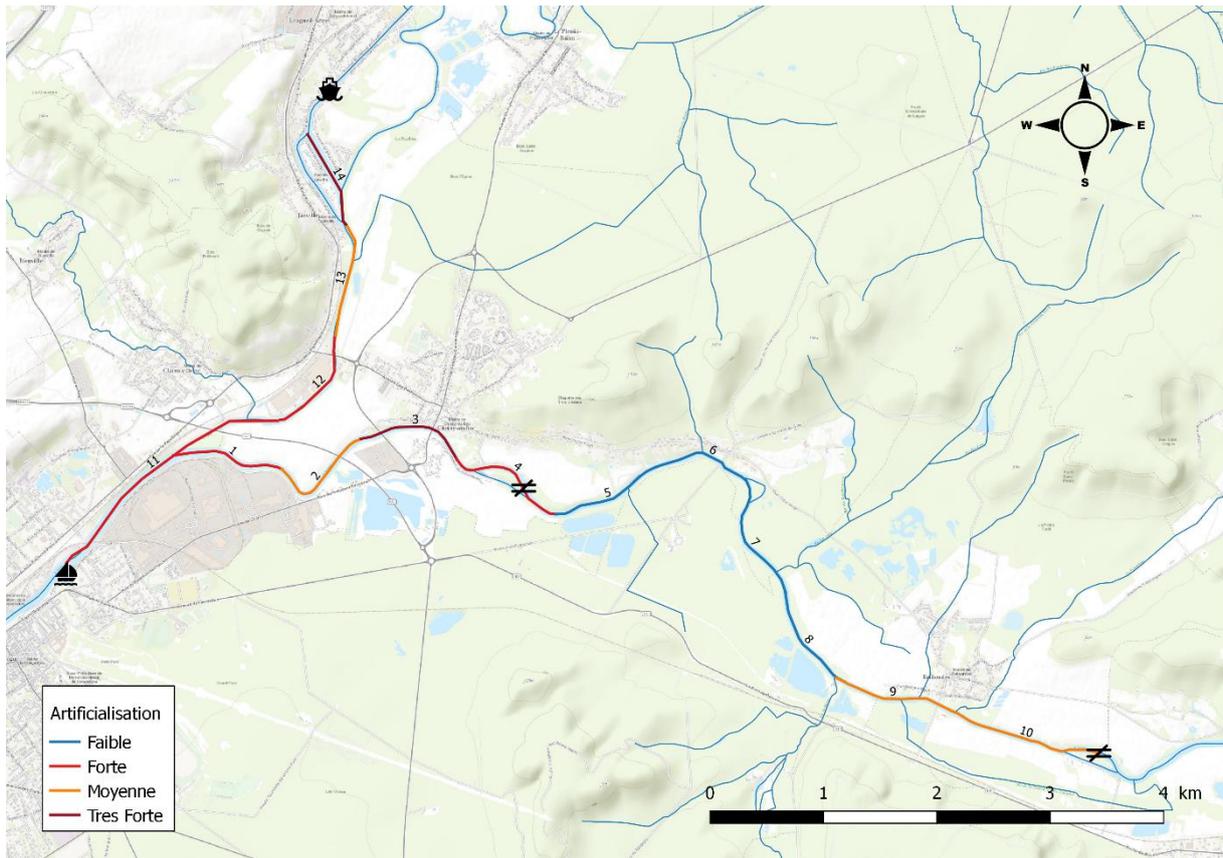


Figure 47: Artificialisation selon les secteurs d'étude sur l'Aisne et l'Oise

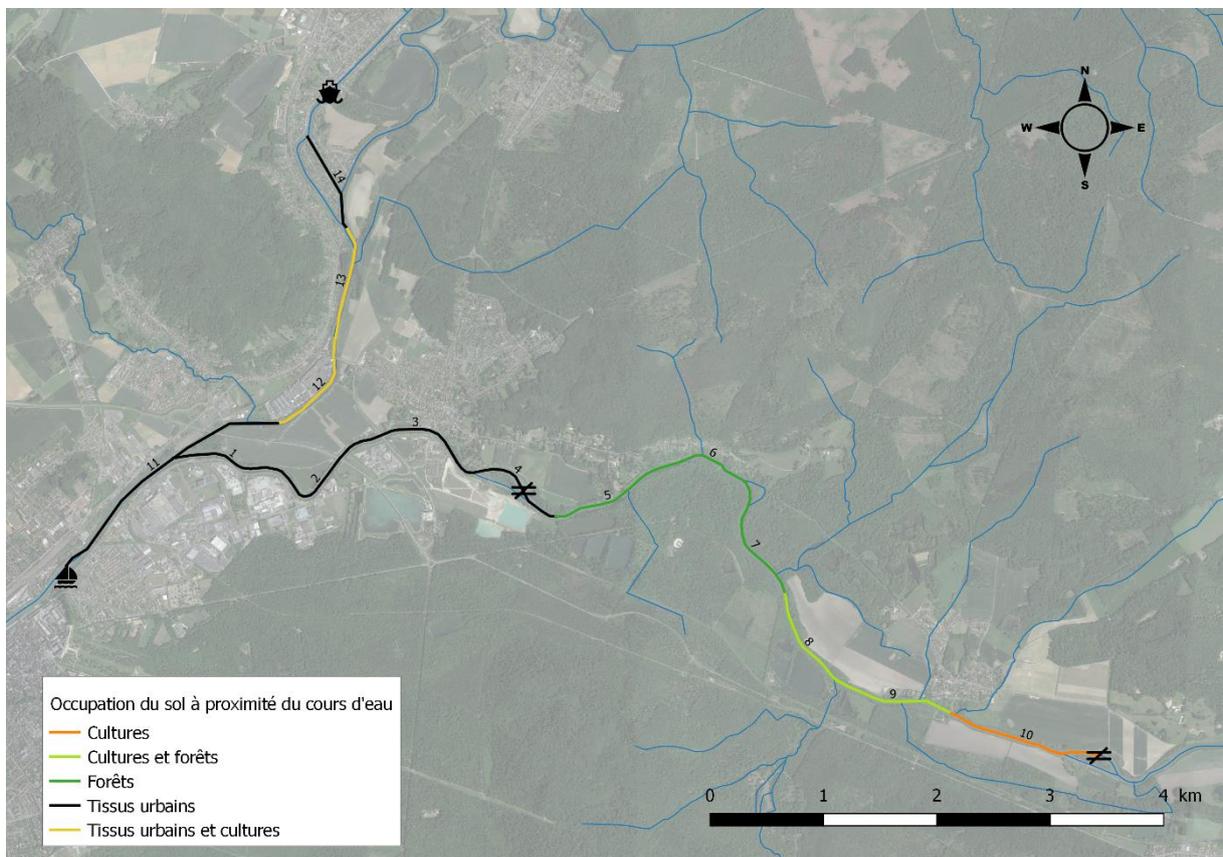
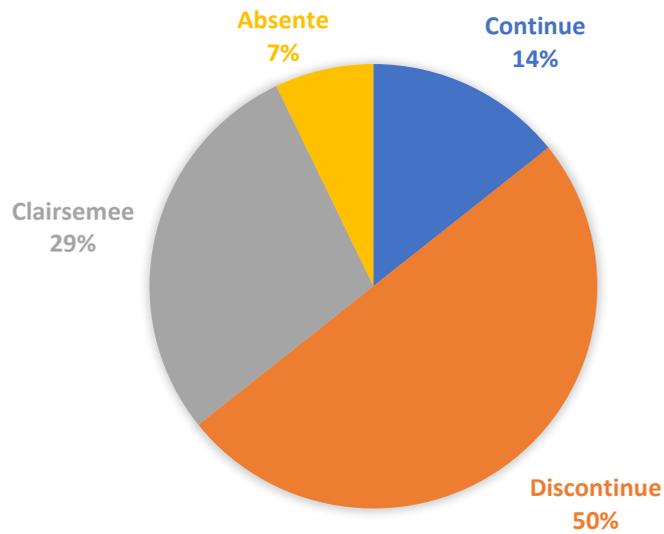


Figure 48: Occupation du sol à proximité du cours d'eau selon les secteurs d'étude

La ripisylve est majoritairement discontinue sur le secteur d'étude. Elle est toutefois continue sur les secteurs en zone forestière (n° 7 et 8).



En ce qui concerne la présence de végétation aquatique, celle-ci est, de manière générale, plutôt faible sur le secteur d'étude, avec moins de 10 % de recouvrement.

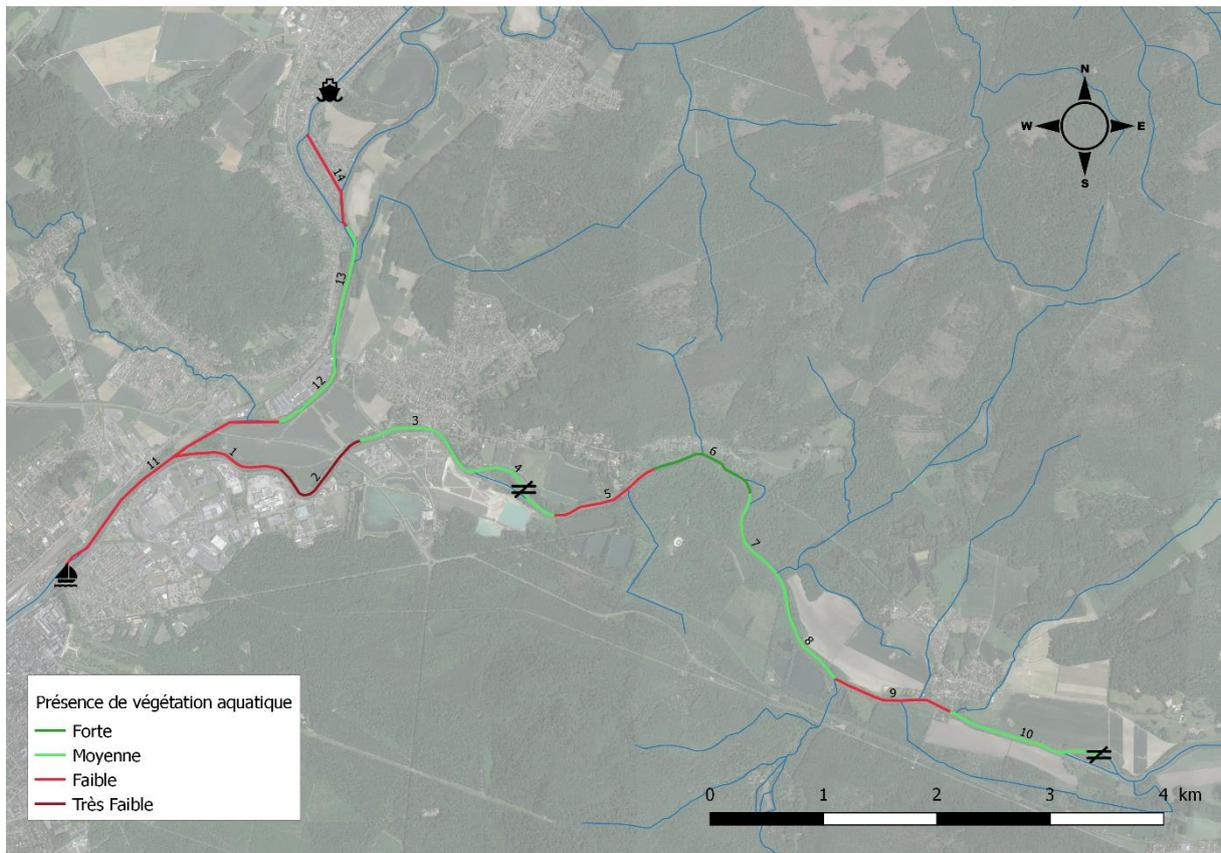


Figure 49: Abondance de la végétation aquatique selon le secteur d'étude



Figure 50: Photos de végétation aquatique

Le même constat est fait pour la présence d'habitats (embâcles, racines d'arbres, blocs, souches, etc.) avec une abondance faible en général sur le site d'étude (79 % des secteurs). Le secteur avec le plus d'habitats et de végétation aquatique est situé au niveau de l'île du Francport, sur le bras annexe.

Enfin, des confluences sont présentes sur les secteurs n° 2, 3, 4, 8 et 12, tandis que des annexes hydrauliques ne sont présentes que sur les secteurs n°2, 6 et 14.

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) permet de regrouper les tronçons selon les critères attribués. 3 groupes peuvent être distingués. Toutefois, les faibles variations entre les habitats ne permettent pas de réellement distinguer les secteurs d'études.

Une Analyse en Composante Principale (ACP) est réalisée en gardant 2 axes sur les différents paramètres d'habitats divergeant entre les secteurs d'étude.

Les résultats de l'ACP indiquent bien une convergence entre l'occupation du sol, l'état de la ripisylve, l'artificialisation et la présence d'habitats ainsi que la présence de végétation aquatique. La présence d'une ripisylve en bon état est associée aux zones forestières, permettant une quantité plus importante d'habitat et dans une moindre mesure de végétation aquatique.

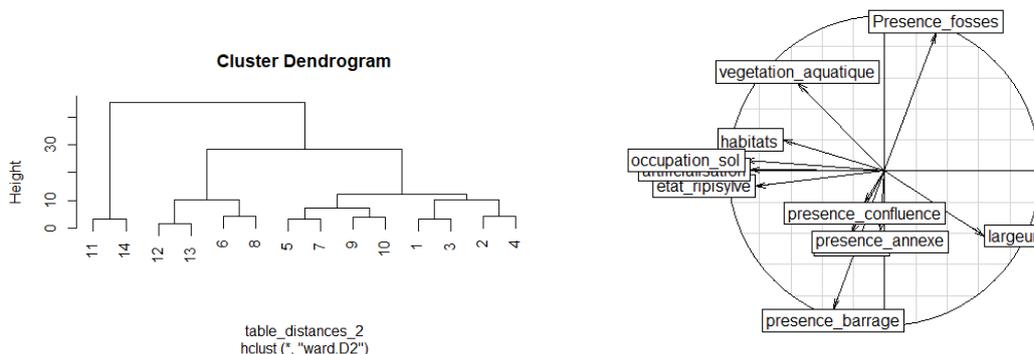


Figure 51: Classification Ascendante Hiérarchique (à gauche) et Analyse en Composante Principale (à droite) des paramètres d'habitats.

III.4. Déplacements généraux des poissons

III.4.a. Observations globales

De manière générale, les déplacements des poissons sont très hétérogènes entre les individus. Certains poissons se sont beaucoup déplacés au sein d'un même bief ou entre les deux biefs tandis que d'autres sont restés proches de leur zone de lâcher. Plusieurs poissons, sont même remontés sur l'Oise jusqu'à Janville. Il est constaté un maximum de détection en aval du barrage du Carandeu et au niveau de l'île du Francport.

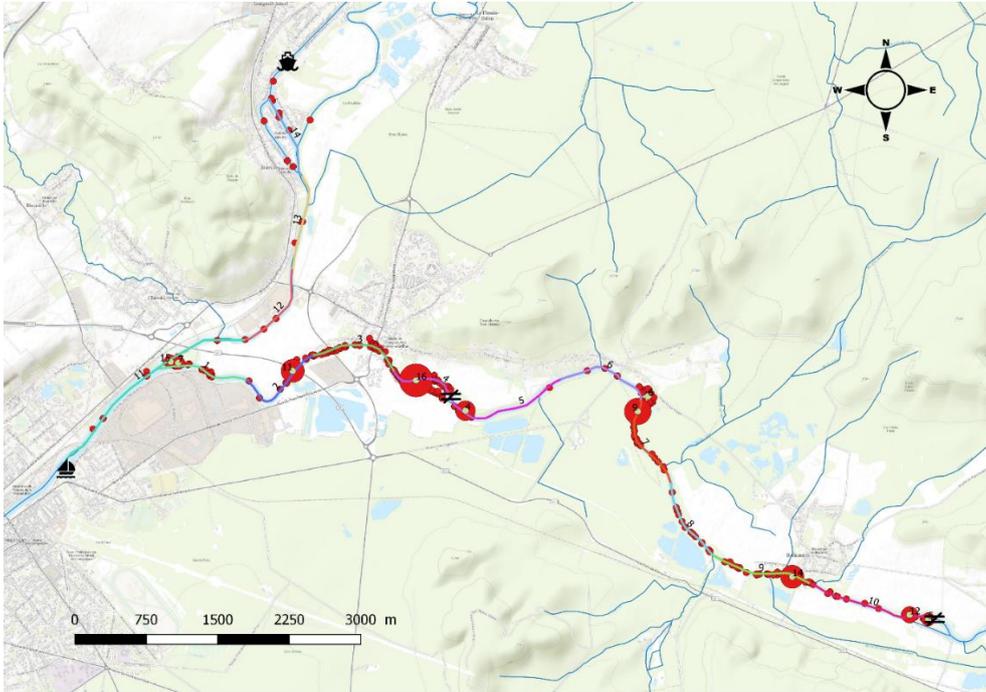


Figure 52: Points de détections des poissons (la taille du point est dépendante du nombre de détection)

Des fiches individuelles ont été réalisées pour chaque poisson avec leurs déplacements dans la zone d'étude (Annexe 2). Un exemple de déplacement des poissons le long du linéaire est indiqué dans la figure 51 pour 4 brochets illustrant la grande hétérogénéité entre les individus.

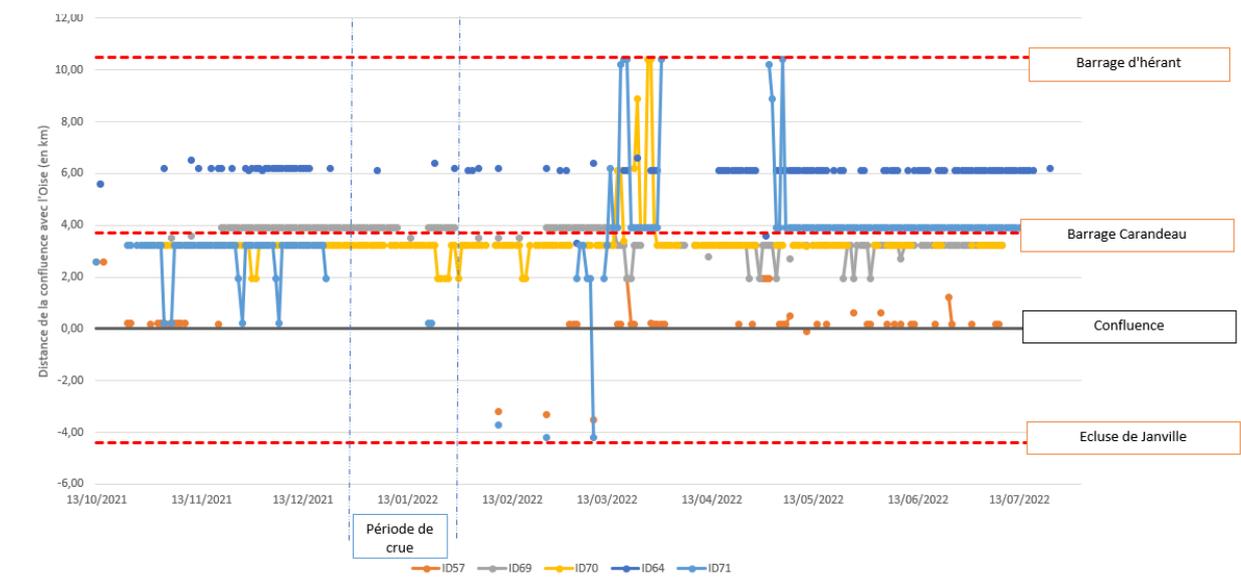


Figure 53: Déplacements longitudinaux des poissons issus de l'Aisne (ID71, ID70) et de pisciculture (ID69, ID64)

Cependant, plusieurs tendances peuvent se distinguer.

- > Des brochets qui ont effectué des déplacements importants

Pour les poissons prélevés dans l’Aisne, les individus 56 et 57 sont restés majoritairement au niveau du secteur 1, près de la confluence. Ils ont été perdus à partir de mi-novembre. Lors de prospections mobiles en amont sur l’Oise en février, ils ont été retrouvés, au niveau de Janville, en aval de l’écluse du canal. Fin mars, ils sont retournés près de la confluence. Ces déplacements peuvent témoigner d’une migration vers des sites de frayères potentielles.

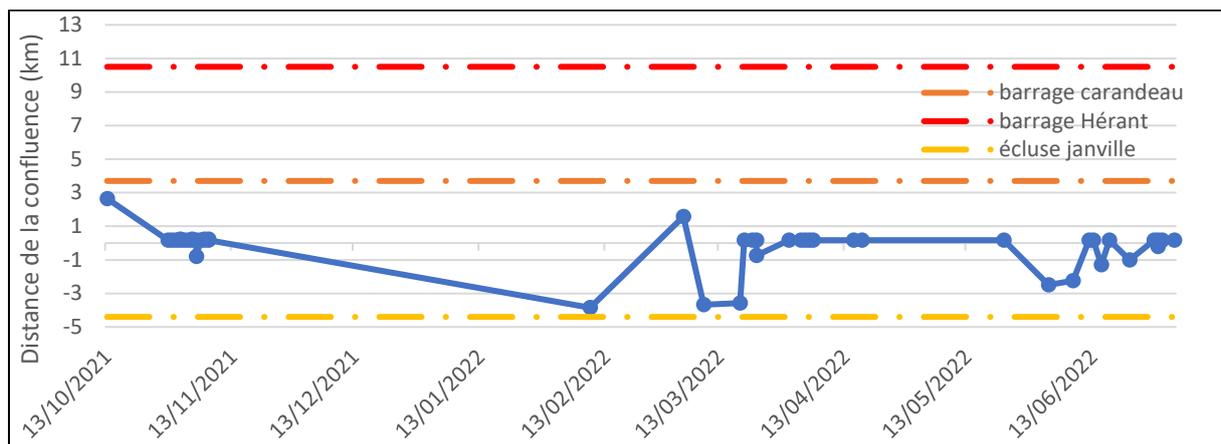


Figure 54: Déplacements sur poisson ID 56

Le brochet n°70 est resté en aval du barrage du Carandeu jusqu’à la mi-mars, ensuite il a été détecté en suivi mobile et sur l’hydrophone fixe en amont du Carandeu. Ceci peut indiquer un passage du barrage par la passe à poissons ou l’écluse. Malheureusement, les caméras installées à la passe à poissons du Carandeu ne sont pas assez nettes pour observer les marques externes sur les poissons suivis. Toutefois, un brochet de plus d’1 m a été observé à la passe à poisson durant cette période. Il est possible qu’il s’agisse du n°70. Le 28 mai, le poisson est de nouveau retrouvé en aval du bras du barrage du Carandeu, à la jonction avec l’écluse.

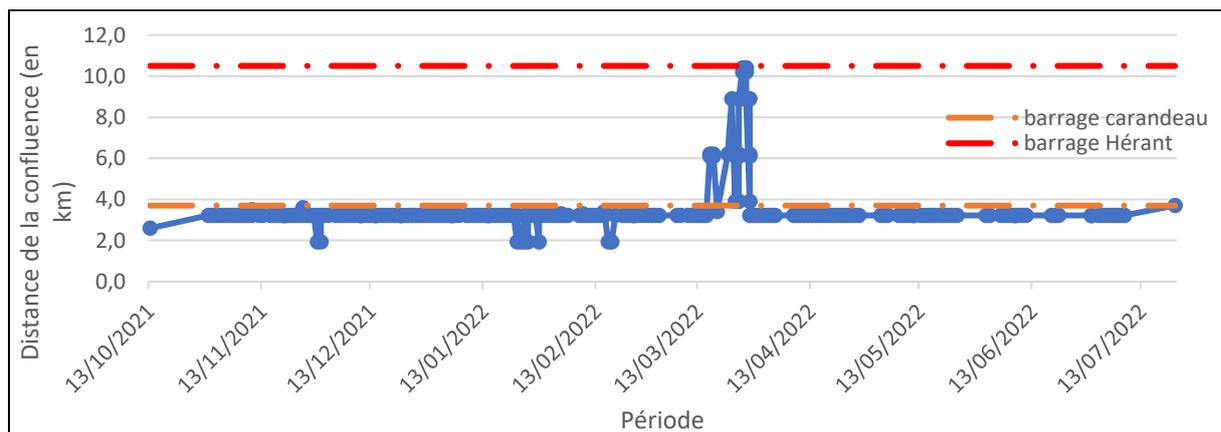


Figure 55: Déplacements sur poisson ID 70

Le brochet n°71, a effectué de nombreux déplacements aller-retour entre l’aval du Carandeu et la confluence avec l’Aisne. À partir de fin janvier, il a effectué un déplacement plus important jusqu’à l’écluse de Janville sur l’Oise. Il a également été détecté en amont du barrage du Carandeu à la mi-mars, jusqu’à Hérant. À partir de début mai, il est resté en amont du barrage du Carandeu jusqu’à la fin du suivi.

Le brochet n°73 a également fait des déplacements aller-retour entre l'île du Francport et l'aval du barrage d'Hérant. Ces déplacements ont été accentué à partir de la mi-mars.

Le brochet n°75 qui a été prélevé dans la réserve de l'Ois'eau et relâché au pont du Francport a effectué également des déplacements réguliers entre son secteur de lâché et le barrage d'Hérant. À partir de fin avril, il est a été détecté proche de la confluence avec l'Oise où il a été prélevé par un pêcheur.

En ce qui concerne les brochets issus de pisciculture, certains poissons ont effectué des déplacements plus conséquents en février ou mars. Le brochet n°61 a été détecté proche du barrage d'Hérant à la fin février alors qu'il était jusqu'alors présent en aval du Carandeu où il est retourné à la mi-avril. Le brochet n°62 a également effectué un déplacement début février en remontant à l'île du Francport. En revanche, il y est resté jusqu'à la fin du suivi. Le n°65 est remonté jusqu'à Rethondes puis a dévalé vers l'île du Francport en février. A partir de mi-mars, il a effectué des déplacements réguliers entre ces deux sites.

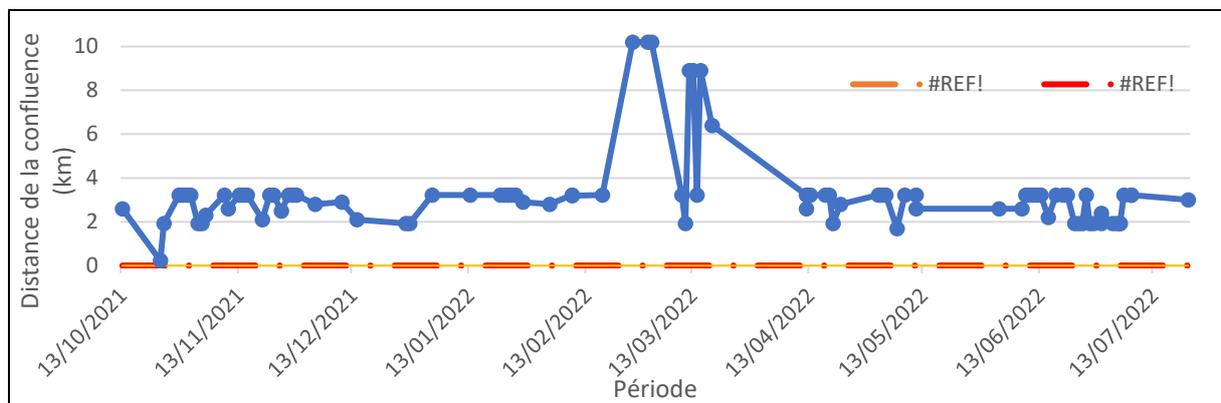


Figure 56: Déplacements du poisson n°61

> Des brochets plus sédentaires

Les brochets n°58, n°59, n°60, issus de pisciculture, sont restés proches de leurs secteurs de lâchés, dans le bief aval, sans réel déplacement lors de la période de migration. Les brochets n°63 et n°64 sont également toujours restés au niveau de l'île du Francport.

Le brochet n°68 a été relâché au pont du Francport, a dévalé en aval du Carandeu et y est resté jusqu'à la fin du suivi.

Enfin, le brochet n°69, relâché au pont de l'île du Francport, est resté juste à l'amont de l'écluse du Carandeu, puis après la mi-mars, il est passé dans le bief aval où il est resté en aval du barrage.

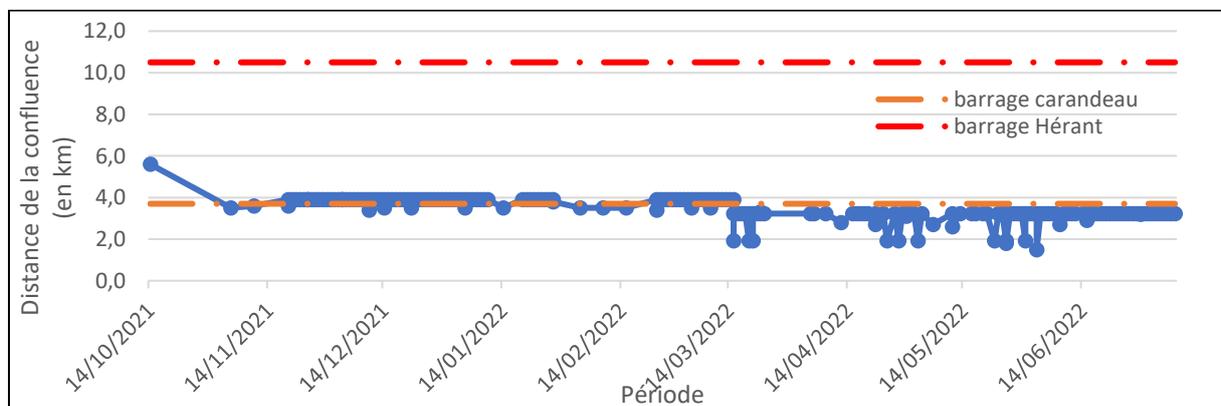


Figure 57: Déplacements du poisson n°69

III.4.b. Variables de déplacements

Le poisson qui a parcouru le plus de distance (DnT) est le n°73 avec 234 km puis le n°71 avec 226 km. Celui qui a parcouru la plus faible distance est le n°68 avec 3,6 km. La différence est donc très importante entre les deux individus extrêmes.

En ce qui concerne leur domaine vital, celui-ci s'étend de 14,6 km pour le n°71 à 3,3 km pour les brochets n°63 et 64. À noter que le domaine vital le plus faible est celui d'un silure à 1 km.

Au sein du domaine vital, le poisson n°73 est celui qui s'est le plus déplacé avec 48,8 km tandis que le n°68 possède les déplacements les plus restreints avec 1,4 km.

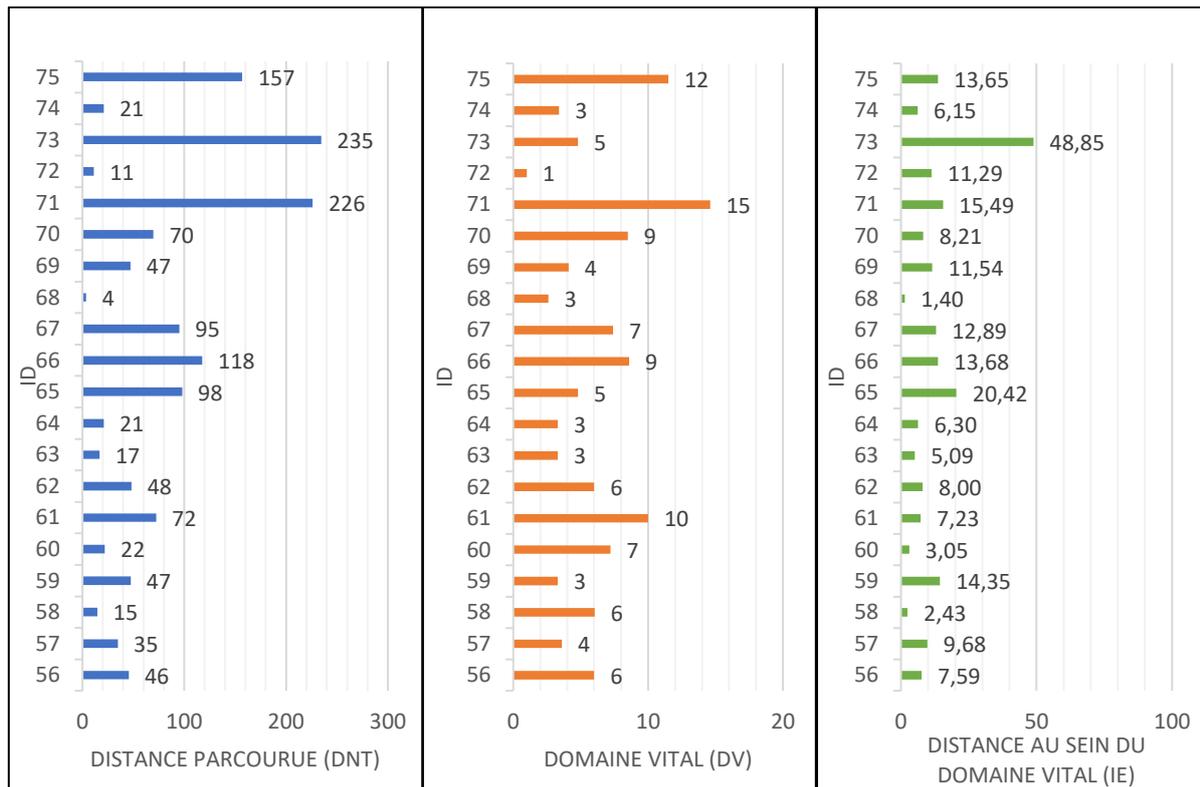


Figure 58: Distance parcourue (DnT), domaine vital (DV) et indice d'équitabilité (IE) des poissons suivis

III.4.c. Influence de la zone de lâchée du poisson sur leurs déplacements

Aucune différence significative n'est constatée dans les distances de déplacements (DnT) entre les poissons relâchés au pont de Choisy-au-bac dans le bief aval et ceux relâchés dans le bief amont au pont du Francport (test de wilcoxon p-value=1, test de corrélation p-value = 0,96). Il en est de même pour les intensités d'exploitation entre les deux groupes (test de Wilcoxon, p-value=0,68).

Aucune différence significative n'est également constatée en ce qui concerne les domaines vitaux des deux zones de lâchées. Toutefois, une différence plus marquée est observée. Les poissons relâchés dans le bief aval ont un domaine vital légèrement plus grand.

La zone de lâcher des brochets ne semble pas impacter les variables de déplacements, cependant, il est observé des domaines vitaux plus grands pour les poissons relâchés au sein du bief aval par rapport à ceux du bief amont.

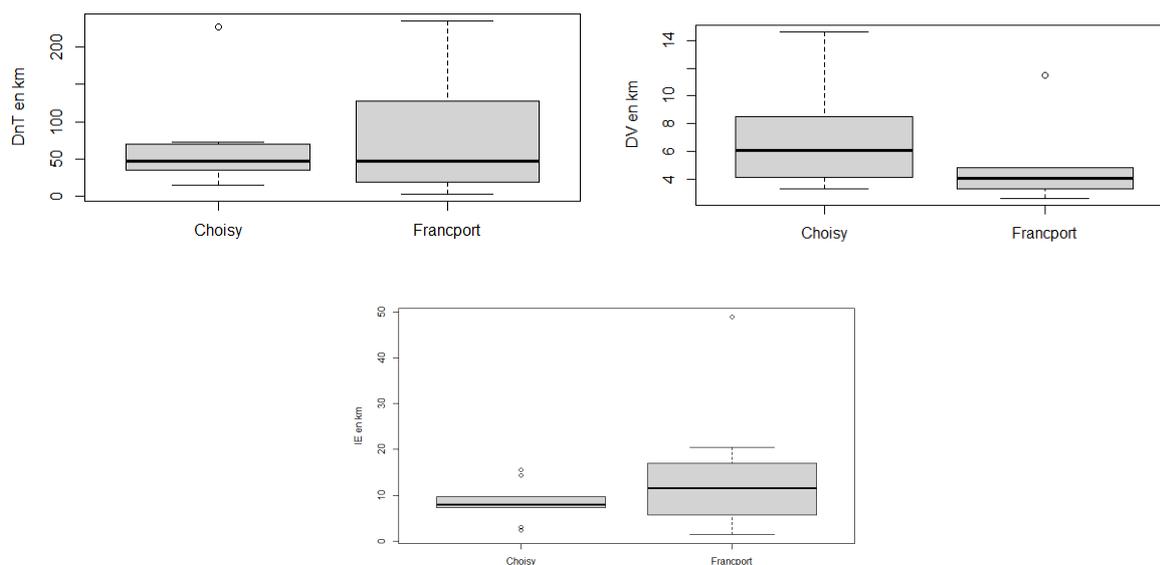


Figure 59: Boxplot des distances parcourues (DnT), domaines vitaux (DV) et intensité d'exploitation (IE) selon la zone de lâchée

III.4.d. Influence du sexe sur les déplacements

Il n'existe pas de différence significative de distances parcourues entre les femelles et les mâles brochets (Test de Wilcoxon, p-value=0,8371), ni sur l'étendue de leurs domaines vitaux (Test de Wilcoxon, p-value=0,9576) et sur l'intensité d'exploitation (Test de Wilcoxon, p-value=0.8371).

Le sexe n'a donc pas d'influence sur les variables de déplacements.

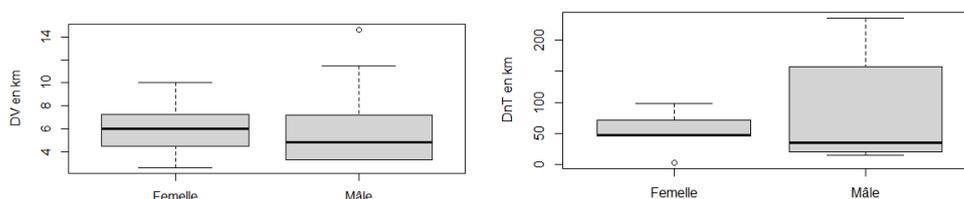


Figure 60: Boxplot des DnT et DV entre les mâles et les femelles

III.4.e. Influence de l'origine des brochets sur leurs déplacements

Une différence significative est constatée entre les DnT des poissons issus de pisciculture et ceux prélevés dans l'Aisne (Test de Student, variable distribuée normalement (Test de Shapiro : Aisne, p-value=0,05893, Pisciculture, p-value=0,2792, p-value=0,02607). **Les poissons de l'Aisne ont parcouru des distances plus importantes que ceux de pisciculture.**

Également, une très grande hétérogénéité sur la distance parcourue est constatée entre les poissons prélevés dans l'Aisne (moyenne de 122 km) et les individus de pisciculture (moyenne de 39 km) comme indiqué dans le tableau 7.

En revanche, les résultats ne sont pas significatifs en ce qui concerne les domaines vitaux des deux groupes d'individus (Test de Student, variable distribuée normalement (Test de Shapiro : Aisne, p-

value=0,3267, Pisciculture, p-value=0,166), p-value=0,1725). Il en est de même pour les IE (Test de Student, variable distribuée normalement après transformation logarithmique (Test de Shapiro : Aisne, p-value=0,1143, Pisciculture, p-value=0,9539), p-value=0,09307). **Toutefois, il semblerait que les poissons de l'Aisne aient des domaines vitaux plus grands que ceux de pisciculture et qu'ils se déplaceraient davantage au sein de ces domaines vitaux.**

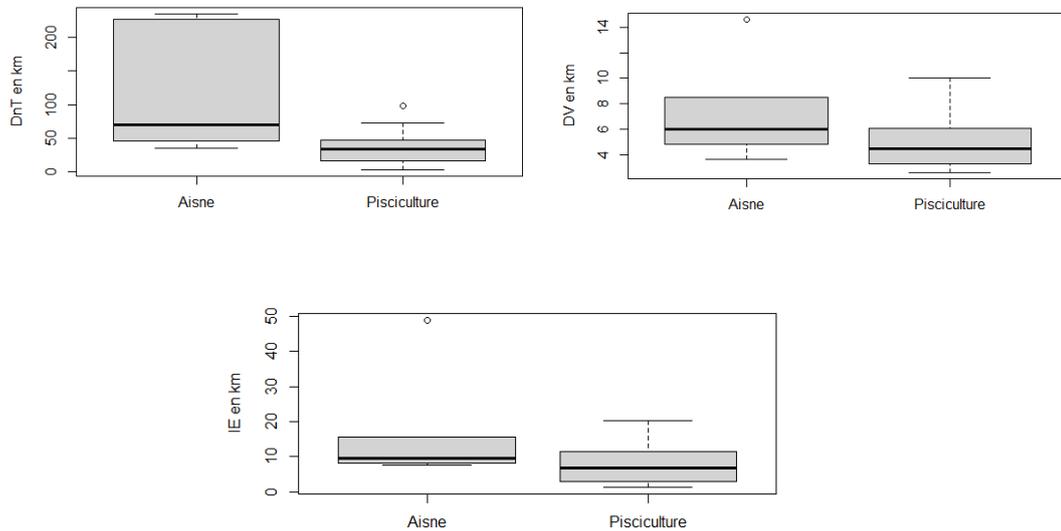


Figure 61: Boxplot des distances parcourues (DnT), domaines vitaux (DV) et d'intensité d'exploitation (IE) selon l'origine du poisson.

Tableau 8: Résumé des déplacements des groupes de poissons en provenance de l'Aisne ou de pisciculture

DnT (km)	Aisne	Pisciculture
Moyenne	122,15	39,087
Médiane	69,79	34,621
Maximale	234,50	98
Minimale	34,85	3,652

DV (km)	Aisne	Pisciculture
Moyenne	7,5	5,064
Médiane	6,0	4,450
Maximale	14,6	10
Minimale	3,6	2,6

IE (km)	Aisne	Pisciculture
Moyenne	17,963	7,981
Médiane	9,679	6,769
Maximale	48,854	20,417
Minimale	7,587	1,405

III.4.f. Influence de la taille du poisson sur ses déplacements

La taille du poisson n'est pas significativement corrélée avec les distances parcourues (DnT) (Test de corrélation p-value=0,06024), les domaines vitaux (DV) (Test de corrélation, p-value=0,4178) ou les indices d'équitabilité (IE) (Test de corrélation, p-value=0,09244). **Une tendance est constatée sur le fait que les individus les plus grands se déplacent plus que les petits**, comme cela a été constaté par la FDAAPPMA 02 (Chevalier E, 2021) dans le cadre de leur étude.

Toutefois, les poissons issus de piscicultures sont plus petits que ceux prélevés dans la rivière. En moyenne, les poissons prélevés dans l'Aisne mesurent 90,76 cm tandis que ceux issus de pisciculture mesurent 57,67 cm. **Cette différence tend à biaiser les résultats sur l'influence de la taille des brochets dans leurs déplacements qui peuvent être liés à leur provenance.**

III.4.g. Influence de l'âge du poisson sur ses déplacements

L'âge du poisson est significativement corrélé à la distance parcourue (DnT) (Test de corrélation, p-value=0,01638) et à l'intensité d'exploitation (IE) (Test de corrélation, p-value=0,01107). En revanche, aucune corrélation significative n'est démontrée entre les domaines vitaux et l'âge des poissons (Test de corrélation, p-value=0,4907).

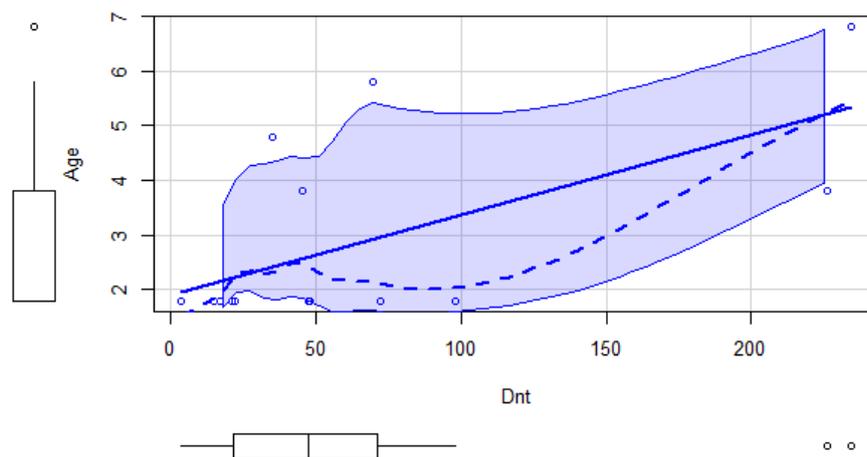


Figure 62: Relation entre l'Age du poisson et la distance parcourue

Les poissons plus âgés se déplacent plus que les plus jeunes. Cependant, la même remarque que précédemment peut être formulée. **L'âge du poisson est dépendant de sa taille qui est elle-même est liée à l'origine du poisson.**

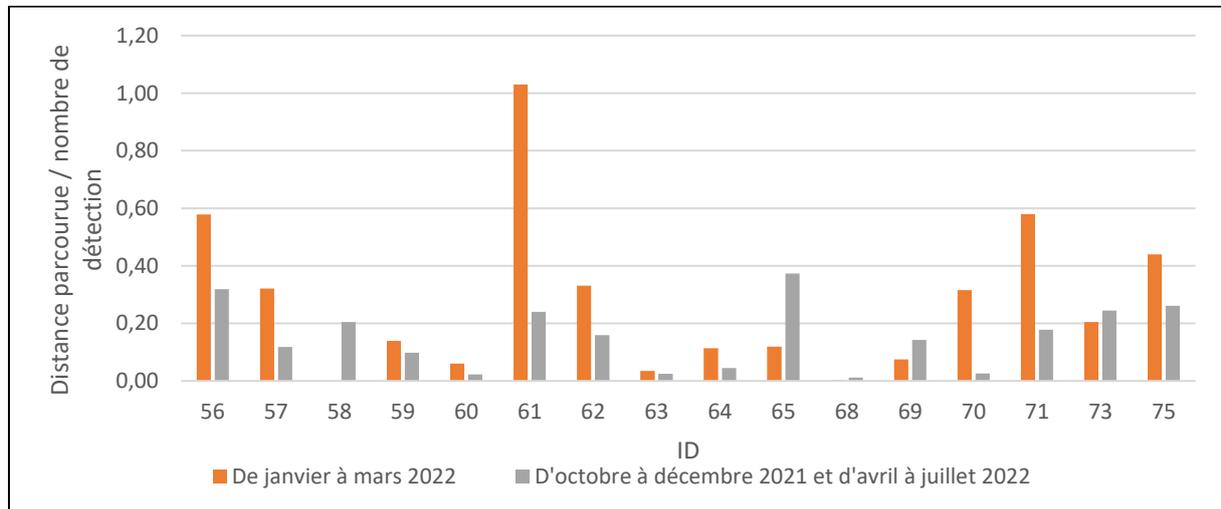
III.5. Déplacements selon la période

III.5.a. En période de reproduction

Les poissons ont été suivis d'octobre 2021 à fin juillet 2022. Selon la littérature (Keith P., 2020), la période de reproduction des brochets est de janvier à fin mars, ceci correspondant à des débits et des températures induisant des stimuli de déplacement.

Les distances parcourues sont significativement différentes entre la période de reproduction et le reste des mois de suivi (Test de Wilcoxon, p-value=0.006538). **Les poissons se déplacent plus lors des mois de janvier à mars, ce qui est en adéquation avec ce qu'indique la littérature.**

Le graphique ci-dessous reprend les distances parcourues entre deux détections, rapporté au nombre de détection sur les deux périodes : de janvier à mars (période de reproduction) et d'octobre à décembre et d'avril à juillet (hors reproduction).



Il est constaté que 14 poissons sur les 16 suivis ont parcouru plus de distances, rapporté au nombre de détections, de janvier à mars par rapport aux autres mois. Le poisson ID58 n'a été détecté qu'une seule fois durant la période de reproduction, ce qui ne permet pas d'analyser ses distances parcourues. Uniquement le poisson n°65 a parcouru plus de distances hors période de reproduction. Un constat similaire a été effectué par la FDAAPPMA 77 lors de leur étude en 2020 sur la Seine (Grimaud M., 2020).

Par ailleurs, **les brochets se sont le plus déplacés lors du mois du mars**, ce qui peut correspondre à la période de migration pour la reproduction. En revanche, les distances les plus faibles sont détectées lors des mois de juillet 2022 et octobre 2021. Ceci s'explique par le nombre de détections plus faibles à ces périodes par rapport aux autres mois (début et fin du suivi).

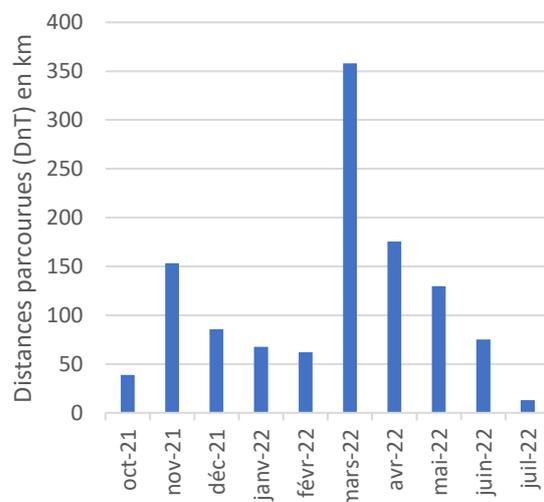
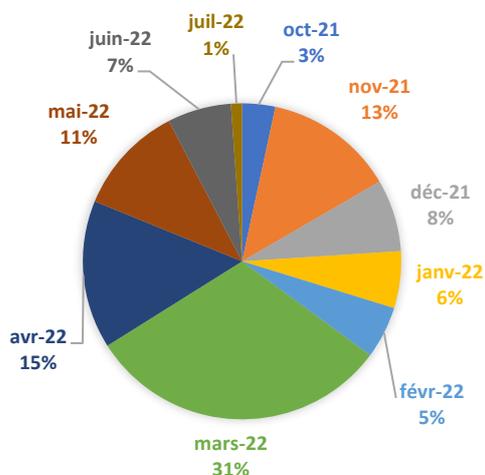


Figure 63: Répartition des DnT selon le mois du suivi

III.5.b. Selon l'origine

Une distinction peut être effectuée entre les poissons originaires de pisciculture et ceux prélevés dans l'Aisne. En comparant les distances parcourues en période de reproduction et hors période de reproduction selon l'origine du poisson, une différence significative est constatée pour les poissons capturés dans l'Aisne (Test de student, p-value = $7,055 \times 10^{-12}$, normalité des variables, Test de shapiro « repro » et « hors repro », p-value < 0.05). Pour les poissons issus de pisciculture, la différence entre les distances parcourues est également significative ((Test de student, p-value = 0,03939, normalité des variables, Test de shapiro « repro » et « hors repro », p-value < 0.05).

Bien que, quelle que soit l'origine du poisson, la distance parcourue soit plus importante de janvier à mars que le reste du temps, la différence est bien moins marquée pour les poissons issus de pisciculture.

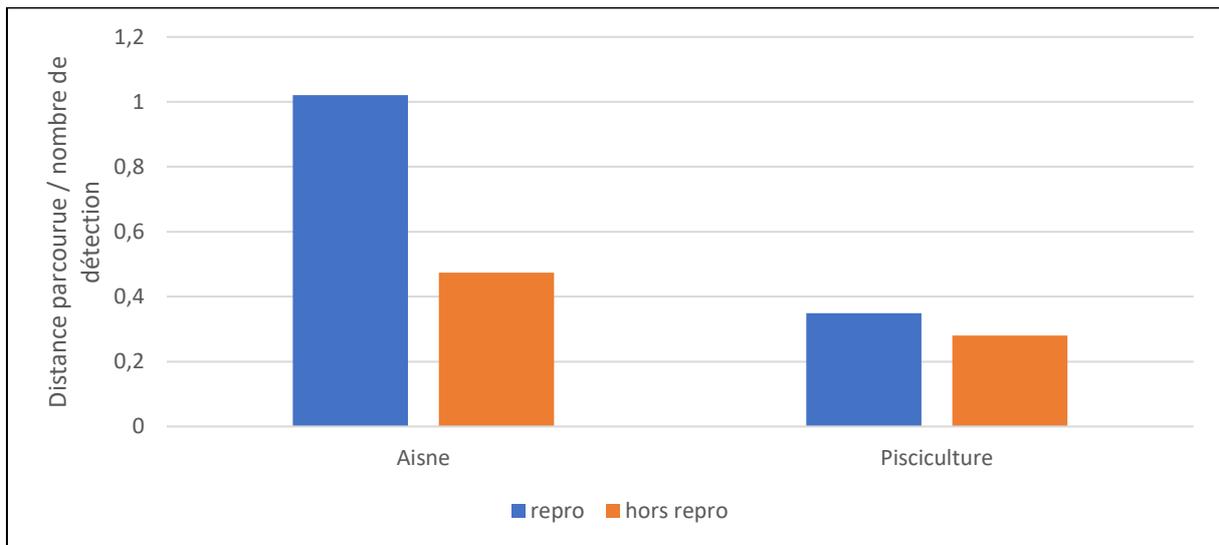


Figure 64: Distance parcourue par le nombre de détection selon l'origine du poisson

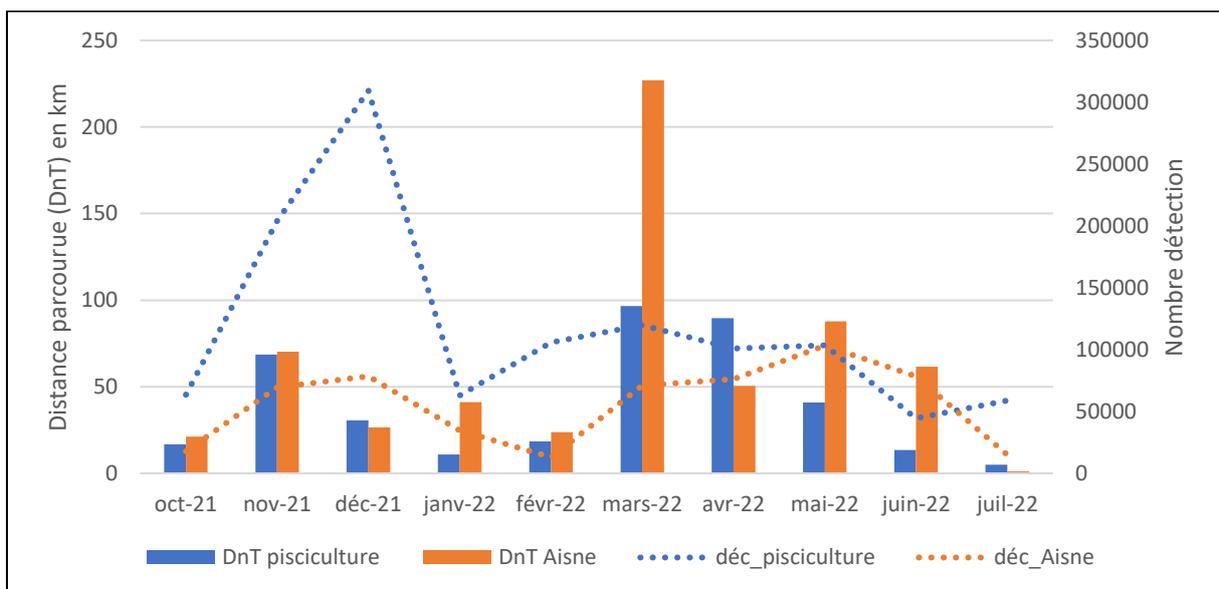
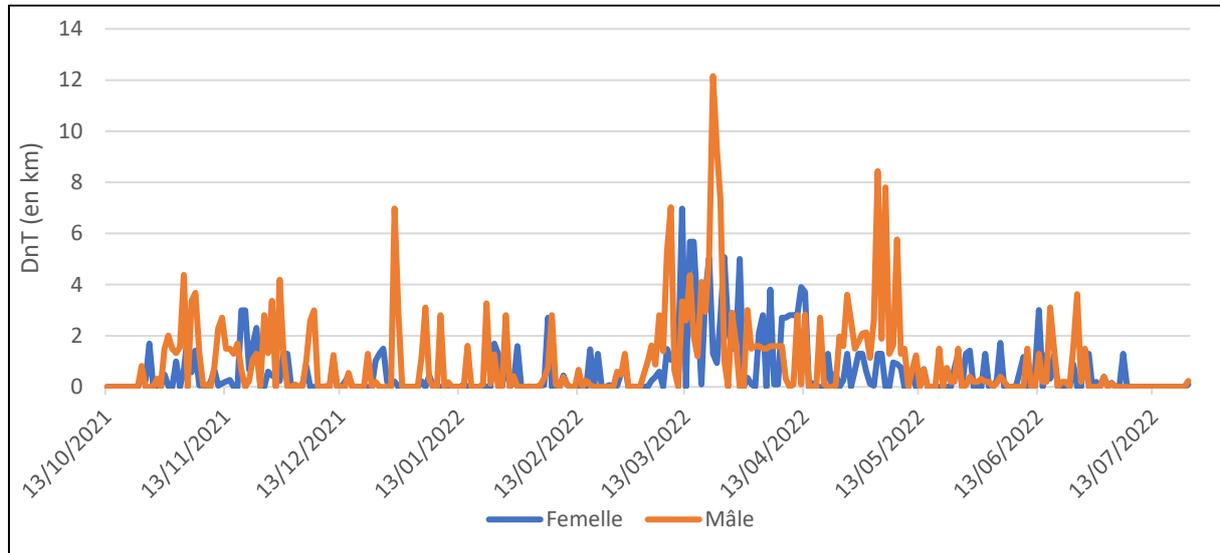


Figure 65: Distance parcourue et nombre de détection selon l'origine des poissons (DnT : Distance parcourue et déc : Nombre de détection)

III.5.c. Selon le sexe

Dans l'objectif de vérifier une différence dans les périodes de déplacements entre les mâles et les femelles, les distances parcourues totales sont comparées dans le graphique ci-dessous.

Il est observé que le pic de distance parcourue par les mâles intervient le 20 mars, tandis que celui des femelles intervient le 12 mars. **Il semblerait donc que les mâles se déplacent après les femelles.** Également, les mâles ont également un pic de déplacement le 27 décembre alors qu'il est absent chez les femelles.



Les résultats sont difficiles à analyser étant donné le peu d'individus suivis par catégorie (mâle ou femelle).

III.5.d. Sens de déplacement

Sur les 16 brochets suivis, 7 ont effectué des déplacements vers l'amont au moment de la période de reproduction. Pour 6 d'entre eux, aucun déplacement notable n'est observé à cette période. Enfin, pour les 3 derniers, des déplacements aval sont observés. Pour les brochets issus de piscicultures, 50 % n'ont pas effectué de déplacement important durant la période de reproduction, 30 % en amont et 20 % en aval. **En revanche, une différence flagrante est constatée pour les brochets autres que piscicultures (Aisne et réserve de l'Ois'eau) avec 83 % de déplacements en amont.**

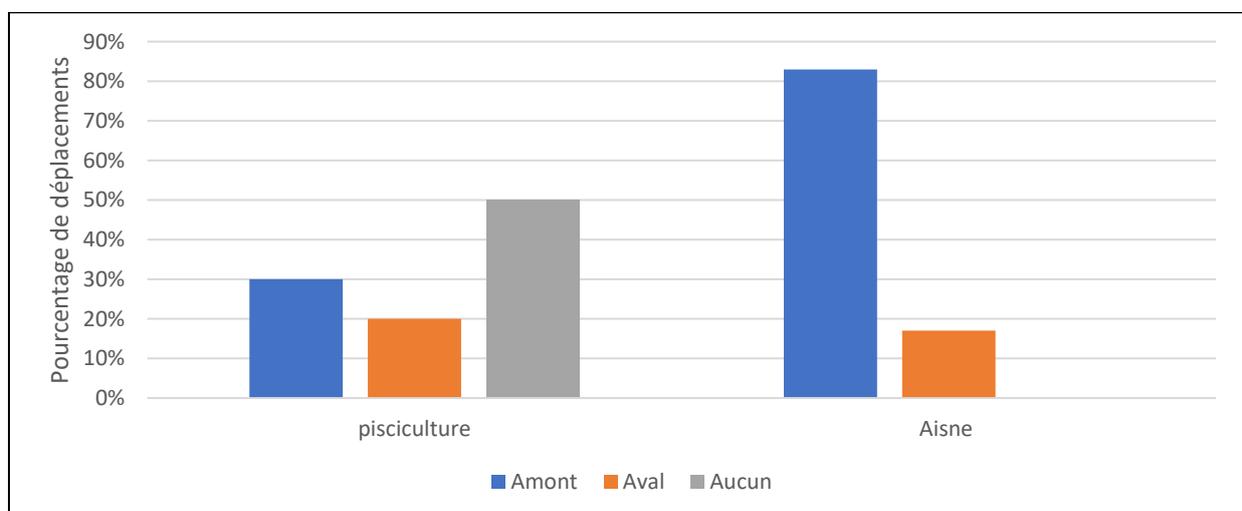


Figure 66: Sens de déplacements des brochets

III.6. Déplacements des brochets selon les paramètres de l'environnement

III.6.a. Nombre de détection selon les secteurs

Le nombre de détection par secteur d'étude est analysé. Toutefois, il est important de noter que le nombre d'hydrophones fixes diffère entre les secteurs d'étude comme présenté dans le tableau 9. Il est donc difficile d'interpréter le nombre de détection selon le secteur d'étude.

Tableau 9: Nombre d'hydrophones fixes par secteurs d'étude

Secteurs	Nombre d'hydrophone fixe	Hydrophones
1	1	Hydrophone n° 7
2	1	Hydrophone n° 11
3	0	/
4	2	Hydrophones n°16 et 4
5	0	/
6	1	Hydrophone n°6
7	1	Hydrophone n°7
8	0	/
9	1	Hydrophone n°14
10	2	Hydrophones n°12 et 5
11	0	/
12	0	/
13	0	/
14	0	/

L'hydrophone fixe qui a enregistré le plus de données de poisson est très largement le n°16, situé en aval du barrage du Carandeu (37 % des détections). Ensuite, il s'agit des hydrophones n°6 et 9 situés dans le bief amont et du n°11 situé dans le bief aval.

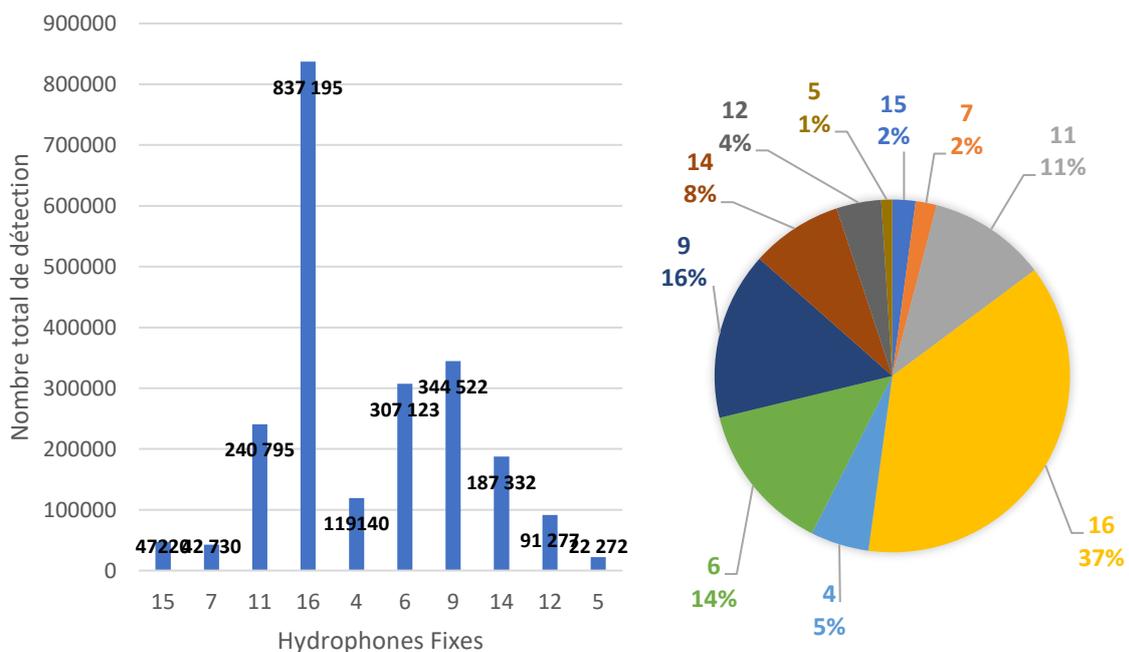


Figure 67: Nombre de détections par hydrophone fixe et répartition des détections

Dans le cadre du suivi mobile, le secteur 4, au niveau du barrage du Carandeu est celui où le plus de poissons ont été détecté (30 % des détections) puis le secteur 3 (17%), le secteur 6 (12%) et le secteur 7 (8 %).

Pour les détections sur les hydrophones fixes, le secteur n°4 est également celui avec le plus de données enregistrées (42 % des détections), puis le secteur 7 (15 %) et le secteur 6 (14 %). Bien que le nombre d'hydrophones fixes soit différent entre les secteurs, la répartition des détections suit la même tendance que dans le cadre du suivi mobile, qui lui est identique sur le tout le linéaire de l'Aisne.

Les poissons ont donc été plus présents en aval du barrage du Carandeu et au niveau de l'île du Francport durant la période du suivi.

En revanche, les prospections sur l'Oise ont été plus ponctuelles afin de suivre les poissons ayant migré lors du mois de février. Le nombre de détection sur l'Oise est donc difficilement comparable à ce qui retrouvé sur l'Aisne.

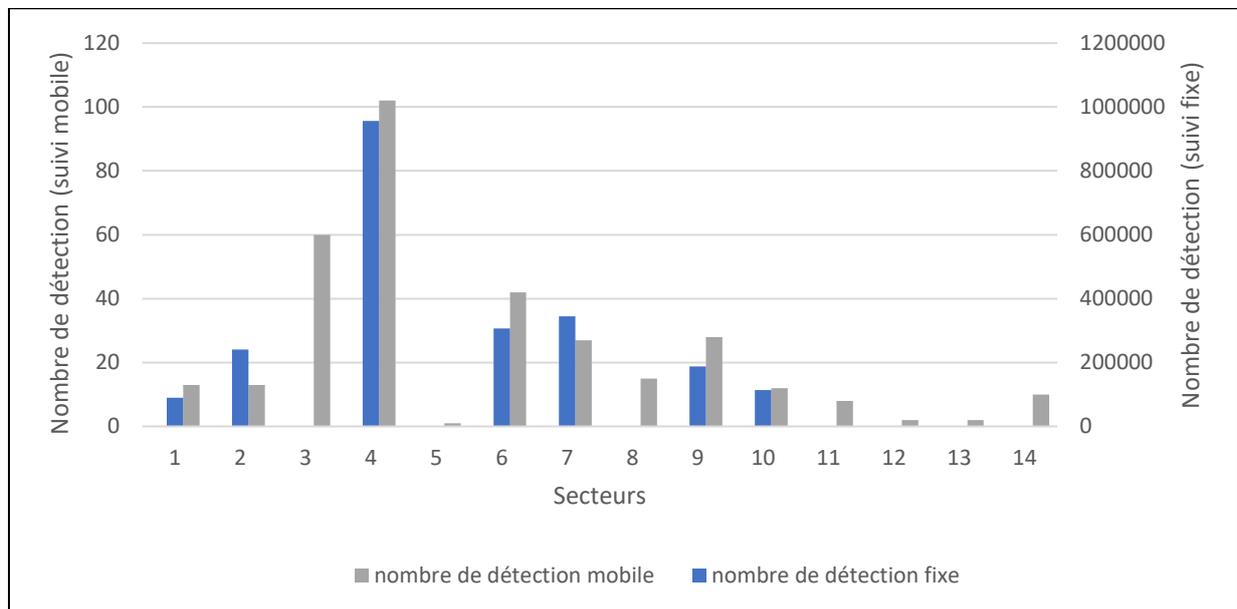


Figure 68: Nombre de détection en mobile et en fixe selon le secteur

III.6.b. Répartition des individus selon les secteurs

Le tableau n°9 indique la répartition des détections de chaque poisson selon les secteurs du site d'étude.

15 poissons sur les 20 sont présents plus de 90 % du temps sur un site. 3/5 pour les brochets issus de l'Aisne et 8/10 pour ceux issus de pisciculture.

Tableau 10: Répartition du nombre de détection par poisson selon les secteurs d'étude (en vert : brochets issus de l'Aisne, en bleu : les brochets issus de pisciculture, en orange : les silures, en jaune : brochet issu de la réserve de l'Ois'eau).

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
56	99,63%	0,06%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,07%	0,07%	0,11%
57	79,55%	20,42%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,01%
58	1,67%	96,30%	0,07%	1,85%	0,00%	0,00%	0,09%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
59	0,26%	98,83%	0,00%	0,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
60	0,20%	0,08%	0,00%	99,71%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
61	3,30%	41,63%	0,18%	54,81%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,03%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
62	0,31%	2,58%	0,00%	97,10%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
63	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	99,99%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
64	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
65	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	15,86%	0,02%	61,11%	23,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
66	0,00%	95,01%	0,03%	4,15%	0,00%	0,00%	0,29%	0,00%	0,27%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
67	92,87%	6,76%	0,00%	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
68	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
69	0,00%	7,70%	0,01%	92,28%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
70	0,00%	1,56%	0,00%	96,84%	0,00%	0,00%	0,38%	0,00%	0,41%	0,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
71	0,55%	0,57%	0,00%	91,15%	0,00%	0,00%	0,08%	0,00%	0,14%	7,49%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
72	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
73	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,00%	71,59%	28,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
74	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	99,96%	0,00%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
75	5,85%	0,13%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	33,90%	0,00%	30,01%	30,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

III.6.c. Influence des paramètres environnementaux sur les déplacements

Différentes variables environnementales ont été étudiées afin de déceler de possibles différences significatives dans le nombre de détections de poissons. **Aucune différence significative n'est constatée sur les différentes variables** (sinuosité, présence de végétation aquatique, de fosses, de confluences ou d'annexes hydrauliques, l'occupation sol, l'urbanisation, la quantité d'habitats et l'état de la ripisylve, Test de de Kruskal-Wallis, $p\text{-value} > 0,05$). Ceci peut s'expliquer par l'homogénéité du site d'étude. **Uniquement quelques tronçons présentent des différences environnementales notables.**

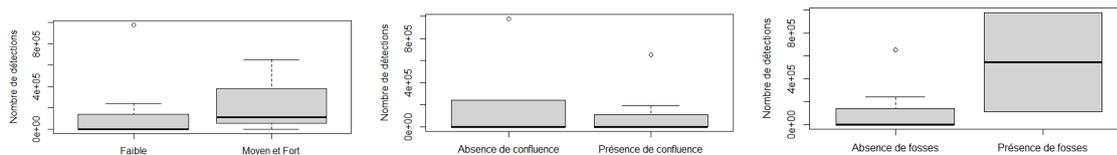


Figure 69: Nombre de détections selon la quantité d'habitats, la présence/absence de confluence et la présence/absence de fosse

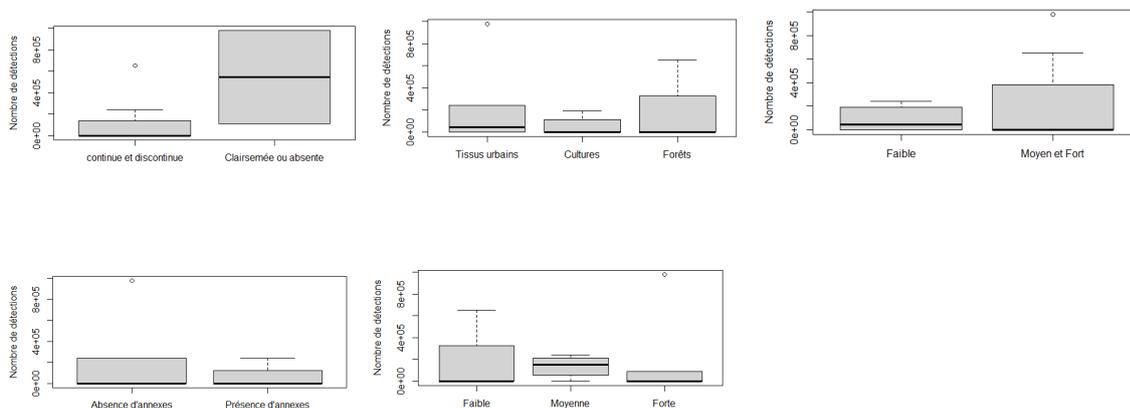


Figure 70: Nombre de détections selon (de gauche à droite) la quantité d'habitats, la présence/absence de confluence et la présence/absence de fosse, l'état de la ripisylve, l'occupation du sol à proximité, la quantité de végétation aquatique, la présence/absence d'annexes hydrauliques et l'artificialisation du milieu.

Il est constaté toutefois, un nombre plus important de détections sur les tronçons avec une quantité d'habitats moyenne à forte, avec la présence d'au moins une fosse, avec une végétation clairsemée ou absente et une artificialisation moyenne. Les résultats ne peuvent être vérifiés statistiquement.

Aucune différence significative n'est observée dans le nombre de détection entre le bief aval, plus artificialisé et le bief amont, plus naturel.

III.7. Déplacements des brochets selon les débits et la température

Pour certains brochets, des déplacements plus conséquents sont constatés à partir des mois de novembre, février et mars qui pourraient être liés à une augmentation des débits et/ou de la température de l'eau. Selon les valeurs des débits journaliers enregistrés sur la période d'étude (figure 44), ceux-ci commencent à augmenter à partir de fin novembre, soit à la même période que la perte de détection des poissons sur l'Aisne. Il est probable, qu'ils aient débuté leur remontée sur l'Oise durant cette période.

Aucune corrélation n'est observée entre les débits et la distance parcourue par les poissons (Test de corrélation, p-value > 0,05). **Les faibles effectifs d'individus ne nous permettent pas de justifier statistiquement les distances parcourues selon les débits.**

En revanche, la température de l'eau est corrélée avec la distance parcourue (Test de corrélation, p-value=0,03059). **La distance parcourue augmente quand les températures diminuent.**

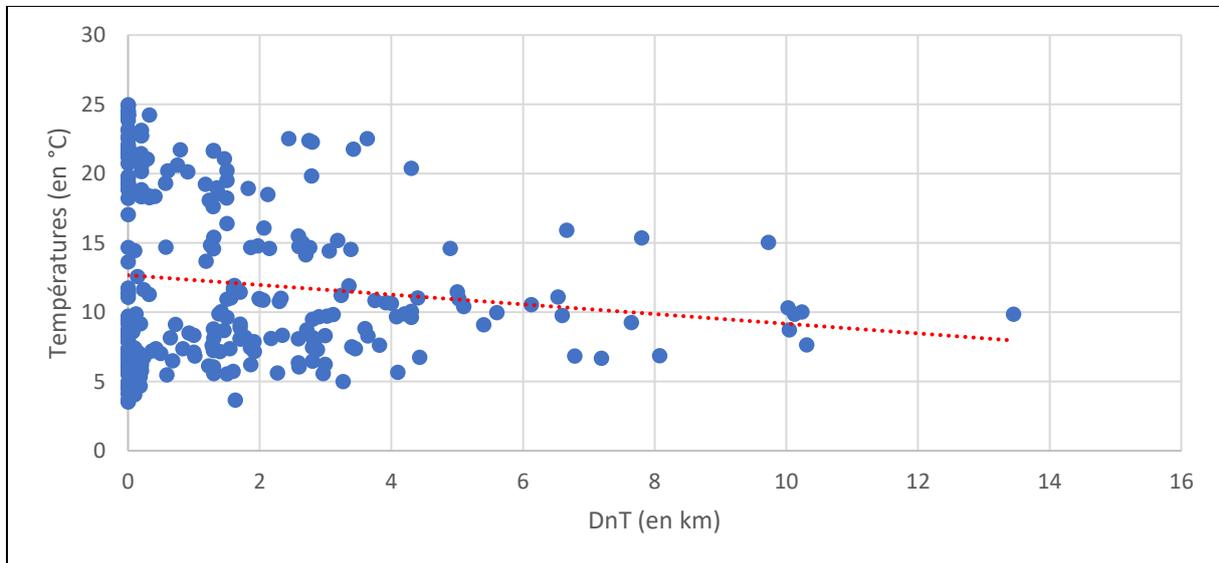


Figure 71: Distance totale parcourue (DnT) selon la température de l'eau

Afin d'étudier plus en détail, la distance parcourue (Dnt) selon les débits et la température de l'eau. Les données ont été groupées de la manière suivante :

Tableau 11: Distance parcourue selon les classes de débits

Débits (m3/s)	Nombre de données	Sommes DnT
0 – 50	144	183,79
50 - 100	99	240,77
100 – 150	30	21,39
150 - 200	6	0,18
200 – 250	4	1,73

Tableau 12: Distance parcourue selon les classes de températures

Températures (°C)	Nombre de données	Sommes DnT
0 à 6°C<	28	21,32
<6 °C à 14°C<	149	312,19
>14°C	97	114,36

Une différence significative est constatée entre les distances parcourues par les brochets à des températures entre 0 et 6°C et entre 6 et 14°C (Test de Wilcoxon, p-value=1,494.10⁻⁵). Également, une différence significative est constatée dans les distances parcourues avec des débits entre 50 et 100 m3/s et entre 100 et 150m3/s (Test de Wilcoxon, p-value=0,000489). En revanche, la différence n'est pas significative pour les débits entre 0 et 50m3/s et entre 50 et 100m3/s (Test de Wilcoxon, p-value=0,5147).

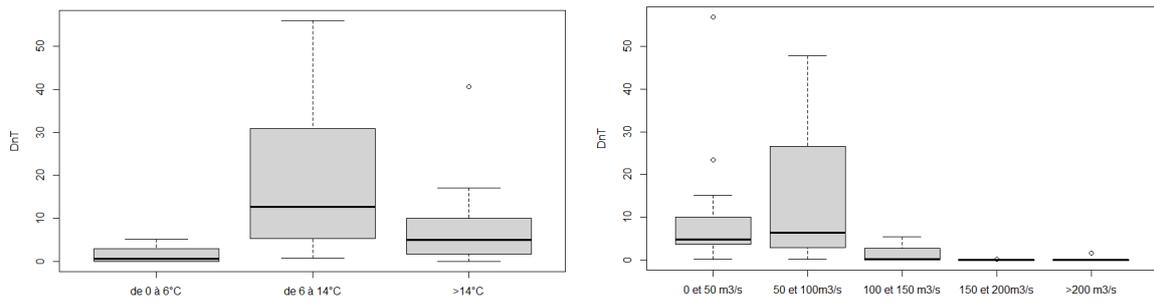


Figure 72: Distance parcourue (Dnt) selon la température et les débits

De manière générale, il est constaté que les brochets se sont le plus déplacés pour des débits compris entre 50 et 100 m3/s et pour des températures comprises entre 6 et 14°C.

Sur les 16 brochets étudiés, uniquement 2 brochets (ID 64 et 69) se sont plus déplacés à une température supérieure à 14°C.

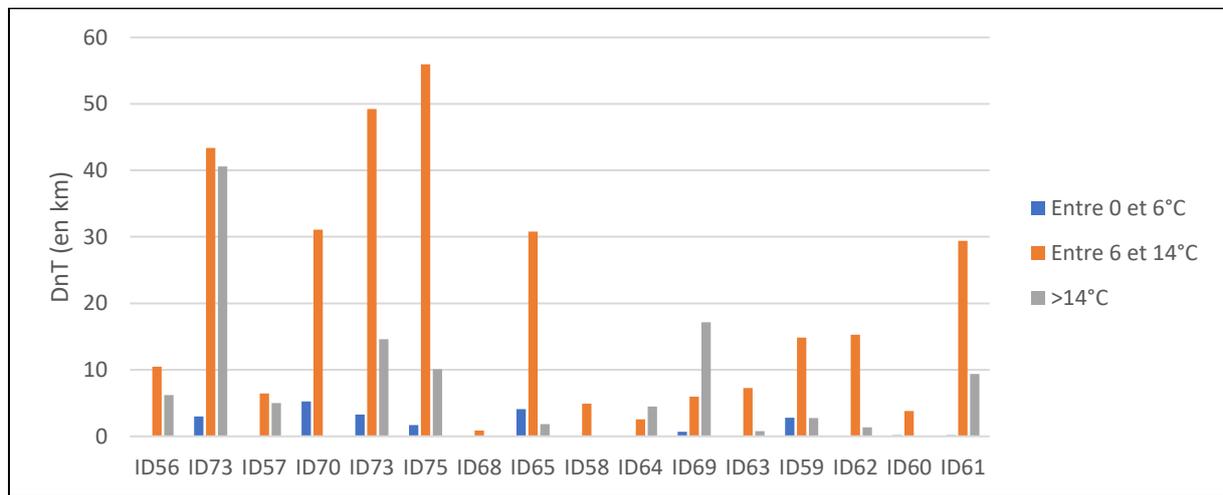


Figure 73: Distance parcourue (Dnt) par les brochets selon la température de l'eau

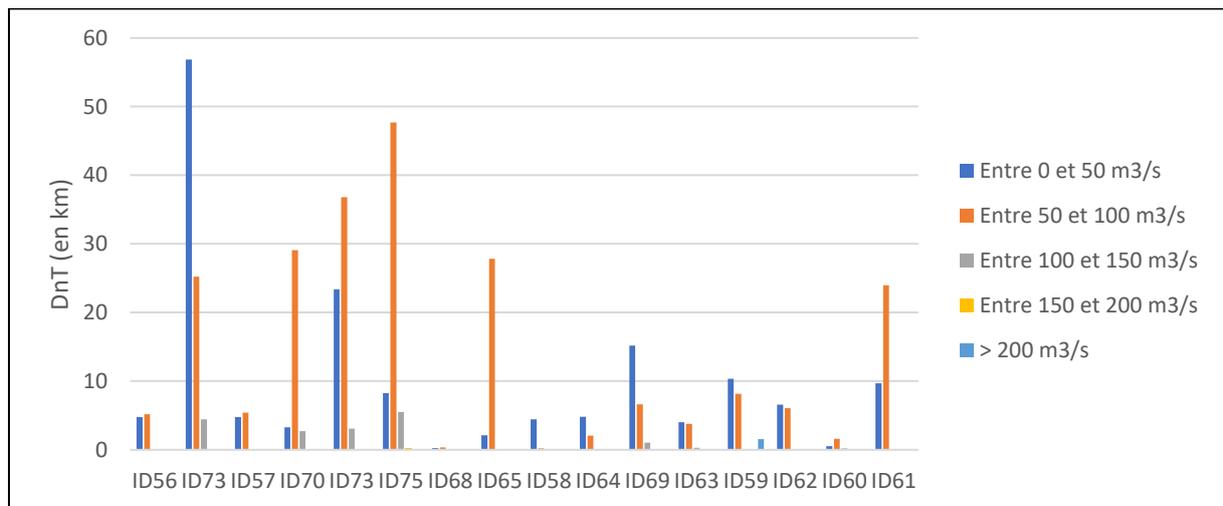


Figure 74: Distance parcourue (Dnt) par les brochets selon les débits

Une Analyse Factorielle Multiple (AFM) est réalisée sur la distance nette totale (DnT) selon les paramètres des individus, les débits et les températures. Les résultats sont présentés sur les graphiques ci-dessous :

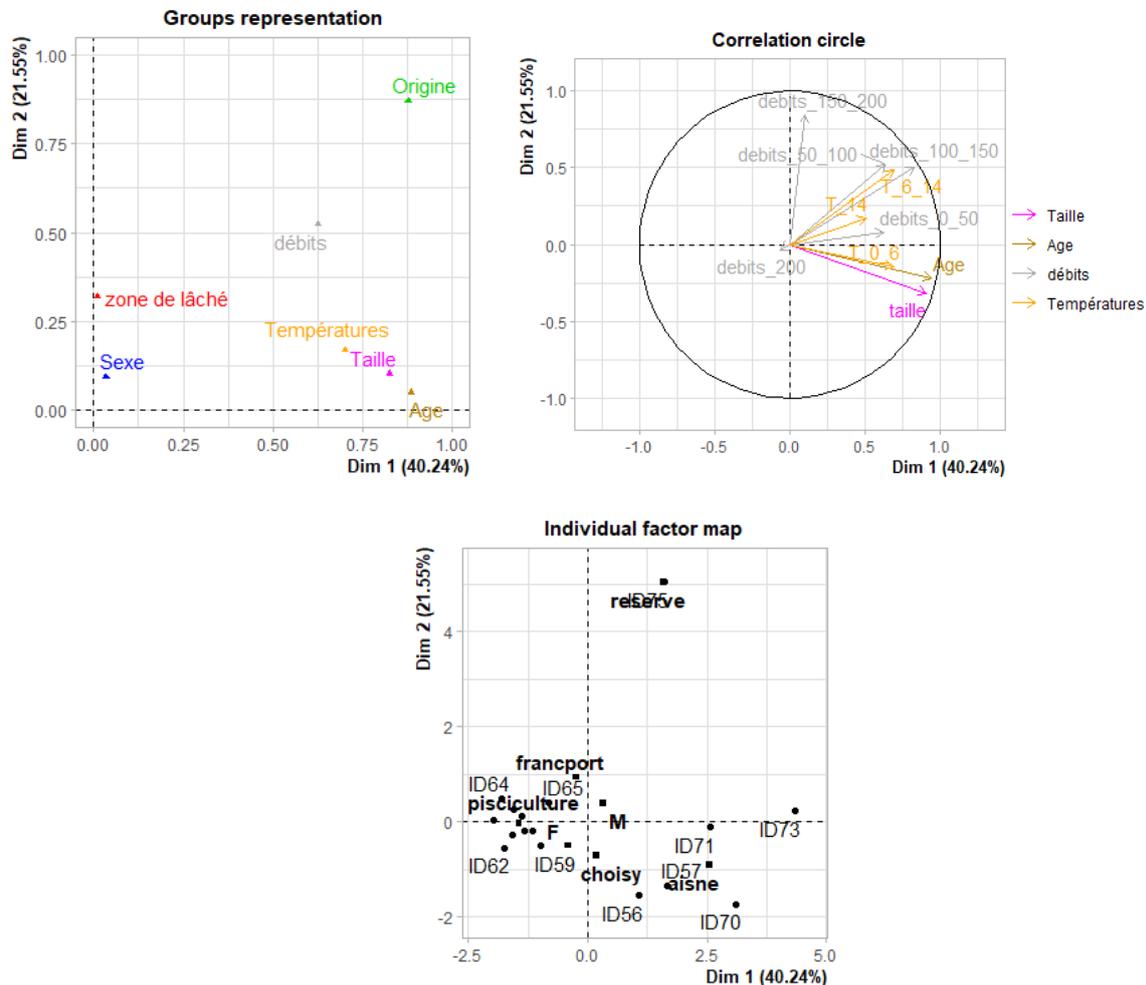


Figure 75: Analyse Factorielle Multiple (AFM) sur l'influence des variables températures, débits, sexe, âge, taille, zone de lâché et origine sur les distances parcourus par les brochets.

Les résultats de cette analyse confirment la **grande disparité de déplacement entre les individus** avec des individus comme le ID73 qui ont parcouru beaucoup de distances tandis que d'autres très peu comme l'ID68. **Les mâles se déplaceraient plus que les femelles, toutefois, comme vu précédemment les résultats ne sont pas prouvés statistiquement.**

Une distinction nette est faite dans les déplacements entre les poissons de pisciculture et ceux de l'Aisne. Également, les brochets relâchés au pont du Francport ont effectué moins de distance que ceux relâchés au pont de Choisy au bac.

Des différences de distances parcourues selon les températures et les débits sont observées, avec des déplacements plus importants entre 6 et 14°C et des débits entre 50 et 100m³/s.

3 brochets ont débuté des migrations longues à des débits inférieurs à 50 m³/s. 4 brochets ont commencé leur migration après la 1^{ère} grande crue, lorsque les débits redescendent en-dessous des 100 m³/s. Enfin, 3 brochets ont commencé leur migration plus tardivement après une nouvelle augmentation des débits au-dessus des 100 m³/s.

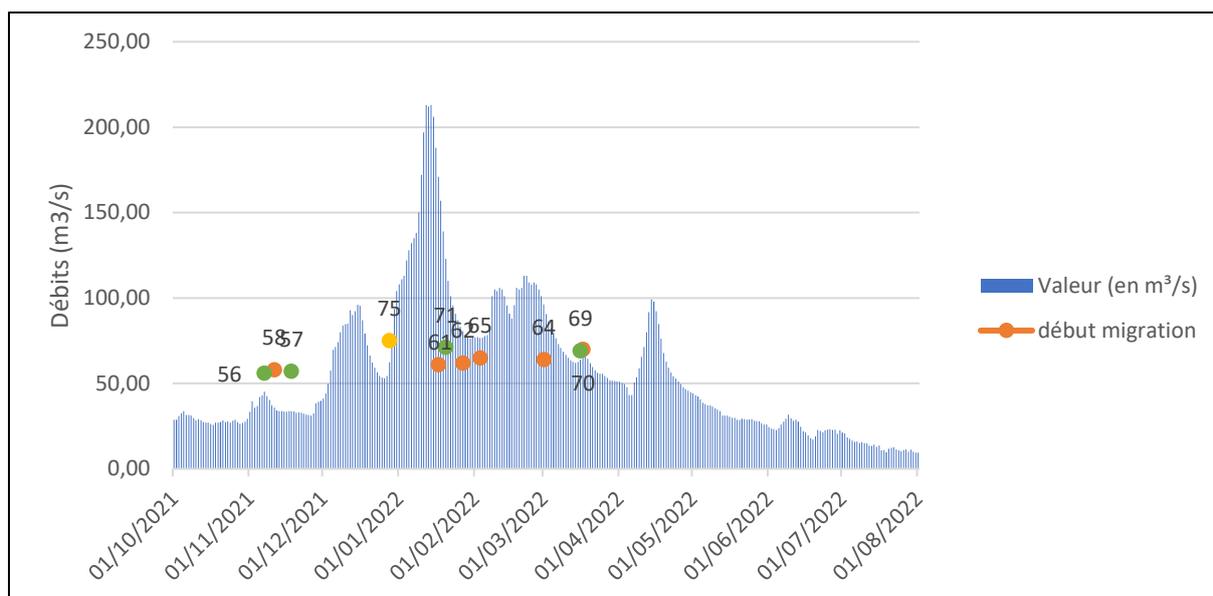


Figure 76: Début de migration de reproduction selon les débits (en vert : brochets de l'Aisne, en orange : brochets de pisciculture ; en jaune : brochet de la réserve de l'Ois'eau)

IV. Discussion

IV.1. Utilisation du matériel

La méthode de télémétrie acoustique a été utilisée lors de cette étude pour suivre les déplacements des individus. **Des différences de détections sont constatées que ce soit en suivi mobile ou fixe.** Lors des déplacements en bateau, en suivi mobile, tous les poissons ne sont pas toujours détectés, pourtant ils sont bien présents et enregistrés sur les hydrophones fixes à la même période. Certains paramètres doivent donc bloquer les signaux. Notre première hypothèse s'est portée sur la vitesse de prospection. Néanmoins, même à des vitesses faibles (4 km/h), les poissons sont enregistrés toutes les 15s et comptabilisés après 3 enregistrements successifs, soit 45s, vu que la portée du signal est d'environ 100 m, la non détection du poisson ne vient pas de la vitesse de prospections. D'autant que le même constat est fait sur les hydrophones fixes. Certains poissons sont détectés sur des hydrophones éloignés et non sur ceux situés entre les deux alors qu'il s'agit du seul chemin possible. Cette absence de détection peut être lié à des bruits parasites ou des signaux non reconnus par les récepteurs.

Également, des faux positifs sont enregistrés. Certains poissons sont enregistrés instantanément sur deux hydrophones éloignés. En général, dans ce cas le « power » indiqué est faible, ce qui peut orienter vers le choix de ne pas tenir compte de cette détection. Afin de limiter les faux positifs probables, c'est-à-dire sur des distances effectivement possibles, un critère supplémentaire a été appliqué avec un nombre minimum de détections consécutives (basées à 3). **Il reste néanmoins que pour certains déplacements, la véracité de l'information pose question.**

Des tests ont été fait sur la portée de détection des hydrophones (fixes et mobiles). **Il en ressort que celle-ci est plus importante qu'indiqué par le fabricant,** jusqu'à 300 m. Il est donc recommandé de faire des tests au préalable du commencement de l'étude, avant de déterminer l'emplacement des hydrophones.

Les émetteurs ont bien fonctionné durant toute la période de l'étude, jusqu'à fin juillet. Sur les 20 poissons marqués, 7 poissons ont été enregistrés jusqu'à la fin juillet, et 11 jusqu'à la fin juin, soit environ 8 mois. Les arrêts d'enregistrements prématurés, comme l'ID n°66, le 9 janvier, peut être lié à un prélèvement ou à la remontée de l'individu dans des confluences inaccessibles ou en dehors du site sur l'Oise ou l'Aisne. Pour pallier aux éventuelles sorties de la zone d'étude, des prospections en bateau ont été faites régulièrement sur l'Oise en amont et en aval de la confluence avec l'Aisne et sur l'Aisne en amont du barrage d'Hérant (limite amont du site étudié). Cela nous a notamment permis de retrouver les ID 56 et 57 à Janville sur l'Oise en février alors qu'ils n'avaient plus été détectés sur l'Aisne depuis fin décembre. Le pourcentage moyen de détection des individus pour toute la période d'étude est de 47,3 %. Ce chiffre est similaire aux détections de l'étude menée par la FDAAPPMA 10 utilisant la même technologie (à 50 %) (Pareilles C & Cousin B, 2021).

IV.2. Les brochets dans l'Aisne

20 poissons ont été marqués lors de cette étude, 16 brochets et 4 silures. Parmi les 16 brochets, 10 brochets issus de pisciculture ont été intégrés. **Les effectifs sont faibles**. Afin d'obtenir des données mieux exploitables statistiquement, l'effectif aurait dû être de minimum 30 brochets.

Ce faible effectif de poissons pêchés que ce soit en pêche électrique ou à la ligne avec la participation des pêcheurs, apporte déjà un résultat intéressant sur l'état de la population de brochets de l'Aisne. En effet, comparé aux autres études menées notamment par les FDAAPPMA 77, 02 et 10, les effectifs capturés sont bien plus faibles (42 pour la FD10, 24 pour la FD77 et 30 pour la FD02).

Plusieurs hypothèses peuvent être formulées sur les faibles effectifs capturés. Il peut s'agir de difficulté dans la capture des individus. En effet, une crue exceptionnelle est survenue lors du mois de juillet 2021. Il a été constaté une diminution de la surface des herbiers en berge. Ces secteurs sont d'ordinaires utilisés comme zones de caches pour les poissons, notamment les alevins et juvéniles. Il est donc possible que les poissons se soient réfugiés sur d'autres secteurs, notamment plus en profondeur, au milieu du chenal. Leur capture est alors plus difficile que ce soit à la pêche à la ligne ou en pêche électrique. Cela irait dans le sens des pêcheurs consultés qui estiment faire de nombreux brochets dans l'Aisne mais depuis l'été « les touches sont plus faibles ». Ainsi, **il est possible que les effectifs de brochets dans l'Aisne soient plus importants par rapport aux prélèvements**.

L'autre hypothèse formulée est que les effectifs de brochets sont très faibles dans la rivière, ce qui explique les faibles prélèvements. Pourtant l'AAPPMA de Compiègne effectue régulièrement des lâchés de brochets adultes et « fingerlings ». Aucun rempoissonnement n'avait été fait entre la crue de juillet et le début du suivi en octobre. Les poissons capturés dans l'Aisne mesuraient plus de 80 cm, ils avaient près de 4 ans. Il est probable qu'ils soient issus d'un rempoissonnement antérieur. Très peu de brochets juvéniles sont observés lors de la pêche électrique. Le même constat est fait pour les autres espèces de poissons, peu nombreuses. Ceci indique donc la faible contribution des brochets issus de pisciculture dans le développement de la population de brochets de l'Aisne. Le doute demeure sur leur capacité à se reproduire. La principale hypothèse au **faible effectif de brochets dans l'Aisne est le manque de zones de reproduction**, entraînant un vieillissement de la population et une disparition à long terme.

Par ailleurs, la sex-ratio de l'échantillon de brochets est plutôt équilibrée avec 9 mâles pour 7 femelles. L'étude scalimétrique a permis de définir les âges des brochets de l'étude. Il est constaté que

pour une taille identique, les poissons utilisés lors de notre étude sont moins âgés que ceux d'autres études similaires (Chevalier E, 2021) (Grimaud M., 2020) (Pareilles C & Cousin B, 2021).

Plusieurs hypothèses peuvent être formulées. La première est que les poissons prélevés dans l'Aisne soient issus d'un précédent repoissonnement comme évoqué ultérieurement et ont eu donc une croissance plus importante les premières années comme observée pour les individus de piscicultures de l'étude avec en moyenne une croissance de 32,03 cm /an contre 20 cm/an pour les autres brochets de l'étude. La deuxième hypothèse est que les ressources alimentaires sont plus importantes sur notre secteur d'étude comme constaté pour le poisson issu de la réserve de l'Ois'eau donc non originaire de pisciculture pour qui la croissance est très forte.

En revanche, un biais méthodologique est constaté sur la taille des individus. Les poissons issus de pisciculture sont sensiblement plus petits que ceux prélevés dans l'Aisne. Ceci rend délicat l'interprétation des résultats et notamment les différences possibles entre les deux groupes d'individus sur le fait que les déplacements diffèrent selon la taille et l'âge ou l'origine. Afin d'avoir un groupe plus homogène, il est nécessaire d'avoir des individus variés que ce soit en termes de tailles ou d'âge pour chaque sous-échantillon (pisciculture ou Aisne). En d'autres termes, notre étude aurait été plus enrichissante si la taille des poissons de pisciculture avait été plus variée de 55 à 90 cm.

Sur les 20 poissons marqués, un seul a disparu avant le mois d'avril, soit après 6 mois de suivi. Il s'agit d'un brochet de pisciculture (ID n°68, en janvier). Á partir d'avril, 3 nouveaux poissons n'ont plus été détectés dont 2 brochets de piscicultures et un silure (ID n°58, 60 et 74). Á partir de juin, le brochet de pisciculture n°59 n'a plus été détecté. **5 poissons ont donc été perdu avant le dernier mois de suivi, soit 25 %. Ce qui est plutôt positif comparé à d'autres études de suivi d'individus.**

Aucun brochet prélevé dans l'Aisne n'a été perdu au cours du suivi alors que 4 brochets de piscicultures ont disparu. Le n°75, en provenance de la réserve de l'Ois'eau, a été capturé et non remis à l'eau par un pêcheur en fin de suivi.

Il semblerait que les brochets issus de pisciculture soient plus facilement pêchés. Toutefois, étant donné les faibles effectifs de poissons prélevés dans l'Aisne, les résultats sont difficilement exploitables.

Á l'inverse, 6 brochets de pisciculture sont retrouvés en fin de suivi, soit après 10 mois. **Plus de la moitié des poissons ont donc persisté dans le milieu.** Ceci vient rejeter certaines hypothèses affirmant que les poissons issus de pisciculture sont vite prélevés une fois relâchés. Cependant, il faut noter qu'une campagne de communication importante a été menée auprès des pêcheurs afin de remettre les poissons à l'eau. Leur comportement durant l'étude n'était donc peut-être pas le reflet de la réalité. Néanmoins, très peu de retours de pêcheurs ont été effectués lors de l'étude afin d'informer la Fédération de leur prise.

IV.3. Analyse des habitats

La caractérisation du secteur d'étude a montré un milieu plutôt pauvre en termes d'habitats ou de zones de reproduction pour les brochets. Le bief aval de l'Aisne ainsi que l'Oise semblent plus artificialisés que le bief amont de l'Aisne. En effet, celui-ci comporte **l'île du Francport qui semble être la zone la plus favorable pour le brochet.** La présence de forêts ou cultures à proximité du cours d'eau apporte également des habitats plus diversifiés. En aval, l'occupation du sol à proximité du cours d'eau se compose en grande majorité de zones urbanisées. L'Aisne présente un tracé plutôt rectiligne sur le site étudié. Quelques secteurs notamment en aval et au niveau de l'île du Francport présentent un

profil plus sinueux. Le fond du lit est homogène et canalisé avec un profil en U et des profondeurs à 3-4m maximum. Quelques fosses sont présentes notamment en aval des barrages. Le relevé des habitats a montré la présence ponctuelle d'embâcles apportant des zones de caches. La ripisylve est continue sur les secteurs forestiers en amont du Francport. Elle est clairsemée ou discontinue sur le reste du linéaire. La végétation aquatique est présente également ponctuellement sur certains secteurs avec des herbiers et des nénuphars. Toutefois, la grande majorité des banquettes ne sont pas végétalisées.

Après consultation du Conservatoire Nationale Botanique de Bailleul (CNBB), le batillage pourrait en être l'explication. Plusieurs affluents sont présents sur le linéaire d'étude dont le plus important est le Ru de Berne où des frayères à brochets ont été aménagées de 2014 à 2018 par l'Office Nationale des Forêts (ONF). Ce secteur est d'ailleurs référencé dans l'arrêté frayère d 17 décembre 2012 (Direction Départemental des Territoires de l'Oise, 2012). Le Ru Fourchon, pourtant référencé comme frayère à brochet dans le cadre d'une précédente étude menée par la FDAAPPMA 60 (Fédération de l'Oise pour la pêche et la protection du milieu aquatique, 2013), est aujourd'hui très envasé. Les niveaux d'eau à l'entrée du Ru sont trop faibles pour permettre aux brochets géniteurs d'y pénétrer. De plus, les banquettes de vase à l'entrée du Ru ne sont pas végétalisées. Ceci peut être lié à la présence d'arbres créant de l'ombrage et empêchant le développement de la végétation mais également du batillage provoqué par le passage des péniches et autres bateaux.

Concernant les annexes hydrauliques, elles sont très peu présentes sur le site. Deux annexes présentes actuellement un intérêt.

La première est la frayère du Carandeu en amont du barrage du Carandeu à Choisy-au-bac. Cette dernière a été aménagée en 2018 dans le cadre d'une mesure compensatoire pour la restauration des barrages sur l'Aisne. Après plusieurs années de suivi, le constat est que cet aménagement n'est pas fonctionnel. Quelques brochetons sont retrouvés mais de manière anecdotique dans la frayère. La problématique principale est l'absence de support de pont, la végétation est très peu présente dans la frayère. De plus, elle a tendance à se colmater très rapidement par la vase. Les niveaux d'eau sont inférieurs à 20 cm sur 60 % du site, ce qui limite l'accès pour les brochets géniteurs. La présence de cet aménagement à 30 m en amont d'un barrage pose question en raison de la régulation des niveaux d'eau très précise effectuée, qui va donc à l'opposé du principe d'une frayère à brochet comme décrit précédemment.

Après observation sur le terrain, il semblerait que le bief amont soit plus favorable que le bief aval, toutefois aucune différence notable ne ressort après analyse des différents paramètres de caractérisation des habitats. Les analyses n'ont pas démontré de détections plus importantes de brochets sur des secteurs correspondant à des critères particuliers (végétation aquatique importante, présence d'affluents, ripisylve continue, etc.). **Le site d'étude reste donc plutôt homogène hormis quelques secteurs plus favorables.**

IV.4. Les déplacements des brochets

De manière générale, **une forte hétérogénéité est constatée dans les déplacements des brochets.** En effet, certains ont effectué moins de 4 km tandis que d'autres ont parcouru 226 km. Il en est de même pour leurs domaines vitaux qui varient de 2,6 km à 14,6 km. Ce constat est partagé par des études similaires menées par les FDAAPPMA 55 (Fédération de la Meuse pour la pêche et la protection du milieu aquatique, 2018), 77 (Grimaud M., 2020), 02 (Chevalier E, 2021) et 10 (Pareilles C & Cousin B, 2021). Le linéaire total d'étude sur l'Aisne est de 10,5 km. En moyenne, les domaines vitaux des brochets représentent 47 % du linéaire de l'Aisne.

La FDAAPPMA 02 a pu observer un effet bloquant des barrages, réduisant ainsi les domaines vitaux des brochets (Chevalier E, 2021). **Dans le cadre de notre étude, le barrage du Carandeu a été franchi par plusieurs brochets de l'étude.** Également, à l'aide du vidéocomptage placé à la passe à poissons, des brochets sont régulièrement observés en montaison. Toutefois, le taux de passage reste inconnu. Aucun brochet n'a été observé en amont du barrage d'Hérant, limite amont du site d'étude. Ceci peut être lié à la distance, situé à 4,7 km du point de lâché des poissons le plus proche. Également, peu de poissons sont retrouvés longtemps en aval au barrage d'Hérant. La configuration étant identique entre les deux barrages, le taux de franchissement doit être similaire.

Les déplacements sont propres à chaque poisson, il est difficile d'établir des groupes de similitudes. Toutefois, plusieurs comportements se distinguent. **Certains brochets effectuent des déplacements fréquents et courts entre plusieurs secteurs.** Ces résultats sont semblables aux observations de la FDAAPPMA 02 dans le cadre de leur étude (Chevalier E, 2021). L'hypothèse formulée est qu'ils se déplacent entre les zones d'alimentation et les zones de repos selon la disponibilité des proies.

Une première crue est survenue de fin décembre à fin janvier, par la suite **plusieurs individus ont effectué des déplacements plus importants dès la fin novembre pour certains jusqu'en mars.** Deux individus sont notamment remontés sur l'Oise, en amont de la confluence avec l'Aisne. **Ceci peut correspondre à l'augmentation des débits à partir de fin novembre qui redescendent à partir de la mi-mars. Ces déplacements, différents des précédents, peuvent correspondre à la migration de reproduction.** Par la suite, à la fin mars, la plupart des brochets sont revenus sur leurs secteurs habituels. **Ceci indique donc une capacité de mémoire des individus leur permettant de rejoindre leur site habituel de vie et témoigne également d'une certaine sédentarité des brochets en dehors de la période de reproduction.**

D'autres individus ont effectué des déplacements plus conséquents après la période de crue. En revanche, **ils ne sont pas retournés sur leurs sites habituels par la suite probablement car ils ont pu trouver un environnement plus favorable grâce à leur migration de reproduction.**

Enfin, **certains brochets ont réalisé très peu de déplacements.** Ils sont restés sur un secteur tout au long du suivi. Aucune migration après la crue n'est constatée, ni de déplacement habituel hors période de reproduction. Le non déplacement de ces individus peut s'expliquer par le fait qu'il soit **déjà sur un site favorable à leur reproduction**, ne nécessitant pas de déplacement supplémentaire comme cela peut être le cas au niveau de l'île du Francport pour plusieurs brochets. **Il est possible également que ces individus ne soient pas sensibles aux stimuli de reproduction notamment pour les brochets de pisciculture, âgé de 2 ans.** Ce sont d'ailleurs des individus issus de pisciculture qui ne se sont pas déplacés durant cette période.

Il est à noter qu'en cette année 2022, les débits et les hauteurs d'eau ont été plus faibles par rapport à l'année passée. Aucune grosse crue notable n'a été observée durant la période de suivi, ce qui peut limiter les opportunités de sites de reproductions pour les brochets.

Les résultats ne montrent pas de différence notable dans les déplacements entre les mâles et les femelles, bien que les mâles parcourent légèrement plus de distances que les femelles. Ils sembleraient également que les mâles se déplacent légèrement plus tardivement que les femelles Toutefois, les résultats ne peuvent être démontrés statistiquement.

Une différence est en revanche constatée entre les poissons issus de pisciculture et ceux issus de l'Aisne. **Les brochets de pisciculture se déplacent moins que ceux prélevés dans l'Aisne.** La différence n'est pas significative en ce qui concerne leurs domaines vitaux. Ceci peut correspondre avec les déplacements fréquents et courts observés principalement sur les brochets de l'Aisne. Il est constaté que les brochets issus de l'Aisne se déplacent plus au sein de leur domaine vital par rapport à ceux de pisciculture. Toutefois, les brochets prélevés dans l'Aisne occupent en moyenne 78 % de la surface de la zone étudiée sur l'Aisne contre 48 % pour les brochets issus de pisciculture.

Plusieurs raisons peuvent expliquer ce phénomène. Les poissons prélevés dans l'Aisne connaissent bien leur environnement. Leurs déplacements semblent affiliés à des secteurs connus pour l'alimentation ou les zones de caches. En revanche, les poissons de pisciculture, sont relâchés dans un environnement nouveau. Leurs premiers déplacements s'apparentent à une exploration des secteurs d'alimentation ou de caches. Ses déplacements sont donc plus aléatoires. S'ils trouvent rapidement un environnement qui leur apporte habitats et alimentations, ils ont tendance à y rester comme cela a pu être observé chez la majorité des individus issus de pisciculture. Toutefois, certains d'entre eux ont effectué beaucoup de déplacements importants. Le brochet issu de la réserve de l'Ois'eau a effectué beaucoup de déplacements et possède un des domaines vitaux les plus importants des poissons étudiés. Le caractère « sauvage » de cet individu lui confère un comportement exploratoire plus important que les brochets élevés dans un étang de plus faible dimension. Cette observation est importante car confirme le fait que l'impact d'un reempoisonnement sur la biologie d'une population reste limité et surtout n'est observable que sur plusieurs années. **Les poissons relâchés ont besoin de temps pour s'adapter à leur environnement et participer efficacement au renouvellement d'une population.**

Dans le cadre de notre étude, la taille des individus n'est pas corrélée à leur distance parcourue ou la taille de leur domaine vital. **Une tendance est constatée sur le fait que plus le brochet est grand et plus sa distance parcourue et son domaine vital sont importants.** Toutefois, comme indiqué précédemment, cette observation est à prendre avec parcimonie. **En effet, les brochets les plus grands sont également ceux prélevés dans l'Aisne.** Il en est de même avec l'âge des individus qui lui-même, est corrélé à la taille. Bien qu'une corrélation soit démontrée entre l'âge des brochets et leur distance parcourue, à savoir que **plus les poissons sont âgés et plus ils se déplacent**, l'interprétation reste délicate. **Il est probable que les brochets plus âgés aient acquis une meilleure connaissance de leur environnement qui les poussent à se déplacer pour rejoindre les secteurs les plus favorables** comme observé pour les brochets ayant remonté l'Oise. **Ces individus auraient donc développé une bonne connaissance de leur environnement avec l'âge par rapport aux plus jeunes.** Dans leur étude, la FDAAPPMA 10 a observé une inversion de cette tendance à partir de 5,8 ans (Pareilles C & Cousin B, 2021). Cette constatation n'a pas pu être faite dans le cadre de cette étude en raison du faible nombre de poissons supérieur à 5,8 ans.

La morphologie des individus ne semble pas réellement impacter les déplacements des brochets qui se déplacent plutôt selon leurs besoins aux différentes périodes de l'année (Ovidio M. a.-C., 2005).

Il est observé **des déplacements plus importants des brochets de janvier à mars inclus que lors du reste de la période de suivi.** Cette période correspond selon la littérature, à la période de migration des géniteurs vers les sites de fraies. Dans le cadre de ce suivi, cela correspond à la période d'augmentation des débits et de la température de l'eau, condition de déclenchement des migrations chez le brochet (Keith P., 2020). Cette différence de déplacements est constatée pour les brochets

prélevés dans l'Aisne ainsi que pour ceux issus de pisciculture. Les deux groupes se déplacent plus de janvier à mars par rapport aux autres mois. **Cependant la différence est moins marquée pour ceux de pisciculture.** Ceci rejoint les observations précédentes sur le fait que les brochets issus de l'Aisne se déplacent plus que ceux de pisciculture même en période de reproduction. **Il est constaté des déplacements plus importants lors du mois de mars.** Les mêmes observations ont été faites par la FDAAPPMA 02 dans le cadre de leur étude sur les brochets (Chevalier E, 2021).

Ces déplacements sont liés à un retour aux débits moyens après la crue. Une nette augmentation des déplacements est constatée entre février et mars notamment pour les brochets issus de l'Aisne. Il peut s'agir d'un début de migration vers les sites de reproduction. Dans ce cas, ceux-ci surviennent près de deux mois après le pic de crue et correspondent à une augmentation de la température de l'eau notable au-dessus de 7°C. **Ceci peut indiquer une migration de reproduction tardive en comparaison à ce qu'indique la théorie, plutôt au mois de février.**

Les déplacements durant la période de reproduction sont principalement observés vers l'amont pour les brochets prélevés dans l'Aisne. **Il est possible que les brochets de l'Aisne qui ont une bonne connaissance de leur environnement, se dirigent spontanément vers les sites de fraies favorables.** Également, cela a pu être démontré pour d'autres espèces de poissons, **une migration de reproduction vers l'amont permet de compenser les dérives des futures larves et juvéniles aux capacités de nage plus limitées** (Sonny, 2006).

Également, certains secteurs favorables ont abrité plusieurs brochets au même moment. **Ceci indique que les brochets n'ont pas de comportement territorial.** Cela a aussi pu être observé dans d'autres études (Hodder, 2007) (Chevalier E, 2021).

Une corrélation positive est retrouvée entre la distance parcourue par les brochets et la température. **La distance parcourue par les brochets augmente quand la température diminue.** Ceci peut être lié à la période du mois. **En revanche, aucune corrélation n'est observée entre les débits et la distance parcourue.** Il semblerait donc, dans le cadre de notre étude, que la température joue un rôle plus important dans les déplacements des brochets que les débits. La FDAAPPMA 10 dans le cadre de son étude a démontré au contraire que le débit est un facteur prépondérant dans la mise en mouvement des brochets (Pareilles C & Cousin B, 2021).

Lors de la période de suivi, une seule crue est observée lors du mois de janvier. Les débits sont plus faibles que sur la même période en 2020-2021. Pourtant, en 2021, une montée des eaux notables a pu être observée en février et juillet contrairement à 2022. Cette absence de crue notable en 2022 a pu modifier le comportement des brochets faisant du critère température le facteur principal de déclenchement de la migration de reproduction. En effet, l'Aisne est une rivière canalisée, les crues et les niveaux d'eaux sont contrôlés par des barrages dont 2 sont présents sur le linéaire d'étude. Les débordements sont donc exceptionnels et limités dans le temps. Les brochets issus de l'Aisne sont donc habitués à des faibles variations de niveaux d'eau.

En analysant les déplacements par groupes de températures et de débits, **il est démontré de manière globale que les déplacements des poissons sont plus importants pour une température comprise entre 6 et 14°C et pour des débits compris entre 50 et 100 m³/s.** Les mêmes observations ont été faites lors de l'étude de la FDAAPPMA 77 (Grimaud M., 2020) et de la FDAAPPMA 10 (Pareilles C & Cousin B, 2021). Ceci peut s'expliquer par la capacité de nage des individus, plus difficile avec des débits

plus importants. Dans ce cas, les brochets auraient donc tendance à moins se déplacer. La FDAAPPMA 02 a pu constater des mouvements liés aux débits et non dépendant de la saison, ni du cycle de vie du brochet mais également à l'augmentation de la température de l'eau (Chevalier E, 2021).

Certains brochets ont commencé à se déplacer à partir de mi-novembre (7 et 18 novembre pour les 56 et 57), date pour laquelle ils sont sortis de notre zone d'étude et donc plus détectés. Ces migrations supposées à cette période, se déroulent avant la crue de début janvier lorsque les débits sont encore relativement faibles. **Ceci peut témoigner d'une adaptation de ces poissons à leur environnement et d'une anticipation de la migration de reproduction, peut-être pour faciliter leurs déplacements lors de débits plus faibles.** D'autres ont débuté leurs migrations après la 1^{ère} crue comportant des débits supérieurs à 200 m³/s. **Ceci confirme l'hypothèse précédente sur le fait que les brochets se déplacent pour des débits moyens certainement afin de faciliter leur mouvement.** Ils ont attendu que les débits redescendent en dessous de 100 m³/s.

Deux secteurs sur le site d'étude sont plus habités que les autres. **L'aval du barrage du Carandeau et l'île du Francport présentent le plus de détections de poissons sur la période de suivi.** L'aval du barrage est un milieu présentant une forte concentration de poissons en raison de la présence d'une fosse à plus de 7 m et de l'effet accumulateur du barrage. Ainsi les brochets peuvent y retrouver de nombreuses proies. Au niveau de l'île du Francport, ce secteur présente de nombreux embâcles et arbres tombés servant de zones de caches. La profondeur en eau, plus faible, permet le développement de végétaux aquatiques de type carex. Ce secteur représente une zone de refuge pour les poissons. Plusieurs brochets notamment issus de pisciculture, une fois relâchés au niveau du pont du Francport, se sont réfugiés sur ce site et y sont restés tout le long du suivi, probablement car ils ont pu y retrouver un habitat favorable. D'autres, ont effectué des déplacements tout en revenant régulièrement dans ce secteur.

Comme évoqué précédemment, une différence est constatée entre les poissons issus de pisciculture et ceux issus de l'Aisne. **Les brochets prélevés dans l'Aisne sont restés affiliés à un secteur particulier, des déplacements fréquents sont observés entre deux sites chez certains poissons.** Les déplacements ne semblent pas aléatoires mais bien suivre une logique de quête d'alimentation ou de recherches d'habitats. **Les brochets issus de pisciculture ont eu des comportements très distincts. Certains sont toujours restés proches de leur secteur de lâché que ce soit sur le bief aval ou le bief amont. D'autres ont effectué des déplacements aller-retour similaires aux poissons prélevés dans l'Aisne ainsi que des déplacements plus conséquents en février et mars au moment de la crue. Des déplacements plus exploratoires sont constatés chez les poissons issus de piscicultures.**

Les brochets ont été remis à l'eau sur deux secteurs : le pont de Choisy-au-bac sur le bief aval et au pont du Francport sur le bief amont. Il est possible que l'environnement de remise à l'eau des poissons est une influence sur leurs déplacements notamment sur l'étendue des domaines vitaux des individus mais le faible effectif de poisson ne permet pas de le justifier statistiquement. **Il est juste constaté effectivement que les brochets relâchés au pont du Francport ont des domaines vitaux plus faibles que ceux relâchés au pont de Choisy-au-bac.** L'hypothèse formulée est que les brochets relâchés dans le bief aval, présentant moins de zones favorables, doivent plus se déplacer sur une plus grande distance afin de trouver des secteurs favorables (alimentation et reproduction). Les brochets relâchés au pont du Francport sont à 400 m de l'île du Francport, qui présente des conditions

favorables. Ce qui corrobore avec le fait que plusieurs brochets sont allés au niveau du site de l'île du Francport et y sont restés.

L'analyse des secteurs colonisés par les brochets a également montré que pour la grande majorité des individus, ils sont présents sur un secteur plus de 90 % des détections. Il semblerait donc que les brochets soient affiliés à un secteur particulier et effectuent leurs déplacements sur une distance limitée hors période de reproduction. Ce qui rejoint les analyses précédentes et les résultats d'autres études (Skov, 2018), (Grimaud M., 2020). Les résultats sont identiques entre les mâles et les femelles. Le même constat est effectué que ce soit pour les brochets de piscicultures ou ceux de l'Aisne. Des exceptions sont constatées notamment avec l'ID75, prélevé dans la réserve de l'Ois'eau, qui est présent équitablement sur 3 secteurs.

IV.5. Perspectives

Les résultats de cette étude doivent permettre d'orienter les modes de gestion et les actions en faveur du brochet sur l'Aisne. Plusieurs actions peuvent être envisagées.

- > Création de frayères à brochet

Le premier constat est la faible densité de brochets sur l'Aisne en lien avec le manque de frayères disponibles et efficaces sur le linéaire. Pour cela, plusieurs orientations peuvent être adoptées. Cela passe dans un premier temps par la création et la restauration de frayères. La Fédération a débuté dès l'année 2022 un diagnostic afin de retenir différents sites intéressants pouvant éventuellement faire l'objet d'aménagements. Ces 5 sites, situés en amont du barrage du Carandeu, seront étudiés précisément par un bureau d'études afin de fournir un diagnostic détaillé et des propositions d'aménagement.

Dans la restauration des frayères, il peut être envisagé la création de plateaux de hauteurs différentes afin d'adapter les secteurs en fonction des variations de niveaux d'eau.

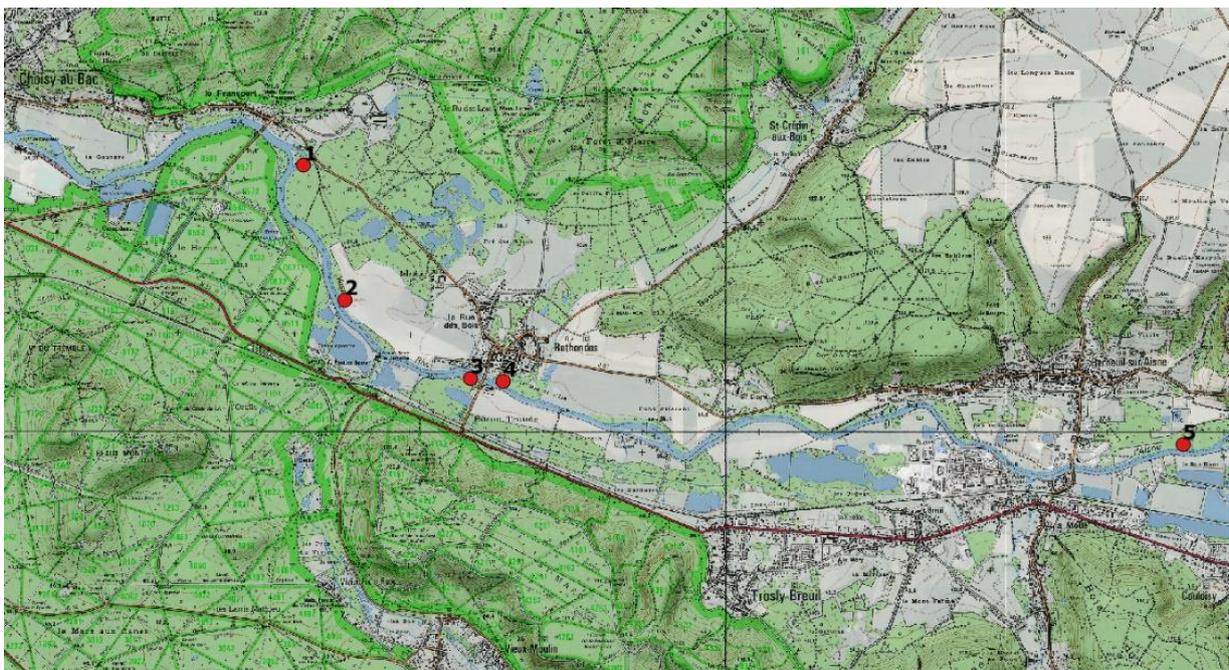


Figure 77: Localisation des sites faisant l'objet d'une étude de restauration de frayères à brochets



Figure 78: Secteur de l'île du Francport

Par ailleurs, les résultats de l'étude ont permis de sélectionner également certains sites fréquemment occupés par les brochets comme l'île du Francport qui présente une superficie importante avec un secteur en zones humides qui peut être aménagé. Actuellement utilisé pour l'exploitation du bois et la chasse, le site présente des zones inondées importantes qui peuvent être en connexion avec l'Aisne en période de crue. Des aménagements seront nécessaires afin d'ouvrir davantage le milieu et ainsi permettre le développement de végétaux aquatiques, support de ponte pour les brochets.

Autre aménagement envisagé sur le Ru Fourchon à Rethondes où des plantations d'espèces végétales adaptées et locales, prélevées à proximité, pourraient être réalisées au niveau de la connexion entre le Ru et l'Aisne.



Figure 79: Le Ru Fourchon à Rethondes



Figure 80: Essai de plantations sur la frayère du Carandeu

Sur la frayère du Carandeu, après discussion avec le chargé de gestion des mesures compensatoires, des travaux vont être réalisés notamment avec une évacuation d'eau afin d'essayer de rendre cet aménagement fonctionnel.

L'efficacité des aménagements sera par la suite suivie par la Fédération notamment par des relevés des niveaux d'eau et de la température et par des inventaires piscicoles.

Le PDPG de l'Oise (FDAAPPMA 60, 2023) indique la nécessité de restaurer des frayères à brochets avec un objectif de 3 ha sur le contexte de l'Aisne aval. Ceci permettant de se rapprocher des densités de brochets théoriques estimés selon les Niveaux Typologiques Théoriques (NTT) de Verneaux (Verneaux J., 1973).

La restauration des frayères est une première étape, toutefois, il faut rappeler que le taux de survie n'est que de 2 % entre le stade œuf et le stade brochetons migrants (Chancerel, 2003). Il est donc primordial d'assurer un maximum d'efficacité aux frayères restaurées dès le début, ce qui n'est pas toujours le cas actuellement dans le cadre des mesures compensatoires. Pour compenser, il faut

impérativement une surface minimum et surtout une efficacité prouvée. Ceci doit passer par une évaluation précise de la fonctionnalité des surfaces détruites afin d'avoir la meilleure compensation.

> Adaptation de la pratique de la pêche

Au vu des faibles densités de brochets présents dans la rivière, conjointement à la restauration de frayères à brochet, il est nécessaire de préserver les individus. Pour ce faire, suite aux résultats de cette étude, la Fédération a mis en place une fenêtre de capture des brochets sur l'Aisne.

Ainsi à partir 2023, les brochets de moins de 60 cm et de plus de 80 cm devront être remis à l'eau. L'objectif de cette mesure est de préserver les gros spécimens. En effet, chez le brochet, le nombre d'ovules dépend du poids de la femelle (Keith P., 2020). Les femelles les plus grandes, donc les plus lourdes, auront plus d'ovules et seront donc plus fertiles. Également, des études ont montré un effet maternel chez le brochet (Arlinghaus R., 180), où la taille de la mère influe sur la qualité des œufs et des larves. La FDAAPPMA 69 a réalisé une étude de suivi après la mise en place de la fenêtre de capture sur différents sites. Les résultats indiquent une augmentation de 35 % des brochetons de l'année (0+). D'un point de vue halieutique, la prise de brochets de plus de 75 cm est 2 à 4 fois plus importantes après l'instauration de la fenêtre de capture 50-70 cm. La taille des poissons pêchés est en augmentation (Fédération du Rhône pour la pêche et la protection du milieu aquatique, 2022).

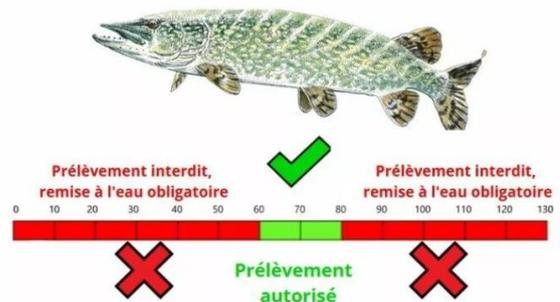


Figure 81: Fenêtre de capture

Les frayères restaurées devront être mises en réserve afin d'optimiser la reproduction, préserver les géniteurs et protéger les larves et les alevins. De plus, ces secteurs de frayères peuvent être utilisés comme des abris pour les brochets en cas de fortes crues comme l'ont observé la FDAAPPMA 02 dans leur étude (Chevalier E, 2021).

Également, il pourrait être envisagé de mettre certains secteurs en No Kill comme l'île du Francport où plusieurs brochets y ont trouvé refuge lors de cette étude. La mise en place du No Kill impose au préalable une bonne communication auprès des pêcheurs sur les bonnes pratiques de remise à l'eau des poissons. En effet, il est encore fréquemment constaté des remises à l'eau d'individus qui malheureusement mourront quelques temps plus tard car trop abîmés.

La réglementation actuelle prévoit 2 prises de brochets / jour / pêcheur. Ce chiffre est donc dépendant du nombre de pêcheur présents sur la rivière et donc il est difficile de quantifier réellement les prises de brochets par an. Pour cela, un carnet de capture pourrait être mis en place impliquant que chaque pêcheur note ses captures et transmette les informations à la Fédération. Ceci permettrait également d'évaluer succinctement l'état de la population avec des retours sur la taille, le poids, le sexe et les zones de captures des individus.

> Préserver la population

La restauration des frayères et les adaptations halieutiques nécessiteront quelques années avant de dynamiser efficacement la population de brochets sur l'Aisne. Les rempoissonnements pourront continuer à être effectués afin de maintenir la population et contenter les pêcheurs. Comme constaté lors de cette étude, ces individus sont susceptibles de perdurer dans le milieu et de participer à la reproduction après une adaptation à leur nouvel environnement. Il est fort probable que sans les rempoissonnements effectués par l'AAPMA, la population de brochets de l'Aisne aurait déjà disparu.

La restauration de la continuité écologique est en enjeu majeur de restauration des milieux et d'amélioration de la qualité de l'eau. Actuellement, dans les grands milieux, les projets sont principalement dépendants de la présence d'espèces migratrices amphihalines. Pourtant, toutes les espèces migrent que ce soit pour se reproduire ou rechercher des zones d'alimentation ou de caches.

Comme observés lors de cette étude, les brochets peuvent effectuer de longues distances afin de trouver des sites favorables. Il est donc primordial qu'ils soient pris en considération lors des travaux de rétablissements de la continuité écologique et que les aménagements réalisés leur soient également adaptés. Sur l'Aisne, les barrages sont équipés de passes à poissons, permettant le passage d'un bief à l'autre. Ce n'est en revanche pas toujours le cas pour l'accès aux affluents, qui peuvent comporter des sites de fraies intéressants. En effet, l'Aisne étant une rivière fortement canalisée, les débordements en cas de crue sont faibles, ce qui limite les zones de fraies.

Les Rus affluents peuvent dans ce cas représenter des secteurs utilisés par les géniteurs à condition qu'ils leur soient accessibles.



Figure 82: Frayère sur le Ru de Berne, affluent de l'Aisne

Également, même pour des rivières aux débits régulés comme l'Aisne, il serait nécessaire de maintenir des débits fluctuants au cours de l'année en lien avec les épisodes de crues permettant des débordements sur des secteurs désirés.

Les pollutions peuvent également avoir des conséquences importantes sur l'état de la population. Sur l'Aisne, une pollution est identifiée sur l'usine Wylchem Lamotte à Trosly-Breuil, en amont du barrage d'Hérant. En 2021, des rejets anormaux sont constatés dans l'Aisne. Des études de qualité d'eau ont montré des concentrations dépassant les seuils pour différents polluants notamment l'aluminium où 75 % des mesures de concentration ne respectent pas la valeur limite d'exposition (VLE). Un arrêté de mise en demeure a été déposé en juin 2021 (Préfecture de l'Oise, 2021). Pourtant, depuis, les rejets se poursuivent. Ce type de pollutions chroniques impactent bien évidemment la santé des poissons et peuvent avoir des répercussions sur leur cycle biologique, elles ne devraient donc pas continuer impunément. Les pêcheurs, en tant que sentinelle des cours d'eau, ont un rôle à jouer notamment par leur présence afin de constater et faire remonter les pollutions constatées. Sans témoignage rapide, il est difficile par la suite de demander de chiffrer les dommages sur le milieu et les poissons.

> Suivi de l'espèce

La Fédération réalise chaque année des suivis par pêches électriques de frayères à brochets dans le département. Les futures frayères aménagées feront également l'objet de suivi régulier afin de vérifier leur efficacité. De plus, il est prévu de réaliser un inventaire en bateau sur l'Aisne, comme effectué en 2021 pour la capture des brochets. L'objectif est de comparer les données et de déterminer si 2021 était une année exceptionnelle notamment en lien avec la crue de juillet.



Figure 83: Pêche électrique en 2021 sur la frayère du Carandeau

Afin d'étudier les déplacements des brochets, et notamment l'adaptation des individus issus de piscicultures, il pourrait être intéressant de réaliser une étude sur plusieurs années. Ceci permettrait de déterminer leur persistance dans le milieu et combien de temps après leur lâchés dans la rivière, il est observé des mouvements de reproduction plus conséquents, signifiant ainsi une participation potentielle au renouvellement de la population. Ceci permettrait également de déterminer si une affiliation aux frayères est constatée chez les brochets. Toutefois, l'utilisation d'émetteurs sur plusieurs années nécessite une batterie plus grosse et donc des émetteurs potentiellement plus gros.



Figure 84: Antenne de réception RFID (source: Fish Pass)

Également, un suivi RFID (Radio Frequency Identification) pourrait être mis en place à l'entrée des frayères et des affluents afin d'estimer les entrées et sorties des géniteurs. Ce système permet d'identifier le passage d'individu passant dans un cadre. Sur le Ru de Berne notamment, les frayères sont situées à environ 400 m de la confluence. Il serait intéressant de savoir si des brochets pénètrent dans le Ru et ensuite s'ils accèdent aux zones de frayères. Le même travail peut être réalisé sur d'autres sites, notamment sur la frayère du Carandeau et dans le contexte de l'Oise avec le Ru des Planchettes.

La technologie de télémétrie acoustique apporte des informations sur les déplacements longitudinaux des poissons mais pas sur leurs déplacements latéraux. De plus, la distance de détection ne permet pas de cibler les habitats particulièrement comme avec la technologie radio. Afin d'avoir des données plus précises sur l'occupation des habitats, ils seraient nécessaires d'étudier plus finement une zone restreinte en utilisant un maillage fin entre les hydrophones. Par superposition des champs de détections, il est ainsi possible de déterminer avec précision l'emplacement du poisson. Ceci a été effectué lors d'une étude de suivi des déplacements de poissons au niveau d'un rejet de centrale nucléaire où 32 hydrophones sont positionnés sur 2 km de cours d'eau dans le Rhône (Lamonica D. et Capra H., 2022). Toutefois, ce type d'études nécessite de nombreux hydrophones et donc comporte un coût très important.

V. Conclusion

Cette étude a permis de suivre les déplacements de brochets sur 10 mois au sein de la rivière Aisne par télémétrie acoustique. Cette méthodologie s'est avérée relativement efficace dans le suivi des individus pour des milieux larges et profonds. Toutefois, des enregistrements suspects sont observés où il est peut être difficile de déterminer s'il s'agit réellement du poisson ou d'une erreur, ce qui peut conduire à des fausses interprétations. Également, des absences de détections sont constatées sur des périodes plus ou moins longues, ce qui pose la question sur le fait que le poisson soit hors du champ de détections des hydrophones ou non détectés.

Comme démontré dans des études précédentes, une grande variabilité est constatée dans les déplacements des brochets indépendamment de l'âge, du sexe ou de l'origine du poisson. Chaque poisson a son propre comportement selon ses besoins. Il semblerait que les brochets développent une mémoire des sites et s'adaptent aux conditions de leur environnement. Il est constaté de forts déplacements longitudinaux chez certains brochets, jusqu'à 14 km. Ceci appuie l'idée que les brochets sont des migrateurs holobiotiques et qu'ils sont capables de parcourir de grandes distances à la recherche de zones de reproduction. De ce fait, cette espèce doit davantage être prise en considération dans les travaux de restauration de la continuité écologique et les impacts des barrages sur nos cours d'eau d'autant qu'il s'agit de l'espèce repère des contextes piscicoles cyprinicoles.

Il est constaté que les brochets effectuent de nombreux déplacements sur de petites distances, dans un court laps de temps au cours de l'année. Ces déplacements peuvent être associés à une recherche de nourriture avec des allers-retours entre les zones d'alimentation et les zones de caches. Ceci est particulièrement vrai pour les brochets déjà présents dans l'Aisne avant l'étude. Ceci peut donc témoigner d'une bonne connaissance de leur part de leur environnement. Les brochets auraient donc une mémoire, leur permettant de retrouver les sites favorables que ce soit en termes de croissance, développement ou de reproduction. Les brochets issus de pisciculture relâchés dans ce nouvel environnement ont majoritairement eu des déplacements au début, après lâchés, pouvant être associé à une exploration de leur environnement puis ils se sont fixés sur un site en particulier pouvant leur apporter les ressources nécessaires.

Les brochets effectuent des déplacements en lien avec les paramètres de l'environnement qui sont la température de l'eau et, dans une moindre mesure pour cette étude, les débits. Les déplacements des brochets s'effectuent pour des débits inférieurs à 100 m³/s, après les crues, éventuellement pour faciliter leurs mouvements. Des distances plus importantes sont parcourues de janvier à mars par rapport aux restes de la période de suivi. Ces déplacements sur de plus grandes distances et plus longtemps que les précédents peuvent témoigner d'une recherche de zones de reproduction. Cette distance parcourue est dépendante des habitats favorables présents dans le milieu.

De manière générale, l'Aisne présente ponctuellement des secteurs favorables mais trop peu présents. Certains secteurs sont particulièrement fréquentés par les poissons notamment l'île du Francport pour les habitats disponibles. Il est donc important de préserver ce secteur, voire de l'améliorer avec la création d'une frayère. D'autres projets sont envisagés afin d'apporter une surface de fraie suffisante pour atteindre les densités théoriques de brochets.

Des déplacements sont constatés entre les biefs, ce qui indique une franchissabilité des barrages par les passes à poissons. Toutefois, le taux de franchissement reste à déterminer.

Enfin, cette étude a permis d'apporter des informations sur l'efficacité des rempoissonnements. Les poissons relâchés sont susceptibles de persister longtemps dans le milieu, en revanche leur participation à la croissance de la population n'est pas immédiate et demande un temps d'adaptation qui peut être long afin de se familiariser avec leur environnement. Comme observé dans cette étude, les brochets les plus efficaces en termes de reproduction sont ceux ayant le plus d'expériences.

De plus, ce renforcement de population ne pourra se faire que si des sites de fraies fonctionnels sont déjà présents dans le milieu. Or ils sont trop peu nombreux sur l'Aisne où les brochets doivent parcourir de grandes distances afin de se reproduire ou trouver des sites de substitutions avec des taux de survie des œufs et des larves bien moins importants.

Cette étude a permis de soulever la fragilité de la population de brochets sur l'Aisne. Des travaux de restauration de frayères et d'habitats ont été initiés dès 2023 ainsi qu'une adaptation de la gestion halieutique au plus près de la population. L'objectif de ces actions est d'améliorer les densités de brochets présents dans la rivière, grâce à une meilleure reproduction et une meilleure protection des individus et de leur environnement. À long terme, ces aménagements devraient permettre de retrouver une population fonctionnant naturellement en accomplissant son cycle biologique avec moins d'intervention humaine, ce qui permettra d'améliorer l'état de la population tout en répondant aux attentes des pêcheurs.

VI. Bibliographie

- Agence de l'Eau Seine Normandie. (2019). *Etat des lieux Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux*.
- Arlinghaus R., M. S. (180). The conservation and fishery benefits of protecting large pike (*Esox lucius* L.) by harvest regulations in recreational fishing. . *Biological Conservation* , pp. 1444-1459.
- Baglinière E., & O. (1990). Choix et fiabilité d'un modèle de rétrocalcul des tailles en écologie halieutique. Mise au point d'un logiciel informatique. *Bull.Fr.Pêche Piscic.* 319, pp. 258-272.
- Capra, H. P. (2018). Individual movements, home ranges and habitat . *Fisheries* , pp. pp. 136–149.
- Chancerel. (2003). *Le brochet: Biologie et gestion, mise au point*. Fontenay Sous Bois : Conseil Supérieur de la Pêche/ Protection des milieux aquatiques.
- Chevalier E. (2021). *Etude comportementale du Brochet (Esox lucius Linnaeus, 1758) par télémétrie dans la rivière Aisne*.
- Cristofoli, S. &. (2010). *Restauration écologique: contexte, contraintes et indicateurs de suivi*. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, 14(1), pp. p. 203-211.
- Direction Départemental des Territoires de l'Oise. (2012, Décembre). Arrêté fixant la liste des frayères et des zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole dans le département de l'Oise.
- FDAAPPMA 60. (2023). *Plan Départemental pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles*.
- Fédération de la Meuse pour la pêche et la protection du milieu aquatique . (2018). *Etude comportementale du brochet en vallée de la Meuse* .
- Fédération de l'Oise pour la pêche et la protection du milieu aquatique. (2013, juin). *Etude piscicole pour la restauration et la création de frayères à brochets sur le territoire du SAGE Oise-Aronde*.
- Fédération de l'Oise pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. (2022). *Etude des contenus stomachaux des silures sur l'Aisne* .
- Fédération du Rhône pour la pêche et la protection du milieu aquatique. (2022). *Retour d'expérimentation des fenêtres de capture du Rhône . JTN Paris 2022*.
- Grimaud M. (2020). *Etude du brochet (Esox lucius) et de ses frayères sur la Seine*.
- Hodder, K.-H. e. (2007). Techniques for evaluating the spatial behaviour of river fish. . *Developments in fish Telemetry* , pp. 257-269.
- Jonnsson, M. e. (2011). Foraging success of juvenile pike *Esox lucius* depends on visual conditions. *Fish. Biol.* 79, 290-297.
- Keith P., P. N. (2020). *Les poissons d'eau douce de France*. 2nde édition. Biotope EditionsMèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité).
- Keith, P. P. (2011). *Les poissons d'eau douce de France*. Paris: Biotope éditions / MNHN.
- Lamonica D. et Capra H. (2022). Trajectométrie et comportement des poissons en milieux thermiquement et hydrauliquement contrastés. *Colloque Thermie 2022*. Palaiseau .
- Lotek . (s.d.). <https://www.lotek.com/technology/acoustic/>. Récupéré sur Lotek.com .

- Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. (2012). Synthèse du projet Explore 2070., (p. 4).
- Ovidio, M. a.-C. (2005). Long range seasonal movements of northern pike (*Esox lucius* L.) in the barbel zone of the River Ourthe (River Meuse basin, Belgium). p. 12.
- Ovidio, M. e. (2009). Movement behaviour of the small benthic Rhine sculpin *Cottus*. *Hydrobiologia*, 636(1), pp. pp. 119–128.
- Ovidio, M. e. (2013). A bit of quiet between the migrations: the resting life of the European. *Aquatic Ecology*, 47(3), pp. pp. 291–301.
- Ovidio, M. S. (2020). Evaluation of the performance of successive multispecies improved fishways to reconnect a rehabilitated river. *Wetlands Ecol Manage*, 641-654.
- Pareilles C & Cousin B. (2021). *Etude comportementale du brochet commun (Esox lucius L.)*.
- Pauwels I.S., G. P. (2014). Movement patterns of adult pike (*Esox lucius* L.) in a Belgian lowland river. *Ecology of freshwater Fish*, 23(3), pp. 372-382.
- Pottier G, A. D. (2022). *La pêche scientifique à l'électricité dans les milieux aquatiques continentaux*. Office Français de la biodiversité, Collection Guides et protocoles.
- Préfecture de l'Oise. (2021). *Arrêté préfectoral portant mise en demeure de respecter les prescriptions applicables aux installations classées*. Beauvais.
- Skov, C. &. (2018). *Biology and ecology of pike*. CRC Press.
- Sonny, D. e. (2006). Inter-annual and diel patterns of the drift of cyprinid fishes in a small tributary of the River Meuse. *Folia Zoologica*, 55, pp. 75-85.
- UICN, U. I. (2019). *Liste rouge des espèces menacées en France*.
- Union des Fédérations du bassin Adour Garonne. (2014). *Guide technique pour la restauration des frayères à brochet*.
- Verneaux J. (1973). Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. *Essai de biotypologie*, Université de Besançon.

VII. Annexe 1 : Paramètres d'évaluation des habitats

- **Conditions hydrologiques au moment de l'évaluation :**

- Hautes eaux
- Eaux moyennes
- Basses eaux

- **Largeur en eau (en m)**

- **Type de faciès :**

- 1- Lentique
- 2 - Lotique
- 3 - Radier

- **Sinuosité :**

- 0 - Rectiligne
- 1 - Sinueux
- 2 - Très Sinueux
- 3 - Méandriforme

- **Turbidité :**

- 0 – Fond non visible
- 1 - Fond perceptible
- 2 – Fond visible

- **Profondeur moyenne :**

- 1 – Superficiel
- 2 – Moyenne
- 3 – Profond

- **Présence de fosses :**

- 0 : Absence
- 1 : Présence

- **Etat de la ripisylve :**

- 0 : Absence
- 1 : Clairsemée
- 2 : Discontinue
- 3 : Continue

- **Artificialisation :**

- 0 : Forte
- 1 : Moyenne
- 2 : Faible
- 3 : Nulle

- **Disponibilité des habitats :**

- 0 : Absente
- 1 : Faible
- 2 : Moyenne
- 3 : Fort

- **Granulométrie :**

- Argiles/ Limons
- Sables

- Pierres/graviers
- Cailloux
- Blocs/Dalles
- **Végétation aquatique :**
 - 0 : Absente
 - 1 : Faible
 - 2 : Moyenne
 - 3 : Abondante
- **Occupation sol :**
 - 0 : Tissus urbains
 - 1 : Cultures agricoles
 - 2 : Prairies
 - 3 : Forêts
- **Présence de confluences :**
 - 1 : Présence
 - 0 : Absence
- **Présence d'annexes hydrauliques :**
 - 1 : Présence
 - 0 : Absence
- **Présence d'ouvrages :**
 - 0 : Présence
 - 1 : Absence

VIII. Annexe 2 : Fiches descriptives

Fiche descriptive : BRO56

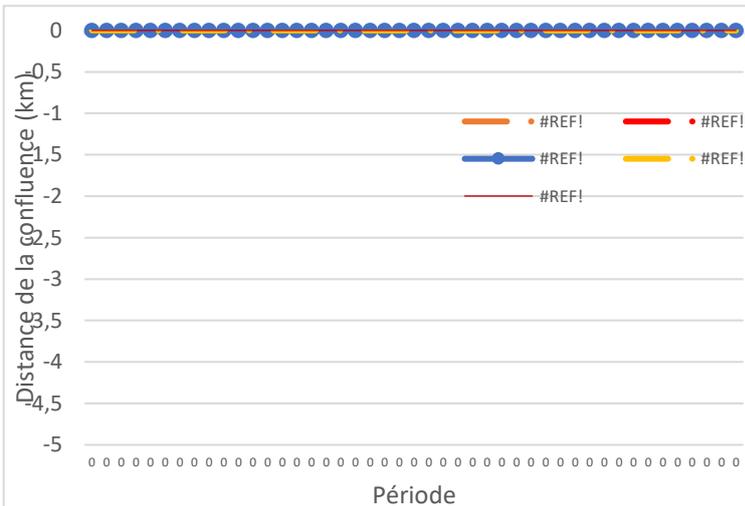
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	56-T474217
ID spaghetti	23002
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy-au-bac
Biométrie	
Longueur (en cm)	85,5
Poids (en kg)	4,617
Age (an)	3,8
Sexe	Femelle
Provenance	Aisne
Etat sanitaire	Bon état



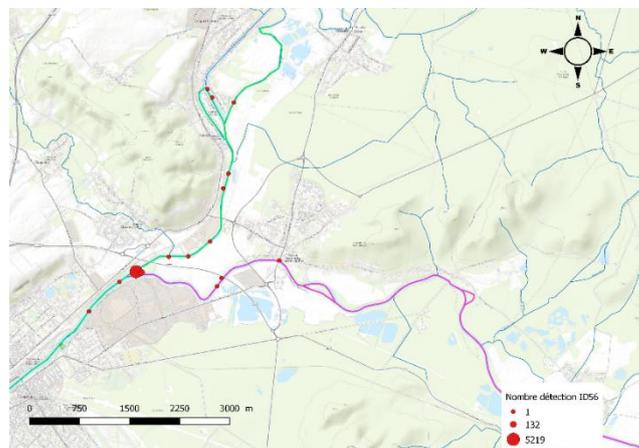
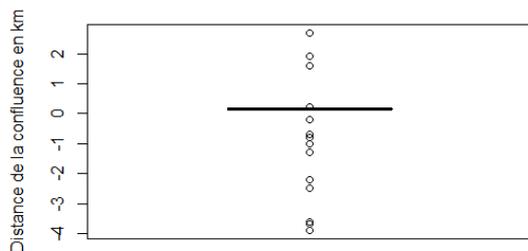
Déplacement du poisson

Nombre de détection	5 366
Distance totale parcourue (en km)	45,52
Taille du domaine vital (en km)	6,6
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	03/07/2022

Individu retourné sur la zone de capture, à la confluence Aisne-Oise. Puis perte de détection en novembre. Retrouvé sur l'Oise au niveau de Janville en février. Retour sur l'Aisne à la confluence en juin.



Localisation des détections enregistrées



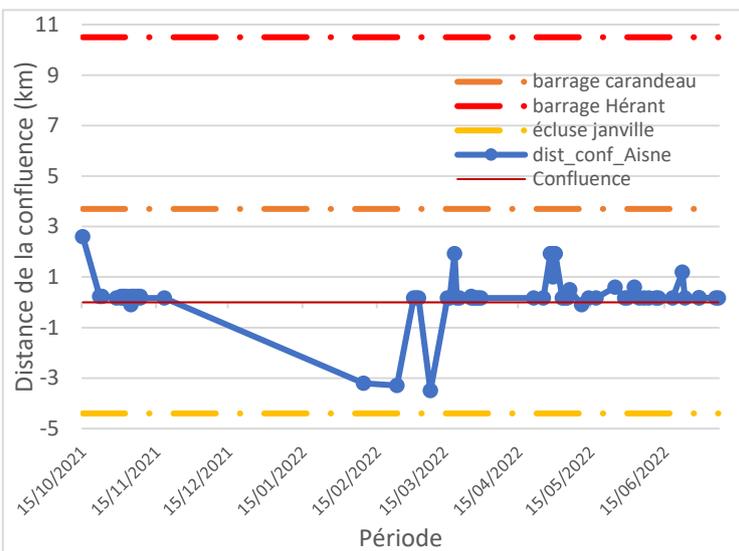
Fiche descriptive : BRO57

Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	57-T474218
ID spaghetti	23003
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy-au-bac
Biométrie	
Longueur (en cm)	91,5
Poids (en kg)	5,215
Age (an)	4,8
Sexe	Mâle
Provenance	Aisne
Etat sanitaire	Bon état



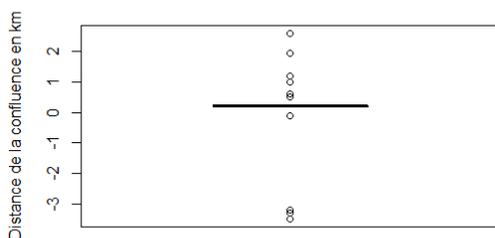
Déplacement du poisson

Nombre de détection	27 507
Distance totale parcourue (en km)	34,85
Taille du domaine vital (en km)	6,1
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	07/07/2022

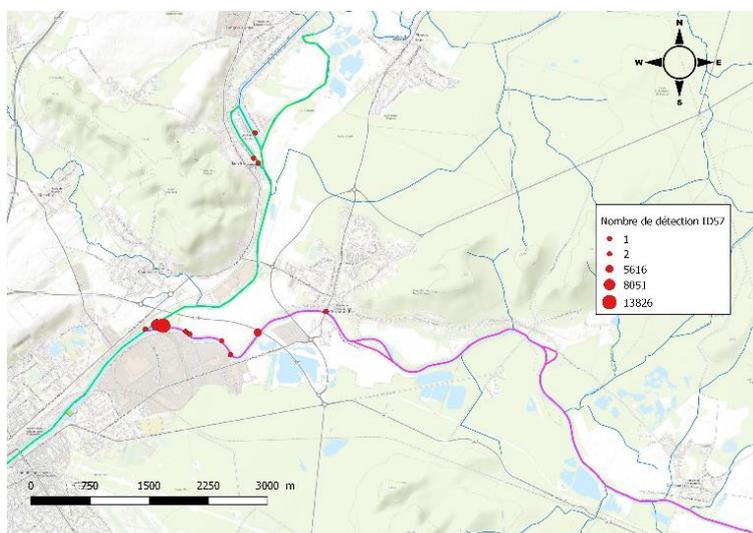


Individu retourné sur la zone de capture, à la confluence Aisne-Oise. Puis perte de détection en novembre. Retrouvé sur l'Oise au niveau de Janville en février. Retour sur l'Aisne à la confluence en mars. En juillet, détection entre la confluence et l'aqueduc, remonté sur l'Aisne.

Localisation des détections enregistrées



*



Fiche descriptive : BRO58

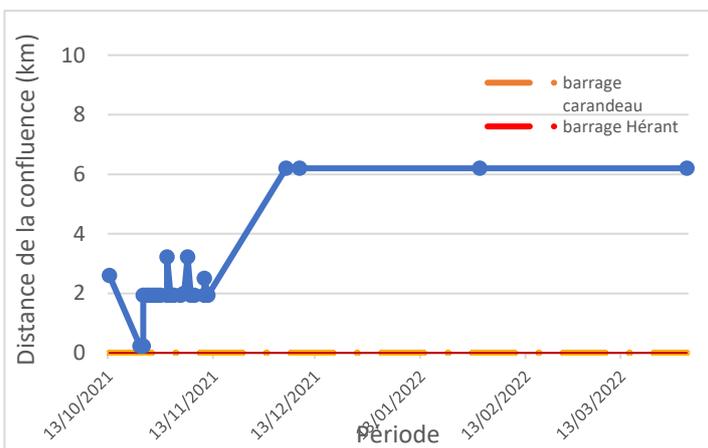
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	58-T474219
ID spaghetti	23024
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy-au-bac
Biométrie	
Longueur (en cm)	54,5
Poids (en kg)	1,014
Age (an)	1,8
Sexe	Mâle
Provenance	Pisciculture
Etat sanitaire	Bon état



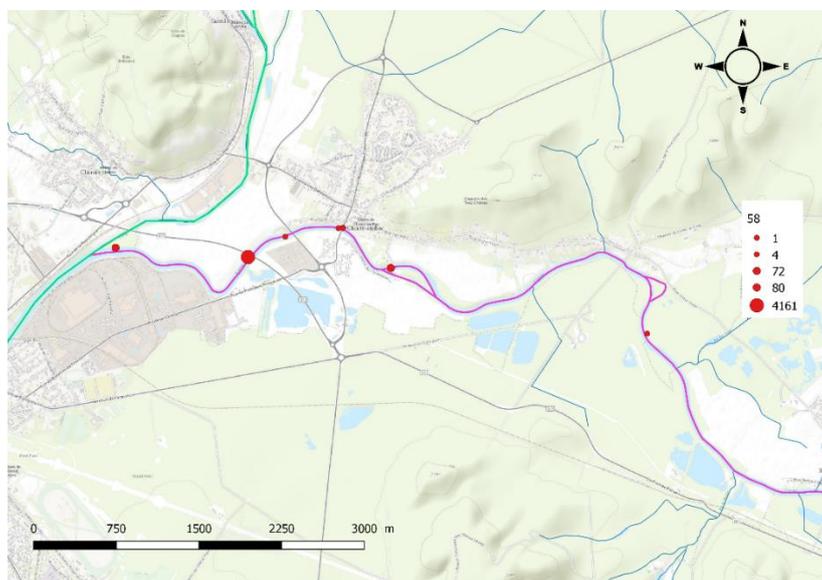
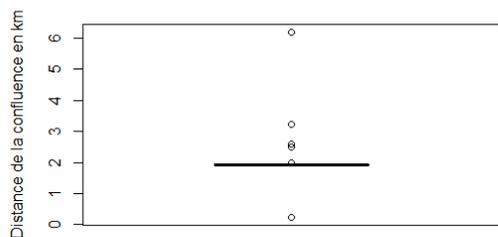
Déplacement du poisson

Nombre de détection	4 321
Distance totale parcourue (en km)	14,66
Taille du domaine vital (en km)	6
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	01/04/2022

Détection entre l'aqueduc et le barrage du Carandeu principalement puis à partir de décembre, détection en amont du barrage du Carandeu. Pas de données durant la période de février à avril. Dernière détection en amont de l'île du Francport.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO59

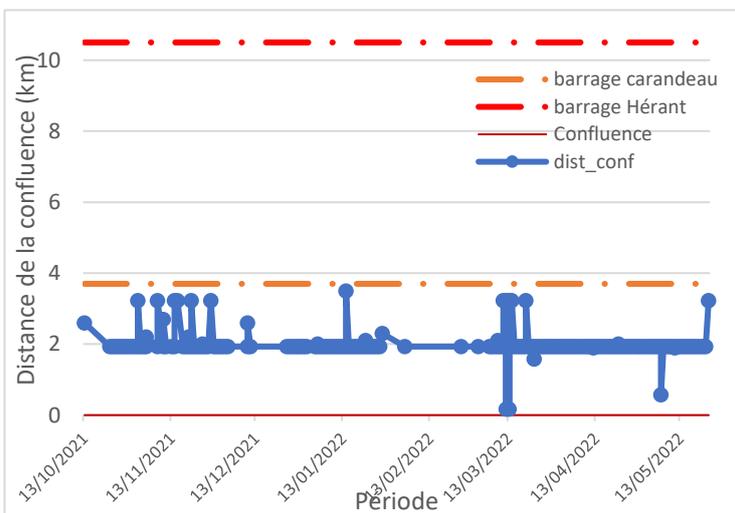
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	59-T474220
ID spaghetti	23025
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy-au-bac
Biométrie	
Longueur (en cm)	62
Poids (en kg)	1,749
Age (an)	1,8
Sexe	Mâle
Provenance	Pisciculture
Etat sanitaire	Bon état



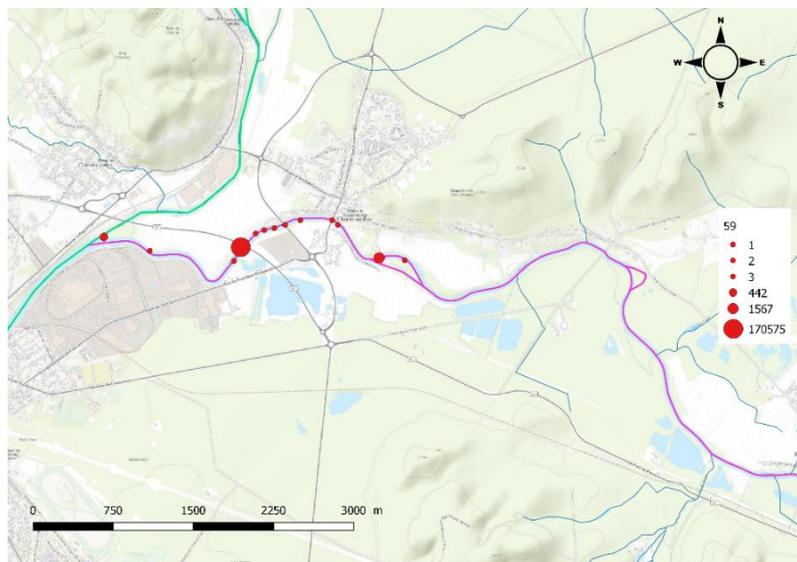
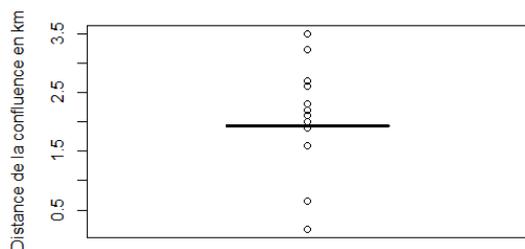
Déplacement du poisson

Nombre de détection	172 608
Distance totale parcourue (en km)	47,4
Taille du domaine vital (en km)	3,3
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	26/06/2022

Peu de déplacement, resté au niveau de l'aqueduc en aval de la zone de lâchée. Probablement entre les hydrophones 11 et 16. Redescendu une fois au niveau de la confluence le 12 mars.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO60

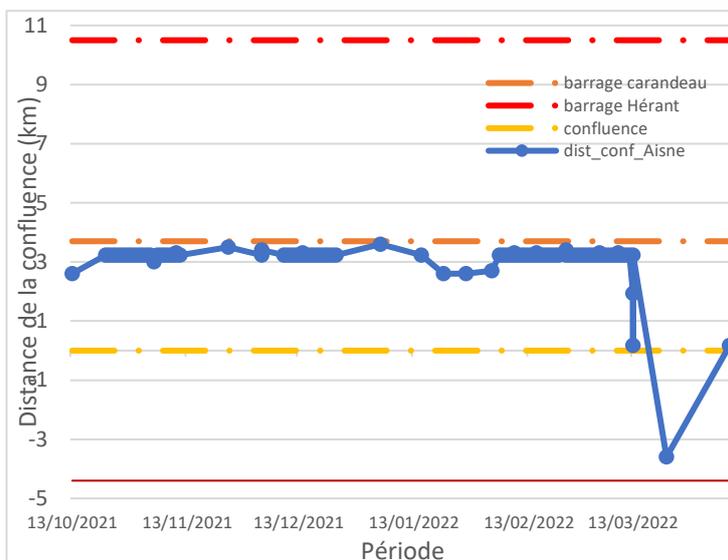
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	60-T474221
ID spaghetti	23050
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy-au-bac
Biométrie	
Longueur (en cm)	56,2
Poids (en kg)	1,13
Age (an)	1,8
Sexe	Mâle
Provenance	Pisciculture
Etat sanitaire	Bon état



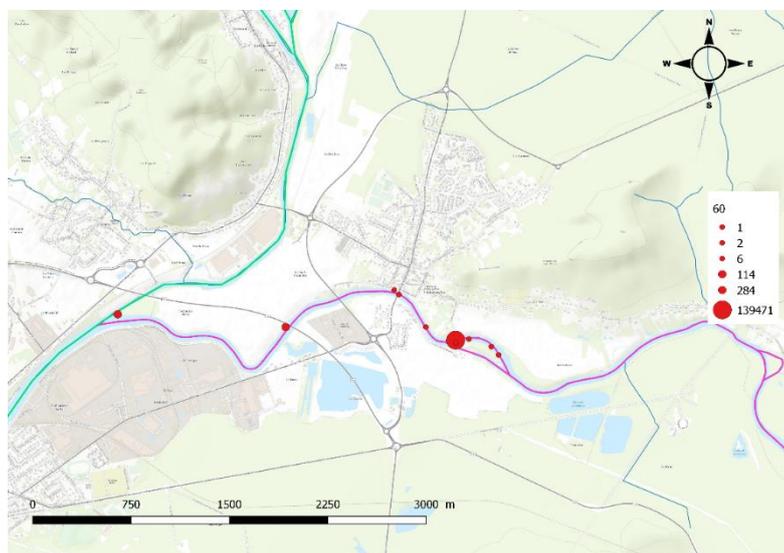
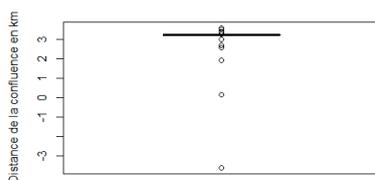
Déplacement du poisson

Nombre de détection	139 886
Distance totale parcourue (en km)	21,942
Taille du domaine vital (en km)	7,2
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	09/04/2022

Peu de déplacement, principalement resté en aval du barrage du Carandeu, dévalaison en mars à la confluence, puis remonté légèrement sur l'Oise avant de revenir à la confluence.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO61

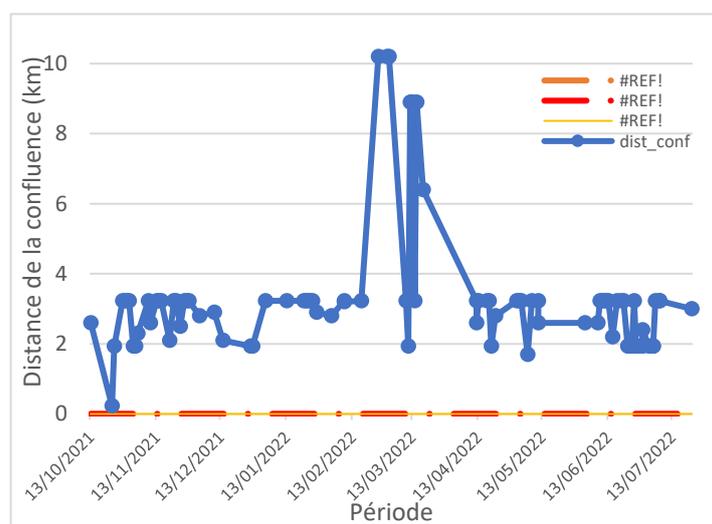
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	61-T474222
ID spaghetti	23049
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy-au-bac
Biométrie	
Longueur (en cm)	57,5
Poids (en kg)	1,154
Age (an)	1,8
Sexe	Femelle
Provenance	Pisciculture
Etat sanitaire	Bon état



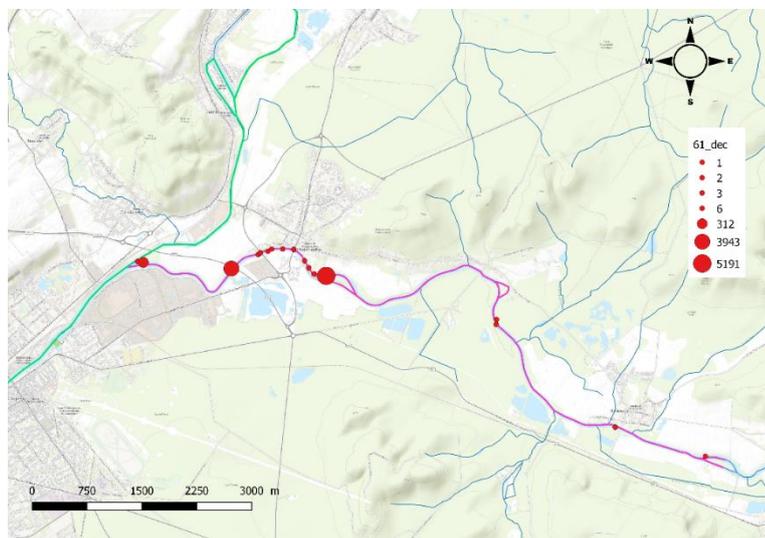
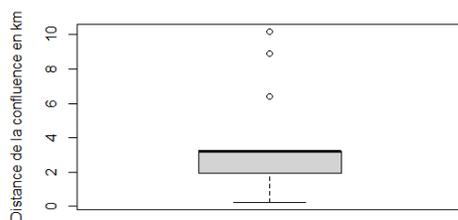
Déplacement du poisson

Nombre de détection	9 475
Distance totale parcourue (en km)	72,344
Taille du domaine vital (en km)	10
Nombre de zone préférentielle	2
Date de dernière détection	22/07/2022

Peu de déplacements, toujours resté sur son secteur de lâché, près du pont du Choisy. Détections entre l'aqueduc et le barrage du carandeau. Après marquage, détection à la confluence, possible dévalaison le 23/10/2021 puis retour au pont de Choisy. Détection en mars près de du barrage d'Hérant, possibilité de fausse détection ou déplacement vers l'amont.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO62

Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	62-T474223
ID spaghetti	23048
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy-au-bac
Biométrie	
Longueur (en cm)	55
Poids (en kg)	1,001
Age (an)	1,8
Sexe	Femelle
Provenance	Pisciculture
Etat sanitaire	2 marques

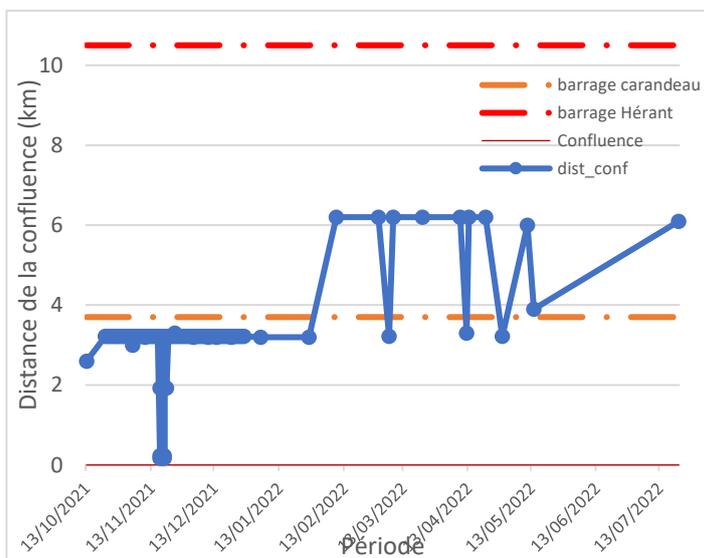


Déplacement du poisson

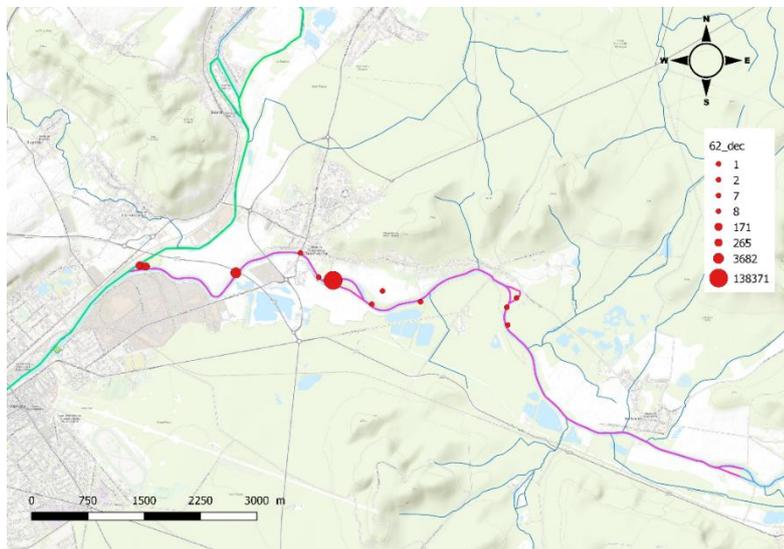
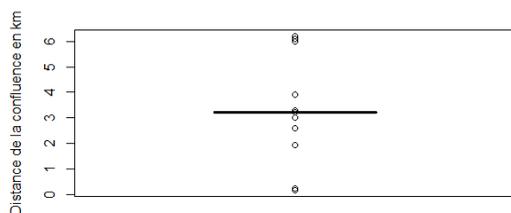
Nombre de détection	142 511
Distance totale parcourue (en km)	48,016
Taille du domaine vital (en km)	6
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	22/07/2022

Au début, poisson resté en aval du barrage du carandeu jusqu'au 17/11. Le 17/11, le 18/11 et le 19/11 il est redescendu à la confluence vers 9h puis revenu vers l'hydro 16 vers 18h. depuis le 20/11 jusqu'à début janvier, il est resté près de l'hydro16.

En janvier, il est observé en amont de l'île du Francport. Il a donc franchi soit l'écluse, soit le barrage. Il est resté sur ce secteur jusqu'à sa dernière détection le 22/07/2022.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO63

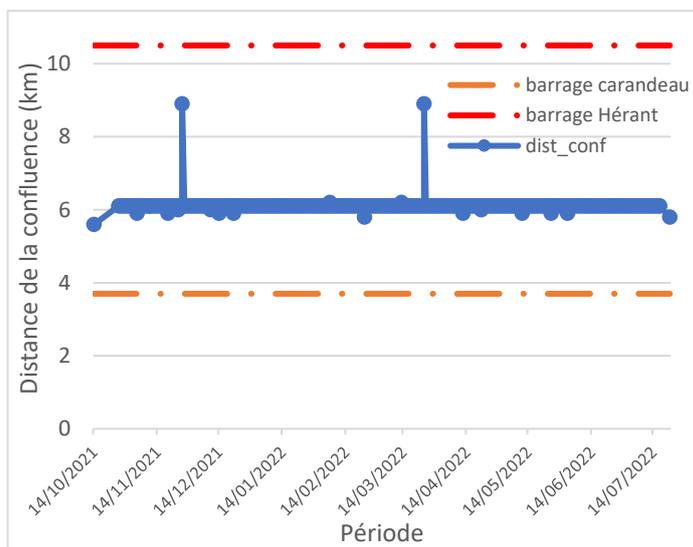
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	63-T474223
ID spaghetti	23047
Date de capture/relâche	14/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont du Francport
Biométrie	
Longueur (en cm)	62,5
Poids (en kg)	1,625
Age (an)	1,8
Sexe	Mâle
Provenance	Pisciculture
Etat sanitaire	Œil abîmé



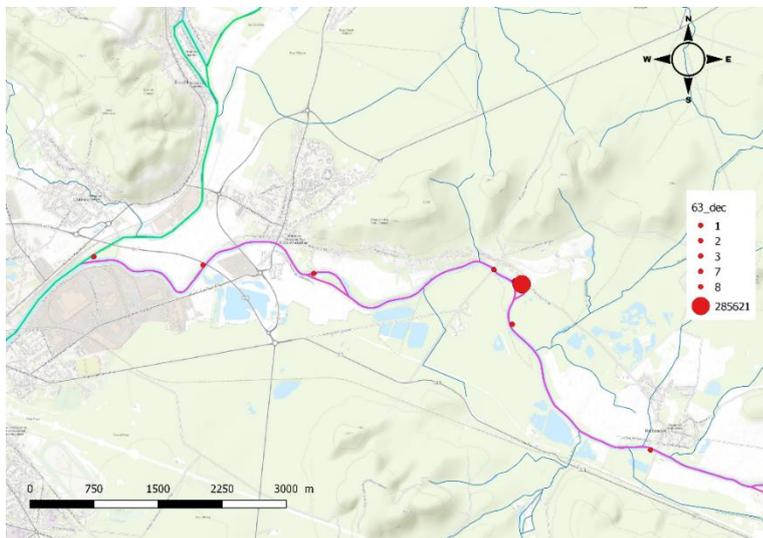
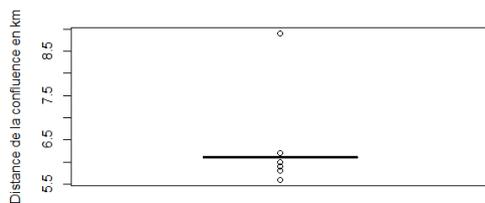
Déplacement du poisson

Nombre de détection	285 649
Distance totale parcourue (en km)	16,8
Taille du domaine vital (en km)	3,3
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	22/07/2022

Poisson toujours resté dans le bras de l'île du francport durant toute la durée de l'étude. Juste remonté légèrement en amont, détection sur l'hydro14, le 24/03/2022. Poisson mort ?



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO64

Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	64-T474225
ID spaghetti	23046
Date de capture/relâche	14/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont du Francport
Biométrie	
Longueur (en cm)	55
Poids (en kg)	1,045
Age (an)	1,8
Sexe	Mâle
Provenance	Pisciculture
Etat sanitaire	Bon état

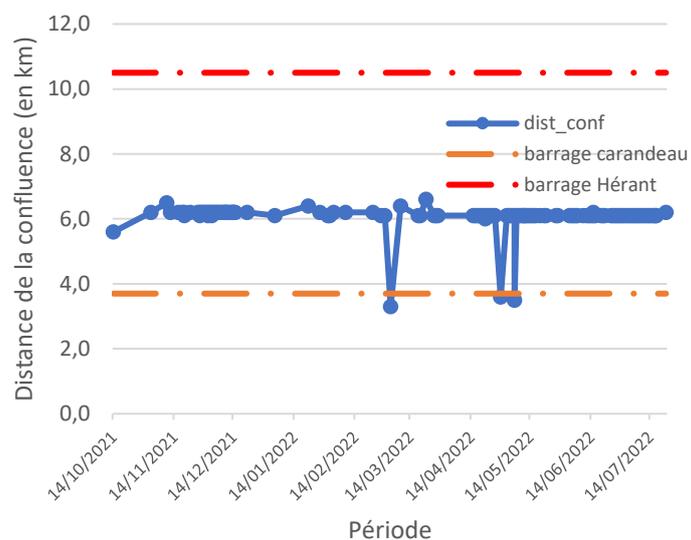


Déplacement du poisson

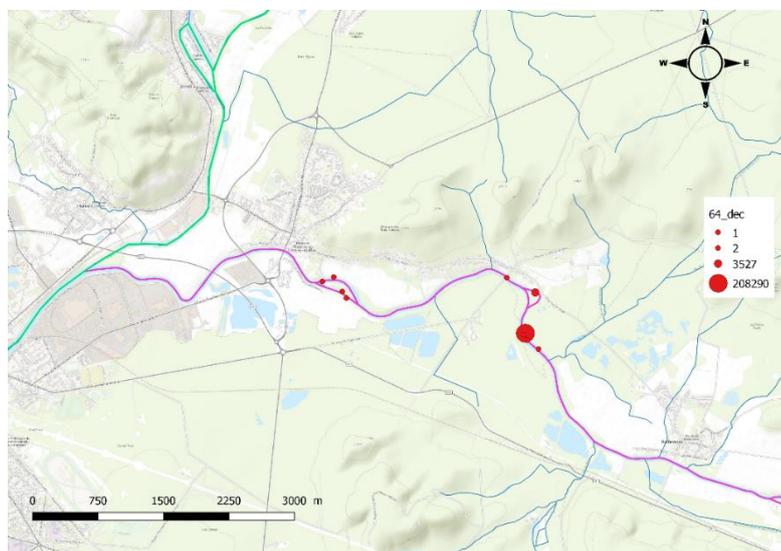
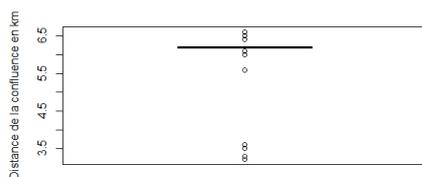
Nombre de détection	211 827
Distance totale parcourue (en km)	20,8
Taille du domaine vital (en km)	3,3
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	22/07/2022

Poisson toujours resté autour de l'île du Francport durant toute la durée de l'étude. 3 détections près de l'hydro16, le 14 novembre, le 4 mars, le 29 avril et le 6 mai. Jamais sur l'hydro4. Possiblement des erreurs.

Jusqu'en janvier, il est détecté sur l'hydro9, puis à partir de janvier sur l'hydro6, dans le bras.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO65

Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	65-T474226
ID spaghetti	23045
Date de capture/relâche	14/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont du Francport
Biométrie	
Longueur (en cm)	60,5
Poids (en kg)	1,492
Age (an)	1,8
Sexe	Femelle
Provenance	Pisciculture
Etat sanitaire	Bon état

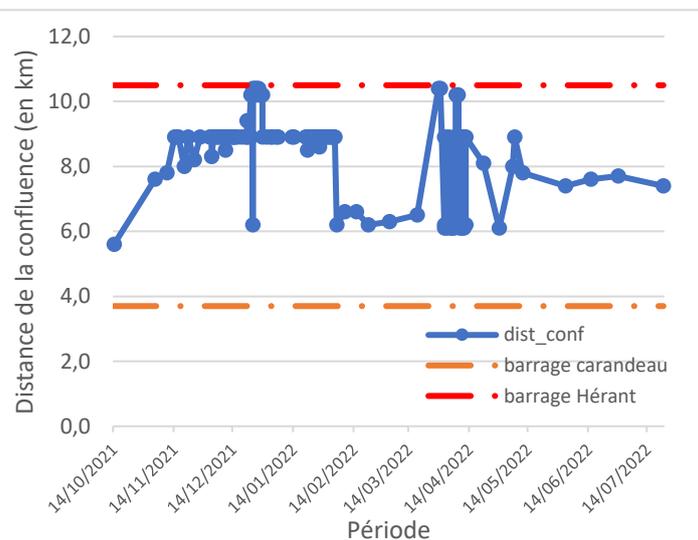


Déplacement du poisson

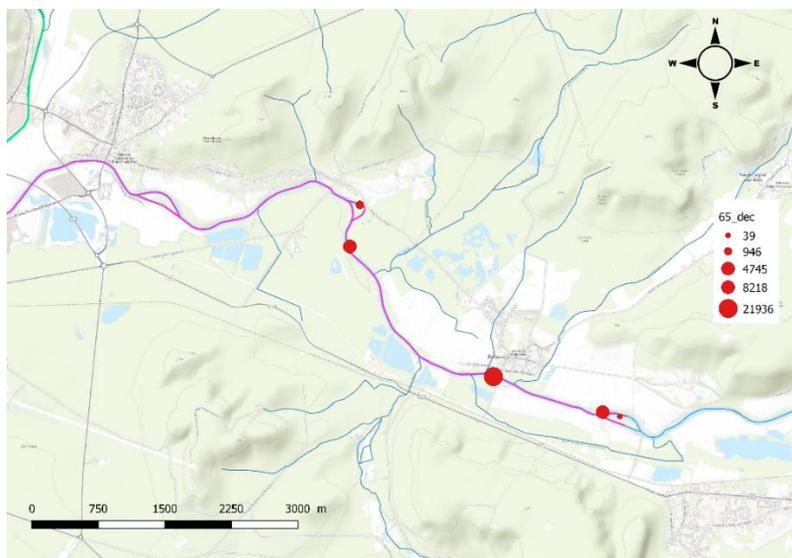
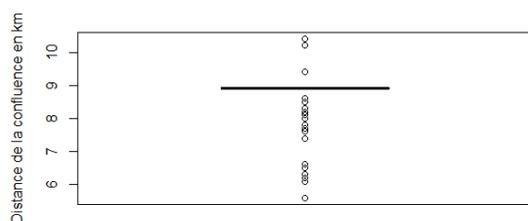
Nombre de détection	35 911
Distance totale parcourue (en km)	98
Taille du domaine vital (en km)	4,8
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	22/07/2022

Poisson relâché au pont du francport, remonté jusqu'à l'hydro 14 rapidement, du 14 octobre au 14 novembre. Détecté le 29 novembre et le 9 décembre à l'hydro 16 et le 24 décembre sur l'hydro 9, sûrement des erreurs.

Le 14 décembre, remonté au niveau du Ru Fourchon. Fin décembre, il est détecté vers l'hydro 12.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO68

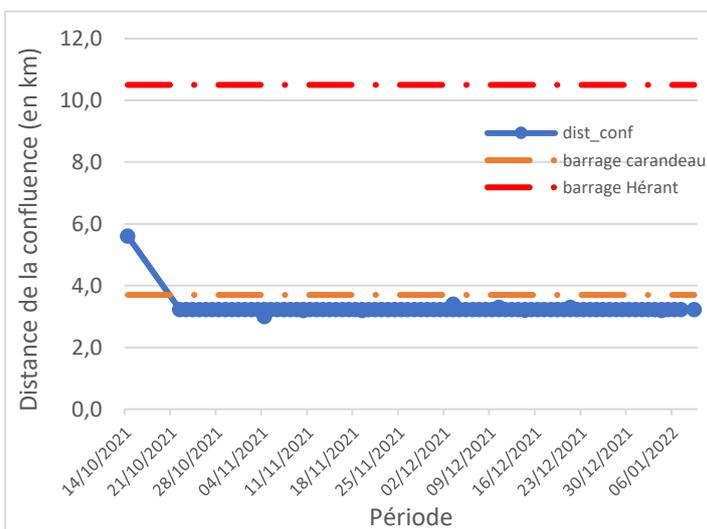
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	68-T474229
ID spaghetti	23042
Date de capture/relâche	14/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont du Francport
Biométrie	
Longueur (en cm)	56,5
Poids (en kg)	1,15
Age (an)	1,8
Sexe	Femelle
Provenance	Pisciculture
Etat sanitaire	Atrophie nageoire dorsale



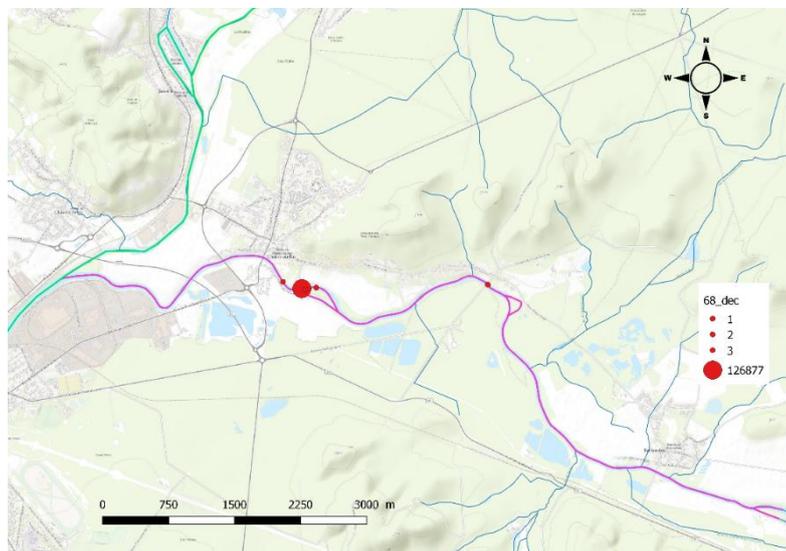
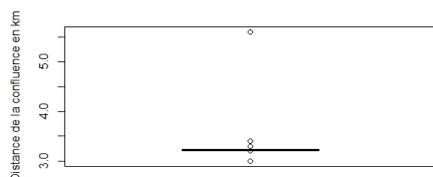
Déplacement du poisson

Nombre de détection	126 886
Distance totale parcourue (en km)	3,652
Taille du domaine vital (en km)	2,6
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	09/01/2022

Poisson relâché au pont du francport. Retrouvé rapidement 8 jours après en aval du barrage du Carandéau. Toujours resté autour de ce secteur jusqu'à début janvier puis plus de détection. Poisson mort ?



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO69

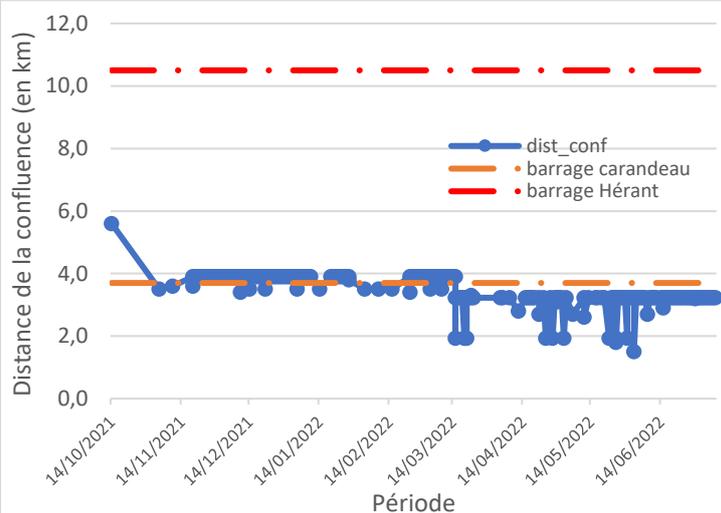
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	69-T474230
ID spaghetti	23041
Date de capture/relâche	14/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont du Francport
Biométrie	
Longueur (en cm)	57
Poids (en kg)	1,42
Age (an)	1,8
Sexe	Femelle
Provenance	Pisciculture
Etat sanitaire	Bon état



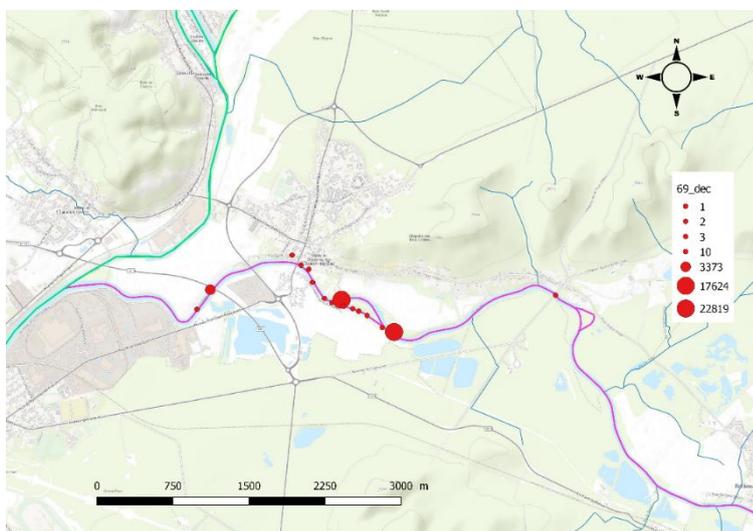
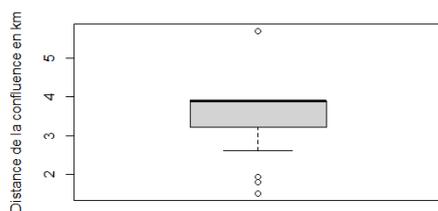
Déplacement du poisson

Nombre de détection	21 026
Distance totale parcourue (en km)	53,452
Taille du domaine vital (en km)	4,1
Nombre de zone préférentielle	2
Date de dernière détection	08/07/2022

Relâché au pont du Francport. Dévalaison au niveau de l'écluse. Il est resté au niveau de l'écluse en amont jusqu'au 15 mars où il est retrouvé entre le barrage de Carandeau et le pont de Choisy. Passage par l'écluse ou le barrage. Il est resté sur ce secteur jusqu'à sa dernière détection en juillet.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO70

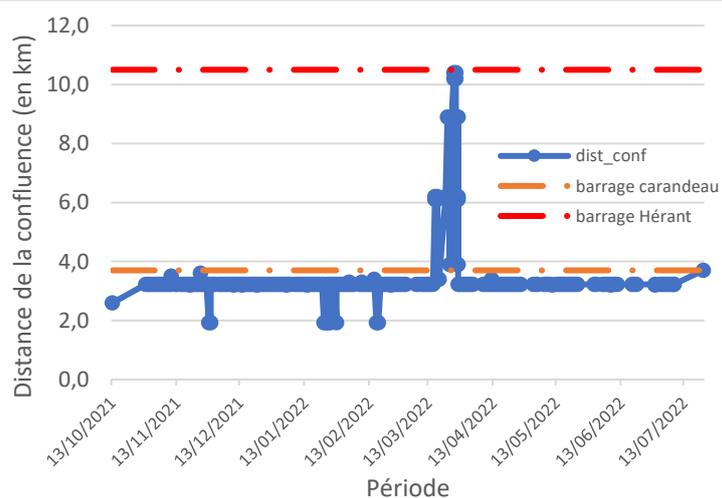
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	70-T474231
ID spaghetti	23040
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy
Biométrie	
Longueur (en cm)	103
Poids (en kg)	8,886
Age (an)	6,8
Sexe	Femelle
Provenance	Aisne
Etat sanitaire	Bon état



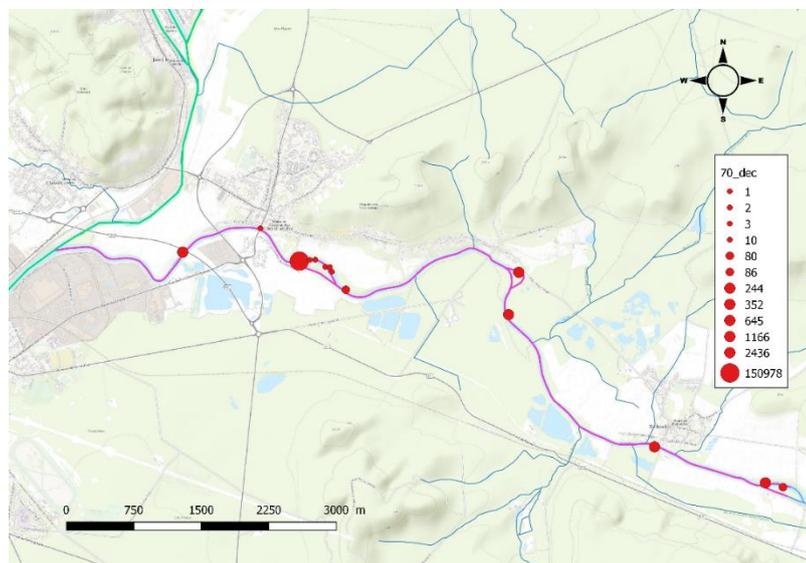
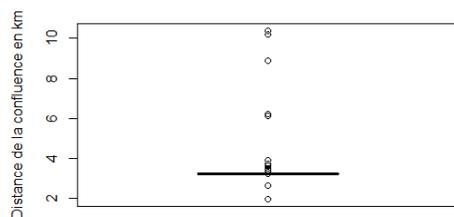
Déplacement du poisson

Nombre de détection	156 006
Distance totale parcourue (en km)	69,76
Taille du domaine vital (en km)	8,5
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	22/07/2022

Présent en aval du barrage du Carandeu jusqu'au 16 mars. Détection à partir du 16/03 aux niveaux de l'île de Francport. Passage du barrage du Carandeu. Probablement remonté vers Rethondes le 22/03 puis le 25/03, remonté au barrage d'Hérant. Détection de nouveau en aval du barrage du Carandeu le 28/03 jusqu'à la fin du suivi le 27/07.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO71

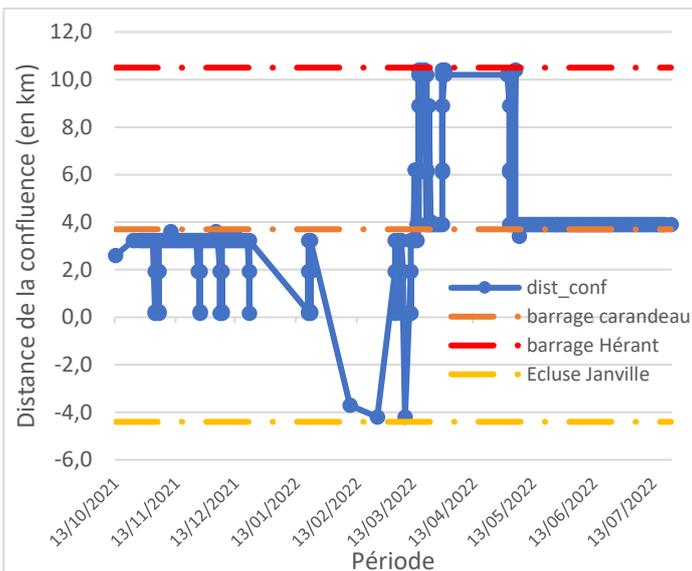
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	71-T474232
ID spaghetti	23038
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy
Biométrie	
Longueur (en cm)	81
Poids (en kg)	4,135
Age (an)	3,8
Sexe	Mâle
Provenance	Aisne
Etat sanitaire	Bon état



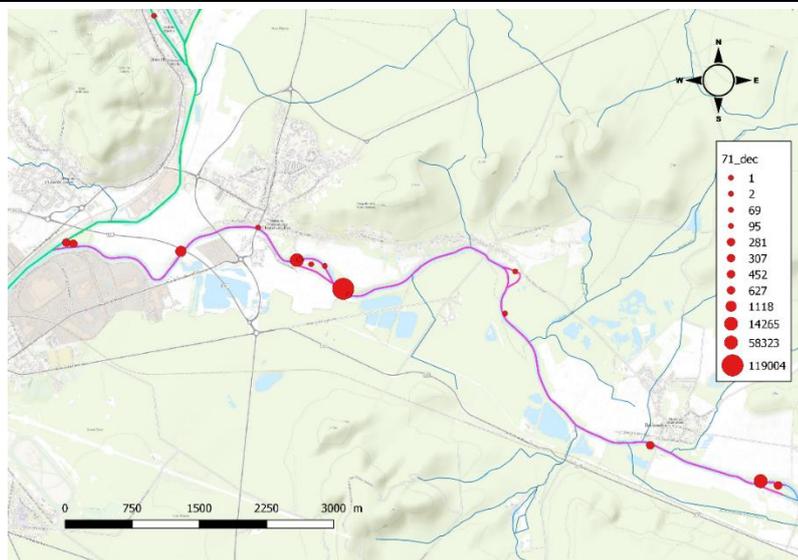
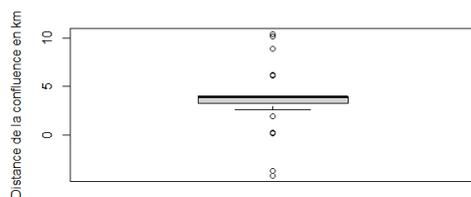
Déplacement du poisson

Nombre de détection	194 551
Distance totale parcourue (en km)	240 ,048
Taille du domaine vital (en km)	14,6
Nombre de zone préférentielle	3
Date de dernière détection	22/07/2022

Poisson détecté entre le barrage du Carandeu et la confluence. Remonté sur l'Oise en février et mars en début sur Janville. Déplacement entre les sites. Plus de détection entre le 20 décembre et le 19 janvier, puis entre le 20 janvier et le 9 février possible présence sur l'Oise. Détection sur l'Oise à Janville fin février. Début mars retour sur le secteur initial. Passage en amont du barrage du Carandeu mi-mars. Détection proche du barrage d'Hérant de mi-mars à fin mars. A partir, d'avril, dévalaison en amont du barrage du Carandeu.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO73

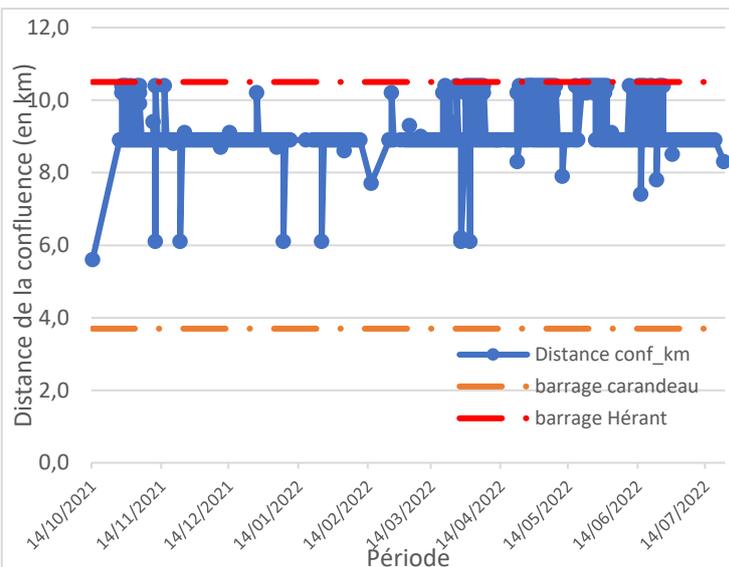
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	73-T474234
ID spaghetti	23037
Date de capture/relâche	14/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont du Francport
Biométrie	
Longueur (en cm)	92,8
Poids (en kg)	4,98
Age (an)	5,8
Sexe	Mâle
Provenance	Aisne
Etat sanitaire	Kyste bouche



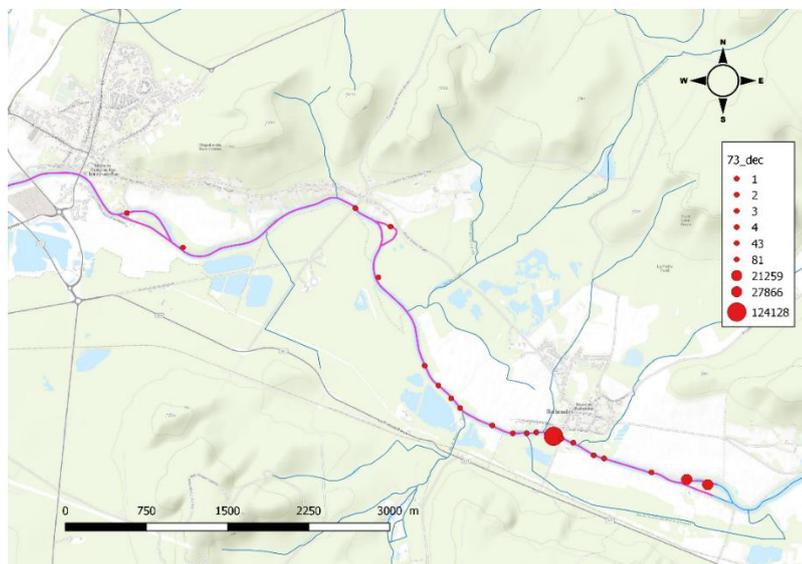
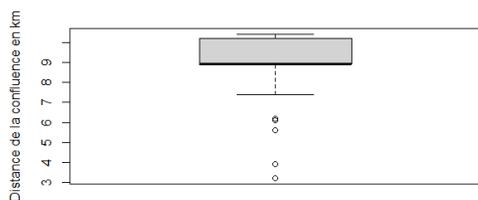
Déplacement du poisson

Nombre de détection	173 403
Distance totale parcourue (en km)	244,5
Taille du domaine vital (en km)	6,5
Nombre de zone préférentielle	
Date de dernière détection	22/07/2022

Poisson remonté sur l'Aisne après lâché au niveau de Rethondes. Détection au Francport également, déplacement entre les sites ou erreur de détection ? Possibilité que le poisson soit entre les deux hydrophones. Fin février, détection en aval du barrage d'Hérant. Durant les mois de mars, avril, mai et juin présence entre Rethondes et le barrage d'Hérant.

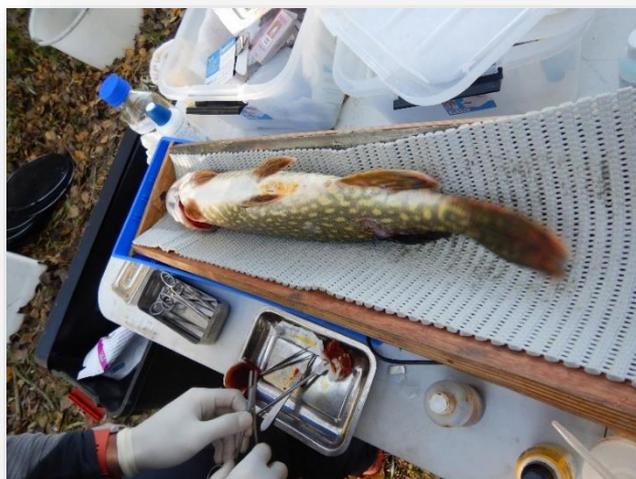


Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : BRO75

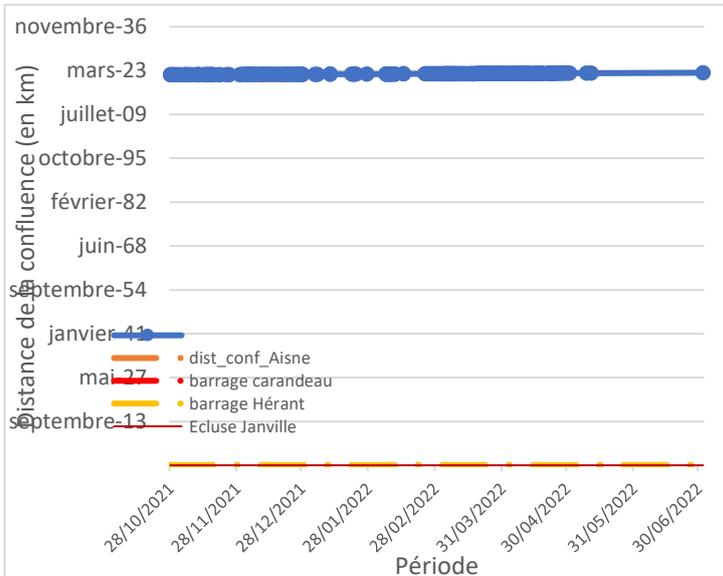
Identifiant	
Espèce	BROCHET
ID émetteur	75-T474236
ID spaghetti	23035
Date de capture/relâche	28/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont du Francport
Biométrie	
Longueur (en cm)	66,5
Poids (en kg)	2,019
Age (an)	2,8
Sexe	Mâle
Provenance	Réserve Ois'eau
Etat sanitaire	Blessures sur les 2 flancs à la base de la queue



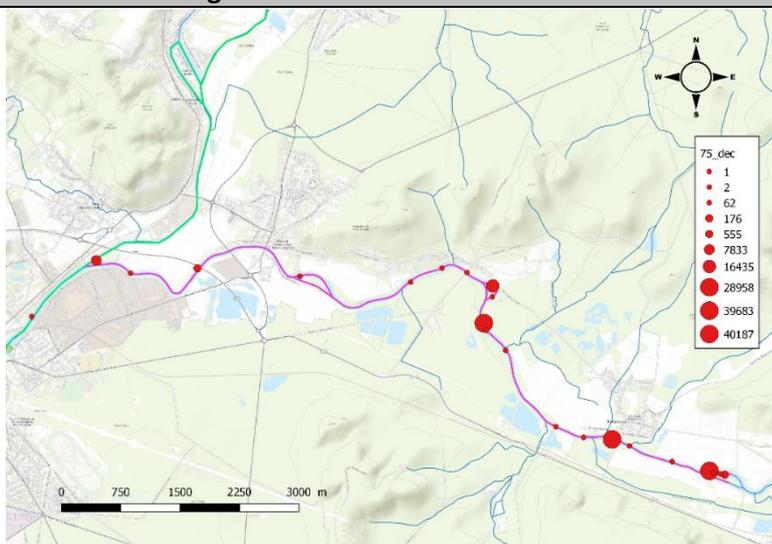
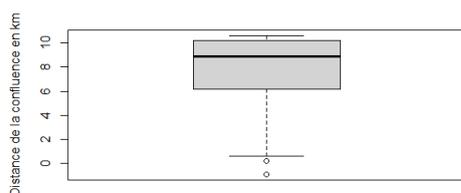
Déplacement du poisson

Nombre de détection	133 905
Distance totale parcourue (en km)	168,164
Taille du domaine vital (en km)	11,5
Nombre de zone préférentielle	3
Date de dernière détection	17/04/2022

Poisson remonté vers l'île du Francport après relâché. Mi-novembre, remonté vers Rethondes puis au niveau du barrage d'Hérant. Dévalaison en décembre près du barrage du Carandeu puis remonté vers Hérant. Déplacement entre Hérant et l'île du Francport jusqu'à fin avril. Passage en aval du barrage du Carandeu fin avril. Poisson capturé par un pêcheur en juin, non remis à l'eau.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : SIL66

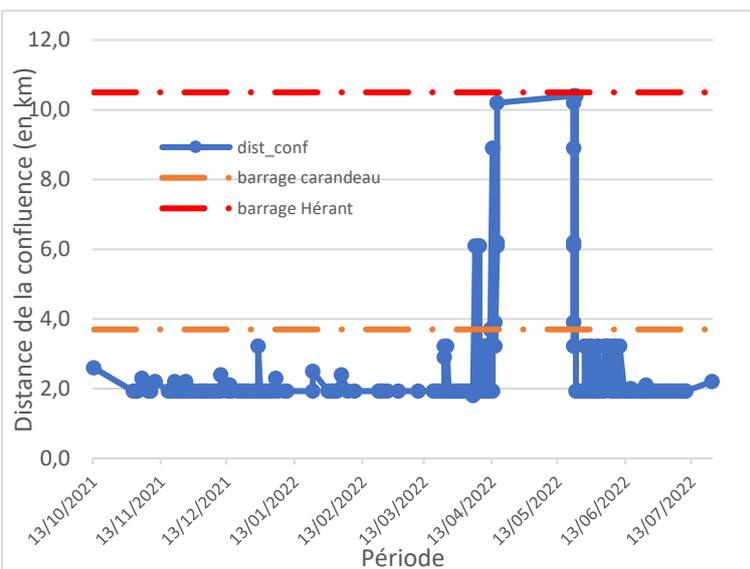
Identifiant	
Espèce	SILURE
ID émetteur	66-T474227
ID spaghetti	23044
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy
Biométrie	
Longueur (en cm)	107
Poids (en kg)	7,469
Age (an)	-
Sexe	-
Provenance	Aisne
Etat sanitaire	Bon état



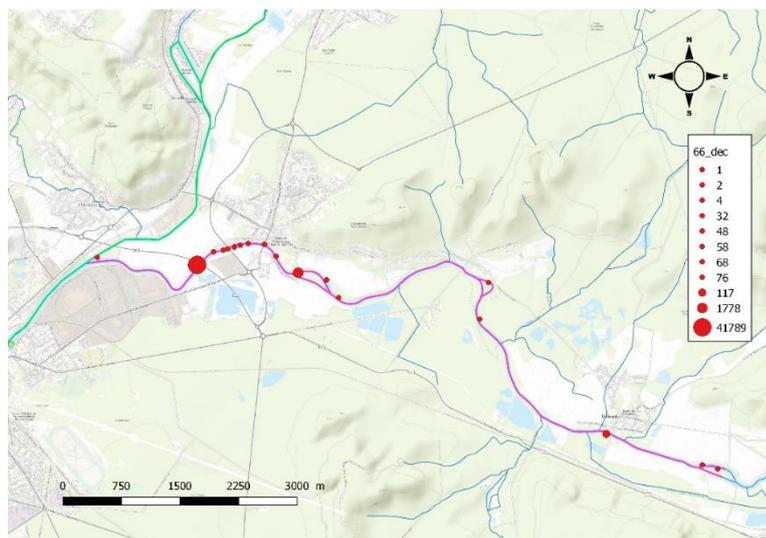
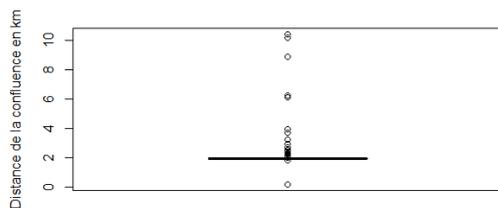
Déplacement du poisson

Nombre de détection	43 983
Distance totale parcourue (en km)	117,648
Taille du domaine vital (en km)	8,6
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	22/07/2022

Détecté au début à l'aqueduc. Il s'est déplacé à la fin mars vers le barrage du Carandeu. Il y est resté jusqu'à début juin puis est retourné à l'hydrophone de l'aqueduc. Déplacement de 2 km entre les deux sites. Possible que le poisson soit remonté à partir de la mi-avril, il est retrouvé ensuite fin mai près de l'île du Francport puis retourné à l'aqueduc en juin.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : SIL67

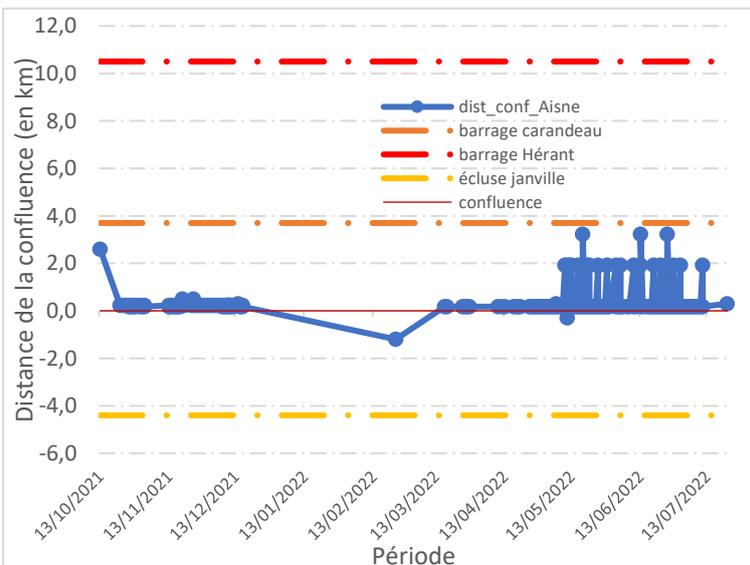
Identifiant	
Espèce	SILURE
ID émetteur	67-T474228
ID spaghetti	23043
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy
Biométrie	
Longueur (en cm)	129
Poids (en kg)	15
Age (an)	-
Sexe	Femelle
Provenance	Aisne
Etat sanitaire	Pleine



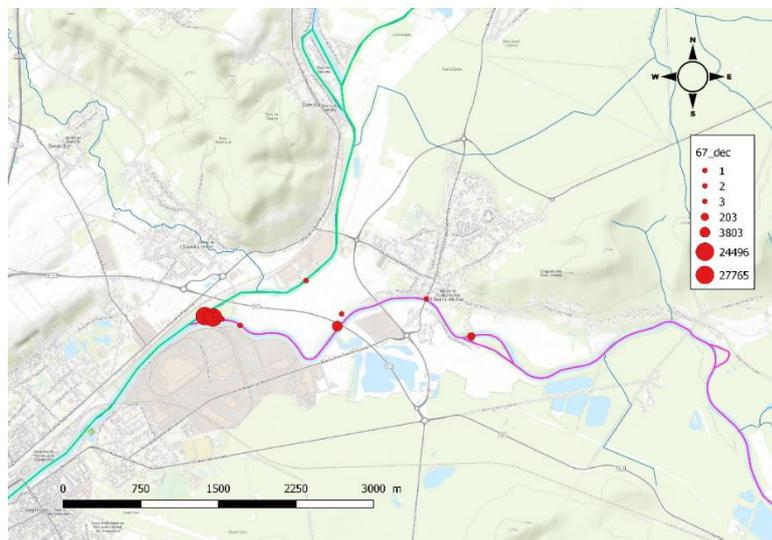
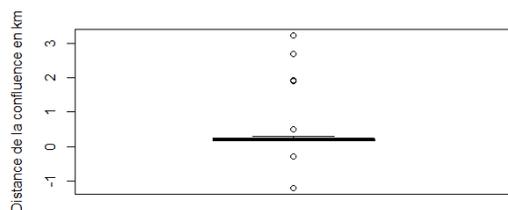
Déplacement du poisson

Nombre de détection	56 277
Distance totale parcourue (en km)	107,424
Taille du domaine vital (en km)	7,4
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	22/07/2022

Dévalaison au niveau de la confluence. Pas de détection entre 16 décembre et le 23 février. Le 23 février détection en mobile sur l'Oise en amont de la confluence. Pas de détection entre le 23 février et le 17 mars. Détection au niveau de la confluence ensuite.



Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : SIL72

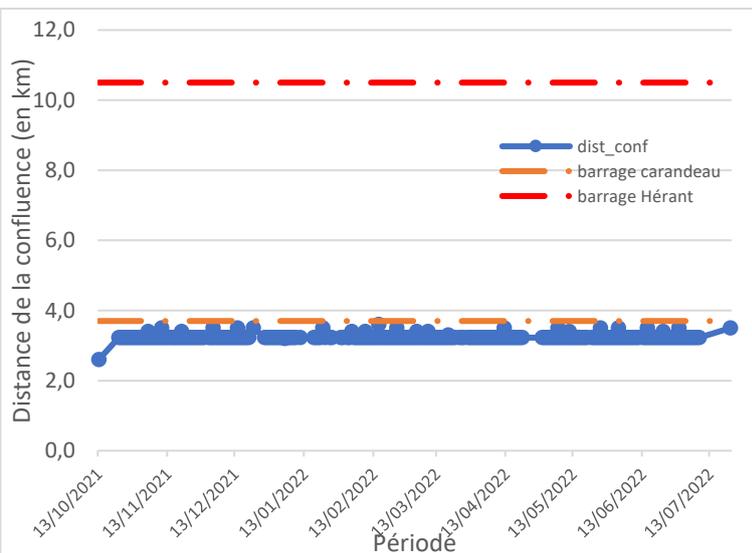
Identifiant	
Espèce	SILURE
ID émetteur	72-T474233
ID spaghetti	23039
Date de capture/relâche	13/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont de Choisy
Biométrie	
Longueur (en cm)	140
Poids (en kg)	20
Age (an)	-
Sexe	-
Provenance	Aisne
Etat sanitaire	Bon état



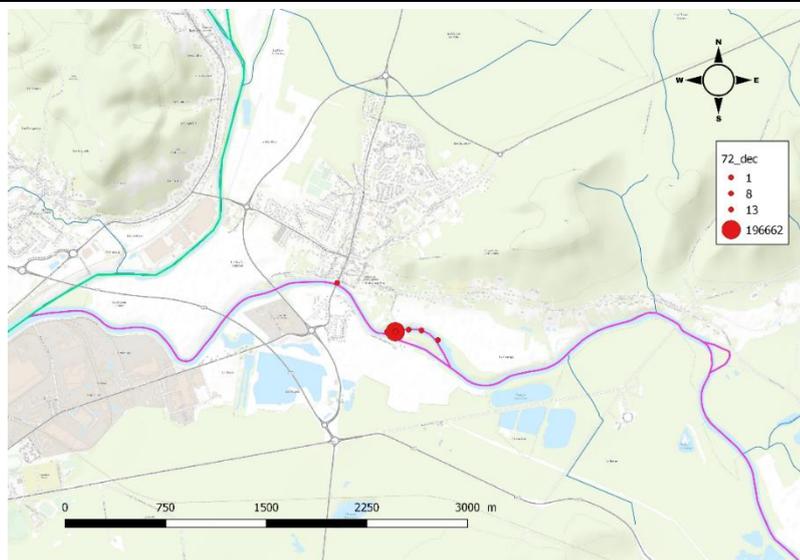
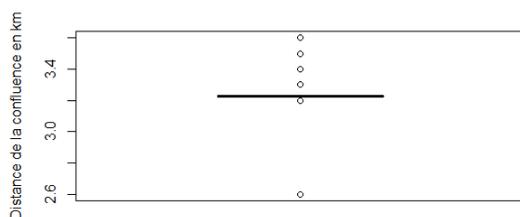
Déplacement du poisson

Nombre de détection	196 687
Distance totale parcourue (en km)	11,292
Taille du domaine vital (en km)	1
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	22/07/2022

Poisson remonté au niveau du barrage du Carandea. Très peu de déplacements tout le long du suivi.

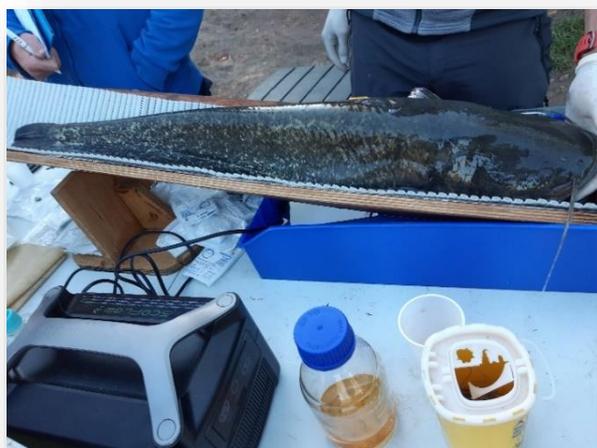


Localisation des détections enregistrées



Fiche descriptive : SIL74

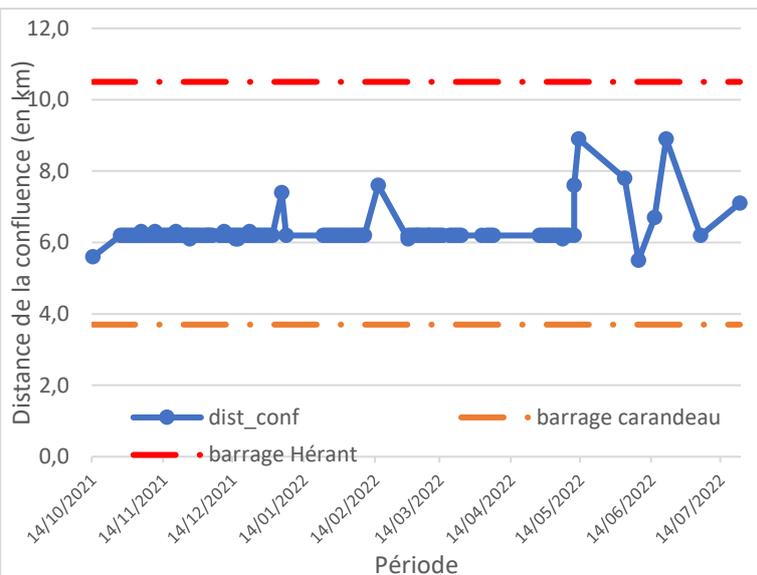
Identifiant	
Espèce	SILURE
ID émetteur	74-T474235
ID spaghetti	23036
Date de capture/relâche	14/10/2021
Lieu de remise à l'eau	Pont du Francport
Biométrie	
Longueur (en cm)	92,5
Poids (en kg)	4,762
Age (an)	-
Sexe	-
Provenance	Aisne
Etat sanitaire	Bon état



Déplacement du poisson

Nombre de détection	102 152
Distance totale parcourue (en km)	20,9
Taille du domaine vital (en km)	3,4
Nombre de zone préférentielle	1
Date de dernière détection	22/07/2022

Remonté au niveau de la pointe de l'île du Francport, dans le bras annexe. Remonté vers Rethondes mi-mai puis resté entre Rethondes et le Francport.



Localisation des détections enregistrées

