

ECOGEA

352 Avenue Roger Tissandié
31600 MURET
Tél : 05.62.20.98.24
ecogea@wanadoo.fr

ETABLISSEMENT PUBLIC
LOIRE

SUIVI DE LA COLONISATION DU BASSIN DU
LOIRET PAR L'ANGUILLE

-
Année 2022

MARCHE N°2022BP04



Rédacteurs :

Vincent Cornu

Philippe Baran

Rapport ECOGEA

n° E220617

Version finale

Janvier 2023



VALIDATION

Rédacteur :

- Vincent Cornu, ECOGEA – 352 avenue Roger Tissandié – 31600 Muret
vincent.cornu@ecogea.fr

Relecteur :

- Philippe Baran, ECOGEA – 352 avenue Roger Tissandié – 31600 Muret
philippe.baran@ecogea.fr

Ont participé à ce travail :

- ECOGEA : Vincent Cornu, Philippe Baran, Malo Chefson.
- EP Loire : David Maffre, Julien Colin.
- FDAAPPMA 45 : Laurent Delliaux, Paul Tateossian, Antoine Verseil.
- ASRL : Hugo Lepetit, Sylvain Pinault.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent en premier lieu aux partenaires financiers et aux structures porteuses qui ont permis la réalisation de cette étude : l'Etablissement public Loire, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et le SAGE Val Dhuy Loiret.

Nous tenons également à exprimer tous nos remerciements à David MAFFRE, coordinateur de l'étude pour l'Etablissement public Loire, de nous avoir facilité les démarches administratives ainsi que celles auprès des différents acteurs afin que nous puissions vraiment nous concentrer sur le travail de terrain. Merci aussi à David pour sa grande disponibilité et son appui lors de la réalisation des pêches.

Merci également à l'Association Syndicale de la Rivière Loiret (ASRL) pour l'aide reçue afin d'organiser les pêches, la facilitation des contacts avec les propriétaires des ouvrages, la mise à disposition de leur local pour entreposer notre matériel, leur appui lors de la réalisation des pêches et leur convivialité.

Nous remercions aussi l'ensemble du comité de pilotage avec qui nous avons collaboré durant le suivi, et plus particulièrement l'équipe de la FDAAPPMA du Loiret pour leur connaissance du terrain ainsi que leur appui technique lors des pêches.

Nos remerciements vont aussi à Laurent BEAULATON (OFB) et Cédric BRIAND (EPTB Vilaine), qui ont accepté de nous fournir des exports « sur mesure » du modèle EDA 2.3.

Enfin nous tenons également à remercier les propriétaires des ouvrages et le service technique de la mairie de Saint-Pryvé-Saint-Mesmin pour nous avoir facilité l'accès aux différents sites de pêche.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	1
SOMMAIRE	2
LISTE DES FIGURES.....	4
LISTE DES TABLEAUX.....	5
1. CONTEXTE DE L'ETUDE	6
1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	6
1.2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	7
1.2.1. GENERALITES	7
1.2.2. HYDROLOGIE	7
1.2.3. MORPHOLOGIE	9
1.3. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DU TERRITOIRE	10
1.3.1. POISSONS MIGRATEURS AMPHIHALINS.....	10
1.3.2. ENJEUX D'ETAT DES MASSES D'EAU	11
1.4. CONTEXTE PISCICOLE	13
1.4.1. LES PEUPELEMENTS PISCICOLES DU LOIRET.....	13
1.4.2. LES CONNAISSANCES ACTUELLES DE LA FREQUENTATION DU BASSIN VERSANT DU LOIRET PAR L'ANGUILLE.....	14
2. MATERIEL ET METHODE	16
2.1. PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE	16
2.1.1. PERIODE DE PROSPECTION.....	16
2.1.2. ÉCHANTILLONNAGE DES ANGUILLES.....	16
2.1.3. BIOMETRIE DES ANGUILLES.....	17
2.2. LES SITES SUIVIS EN 2022	17
2.2.1. LOCALISATION.....	17
2.2.2. FRANCHISSABILITE POUR L'ANGUILLE DES OUVRAGES ECHANTILLONNES.....	18
2.3. ANALYSE DES DONNEES	19
2.3.1. INDICATEUR D'ABONDANCES UTILISES	19
2.3.2. ANALYSE DES EFFETS DE DIFFERENTS FACTEURS SUR LA VARIABILITE DES ABONDANCES	20
3. RESULTATS	25

3.1. BILAN DE LA CAMPAGNE 2022	25
3.1.1. PERIODE D'ECHANTILLONNAGE	25
3.1.2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES.....	25
3.1.3. DENSITES GLOBALES D'ANGUILLES	26
3.1.4. TAILLES DES ANGUILLES CAPTUREES.....	26
3.2. REPARTITION DES DIFFERENTES CLASSES DE TAILLES D'ANGUILLES SUR L'AXE	27
3.2.2. PATHOLOGIES	29
3.2.3. ÉVOLUTION DES DENSITE D'ANGUILLES SUR L'AXE LOIRET	29
3.2.1. INFLUENCE DES CONDITIONS D'HABITAT	30
3.2.2. ÉLIMINATION DE L'EFFET « HABITATS »	33
3.2.1. ÉLIMINATION DE L'EFFET DE LA DISTANCE A LA MER	35
3.2.2. BILAN.....	37
3.2.3. COMPARAISON A L'EXPERTISE DE LA FRANCHISSABILITE REALISEE PAR L'EP LOIRE	37
4. BILAN ET PERSPECTIVES	39
5. BIBLIOGRAPHIE.....	44
6. ANNEXES.....	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Débit moyen mensuel, module et débit médian du Dhuy à Sandillon pour la période 2014-2021 (source Hydro Portail). _____	8
Figure 2 : Stations hydrologiques du Portail Hydro et stations ONDE (période 2013-2021). _____	8
Figure 3 : Le Dhuy au niveau de parcelle agricole à Saint-Cyr-en-Val (source : géoportail). _____	9
Figure 4 : Cours d'eau en liste 1 (vert) et liste 2 (marron), ZAP Anguille du bassin du Loiret et état des ouvrages référencés dans la base des obstacles à l'écoulement (ROE) de l'OFB. _____	10
Figure 5 : Masses d'eau du bassin du Loiret et station de référence pour l'évaluation de la qualité de l'eau. _____	12
Figure 6 : Atelier de biométrie. _____	17
Figure 7 : Localisation des 7 sites suivis (BD Ortho IGN). _____	18
Figure 8 : Note de l'expertise de la franchissabilité des stations concernées par les échantillonnages de 2022. _____	19
Figure 9 : Comprendre la variabilité des abondances et des structures en taille des anguilles en rivière. _____	20
Figure 10 : Principe du calcul en trois étapes de la surface d'habitat favorable d'une station. _____	23
Figure 11 : Débit moyen journalier du Dhuy pendant les échantillonnages (attention l'échelle de l'axe des abscisses est logarithmique, source : HydroPortail). _____	25
Figure 12 : Répartition des tailles des anguilles capturées sur le sur le Loiret en 2022. _____	27
Figure 13 : Distribution des anguilles contactées sur le Loiret en 2022 par classes de taille. _____	27
Figure 14 : Répartition des classes de tailles d'anguilles sur le Cher aval. _____	28
Figure 15 : Relation taille/poids des anguilles capturées sur le bassin du Loiret en 2022 (n=96 anguilles). _____	28
Figure 16 : Pathologies externes observées sur les anguilles du bassin du Loiret en 2022. _____	29
Figure 17 : Évolution des densités totales et des densités brutes d'anguilles par classes de tailles le long du Loiret en 2022. _____	30
Figure 18 : Indice de Jacob des différents types d'abris pour les classes de taille d'anguilles 30-45 cm et >45 cm du Loiret en 2022. _____	31
Figure 19 : Indice de Jacob des différentes classes de profondeur pour les classes de taille d'anguilles 30-45 cm et >45 cm du Loiret en 2022. _____	32
Figure 20 : Indice de Jacob des différentes classes de vitesse pour les classes de taille d'anguilles 30-45 cm et >45 cm du Loiret en 2022. _____	33
Figure 21 : Évolution des densités d'anguilles pour 100m ² d'habitat favorables par classe de taille (sauf anguilles de moins de 15 cm) et totales sur le Loiret en 2022. _____	34
Figure 22 : Evolutions des densités brutes totales d'anguilles et des densités totales d'anguilles pondérées par les habitats, normées par le maximum de chaque série sur le Loiret en 2022. _____	35
Figure 23 : Evolution des densités d'anguilles de 30-45 observées en 2022 et prédites par EDA 2.3, normées par les densités du site « aval Loiret ». _____	36
Figure 24 : Evolution des densités totales d'anguilles >45 observées en 2022 et prédites par EDA 2.3, normées par les densités du site « aval Loiret ». _____	36
Figure 25 : Evolution des densités moyennes d'anguilles, normées par le maximum de chaque série, sur la Loire et sur le Loiret/Dhuy en fonction de la distance à la mer, pour les pêches réseaux de l'AELB et de la FDAAPPMA 45. _____	39
Figure 26 : Abondances brutes des anguilles contactées sur le bassin du Loiret en 2022. _____	40
Figure 27 : Principe de la méthode d'identification des problèmes de libre circulation de l'anguille sur le bassin du Cher (X : multiplication, / : division, - : soustraction) _____	41
Figure 28 : Evolution des densités normées d'anguilles de 30-45 cm observées en 2022 et prédites par EDA 2.3 à l'échelle du bassin du Loiret. _____	42

Figure 29 : Histogramme des tailles des anguilles capturées sur le Cher (2016-2020) et sur le Loiret en 2022.	56
Figure 30 : Distribution par classe de taille des anguilles contactées sur le Loiret en 2022 et sur le Cher en 2016-2020.	57
Figure 31 : Pathologies externes observées sur les anguilles du bassin du Cher en 2020 et du Loiret en 2022.	57
Figure 32 : Proportion d'habitat favorable aux anguilles des stations de pêche anguille des cours d'eau du bassin du Cher et du Loiret.	58
Figure 33 : Densités d'anguilles pour 100m ² d'habitat favorables des 7 sites du Loiret (2022) et des 7 premiers sites échantillonnés du Cher (2020).	58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Cours d'eau en liste 1 du bassin du Loiret.	10
Tableau 2 : Cours d'eau en liste 2 du bassin du Loiret.	11
Tableau 3 : Synthèse des éléments entrant dans la détermination de l'état global des masses d'eau du Loiret (station de Saint-Hilaire-Saint-Mesmin) et du Dhuy (station de Sandillon).	13
Tableau 4 : Synthèse des pêches électriques effectuées sur le bassin du Loiret entre 2007 et 2021.	14
Tableau 5 : Synthèse des pêches électriques effectuées sur le bassin du Loiret entre 2007 et 2021.	15
Tableau 6 : Caractéristiques générales des 7 sites de pêche.	18
Tableau 7 : Comparaison des densités d'anguilles moyennes et médianes par classe de taille pour les 7 sites communs aux 4 années d'échantillonnage du Cher.	21
Tableau 8 : Calendrier des échantillonnages réalisés en 2022.	25
Tableau 9 : Nombre d'EPA, effectifs et abondances d'anguilles contactées des sites échantillonnés en 2022.	26
Tableau 10 : Surface totales échantillonnées en 2022 et surface d'habitat pour les trois classes de tailles d'anguilles.	34
Tableau 11 : Ecart entre les densités normées observées en 2022 et prédites par EDA 2.3 (nuances d'orange : surdensités, nuances de vert : déficit) et évaluation de la franchissabilité des ouvrages du Loiret (vert : sans difficulté apparente, jaune : franchissable avec risque d'impact, orange : difficilement franchissable, rouge : très difficilement franchissable).	37

1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Le Loiret est un affluent en rive gauche de la Loire de 11.6 km de long qui draine un bassin versant d'environ 330 km². L'hydrologie du Loiret est intimement liée au fonctionnement de son système karstique alimenté par des pertes de la Loire en amont d'Orléans.

Le tiers aval du linéaire du Loiret (environ 4 km, jusqu'au premier complexe d'ouvrages) est classé en **liste 1 et 2 au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement**. Le Loiret a été classé en liste 1 au titre de réservoir biologique. Le classement en liste 2 concerne un grand migrateur amphihalain, l'anguille, et des espèces holobiotiques. Ce classement oblige, entre autres, **à restaurer la libre circulation des anguilles** dans les deux sens.

Le Loiret et la partie aval du Dhuy sont situés en **Zone d'Action Prioritaire pour l'anguille**. Il en découle des obligations en matière de restauration de la libre circulation de cette espèce au droit des ouvrages hydrauliques.

De nombreux travaux de restauration de la continuité écologique ont eu lieu sur le Dhuy. A ce jour, aucune étude/intervention n'a été menée sur le Loiret. D'après les informations communiquées par l'Office Français de la Biodiversité, certains complexes hydrauliques contribueraient au fractionnement du cours d'eau. En effet, bien que l'anguille soit présente sur l'intégralité du bassin, **un impact des ouvrages aval est suspecté** et de possibles opérations de restauration de la continuité pourraient être programmées dans le cadre du futur contrat territorial Val Dhuy-Loiret.

Au regard de la situation et après discussion avec les acteurs locaux, notamment ceux siégeant au sein de la Commission Locale de l'Eau du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Val Dhuy-Loiret, l'Etablissement public Loire (EP Loire, porteur du SAGE) propose de décliner sur le bassin du Loiret le **protocole « Anguille »** qu'il a développé sur le bassin du Cher et qui a pleinement donné satisfaction.

Le protocole de pêche est identique à celui utilisé entre 2016 et 2020 sur le Cher (Cornu *et al.*, 2021). Il s'agit de réaliser des Echantillonnages Ponctuels d'Abondance (EPA) ciblés sur les anguilles et leurs habitats à l'aval immédiat d'ouvrages hydrauliques (berges, radiers, enrochements en pied de barrage). Afin de garantir la fiabilité des résultats, un minimum de 60 EPA est réalisé sur chaque site.

L'étude lancée par l'EP Loire concerne **l'intégralité de l'axe « Loiret » et la partie aval de l'axe « Dhuy »**. Elle a pour objectif :

- d'améliorer les connaissances sur le bassin du Loiret en vue du futur contrat territorial ;
- d'évaluer l'effet des aménagements hydrauliques sur la dispersion de l'anguille ;
- de définir les sites pouvant bénéficier d'opérations de restauration de la continuité écologique dans le cadre du futur contrat territorial 2023-2025 ;
- de servir de base à l'évaluation des gains post-restauration de la continuité écologique (constitution d'indicateurs) si d'éventuels besoins étaient mis en avant dans cet état des lieux ;
- de contribuer aux objectifs du SAGE et du PLAN de GEStion des POissons MIgrateurs.

Ce suivi porte sur :

- la **réalisation de pêches électriques** ciblant les anguilles au niveau de **7 stations** réparties sur le Loiret ;
- l'analyse des données à **l'échelle stationnelle et à l'échelle du bassin versant** ;
- la **comparaison aux résultats d'autres suivis réalisés sur le bassin de la Loire**.

L'aspect de la dévalaison des anguilles argentées n'a pas été étudié dans le cadre de cette démarche. En effet le type d'ouvrage ainsi que l'absence de centrale hydroélectrique font qu'il n'y a pas d'entrave à la dévalaison des anguilles sur l'axe Loiret.

Cette étude vient en complément d'autres mesures de gestion mises en place dans le cadre du Plan de Gestion Anguille et du PLAGEPOMI face au déclin inquiétant de la population d'anguilles européennes.

1.2. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

La présentation détaillée du bassin du Loiret est donnée en Annexe A.

1.2.1. GÉNÉRALITÉS

Le Loiret est un affluent en rive gauche de la Loire moyenne de 11.6 km de long et qui draine un bassin versant d'environ 330 km². Il est principalement alimenté par des résurgences, dont la plus connue est la source du Bouillon située dans le parc floral d'Orléans-la-Source. Son principal affluent est le Dhuy, qui se développe sur environ 34 km et qui conflue dans le Loiret en rive droite, 1 km en aval de la source du Bouillon.

1.2.2. HYDROLOGIE

1.2.2.1. *Fonctionnement hydrologique du Loiret*

Le régime de débit du Loiret est lié à la fois aux écoulements de surface mais également et surtout aux apports des aquifères notamment en étiage. En hiver et au printemps les écoulements de surface provenant du Dhuy peuvent représenter une part importante des débits du Loiret. A l'inverse, en étiage, les apports issus des alluvions des basses et hautes terrasses de la Loire sont extrêmement faibles et le débit du Loiret est essentiellement constitué des résurgences issues de la nappe de Beauce.

En effet, le Loiret est alimenté par des pertes de la Loire au niveau de la commune de Jargeau. L'eau infiltrée transite par le réseau karstique des calcaires de la Beauce (qui se développe sous les alluvions de la Loire) et alimente la source du Bouillon (source principale du Loiret) et d'autres résurgences du Loiret (sources des Béchets, du Pont Saint Nicolas, et de la Pie pour les plus importantes).

1.2.2.2. *Caractérisation du régime de débit*

Il y a 3 stations de l'Hydro Portail sur le bassin versant (Figure 1) mais une seule permet de disposer d'informations sur l'hydrologie des cours d'eau sur le bassin :

- Le Dhuy à Sandillon (K437 3110), BV= 139 km², période 2014-2021.

La période avec données est courte, si bien qu'il faut rester prudent sur les observations. De plus, l'hydrologie du Dhuy ne reflète pas l'hydrologie du Loiret, qui lui est principalement alimenté par des résurgences.

Globalement, le régime hydrologique du Dhuy est de type pluvial, avec des hautes eaux qui se produisent en hiver et qui se maintiennent au printemps, et une chute rapide et brutale au début de l'été avec un étiage qui dure jusqu'au mois de novembre.

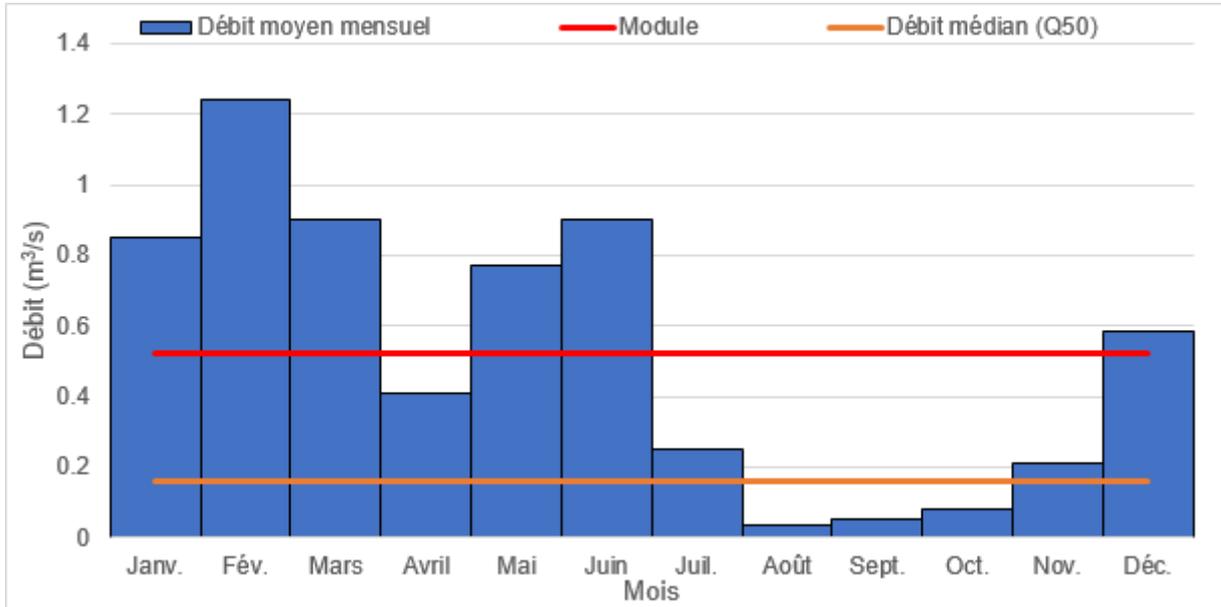


Figure 1 : Débit moyen mensuel, module et débit médian du Dhuy à Sandillon pour la période 2014-2021 (source Hydro Portail).

Les étiages du Dhuy sont sévères. Six stations de l'Observation National Des Etiages (ONDE) sont présentes sur le bassin, sur les parties amont des affluents du Dhuy (Figure 2). Quatre de ces 6 stations ont été observées en assec au cours des 9 dernières années, dont une tous les ans (La Marmagne).

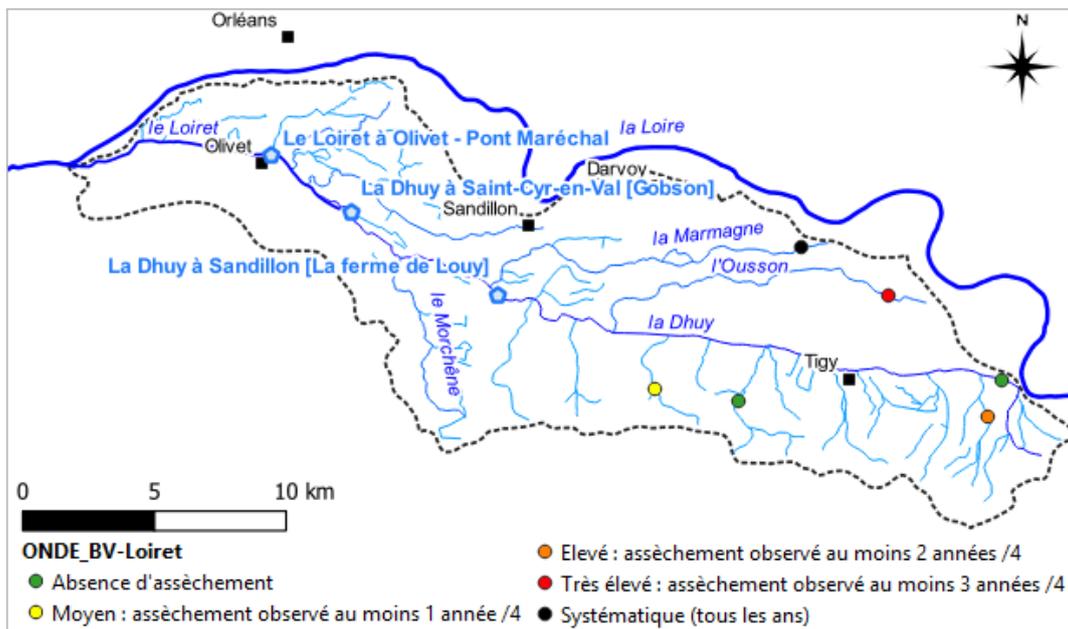


Figure 2 : Stations hydrologiques du Portail Hydro et stations ONDE (période 2013-2021).

Durant la période de migration des anguille (printemps), le débit du Loiret est soutenu par le Dhuy et ses résurgences et peu donc potentiellement être attractif pour les anguilles. On ne dispose pas d'informations précises sur son attractivité par rapport à la Loire (pas d'information sur les débits printaniers à la confluence). Au niveau de la confluence avec la Loire, la largeur du Loiret correspond à 0% de celle de la Loire. Le débit moyen de la Loire en mai/juin est de 330 m³/s. Pour avoir une attractivité équivalente à la Loire, le débit moyen du Loiret en mai/juin devrait être égal à 10% de celui de la Loire.

Les étiages des cours d'eau du bassin du Loiret sont sévères et longs, ce qui influe sur les capacités d'accueil du bassin, avec notamment une réduction des surfaces en eau, principalement pour les cours d'eau du bassin du Dhuy.

1.2.3. MORPHOLOGIE

Le Loiret présente, sur une grande partie de son linéaire, un caractère artificiel avec 5 bassins délimités par des ouvrages hydrauliques très anciens (13 moulins – 44 vannes). Avec une chute cumulée des aménagements de l'ordre de 3.3 m, le taux d'étagement du Loiret est de 42% (OFB, 2022). De plus, sur une grande partie du linéaire, les berges sont artificialisées du fait d'une forte densité urbaine. Ceci a pour conséquence une faible représentation des écoulements lotiques ainsi qu'une faible diversité des habitats, surtout dans la partie du Loiret située en amont du complexe de Saint-Santin.

Le Dhuy et ses affluents en rive droite, l'Ousson et la Marmagne, ont été entièrement recalibrés dans les années 1970, pour les besoins du drainage agricole. Le tracé est souvent linéaire, les berges abruptes, la ripisylve est peu présente et se limite à une rangée d'arbre et plus souvent uniquement à la strate herbacée. Les cours d'eau de cette partie du bassin présentent une très faible diversité d'habitats.



Figure 3 : Le Dhuy au niveau de parcelle agricole à Saint-Cyr-en-Val (source : géoportail).

1.3. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DU TERRITOIRE

1.3.1. POISSONS MIGRATEURS AMPHIHALINS

Le territoire du bassin du Loiret est concerné par différents enjeux de biodiversité aquatique dont notamment celui de la conservation et de la restauration des poissons migrateurs amphihalins principalement l'anguille européenne.

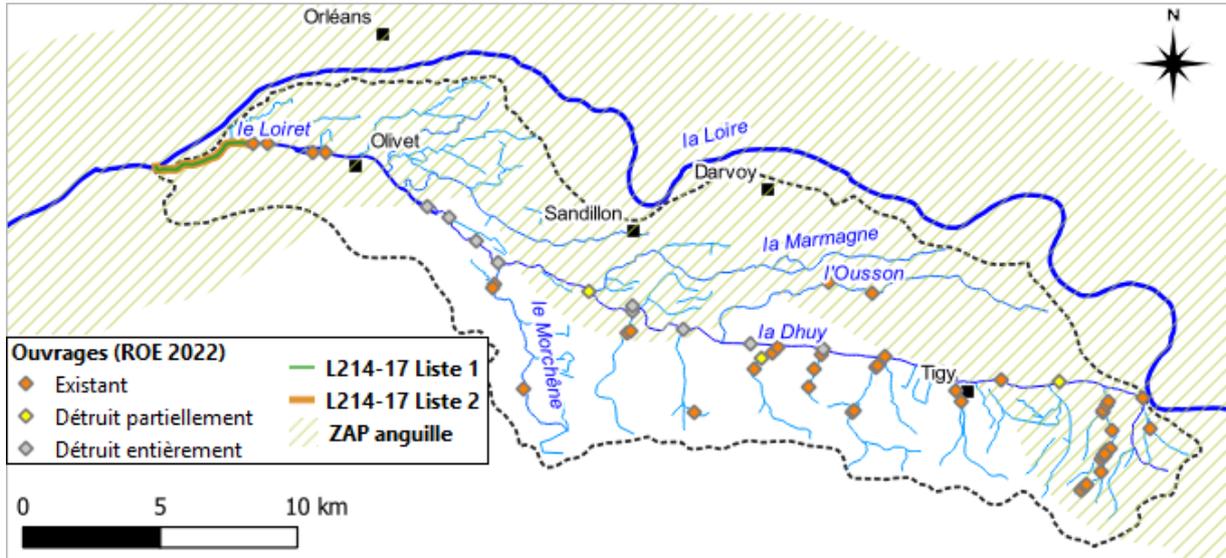


Figure 4 : Cours d'eau en liste 1 (vert) et liste 2 (marron), ZAP Anguille du bassin du Loiret et état des ouvrages référencés dans la base des obstacles à l'écoulement (ROE) de l'OFB.

1.3.1.1. Classement cours d'eau

Au niveau de la zone d'étude, seule la partie aval du Loiret (environ 4 km) est classée au titre du 1° et du 2° de l'article L. 214-17 du code de l'environnement par arrêté du 10 juillet 2012 (Figure 4).

La partie aval du Loiret est classée en liste 1 en tant que réservoir biologique (Tableau 1).

Tableau 1 : Cours d'eau en liste 1 du bassin du Loiret.

Dénomination	MA ¹	TBE ²	REB ³
Le Loiret en aval du moulin de Saint-Santin	Non	Non	Oui

La partie aval du Loiret est classé en liste 2 avec comme espèce cible l'anguille européenne (Tableau 2). L'enjeu sédimentaire est considéré comme « normal ». Il en découle une obligation de restaurer la libre circulation des espèces et des sédiments.

¹ Migrateurs Amphihalins

² Très Bon Etat

³ REservoir Biologique

Tableau 2 : Cours d'eau en liste 2 du bassin du Loiret.

Dénomination	Espèces amphihalines	Enjeux sédimentaire
Le Loiret en aval du moulin de Saint-Santin	Anguille	Normal

Le bassin versant subit une forte pression due aux seuils en rivière et obstacles liés aux ouvrages de franchissement routier (Figure 4).

1.3.1.1. Plan de Gestion Anguille (PGA)

Face au déclin inquiétant de la population de l'anguille européenne, la Commission Européenne a émis, en septembre 2007, un règlement qui institue des mesures de reconstitution du stock d'anguilles et a imposé à chaque État membre de soumettre un « plan de gestion et de sauvegarde de l'espèce » avant le 31 décembre 2008. Celui-ci impose notamment, comme objectif, un échappement de géniteurs vers la mer de 40% par rapport à une situation totalement naturelle.

La déclinaison du Plan de Gestion « Anguille » à l'échelle des 7 grands bassins versants français a été confiée aux COmité de GEStion des POissons MIgrateurs. Des Zones d'Actions Prioritaires (ZAP) ont été définies. Le Loiret et le Dhuy aval font partie des ZAP du PGA (Figure 4). Dans ces territoires, les actions à mettre en œuvre pour essentiellement sur l'équipement d'ouvrages à la montaison comme à la dévalaison. Elles viennent compléter d'autres actions engagées à l'échelle du bassin de la Loire et portant sur de nouvelles règles de pêches et des programmes de repeuplement ont été mis en œuvre.

1.3.2. ENJEUX D'ÉTAT DES MASSES D'EAU

Au-delà des enjeux de conservation des poissons migrateurs, le territoire du bassin du Loiret est concerné par des enjeux environnementaux plus globaux porté par les obligations de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) notamment.

Deux masses d'eau rivière sont recensées sur le bassin du Loiret :

- FRGR0299 : Le Loiret et ses affluents depuis Olivet jusqu'à la confluence avec la Loire,
- FRGR1140 : Le Dhuy et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec le Loiret.

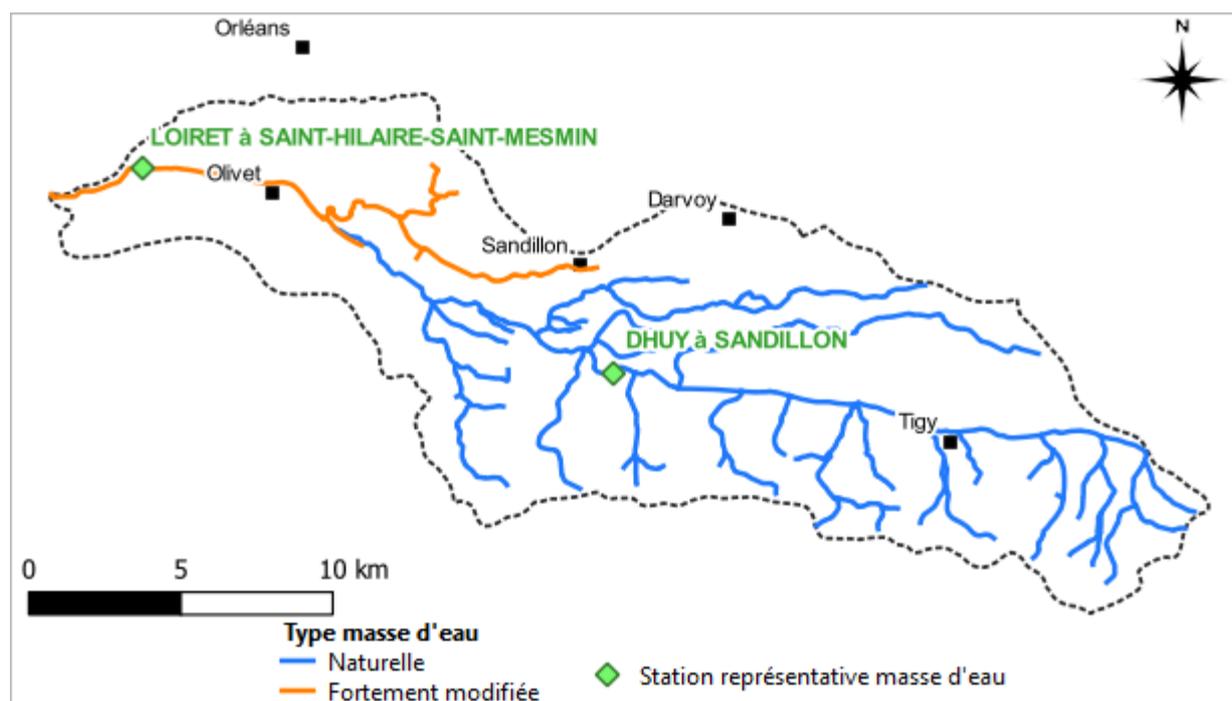


Figure 5 : Masses d'eau du bassin du Loiret et station de référence pour l'évaluation de la qualité de l'eau.

Deux stations représentatives de ces masses d'eau servent à qualifier l'état de l'eau.

Au sens de la DCE, l'état écologique du Loiret a varié entre « bon » et « mauvais » sur la période 2007-2020. Le paramètre déclassant est majoritairement la biologie à travers l'indice poisson, et parfois l'indice invertébrés. L'état chimique est « bon » sauf en 2019, où il est qualifié de mauvais (présence d'un tensioactif fluoré⁴ et de Mercure). L'état des lieux 2019 qualifie cette masse d'eau en état écologique « moyen », **les pressions identifiées sont les obstacles à l'écoulement.**

Sur la même période, l'état écologique du Dhuy a varié entre « moyen » et « mauvais ». Là aussi, c'est la biologie qui est déclassante à travers l'indice poisson et l'indice invertébrés. L'état chimique est « bon » sauf en 2017 où il est qualifié de mauvais (présence d'un insecticide⁵). L'état des lieux 2019 qualifie cette masse d'eau en état écologique « médiocre », les pressions identifiées sont les pesticides, les micropolluants, la morphologie et l'hydrologie.

⁴ Acide perfluorooctanesulfonique

⁵ Hexachlorocyclohexane

Tableau 3 : Synthèse des éléments entrant dans la détermination de l'état global des masses d'eau du Loiret (station de Saint-Hilaire-Saint-Mesmin) et du Dhuy (station de Sandillon).

	Le Loiret à Saint-Hilaire-Saint-Mesmin					Le Dhuy à Sandillon				
	ETAT ECOLOGIQUE	Biologie	Physico chimie	Polluants spécifiques	ETAT CHIMIQUE	ETAT ECOLOGIQUE	Biologie	Physico chimie	Polluants spécifiques	ETAT CHIMIQUE
2007	Moyen	Moyen	Moyen	Bon		Médiocre	Médiocre	Bon	Bon	
2008	Médiocre	Médiocre	Médiocre			Mauvais	Mauvais	Moyen		
2009	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen		Médiocre	Médiocre	Moyen	Moyen	
2010	Moyen	Bon	Médiocre	Bon		Mauvais	Mauvais	Moyen	Moyen	
2011	Moyen	Moyen	Moyen	Bon		Médiocre	Médiocre	Moyen	Moyen	
2012	Moyen	Moyen	Médiocre	Bon		Médiocre	Médiocre	Moyen	Bon	
2013	Médiocre	Médiocre	Moyen	Bon		Médiocre	Médiocre	Moyen	Bon	
2014	Moyen	Moyen	Moyen	Bon		Médiocre	Médiocre	Moyen	Bon	
2015	Médiocre	Médiocre	Moyen	Bon	Bon	Médiocre	Médiocre	Moyen	Moyen	Bon
2016	Bon	Bon	Bon			Médiocre	Médiocre	Moyen		
2017	Mauvais	Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon	Médiocre	Médiocre	Moyen	Moyen	Mauvais
2018	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Bon	Médiocre	Médiocre	Moyen	Moyen	Bon
2019	Mauvais	Mauvais	Moyen		Mauvais	Mauvais	Mauvais	Moyen		
2020	Moyen	Moyen	Médiocre	Moyen	Bon	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Bon

Afin de mettre en œuvre les actions nécessaires à l'atteinte des objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau reprise dans Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), le bassin versant du Loiret est couvert par le SAGE Val Dhuy-Loiret. Ce dernier, porté par l'Etablissement public Loire, a été approuvé par arrêté préfectoral le 15 décembre 2011 et est donc en phase de mise en œuvre.

L'objectif du SAGE est l'atteinte du bon potentiel pour le Loiret en 2027 (SAGE Val Dhuy-Loiret 2020). Dans l'orientation B – Préserver les milieux aquatiques, les dispositions suivantes concernent la continuité écologique :

- 3B-1 : Rétablir la continuité écologique,
- 3B-2 : Prévenir toute dégradation de la continuité écologique.

Afin de décliner opérationnellement le SAGE, un premier contrat territorial a été mis en place entre 2016 et 2020. Un suivi de la qualité de l'eau complémentaire a notamment été mis en place.

Un second contrat (2023– 2025) est en cours d'élaboration. Il comportera 2 volets : pollutions diffuses et milieux aquatiques.

1.4. CONTEXTE PISCICOLE

1.4.1. LES PEUPELEMENTS PISCICOLES DU LOIRET

Des pêches électriques (réseau de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et de la FDAAPPMA 45) sont réalisées au niveau de 6 stations sur le Loiret (n=2), le Dhuy (n=2) et ses affluents (n=2).

Tableau 4 : Synthèse des pêches électriques effectuées sur le bassin du Loiret entre 2007 et 2021.

	Loiret à Mareau au Près	Loiret à Saint-Hilaire-Saint-Mesmin	Dhuy à Saint-Cyr-en-Val	Dhuy à Sandillon	Le Vildé à Rebouclain	Le Leu à Neuvy
Maître d'ouvrage	FDAAPPMA 45	AELB	FDAAPPMA 45	AELB	FDAAPPMA 45	FDAAPPMA 45
Chronique	2018	2007-2021	2020	2007-2021	2020	2020
Nb espèces piscicoles	27	31	12	21	5	5
Espèces dominantes (effectif)	Gardon Chevesne Goujon	Gardon Epinochette Chevesne	Goujon Gardon Chevesne	Goujon Bouvière Poisson chat	Goujon Loche franche	Epinochette Loche France

La diversité piscicole diminue en progressant vers l'amont, avec 31 espèces sur le Loiret, 21 sur le Dhuy et 5 sur ses petits affluents. Les peuplements sont globalement dominés par le gardon, le goujon, le chevesne et l'épinochette.

On rencontre plusieurs espèces avec des statuts de protections comme le brochet, la vandoise, la lamproie de Planer, la lamproie marine, la loche de rivière, le chabot et l'anguille.

1.4.2. LES CONNAISSANCES ACTUELLES DE LA FRÉQUENTATION DU BASSIN VERSANT DU LOIRET PAR L'ANGUILLE

Cycle biologique de l'anguille européenne est rappelé en Annexe B.

L'association LOGRAMI⁶ suit depuis 2013 le front de colonisation de l'anguille européenne sur le bassin de la Loire (campagne de pêche tous les 3 ans). Dans ce cadre des pêches électriques sont réalisées sur la Loire et ses principaux affluents depuis l'estuaire jusqu'à la confluence de l'Allier. En 2022 plusieurs stations de la Loire, à proximité de la confluence du Loiret, ont été échantillonnées (dont une au niveau du bassin du Loiret, le Rio de l'île de Charlemagne). A ce niveau de l'axe Loire, ce sont essentiellement des anguilles de plus de 30 cm qui ont été recensées. Le front de colonisation des anguilles⁷ de moins de 30 cm sur l'axe Loire est en progression, il est passé de 186 km de la mer en 2013 à 202 km en 2022 (LOGRAMI, communication personnelle).

Des pêches réseau de l'AELB sont également réalisées sur la Loire à proximité de Loiret au niveau de 3 stations de suivi (Meung/Loire, en aval de la confluence du Loiret, et Châteauneuf/Loire et Gien, en amont de la confluence du Loiret). Dans les pêches réalisées entre 2006 et 2021 des anguilles sont systématiquement capturées. Les densités moyennes d'anguilles vont de 0.79 à 1.47 ind./100m².

Enfin, les pêches électriques réalisées au niveau des 6 stations du bassin du Loiret donnent des indications sur les abondances d'anguille du bassin. Des anguilles sont capturées dans toutes les stations du bassin du Loiret, les densités sont très variables : de 0.36 à 1.90 ind./100m². D'une manière générale, les densités diminuent en progressant vers l'amont, avec des densités plus

⁶ LOire GRAnds MIgrateurs

⁷ Le front de colonisation est la distance maximale depuis la mer où la probabilité de trouver une anguille de 30 cm est de 50%

importantes toutefois sur les petits affluents (qui ne concernent que la capture d'un individu dans des milieux très petits).

Tableau 5 : Synthèse des pêches électriques effectuées sur le bassin du Loiret entre 2007 et 2021.

	Loiret à Mareau au Près	Loiret à Saint-Hilaire-Saint-Mesmin	Dhuy à Saint-Cyr-en-Val	Dhuy à Sandillon	Le Vildé à Rebouclain	Le Leu à Neuvy
Maître d'ouvrage	FDAAPPMA 45	AELB	FDAAPPMA 45	AELB	FDAAPPMA 45	FDAAPPMA 45
Chronique	2018	2007-2021	2020	2007-2021	2020	2020
Présence anguille	1 année / 1	9 années / 9	1 année / 1	8 années / 9	1 année / 1	1 année / 1
Effectif moyen	109	12	2	3	1	1
Densité moyenne anguille (ind/100m ²)	1.9	1.06	0.63	0.36	1.25	1.67

L'ensemble de ces données montrent que les anguilles sont présentes sur quasiment tout le bassin versant du Loiret. Les densités observées sont cohérentes avec celles observées sur le bassin versant de la Loire, et la variabilité est forte. Il ressort une méconnaissance de la situation de l'espèce à l'intérieur de l'axe Loiret, les deux stations du Loiret étant situées en aval du premier aménagement.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1. PROCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

2.1.1. PÉRIODE DE PROSPECTION

Les stations ont été échantillonnées en période d'étiage, pendant l'été 2022, qui correspond à une période de pause migratoire pour l'anguille. A cette période, le pic de migration des anguillettes issues du recrutement annuel est terminé. De plus, les suivis précédents (bassin du Cher) ayant été réalisés au mois de juillet, échantillonner à la même période permet de s'affranchir de potentiels biais liés à des saisons d'échantillonnages différentes.

2.1.2. ÉCHANTILLONNAGE DES ANGUILLES

Le principe d'échantillonnage est identique à celui mis en œuvre lors des suivis réalisés sur le Cher entre 2016 et 2020 (Cornu et Lascaux, 2017, Cornu *et al.*, 2018 ; FISH PASS, 2019, Cornu *et al.*, 2021), afin de pouvoir comparer les résultats de ces suivis. Le protocole s'est inspiré de la méthode mise en place par l'association MIGADO⁸ pour caractériser les populations d'anguilles dans le bassin Gironde-Garonne-Dordogne et Leyre en effectuant des échantillonnages sur de petits cours d'eau à l'aval du premier obstacle à la migration (Lauronce *et al.*, 2011). Il repose sur une stratégie d'échantillonnage ciblé tant au niveau du choix des stations que des habitats prospectés dans les stations.

2.1.2.1. **Stratégie d'échantillonnage**

La majorité des stations sont situées en aval d'obstacles afin d'analyser l'effet d'accumulation éventuel des anguilles au pied des ouvrages et donc les difficultés de franchissement (voir 2.2).

Deux stations, en dehors de l'influence des ouvrages, ont été choisies pour servir de référence en entrée de bassin (station de l'aval du Loiret) et de témoin (station de l'amont du Loiret).

A l'intérieur des stations, les zones prospectées ne sont pas choisies au hasard. Les prospections ciblent prioritairement des habitats jugés favorables aux anguilles principalement par la présence d'abris.

2.1.2.2. **Méthode d'échantillonnage**

La méthode utilisée pour ce suivi est l'Echantillonnage Ponctuel d'Abondance (EPA) réalisé à l'aide d'un groupe électrogène « Héron » de marque DREAM électronique. La méthode repose sur une prospection par point couvrant des surfaces de quelques m². L'opérateur plonge l'électrode dans la zone choisie pendant une durée significative (plus de 30 secondes). Tous les poissons sont récupérés mais seules les anguilles sont comptabilisées et conservées pour une biométrie ainsi qu'une analyse de leur état sanitaire. Les autres espèces capturées sont juste identifiées et leur présence est notée.

Nous ne cherchons pas ici à apprécier correctement la diversité spécifique du peuplement piscicole. Les pêches sont ciblées sur les anguilles. Le nombre de points par station est alors uniquement dicté

⁸ Migrateurs GAronne DOrdogne

par le linéaire à prospecter et la nécessité d'éviter les interférences entre points (description de la méthode complète en Annexe C). Ainsi pour les sites les plus « courts », une soixantaine d'EPA ont au minimum été effectués, pour les sites les plus vastes, le nombre de points a dépassé 80.

2.1.3. BIOMÉTRIE DES ANGUILLES

Une fois l'ensemble des EPA réalisés sur la station, la biométrie des anguilles, capturées et stockées, est effectuée (Figure 6).



Figure 6 : Atelier de biométrie.

Toutes les anguilles sont mesurées au millimètre près après anesthésie à l'Eugénol. Elles sont également pesées au gramme près. De plus, un examen pathologique externe de chaque anguille est réalisé selon le guide sanitaire de Girard et Elie (2007). Des mesures des diamètres oculaires et de la taille des nageoires pectorales ont aussi été réalisées à la demande de LOGRAMI.

2.2. LES SITES SUIVIS EN 2022

2.2.1. LOCALISATION

La sélection des sites de pêche a été effectuée par le comité technique de l'étude. L'ensemble des aménagements du Loiret a été pêché ainsi que deux sites témoins, sans ouvrages.

En tout 7 sites ont été pêchés entre la confluence du Loiret et de la Loire et la confluence de la Dhuy. Ils sont soit situés en zone d'écoulement libre (sites témoins : L0 et L6) soit à l'aval d'obstacles à l'écoulement (L1 à L5).



Figure 7 : Localisation des 7 sites suivis (BD Ortho IGN).

Tableau 6 : Caractéristiques générales des 7 sites de pêche.

Code	Station	X (Lambert 93)	Y (Lambert 93)	PK (km)
L0	Loiret aval	610922	6752137	0.7
L1	Complexe de Saint-Santin	613790	6753073	4.0
L2	Complexe des Tacreniers	614258	6753071	4.2
L3	Complexe Bac, Béchets et Saint-Julien	615613	6752883	5.9
L4	Moulin de la Mothe	615964	6752722	5.9
L5	Moulin de Samson	616414	6752763	6.4
L6	Confluence avec le Dhuy	619613	6751122	10.2

Le site L0 a été pêché par la Fédération de pêche du Loiret. Ce site était commun à celui du suivi du front de colonisation des anguilles réalisées par LOGRAMI. L'EPL et ECOGEA ont participé à la pêche pour s'assurer de la compatibilité de la stratégie de pêche avec les besoins de l'étude « Loiret ».

Les sites L1 à L6 par le bureau d'études ECOGEA.

2.2.2. FRANCHISSABILITÉ POUR L'ANGUILLE DES OUVRAGES ÉCHANTILLONNÉS

Une grille d'évaluation de la franchissabilité des ouvrages, à dire d'expert, a été mise au point par l'OFB pour l'anguille (Steinbach, 2006). L'ensemble des critères hydrauliques au niveau de l'ouvrage sont pris en compte :

- la hauteur de chute,
- le type et la configuration des ouvrages,
- la gestion des parties mobiles,
- l'attractivité et la fonctionnalité des dispositifs de franchissement s'ils existent.

L'expertise s'applique à l'ensemble de l'aménagement lorsque celui-ci est composé de plusieurs ouvrages liés, quel que soit l'ouvrage et la voie de passage susceptible d'être empruntée pour passer en amont de l'aménagement (ouvrage principal, ouvrage secondaire ou dispositif de franchissement).

L'effet de l'obstacle sur les conditions de montaison de l'anguille est ainsi évalué en six classes de franchissabilité, d'un ouvrage transparent (classe 0) à un barrage totalement infranchissable (classe 5).

L'ensemble des sites concernés par le suivi ont été diagnostiqués en période de migration de l'anguille par l'EP Loire avec l'appui de la DIR centre de l'OFB (Figure 8). Cette évaluation a été réalisée par le même observateur pour garantir son homogénéité à l'échelle du bassin.

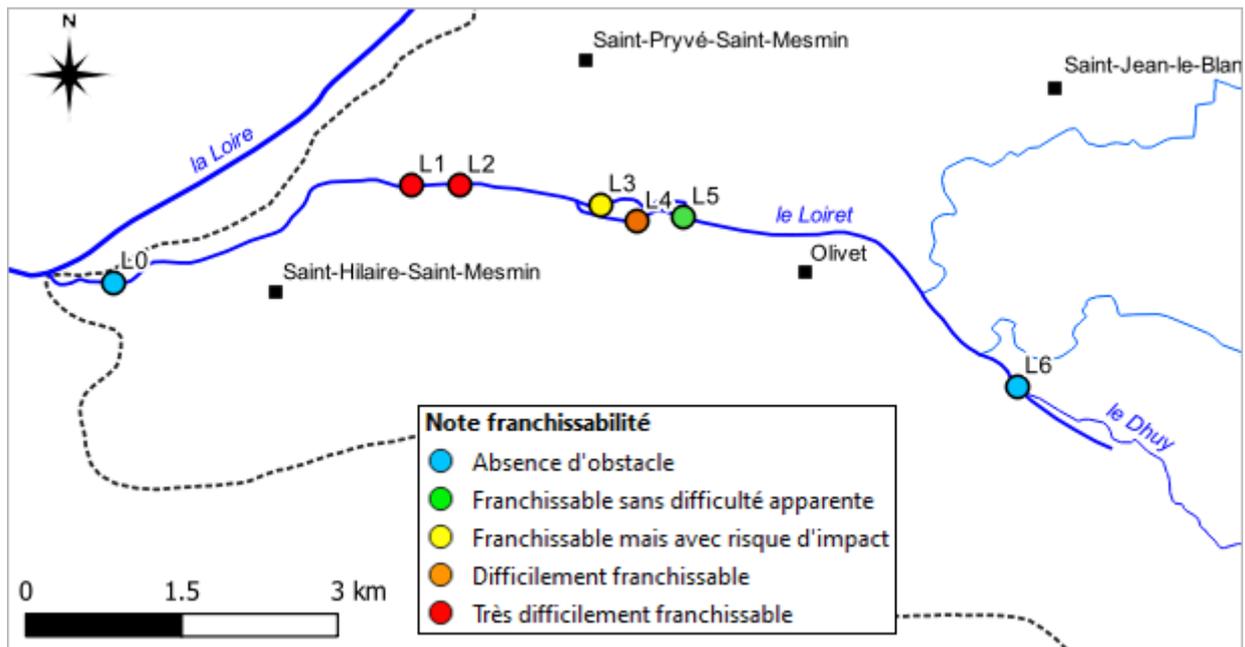


Figure 8 : Note de l'expertise de la franchissabilité des stations concernées par les échantillonnages de 2022.

Les stations L0 et L6 sont les deux sites témoins, sans ouvrages. Pour les 5 autres sites, 2 sont évalués comme très difficilement franchissables, un est difficilement franchissable, un est franchissable avec risque d'impact et le dernier est franchissable sans difficulté apparente.

2.3. ANALYSE DES DONNÉES

L'analyse des données de cet état des lieux des anguilles sur le Loiret a pour objectif de :

- caractériser la distribution des abondances des différentes classes de taille d'anguilles,
- d'identifier le rôle des obstacles vis-à-vis de cette distribution,
- d'apporter des éléments de réflexion sur les actions à conduire.

2.3.1. INDICATEUR D'ABONDANCES UTILISÉS

Pour chaque station, un indice d'abondance en occurrence (nombre d'individu / EPA) et en densité (nombre d'individus / 100 m²) par classe de taille d'anguille est calculé.

Les classes de tailles des anguilles sont celles définies par Canal *et al.* (2013) :

- anguilles de taille inférieure à 15 cm,
- anguilles de taille comprise entre 15.1 et 30 cm,
- anguilles de taille comprise entre 30.1 et 45 cm,
- anguilles de taille supérieure à 45 cm.

Ces différentes classes de tailles correspondent à différentes phases du cycle biologique de l'anguille et sont associées à des comportements et une écologie différente (Laffaille *et al.*, 2003 ; Adam *et al.*, 2008). Selon ces auteurs, la première classe de taille ($Lt < 15$ cm) représente les jeunes anguillettes récemment recrutées qui commencent la colonisation du bassin versant (elles devraient être assez peu présentes ici). La seconde (15.1–30 cm) correspond aux anguilles plus âgées (de 2 à 5 ans) en phase de colonisation active. Les deux classes suivantes représentent les anguilles jaunes sédentaires, et essentiellement les femelles pour la classe $Lt > 45$ cm.

2.3.2. ANALYSE DES EFFETS DE DIFFÉRENTS FACTEURS SUR LA VARIABILITÉ DES ABONDANCES

Quatre principaux facteurs sont susceptibles d'influencer la variabilité des abondances et des structures en taille en rivière (Figure 9).

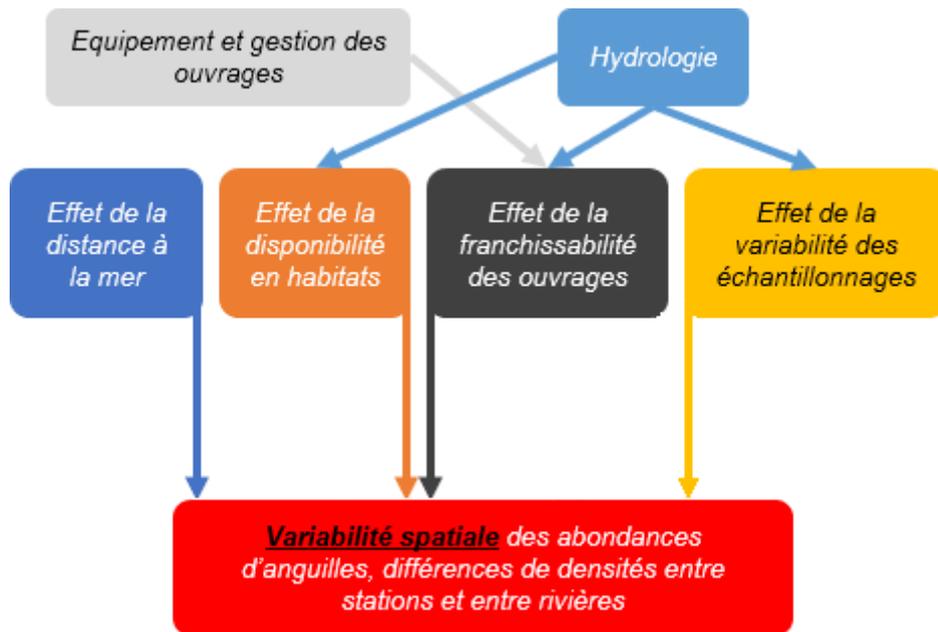


Figure 9 : Comprendre la variabilité des abondances et des structures en taille des anguilles en rivière.

Ils peuvent être classés en 3 catégories :

- les facteurs environnementaux (distance à la mer, disponibilité en habitats pour l'anguille) ;
- les facteurs anthropiques (présence et caractéristiques des obstacles) ;
- les facteurs d'échantillonnages.

Le travail d'analyse à conduire doit permettre d'identifier le poids de chacun de ces facteurs vis-à-vis des abondances et des structures en taille.

2.3.2.1. Effet de la variabilité de l'échantillonnage

La variabilité de l'abondance entre les sites peut être en partie liée à l'échantillonnage et principalement à deux facteurs :

- les types d'habitats échantillonnés (dépendant de la disponibilité et du choix de l'opérateur) ;
- le matériel de pêche électrique utilisé.

Effet des choix de l'opérateur sur les types d'habitats échantillonnés

Il y a peu d'effet des choix de l'opérateur : la stratégie d'échantillonnage est stabilisée, (pêches en aval d'ouvrages en berge et en pied d'obstacles) et les caractéristiques d'habitat sont relevées pour chaque EPA, comme cela était le cas lors des campagnes du Cher.

Matériels de pêche électrique

La capturabilité des anguilles par la pêche électrique est extrêmement variable (Zalewski et Cows, 1989 ; Tesch, 2003 ; Degerman *et al.*, 2019). Elle dépend de la profondeur des habitats échantillonnés, de la présence d'anfractuosités et surtout du type de courant délivré par les appareils de pêches électriques. Les appareils délivrant un courant continu faiblement ondulé (cas du « Héron » de DREAM électronique) présentent à la fois un risque plus faible pour le poisson et une meilleure efficacité (Tesch, 2003). Toutefois, en matière de pratique, l'expérience montre que la capturabilité est meilleure lorsque l'on réalise successivement plusieurs plongées d'électrodes avec des temps assez prolongés (>30 s).

Le type d'appareil de pêche électrique semble pouvoir avoir une incidence sur les résultats des échantillonnages. Le « Héron » de marque DREAM électronique, de par le type de courant délivré et sa puissance (modulable), fournit les garanties pour une bonne stabilité de l'efficacité des pêches.

Les échantillonnages ont été réalisés sur 7 stations communes du Cher en 2016, 2017, 2019 et 2020 (Tableau 7).

Tableau 7 : Comparaison des densités d'anguilles moyennes et médianes par classe de taille pour les 7 sites communs aux 4 années d'échantillonnage du Cher.

Année	Débit moyen du Cher à Tours (m ³ /s)	Densité moyenne (anguille/EPA)	Densité médiane (anguille/EPA)				Proportion médiane d'anguilles ratées
			Total	Total	15-30 cm	30-45 cm	
2016	30	0.87	0.7	0.3	0.24	1.46	21%
2017	13.3	0.72	0.63	0.34	0.21	1	20%
2019	7.6	0.53	0.58	0.32	0.43	0.60*	31%
2020	7.4	0.71	0.65	0.06	0.5	2.45	15%

* échantillon significativement différent des deux autres (Kruskal-Wallis, analyse par paire, $p < 0.05$).

En 2016, 2017 et 2020, les pêches électriques ont été effectuées au « Héron » de DREAM électronique, en 2019, avec un autre appareil de pêche électrique. Les débits étaient aussi plus importants en 2016 et 2017 sur le Cher pour les pêches, qu'en 2019 et 2020 (étiage très sévère). Les

grandes anguilles (>45 cm) sont plus nombreuses en 2016, 2017 et 2020 (2 à 4 fois plus qu'en 2019) et la proportion d'anguilles ratées est plus forte en 2019 (toutes classes de taille confondues, 31% en 2019 contre 21% en 2016 et 20% en 2017 et 15% en 2020). Ces différences ne sont statistiquement significatives que pour les proportions d'anguilles de plus de 45 cm.

Afin de limiter ce biais, c'est le « Héron » de DREAM électronique qui a été utilisé pour réaliser les pêches cette année. De plus, cet appareil est utilisé depuis 20 ans pour l'acquisition de toutes les données de pêche des Réseaux de Contrôle et de Surveillance de l'OFB. L'utilisation du même type d'appareil évite au moins ce biais pour une comparaison aux données historiques et actuelles des réseaux de l'OFB (et des Agences de l'Eau).

2.3.2.2. Effet de la variabilité induite par la disponibilité des habitats pour les anguilles

Les anguilles présentent, selon leur taille, des préférences d'habitat qui sont assez bien documentées dans la littérature scientifique (Imbert *et al.*, 2008 ; Degerman *et al.*, 2019) avec une forte variabilité selon les tailles (Lamouroux *et al.*, 1999 ; Laffaille *et al.*, 2003 ; Domingos *et al.*, 2006 ; Acou *et al.*, 2011).

Les caractéristiques de l'habitat peuvent donc conditionner une part des abondances. La prise en compte de la capacité d'accueil est essentielle pour pouvoir comparer les abondances d'anguilles tout chose étant égale par ailleurs et notamment à capacité d'accueil équivalente.

Une estimation de la surface d'habitat favorable, pour chaque station, sur la base des caractéristiques des points de pêche (profondeur, vitesse, type d'abri) et en séparant les différentes classes de taille d'anguilles, a été réalisée. Cette estimation se base sur **le principe** de la méthode des microhabitats, qui vise à attribuer à une valeur d'un paramètre (en l'occurrence une profondeur, une vitesse, un type de substrat ou d'abris...) **une valeur de préférence**. Il ne s'agira pas ici d'appliquer sensu stricto l'ensemble du protocole de la méthode des microhabitats (description physique de l'ensemble d'une station, modélisation hydraulique à plusieurs débits, calculs des valeurs d'habitats pour toute la station et tous les débits) mais uniquement de calculer des Surfaces d'Habitat Favorable pour chaque classe de taille d'anguille sur chaque station. Il s'agit d'une surface théorique et non d'une valeur mesurée.

Le principe de calcul se déroule en 3 étapes (Figure 10). La Valeur d'Habitat de chaque point sera le produit des valeurs de préférence pour chaque paramètre retenu pour les anguilles de la classe de taille (étape 1). La Surface d'Habitat Favorable d'un EPA, est obtenue en multipliant la surface théorique échantillonnée (12.5 m² pour un EPA selon Belliard *et al.*, 2012) par la Valeur d'habitat du point (étape 2). Enfin, la Surface d'Habitat Favorable de la station sera la somme des surfaces d'habitat de tous les points de la station (étape 3).

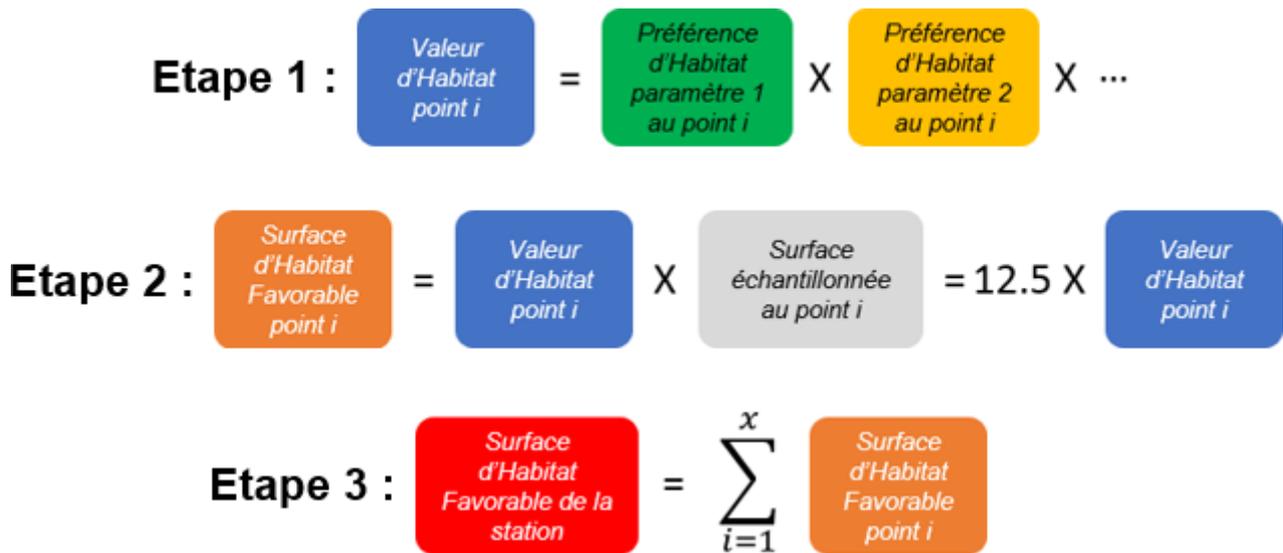


Figure 10 : Principe du calcul en trois étapes de la surface d'habitat favorable d'une station.

Au final, chaque station sera donc caractérisée par une Surface d'Habitat Favorable aux différentes classes de taille de l'anguille. Il sera alors possible de comparer les stations sur la base d'une Surface d'Habitat Favorable (nombre d'anguilles par m² d'habitats favorables). Les densités d'anguilles de chaque classe de taille par m² d'habitats favorables seront calculées. La densité totale d'anguilles d'une station sera la somme des densités d'anguilles de toutes les classes de taille de la station.

Les préférences d'habitat sont établies sur la base de l'Indice de Jacob (Annexe D). Les paramètres retenus dans l'étude de la colonisation du bassin du Cher et qui seront reconduits sur le Loiret sont :

- le type d'abris,
- la profondeur,
- la vitesse.

2.3.2.3. Effet de la variabilité induite par la distance à la mer

Les densités d'anguilles et la structuration en classes de taille sont très corrélées à la distance à la mer.

Ce facteur est analysable en utilisant le modèle EDA 2.3 (Mateo et al., 2021) qui permet de prédire les densités d'anguilles jaunes sur l'ensemble des tronçons du RHT⁹ (Pella et al., 2011) en prenant en compte différentes variables :

- distance à la mer,
- cumul de la hauteur des ouvrages,
- conditions au niveau du tronçon hydrographique (altitude, largeur, unité de gestion anguille...).

⁹ Le RHT est un réseau national coulant et orienté qui se rapproche du référentiel de la BD Carthage®. Il a été développé dans le but de pallier à certaines des lacunes révélées par ce dernier. Le caractère artificiel d'une partie du réseau hydrographique (portions court-circuitées, canaux, réseau de drainage...) ainsi que la complexité des écoulements à chenaux multiples ne permettent pas de modéliser l'écoulement dans le réseau ; cette modélisation impose une simplification du réseau de la BD Carthage®. De plus cette modélisation n'est possible que si les arcs sont correctement orientés et jointifs (critères non satisfaits dans la BD Carthage®).

Pour les besoins de l'étude nous avons demandé aux fournisseurs du modèle de nous fournir les prédictions du modèle EDA 2.3 sans l'effet des ouvrages.

Les pêches effectuées dans le cadre de cette étude (pied d'ouvrages, habitats préférentiels en berge) sont différentes de celles utilisées pour construire le modèle EDA (pêches du réseau de l'OFB). Les valeurs brutes des densités pour 100 m² obtenues par la modélisation EDA et les échantillonnages de la présente étude ne sont donc pas comparables.

Pour effectuer des comparaisons, nous avons procédé à une normalisation des densités de chaque site par la densité de la station du Loiret aval (L0) pour chaque série (densités observées et densités EDA 2.3). Ceci est justifié par le fait que la station L0 est la station la plus aval de l'axe. Elle doit donc théoriquement avoir les densités d'anguilles les plus importantes.

2.3.2.4. Effet de la variabilité induite par la franchissabilité des obstacles

La franchissabilité des obstacles influence la répartition des anguilles et notamment la structuration en taille.

Cette franchissabilité est évaluable et connue pour tous les obstacles concernés par l'étude (voir 2.2.2). Elle intègre entre autres la hauteur de chute, la nature de l'ouvrage, sa gestion ainsi que la présence d'un dispositif de franchissement piscicole.

L'écart entre les densités normées (observées et prédites par EDA 2.3) est informatif de situations d'accumulation ou de déficit d'anguilles :

- si l'écart est faible, cela signifie qu'il y a peu d'effet d'accumulation, l'ouvrage ne pose, a priori, pas de problème particulier ;
- si l'écart est positif : il y a un effet d'accumulation, l'ouvrage semble poser un problème de circulation ;
- si l'écart est négatif : il peut y avoir un problème de circulation au niveau d'un ouvrage aval ou une très forte hétérogénéité de distribution des anguilles sur l'axe.

L'évolution des différences entre les campagnes d'échantillonnage (si d'autres campagnes sont réalisées sur le Loiret) sera également un indicateur de la situation. D'une manière générale :

- si la différence reste stable, il n'y a pas ou peu de modifications de la franchissabilité de l'ouvrage ;
- si elle diminue, il y a une amélioration de la franchissabilité ;
- si elle augmente, il y a une détérioration de la franchissabilité.

Ces écarts seront analysés par rapport aux franchissabilités des obstacles et à leurs évolutions temporelles (construction/modification de dispositif de franchissement).

3. RÉSULTATS

Cette partie présente les résultats de la campagne d'échantillonnage du Loiret en 2022. Des comparaisons avec les résultats du Cher (2016-2020) ont été réalisées pour mettre en relief les résultats (voir Annexe E).

3.1. BILAN DE LA CAMPAGNE 2022

3.1.1. PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE

La pêche du site L0 a été réalisée le 28 juin 2022 par la FDAAPPMA du Loiret, et les sites L1 à L6 du 25 au 28 juillet par ECOGEA (Tableau 8).

Tableau 8 : Calendrier des échantillonnages réalisés en 2022.

Date	28/06/2022	25/07/2022	26/07/2022	27/07/2022	28/07/2022
Matin	L0		L2	L4	L6
Après-midi		L1	L3	L5	

3.1.2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES

La station du Dhuy à Sandillon est la seule station du bassin qui donne des indications sur l'hydrologie des cours d'eau du bassin versant. Elle n'est pas représentative du débit du Loiret, ce dernier étant principalement alimenté par des résurgences. L'hydrologie de la période d'échantillonnage est donnée à titre indicatif (Figure 11).

Le contexte hydrologique des pêches de cette année est « basses eaux » pour la pêche de fin juin et « étiage très marqué » du Dhuy et de la Loire pour les pêches de fin juillet.

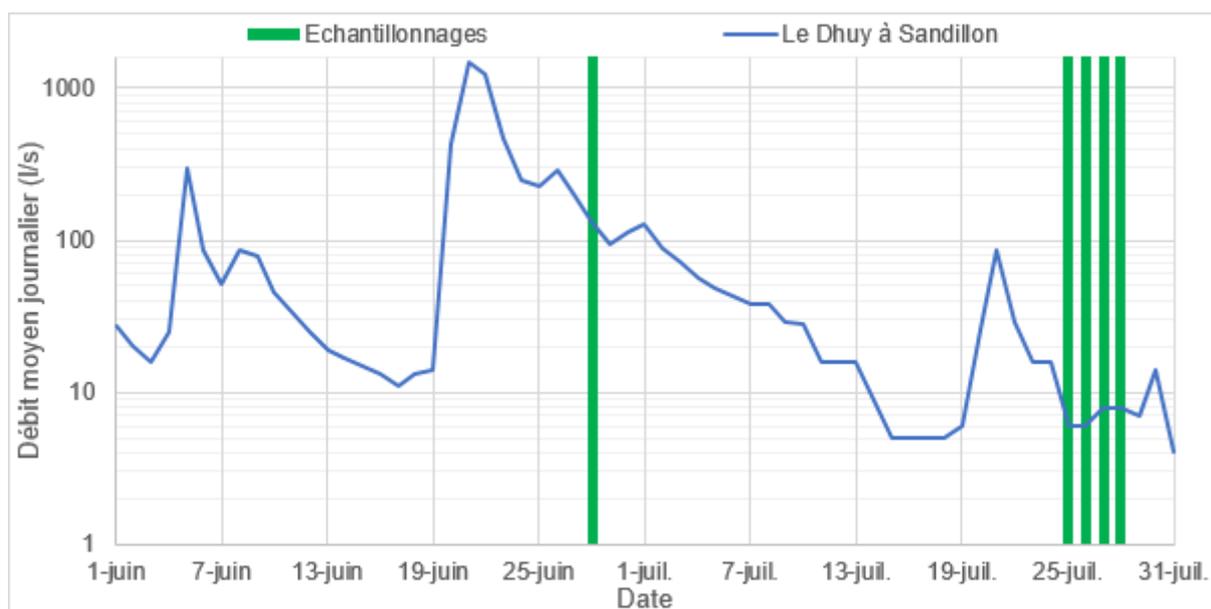


Figure 11 : Débit moyen journalier du Dhuy pendant les échantillonnages (attention l'échelle de l'axe des abscisses est logarithmique, source : HydroPortail).

3.1.3. DENSITÉS GLOBALES D'ANGUILLES

Entre 61 et 86 EPA ont été réalisés par station (moyenne = 70, médiane = 61), pour un total de 492 EPA (Tableau 9). Le nombre d'EPA dépend de la complexité de la station et de la disponibilité en abris.

Entre 9 et 42 anguilles ont été contactées par station (moyenne = 18, médiane = 13), pour un total de 126 individus. Les anguilles ratées représentent entre 1 et 6 individus selon les sites (moyenne et médiane = 3), pour un total de 22 individus, soit entre 9 et 30% de l'effectif contacté (moyenne = 18%, médiane = 15%).

Tableau 9 : Nombre d'EPA, effectifs et abondances d'anguilles contactées des sites échantillonnés en 2022.

Code	Site	Nombre d'EPA réalisés	Nombre d'anguilles capturées	Nombre d'anguilles ratées	Nombre total d'anguilles contactées	Abondance (anguille / 10 EPA)
L0	Aval Loiret	61	8	1	9	1.48
L1	Complexe de Saint-Santin	73	38	4	42	5.75
L2	Complexe des Tacreniers	71	10	1	11	1.55
L3	Complexe Bac, Béchets, Saint-Julien	86	13	5	18	2.09
L4	Moulin de la Mothe	65	17	6	23	3.54
L5	Moulin de Saint-Samson	76	11	2	13	1.71
L6	Confluence du Dhuy	60	7	3	10	1.67

Les abondances d'anguilles contactées cette année varient de 1.48 à 5.75 individus pour 10 EPA (moyenne = 2.54, médiane = 1.71).

3.1.4. TAILLES DES ANGUILLES CAPTURÉES

La taille des anguilles capturées sur le bassin du Loiret en 2022 varie de 255 à 890 mm (Figure 12).

Les résultats des biométries ne permettent pas de séparer les différentes classes d'âge. En effet, les anguilles ont généralement une croissance lente, de l'ordre de quelques cm par an. Il y a, de plus, une forte variabilité de la croissance en milieu continental, qui peut varier de 0.7 à 11.6 cm par an, selon la synthèse bibliographique réalisée par Panfili et Ximénès (1994).

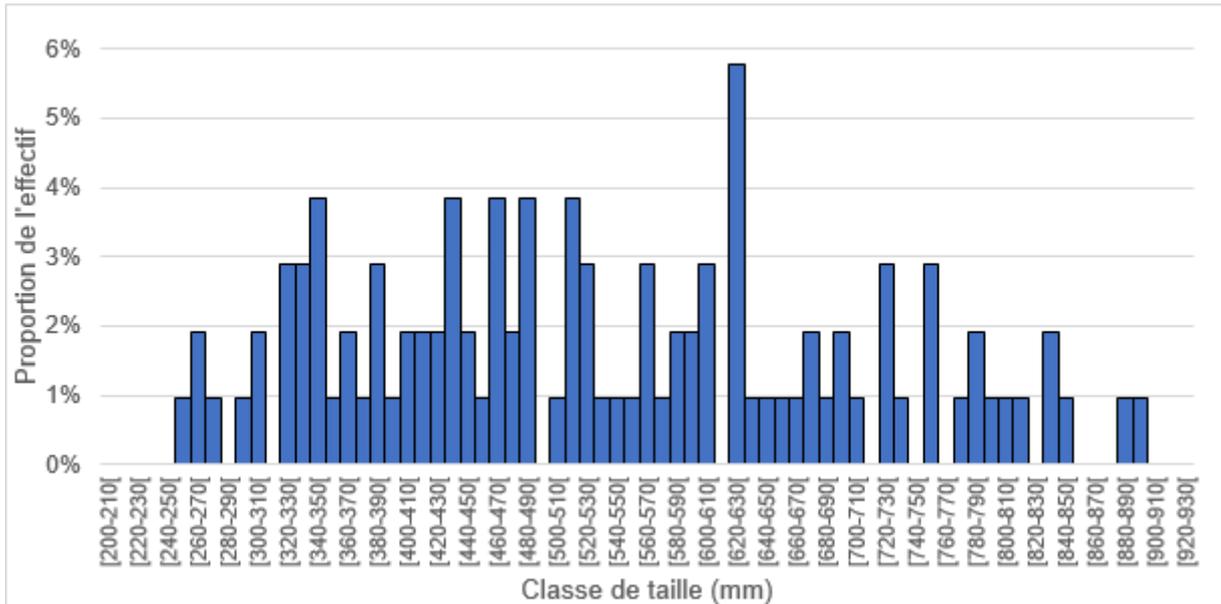


Figure 12 : Répartition des tailles des anguilles capturées sur le sur le Loiret en 2022.

La majorité des anguilles contactées sur le Loiret sont des anguilles de plus de 45 cm (65% de l'effectif). Les anguilles de 30-45 cm représentent 31% de l'effectif et les anguilles de 15-30 cm les 4% restant. Cette situation est tout à fait normale à ce niveau du bassin de la Loire.

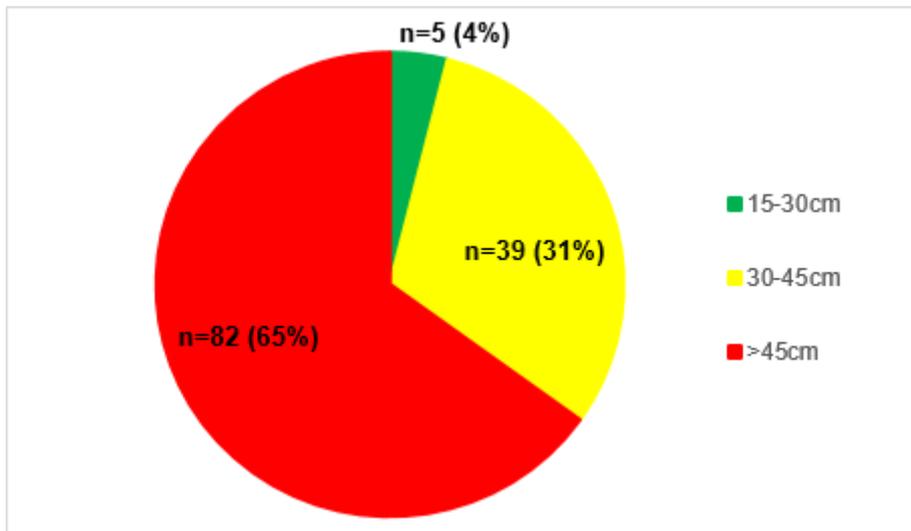


Figure 13 : Distribution des anguilles contactées sur le Loiret en 2022 par classes de taille.

3.2. RÉPARTITION DES DIFFÉRENTES CLASSES DE TAILLES D'ANGUILLES SUR L'AXE

Aucune anguille de moins de 15 cm n'a été contactée sur l'axe Loiret, ce qui est logique vu la position de l'axe par rapport à l'estuaire de la Loire (Figure 14). Les anguilles de 15-30 cm, considérées en phase de migration active, n'ont été contactées qu'au niveau de 2 sites, au complexe de Saint-Santin et au moulin de la Mothe.

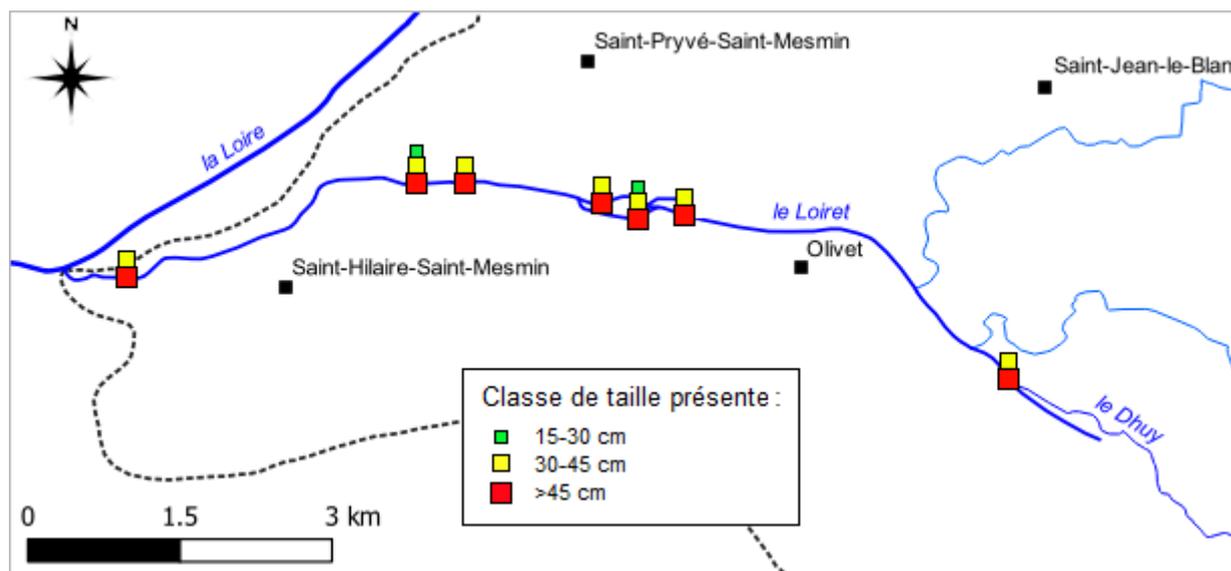


Figure 14 : Répartition des classes de tailles d’anguilles sur le Cher aval.

Les 2 autres classes de tailles (30-45 cm et >45 cm) sont présentes sur tous les sites du Loiret.

3.2.1.1. Relation taille/poids

La relation taille/poids des anguilles capturées en 2022 sur le Loiret est donnée par la Figure 15.

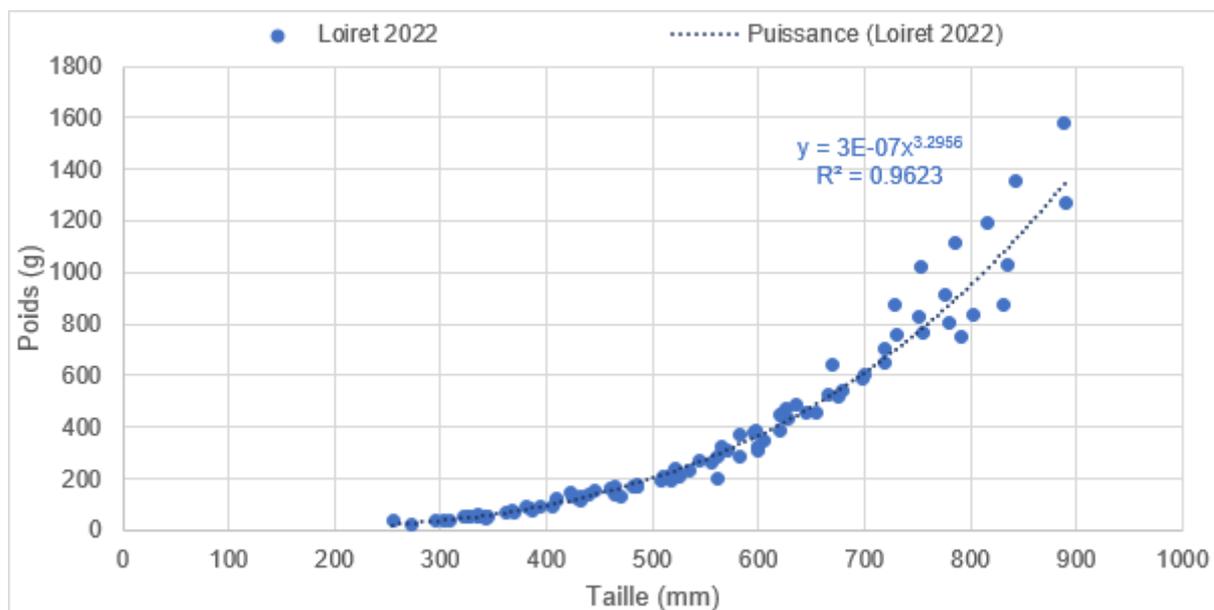


Figure 15 : Relation taille/poids des anguilles capturées sur le bassin du Loiret en 2022 (n=96 anguilles).

La relation taille/poids des anguilles du bassin du Loiret est :

$$\text{Poids} = 3.10^{-7} \times \text{Taille}^{3.2956} \quad (R^2=0.96)$$

Avec, Poids en gramme et Taille en millimètre.

3.2.2. PATHOLOGIES

L'examen pathologique externe de chaque anguille met en évidence que 25 anguilles sur les 104 capturées présentent au moins une pathologie externe (24.0% de l'effectif).

La majorité des pathologies rencontrées concerne des érosions cutanées (41.4%), des petites hémorragies (34.5%) et des parasites externes (17.2%, Figure 16). Ces pathologies sont généralement les plus rencontrées dans la région Centre et Poitou-Charentes (Tomanova et Beignier, 2012).

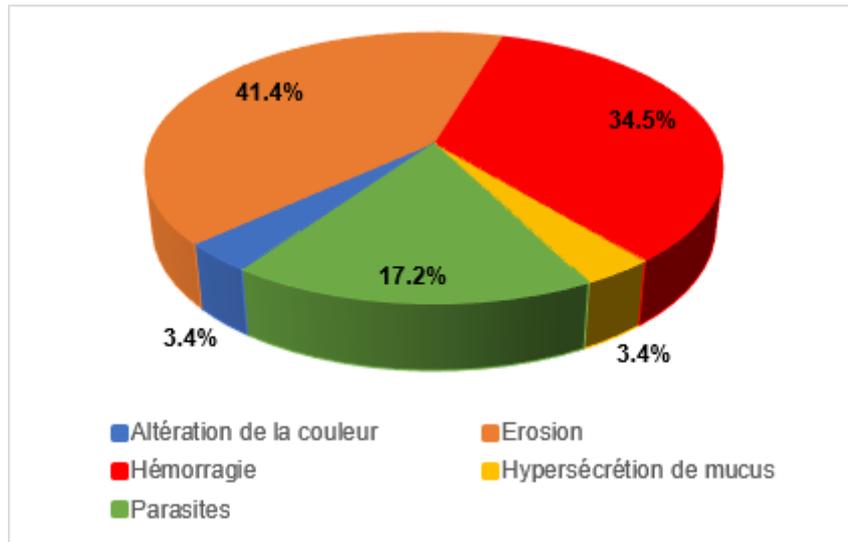


Figure 16 : Pathologies externes observées sur les anguilles du bassin du Loiret en 2022.

Sur l'échantillon, le nombre moyen de pathologie par individu est de 0.28, signe d'une population en excellente condition de santé (Tomanova et Beignier, 2012).

3.2.3. ÉVOLUTION DES DENSITÉ D'ANGUILLES SUR L'AXE LOIRET

Les densités totales d'anguilles varient de 4.6 individus pour 100 m² au complexe de Saint-Santin à 1.2 individus pour 100 m²¹⁰ à l'aval du Loiret (Figure 17). La station de Saint-Santin présente les plus fortes densités de l'ensemble de l'axe. On retrouve ensuite la station du moulin de la Mothe. Les densités en aval des autres sites (Aval Loiret, Tacreniers, Bac Béchets Saint Julien, Saint-Sanson et confluence Dhuy) sont assez proches.

¹⁰ Afin d'aborder les différents résultats de manière cohérente les densités brutes d'anguille par EPA ont été converties en densité par m², en considérant que chaque point représente une surface prospectée de 12.5 m². Les densités brutes par EPA sont données en annexe C.

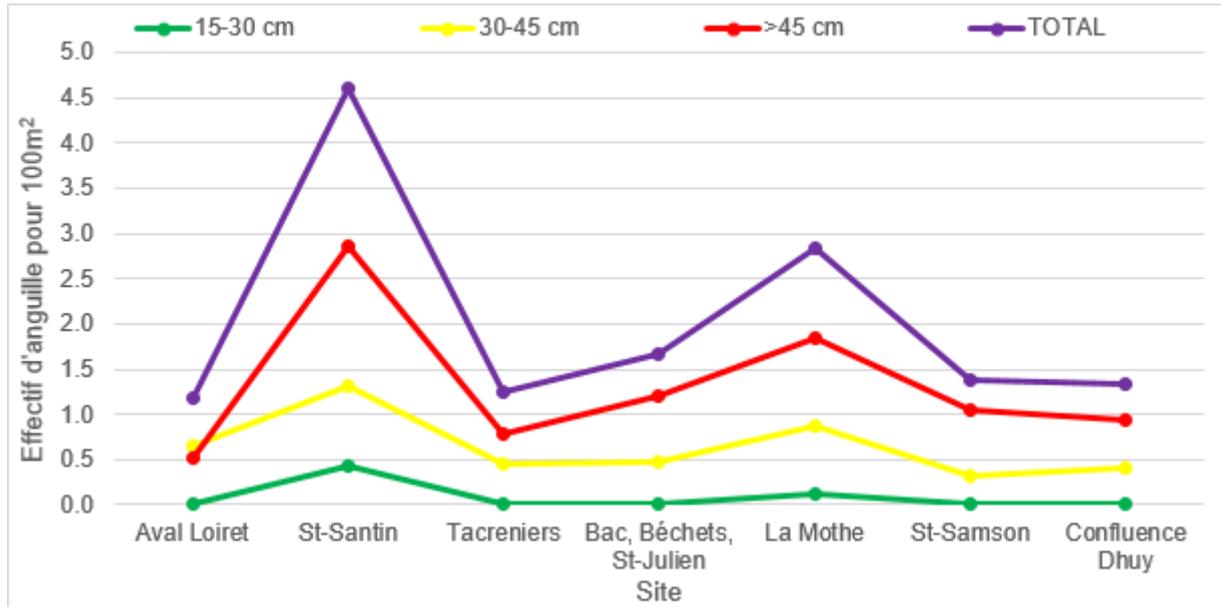


Figure 17 : Évolution des densités totales et des densités brutes d'anguilles par classes de tailles le long du Loiret en 2022.

Les différentes classes de taille ont un patron de distribution longitudinale des abondances proches de celui des densités totales. Les plus fortes abondances sont également rencontrées au complexe de Saint-Santin et au moulin de la Mothe.

Plusieurs questions peuvent se poser : Quels sont les facteurs qui expliquent cette distribution particulière des anguilles sur le Loiret ? Cette distribution est-elle liée à des différences d'habitat au niveau des stations étudiées ?

3.2.1. INFLUENCE DES CONDITIONS D'HABITAT

Nous avons examiné dans un 1^{er} temps l'effet des caractéristiques des habitats du Loiret sur les densités d'anguilles. Ce travail permet d'identifier le rôle des caractéristiques morphologiques et hydrauliques sur les préférences d'habitat de l'anguille. Cette analyse n'a pas été réalisée pour les anguilles de 15-30 cm, car trop peu nombreuses.

3.2.1.1. Rôle des abris sur la distribution des anguilles

Que ce soit pour les anguilles de 30-45 cm et celles >45 cm, on observe un évitement très fort des habitats « Sans abris » (indice de Jacob <-0.75) et un évitement des hydrophytes (indice de Jacob <-0.25). Il y a une sélection des habitats de blocs « BbG » pour les anguilles de 30-45 cm et des branches-embâcles pour les anguilles > 45cm (indice de Jacob >0.25). Les berges/racines sont utilisés mais avec un effet limité et l'analyse des autres abris est limitée par le très faible effectif d'EPA réalisés (n=3).

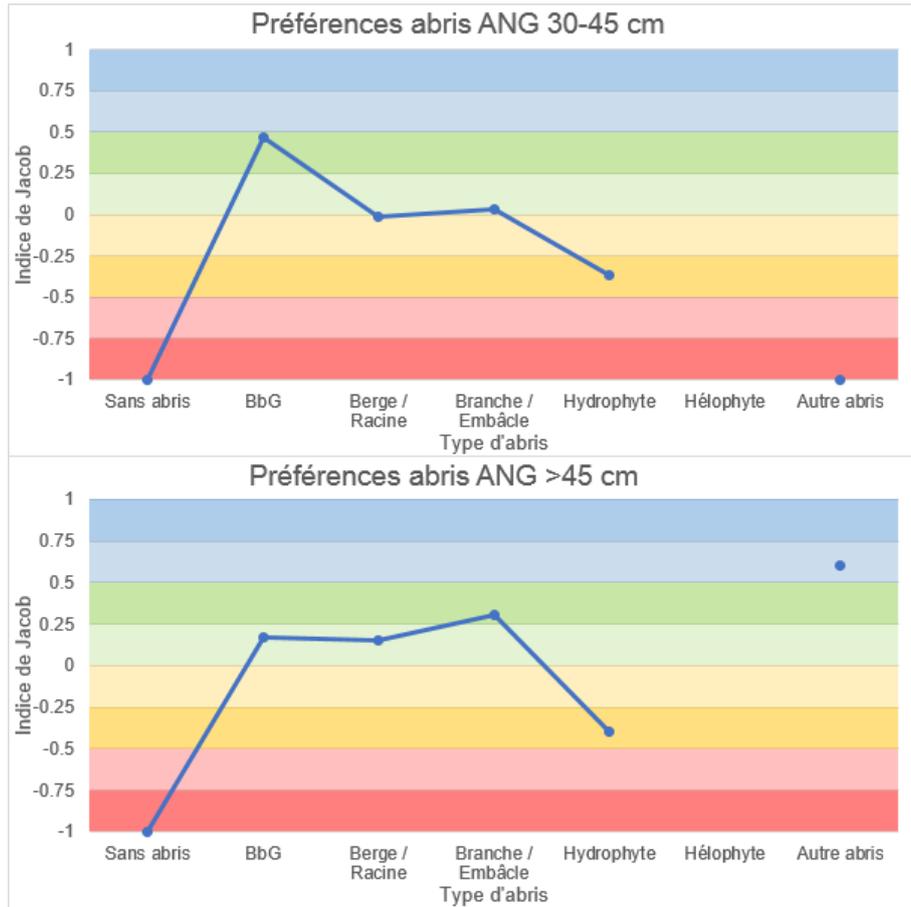


Figure 18 : Indice de Jacob des différents types d'abris pour les classes de taille d'anguilles 30-45 cm et >45 cm du Loiret en 2022.

3.2.1.2. Influence de la profondeur

Les anguilles ont également des préférences en termes de profondeur (Figure 19). Elles ont tendance à éviter les faibles ([0-25[cm) et fortes (≥ 75 cm) profondeurs.

L'allure des courbes de préférence de la profondeur diverge légèrement entre les anguilles de 30-45 cm et celles >45 cm. L'indice maximal concerne les profondeurs de [25-50[cm chez les anguilles de 30-45 cm, tandis que l'indice est maximal chez les plus grand individus (>45 cm) pour des profondeurs de [50-75[cm.

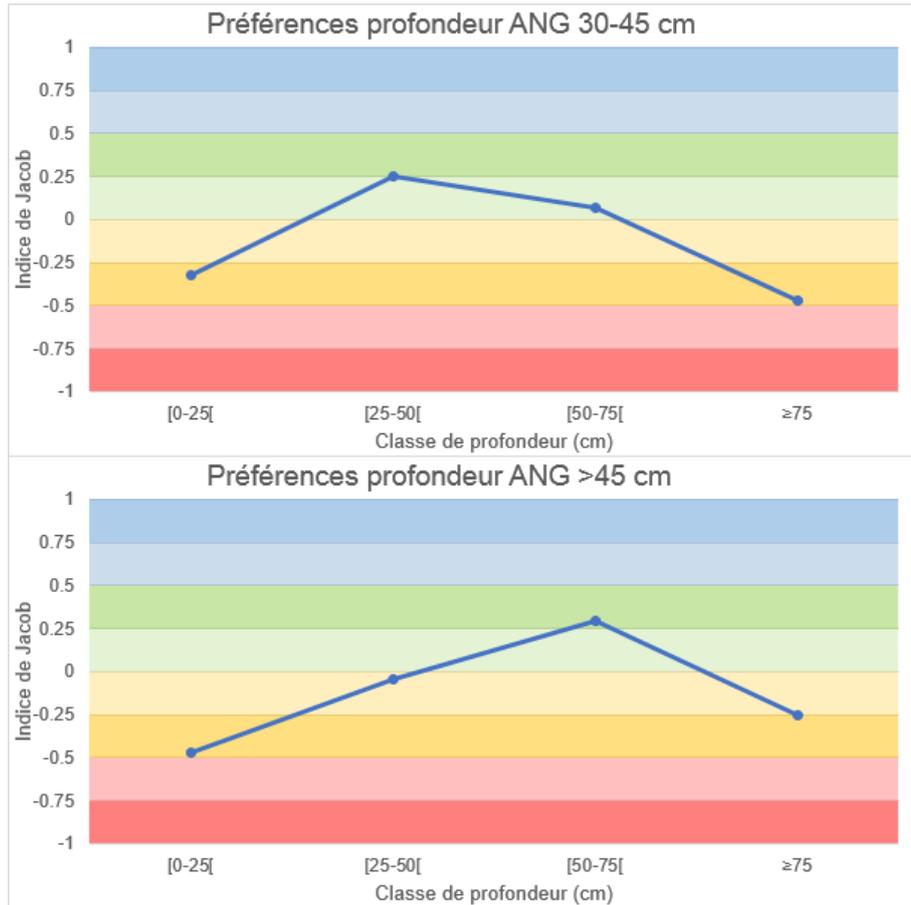


Figure 19 : Indice de Jacob des différentes classes de profondeur pour les classes de taille d'anguilles 30-45 cm et >45 cm du Loiret en 2022.

3.2.1.3. Influence de la vitesse de surface

Les anguilles ont aussi des préférences en termes de vitesse (Figure 20).

Les anguilles de 30-45 cm évitent les vitesses de surface nulles, sélectionnent les vitesses [0-25[cm/s et sont indifférentes aux vitesses [25-50[cm/s. Les anguilles >45 cm sont indifférentes aux vitesses de surface <25 cm/s et sélectionnent les vitesses [25-50[cm/s.

Il faut relativiser le fort évitement des vitesses ≥50 cm/s par les deux classes de taille d'anguille car seuls 4 EPA ont été réalisés dans ces conditions.

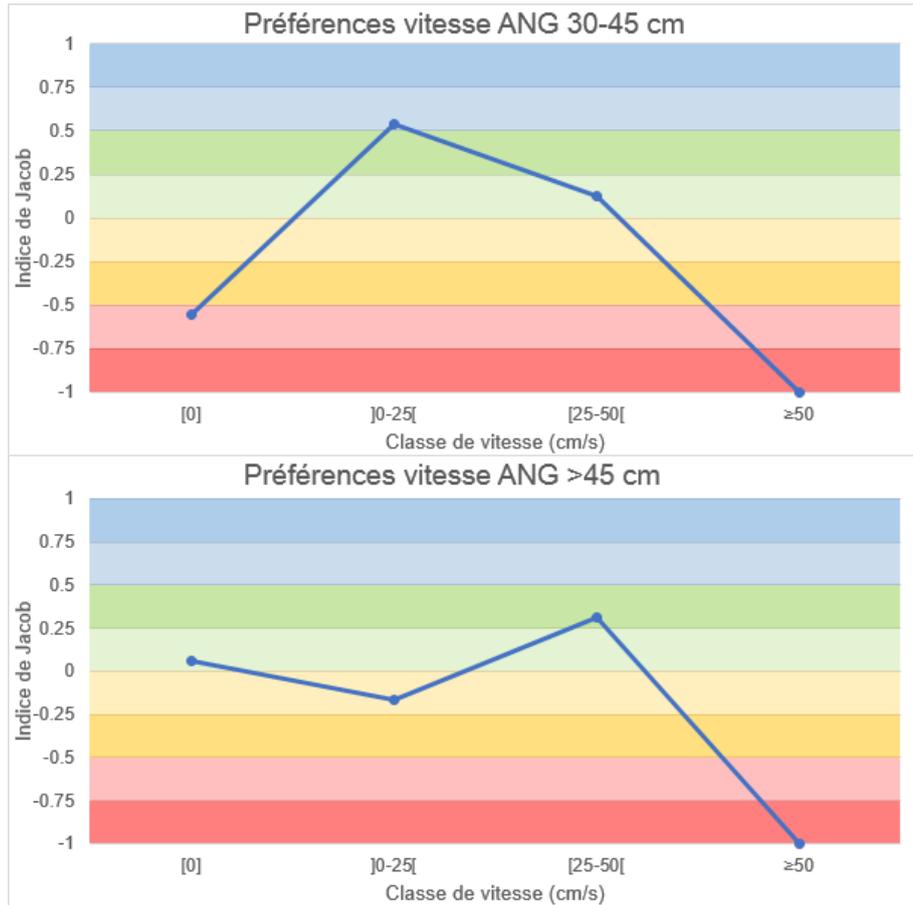


Figure 20 : Indice de Jacob des différentes classes de vitesse pour les classes de taille d'anguilles 30-45 cm et >45 cm du Loiret en 2022.

3.2.2. ÉLIMINATION DE L'EFFET « HABITATS »

Pour éliminer l'effet des habitats nous avons utilisé le jeu de donnée qui cumule les résultats du Cher et du Loiret (voir note technique en Annexe F). Ce jeu de donnée est plus robuste que le jeu de donnée Loiret seul et des convergences sont observées. Des préférences propres au Loiret pourront être déterminées par la suite avec l'étoffement du jeu de donnée si le suivi se poursuit.

Ceci nous permet de travailler sur la base de densités ramenées à des surfaces d'habitat favorable pour les anguilles.

3.2.2.1. Surfaces d'habitats échantillonnées

Les surfaces totales échantillonnées ont été pondérées par les valeurs d'habitats des trois classes de taille d'anguille.

Tableau 10 : Surface totales échantillonnées en 2022 et surface d'habitat pour les trois classes de tailles d'anguilles.

Echantillon	Surface échantillonnée (m ²)	Surface Habitat ANG 15-30 (m ²)	Surface Habitat ANG 30-45 (m ²)	Surface Habitat ANG >45 (m ²)	Surface moyenne habitat ANG (m ²)
L0-2022	762.5	224.8	264.6	289.6	259.7
L1_2022	912.5	389.9	406.4	372.1	389.5
L2-2022	887.5	253.9	296.6	332.3	294.2
L3-2022	1075.0	303.4	369.1	428.3	366.9
L4-2022	812.5	253.7	269.4	250.2	257.8
L5-2022	950.0	289.5	318.2	324.4	310.7
L6-2022	750.0	237.5	235.5	196.0	223.0

Les surfaces moyenne d'habitat favorable aux anguilles varient de 29.7% de la surface totale échantillonnées sur le site de la confluence du Dhuy à 42.7% sur le site du complexe de Saint-Santin.

3.2.2.2. Abondances d'anguilles pondérées par les habitats

Les densités ainsi obtenues varient de 11.0 individus pour 100 m² d'habitats favorables au complexe de Saint-Santin à 3.3 individus pour 100 m² d'habitats favorables à l'aval du Loiret (Figure 21).

Les variations de la densité totale pondérée par les habitats le long de l'axe Loiret sont proches de celles de la densité totale brute, on retrouve quasiment la même hiérarchie. Cela signifie que **la distribution particulière des anguilles sur le Loiret n'est pas liée à des différences de qualité d'habitat au niveau de chacune des stations mais bien à d'autres facteurs.**

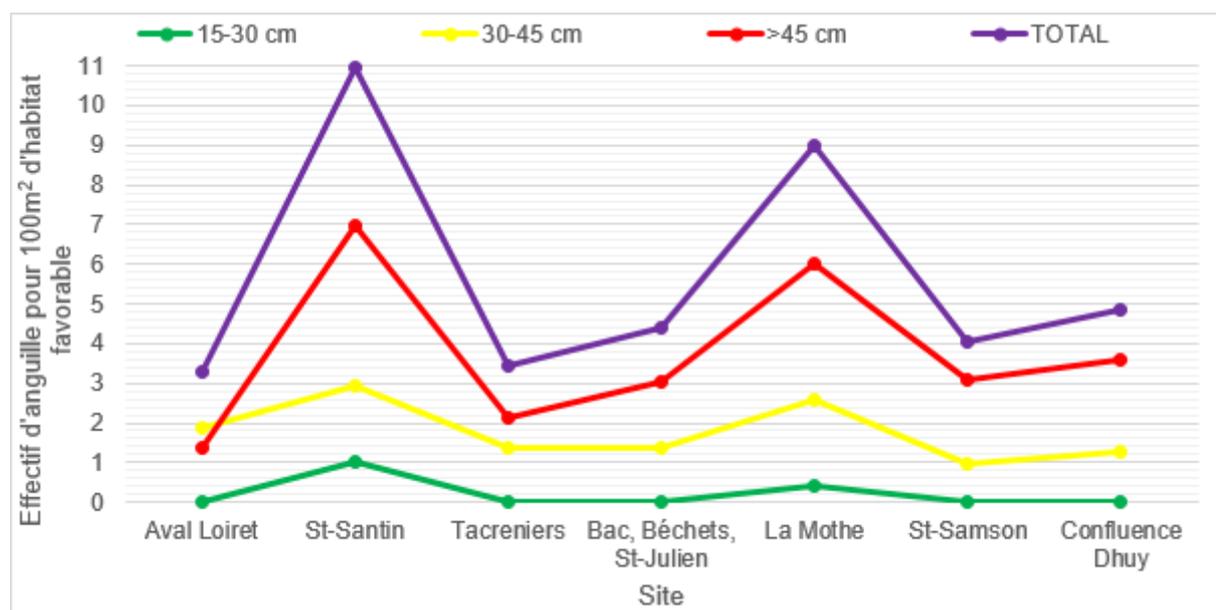


Figure 21 : Évolution des densités d'anguilles pour 100m² d'habitat favorable par classe de taille (sauf anguilles de moins de 15 cm) et totales sur le Loiret en 2022.

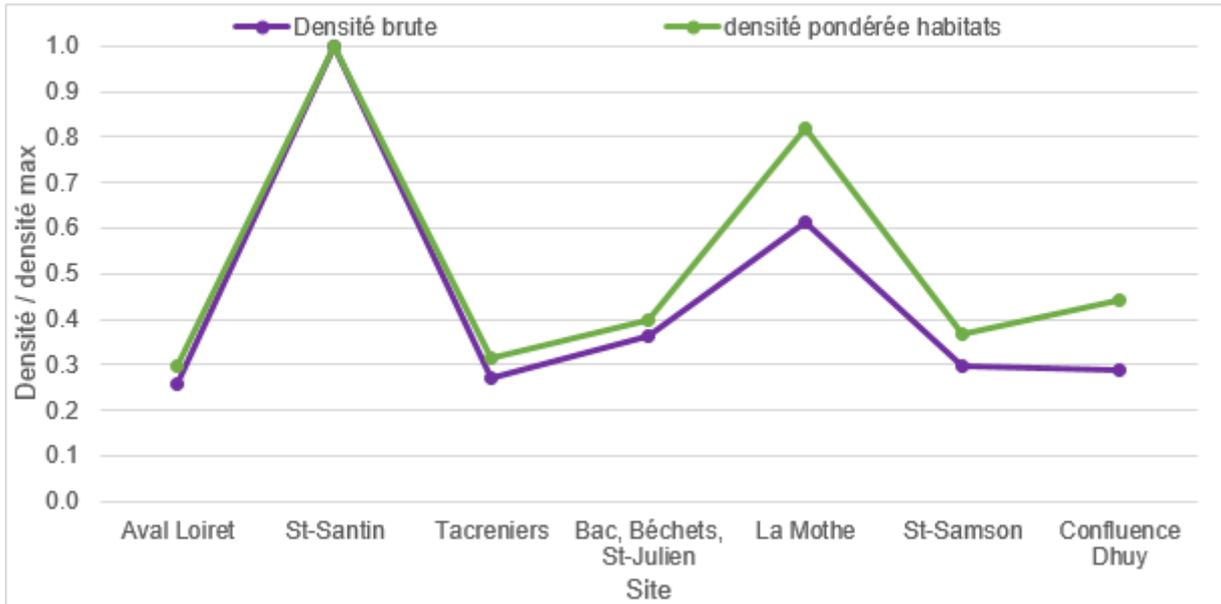


Figure 22 : Evolutions des densités brutes totales d'anguilles et des densités totales d'anguilles pondérées par les habitats, normées par le maximum de chaque série sur le Loiret en 2022.

3.2.1. ÉLIMINATION DE L'EFFET DE LA DISTANCE À LA MER

On sait que les abondances totales d'anguilles diminuent de l'aval vers l'amont. Le modèle EDA 2.3 permet de visualiser l'évolution normale des abondances d'anguilles sur un axe en fonction de l'éloignement à la mer.

3.2.1.1. Anguille de 15-30 cm

L'exercice n'a pu être réalisé avec les anguilles de 15-30 cm car aucune n'a été contactée au niveau du site « aval Loiret ».

Pour le modèle EDA 2.3, les densités d'anguilles de 15-30 cm sont très faibles et diminuent progressivement en allant vers l'amont. Sur le Loiret on observe des anguilles de cette classe de taille qu'au niveau des sites du complexe de Saint-Santin et du moulin de la Mothe.

3.2.1.2. Anguille 30-45 cm

Le patron de distribution des densités d'anguilles de 30-45 cm normées observées en 2022 est différent de celui fourni par EDA 2.3 (Figure 23).

Le modèle prédit une diminution progressive des densités d'anguille de 30-45 cm en progressant vers l'amont, alors que les observations montrent des fluctuations des densités.

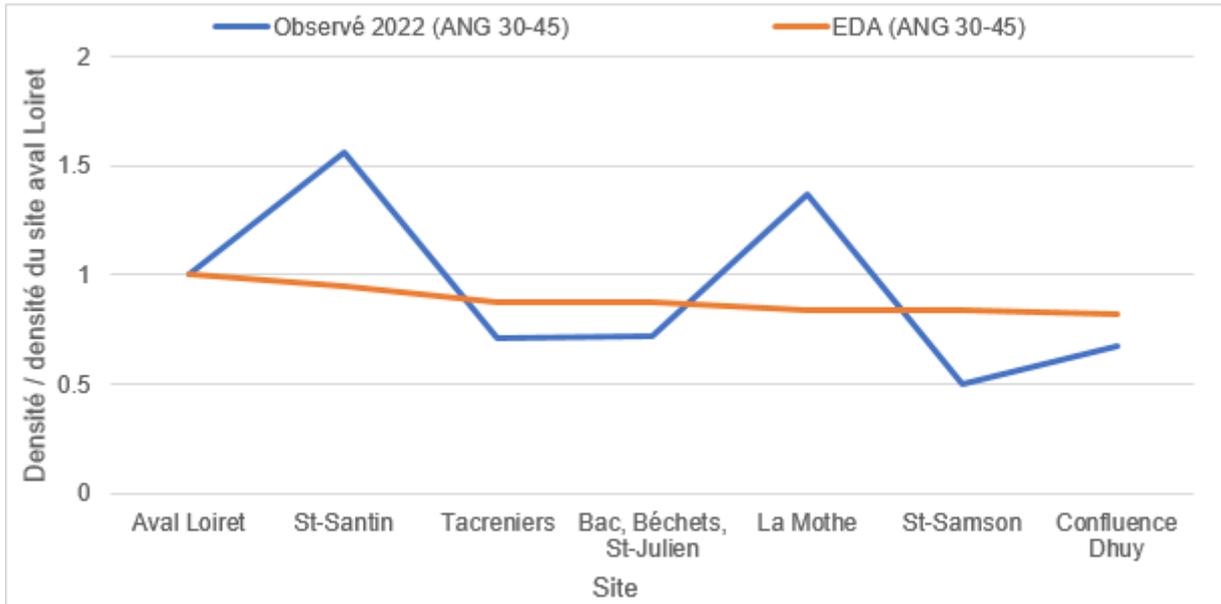


Figure 23 : Evolution des densités d’anguilles de 30-45 observées en 2022 et prédites par EDA 2.3, normées par les densités du site « aval Loiret ».

Les densités observées sont supérieures à celles prédites par EDA 2.3 pour les sites du complexe de Saint-Santin et du moulin de la Mothe et inférieures pour tous les autres sites. Cela peut traduire des situations d’accumulation (densité observée supérieure à la prédiction) au niveau de ces deux sites ou de déficit (densité observée inférieure) d’anguille plus ou moins fortes pour les autres sites.

3.2.1.3. Anguille >45 cm

Le patron de distribution des densités d’anguilles >45 cm normées observées en 2022 est différent de celui fourni par EDA 2.3 (Figure 24).

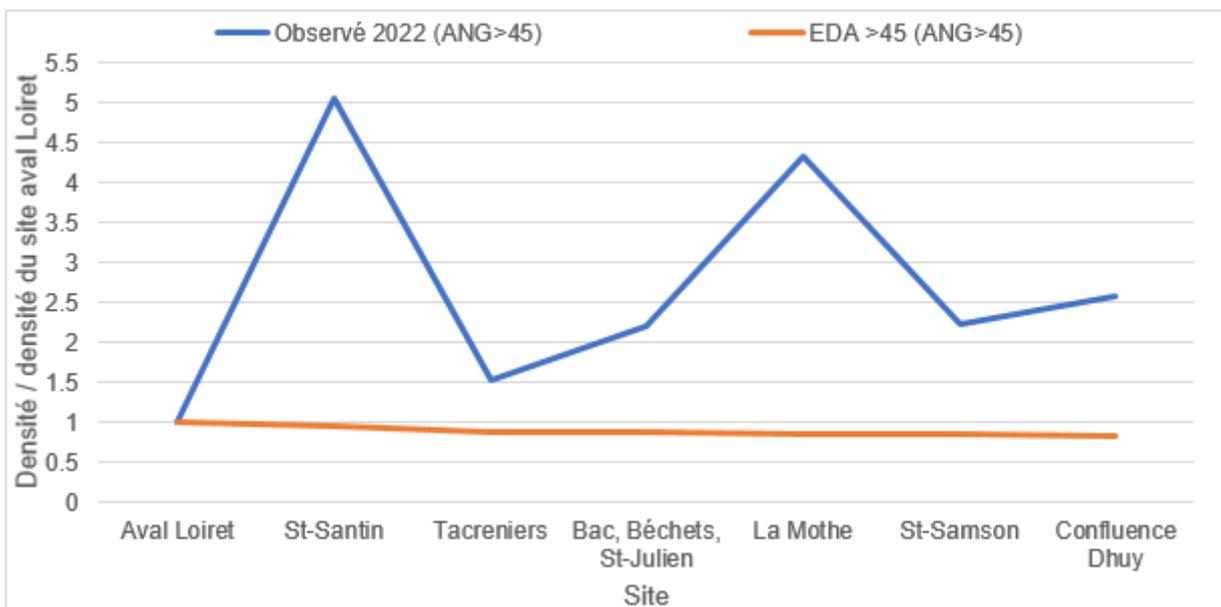


Figure 24 : Evolution des densités totales d’anguilles >45 observées en 2022 et prédites par EDA 2.3, normées par les densités du site « aval Loiret ».

Le modèle prédit une diminution progressive des densités d'anguille >45 cm en progressant vers l'amont, alors que les observations montrent des fluctuations des densités, et une tendance à l'augmentation.

Les densités observées sont systématiquement supérieures à celles prédites par EDA 2.3, et particulièrement pour les sites du complexe de Saint-Santin et du moulin de la Mothe.

La distribution des anguilles sur l'axe du Loiret n'est donc pas totalement conforme au patron d'éloignement à la mer.

3.2.2. BILAN

La station de l'aval du complexe de Saint-Santin présente les plus fortes densités d'anguilles de l'ensemble de l'axe. On retrouve ensuite la station de l'aval du moulin de la Mothe. Les densités en aval des autres sites sont assez proches.

On a vu que la distribution particulière des anguilles sur le Loiret n'est pas liée à des différences de qualité d'habitat au niveau de chacune des stations.

De plus, le patron de distribution des anguilles sur le Loiret ne correspond que très partiellement à celui dicté par la distance à la mer : il y a des accumulations en aval de certains aménagements.

Ces effets d'accumulations sont-ils liés à des difficultés à franchir les ouvrages ?

3.2.3. COMPARAISON À L'EXPERTISE DE LA FRANCHISSABILITÉ RÉALISÉE PAR L'EP LOIRE

Les surdensités d'anguilles en pied d'ouvrage peuvent être le reflet de difficultés de franchissement pour les anguilles.

L'analyse a porté sur les écarts entre les densités normées théoriques d'EDA et celles observées en 2022 pour les classes de taille 30-45 cm et >45 cm. Ces écarts ont été confrontés aux notes de l'évaluation de la franchissabilité des différents ouvrages (Tableau 11).

Tableau 11 : Ecart entre les densités normées observées en 2022 et prédites par EDA 2.3 (nuances d'orange : surdensités, nuances de vert : déficit) et évaluation de la franchissabilité des ouvrages du Loiret (vert : sans difficulté apparente, jaune : franchissable avec risque d'impact, orange : difficilement franchissable, rouge : très difficilement franchissable).

Code	Densité normée observée 2022 - Densité normée EDA 2.3		Note franchissabilité
	ANG 30-45	ANG >45	
St-Santin	0.61	4.10	4
Tacreniers	-0.17	0.64	4
Bac, Béchets, St-Julien	-0.16	1.31	2
La Mothe	0.54	3.49	3
St-Samson	-0.34	1.38	1
Confluence Dhuy	-0.14	1.75	0

Le complexe de Saint-Santin, premier aménagement de l'axe Loiret, est très difficilement franchissable. C'est celui où sont détectées les accumulations d'anguille les plus fortes. Cet ouvrage va potentiellement influencer le reste des résultats (moins d'accumulations ensuite vers l'amont).

Le complexe des Tacrenier est également très difficile à franchir mais peu d'accumulation y ont été détectées. La faible accumulation d'anguille est-elle liée au biais généré par le filtre du complexe de Saint-Santin ? Un contexte hydrologique particulier a-t-il rendu cet ouvrage plus franchissable que l'évaluation réalisée ? En effet la franchissabilité des ouvrages a été évaluée pour le débit moyen de la période de migration des anguilles. Il est possible des variations de la franchissabilité aient lieu en fonction du débit considéré. Des observations complémentaires seront effectuées par l'EP Loire en 2023.

Le troisième aménagement de l'axe, le complexe de Bac Béchets Saint-Julien est franchissable avec risque d'impact et aucune accumulation notable n'y a été observée.

Le moulin de la Mothe est peu franchissable et des accumulations y sont observées.

Le complexe de Saint-Samson est franchissable sans difficultés apparente et aucune accumulation n'y a été observée.

Enfin le site amont, sans obstacle, ne présente pas non plus d'accumulation notable.

Il y a bien un lien entre les accumulations d'anguilles et la franchissabilité des ouvrages, avec des accumulations d'anguilles au niveau de 2 des 3 ouvrages les plus difficiles à franchir pour l'anguille.

4. BILAN ET PERSPECTIVES

Le bassin du Loiret : des potentialités pour l'anguille sous-utilisées

Le bilan des pêches électriques récentes et le suivi réalisé cette année permettent de dresser un état de la colonisation du bassin versant du Loiret par l'anguille. Les informations recueillies indiquent que l'anguille colonise l'intégralité du Loiret. Elle est également présente sur le bassin du Dhuy, son principal affluent, jusqu'à la proximité de sa source.

Les abondances d'anguilles du Loiret diminuent très rapidement en progressant vers l'amont (réduction d'un facteur 5 en à peine 20 km). Par rapport à la Loire (Figure 25), la baisse relative des abondances sur le Loiret est beaucoup plus rapide et intense. En effet, à 20 km de la confluence Loiret/Loire, la densité d'anguilles de la Loire est de 80% du maximum de l'axe alors qu'elle n'est plus que de 20% du maximum sur le Loiret. La principale différence entre ces deux bassins est la présence d'aménagement hydraulique sur le Loiret, et leur absence sur cette partie de la Loire.

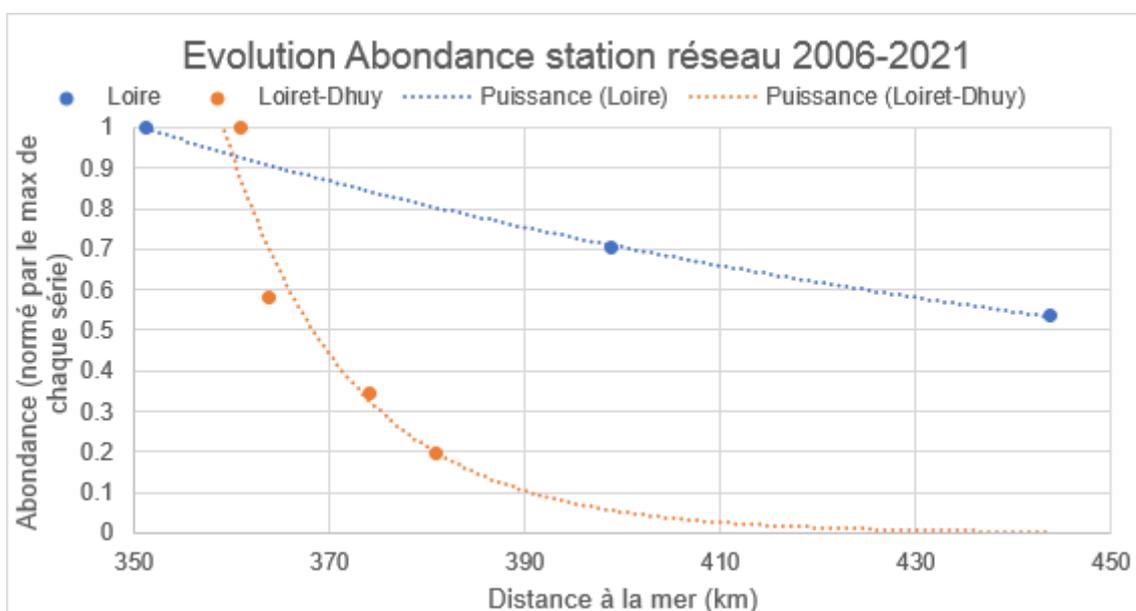


Figure 25 : Evolution des densités moyennes d'anguilles, normées par le maximum de chaque série, sur la Loire et sur le Loiret/Dhuy en fonction de la distance à la mer, pour les pêches réseaux de l'AELB et de la FDAAPPMA 45.

Le profil général de diminution des densités d'anguilles d'aval vers l'amont des sites du Loiret pêchés en 2022 présente de fortes variabilités (Figure 26). Les disparités entre sites ont été analysées en identifiant les effets des habitats disponibles, de la distance à la mer et de la franchissabilité des obstacles.

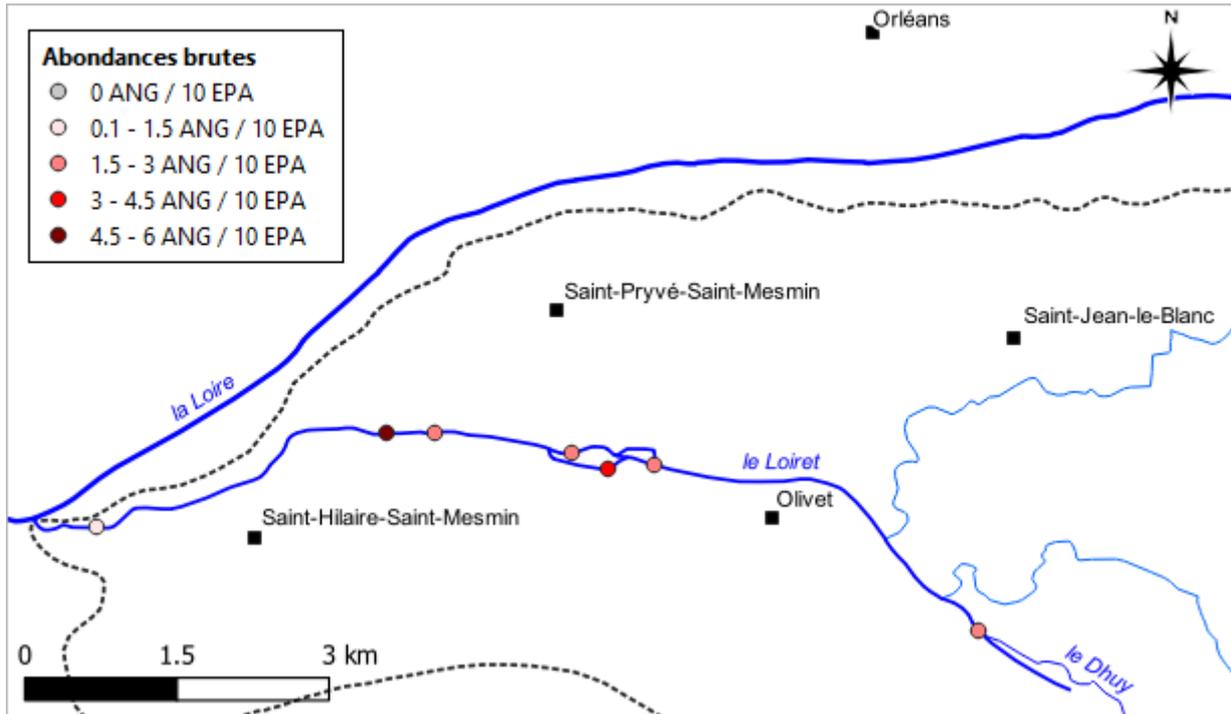


Figure 26 : Abondances brutes des anguilles contactées sur le bassin du Loiret en 2022.

Une approche analytique pour identifier les problèmes de libre circulation

L'approche analytique novatrice, développée sur le bassin du Cher pour identifier précisément les problèmes de libre circulation de l'anguille sur l'axe, a été mis en œuvre sur le Loiret (Figure 27).

La méthodologie vise à éliminer successivement les effets de la capacité d'accueil puis de la distance à la mer pour analyser au travers d'un écart entre une distribution observée et une distribution théorique les points d'accumulation et de déficit en anguilles illustratifs de problèmes de libre circulation.

Afin d'éliminer les effets de différence de capacité d'accueil, sur les quantités d'anguilles échantillonnées, une méthode de quantification de l'habitat favorable des différentes classes de taille a été mise au point. Elle se base sur le croisement des valeurs des paramètres hauteur, vitesse et type d'abris avec les préférences de l'espèce pour ces paramètres. Les analyses des effets des autres facteurs de distribution des anguilles ont donc été conduites sur des densités d'anguilles par m² d'habitats favorables.

Pour éliminer l'effet de la décroissance naturelle des densités en fonction de la distance à la mer, nous avons utilisé le modèle EDA 2.3 qui permet d'estimer des densités d'anguilles sur un tronçon en fonction de la distance à la mer et de la largeur du cours d'eau.

La comparaison du patron de distribution des densités d'anguilles par m² d'habitats favorables avec celui issu de l'application d'EDA 2.3 a permis d'identifier des sites avec des surdensités d'anguilles et/ou des déficits. Ces deux situations peuvent être reliées à la franchissabilité des obstacles.

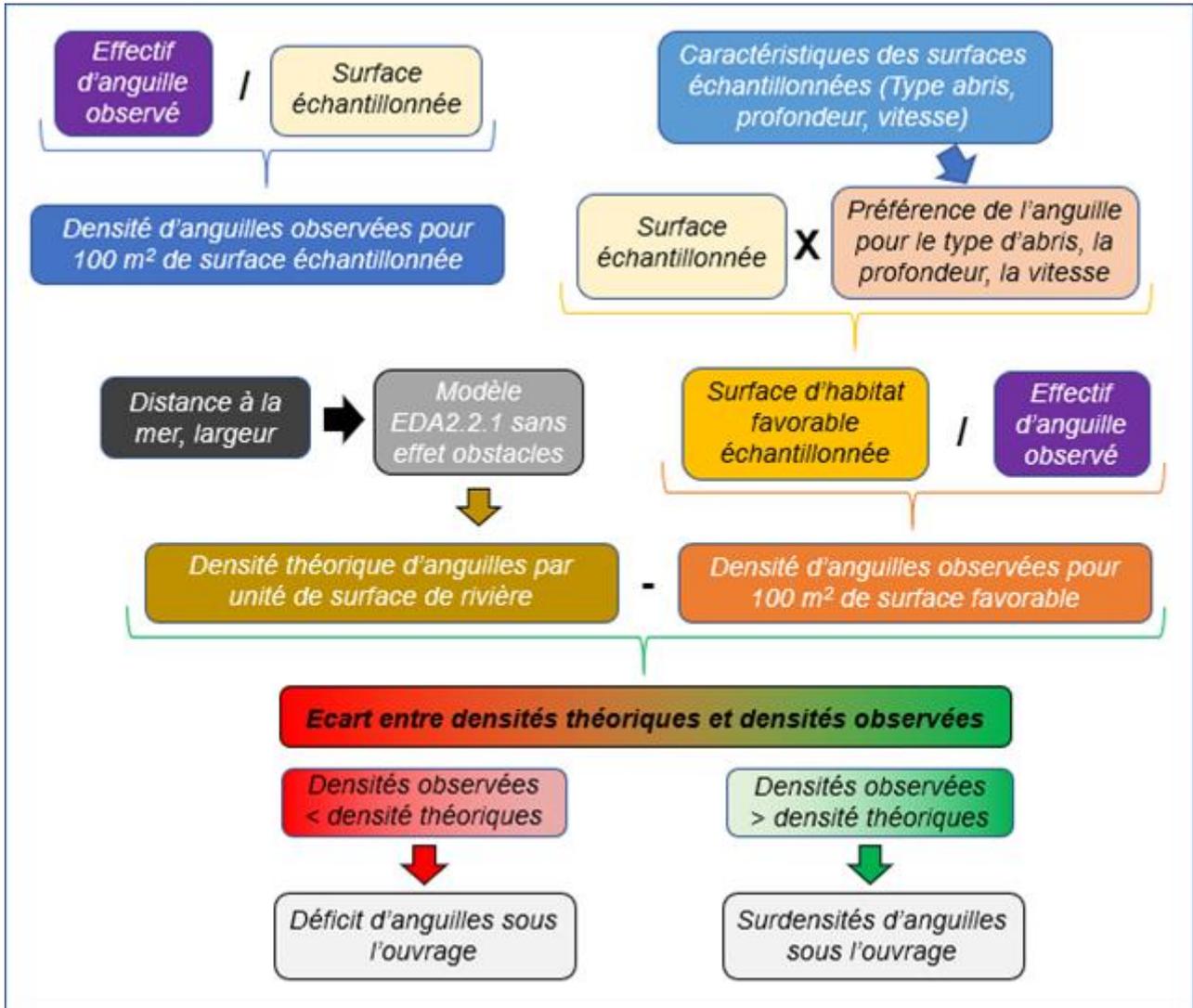


Figure 27 : Principe de la méthode d'identification des problèmes de libre circulation de l'anguille sur le bassin du Cher (X : multiplication, / : division, - : soustraction)

Une identification claire de sites générant des accumulations d'anguilles en aval

L'ensemble des étapes de l'analyse ont permis de clairement **identifier 2 sites générant des accumulations** immédiatement en aval, dont les origines semblent liées à des difficultés de franchissement (Figure 28). Il s'agit :

- du complexe de Saint-Santin,
- du moulin de la Mothe.

Ces situations peuvent générer, immédiatement en amont, des situations de déficits. C'est le cas pour les anguilles de 30-45 cm, et c'est pressenti pour celles de 15-30 cm (plus rare dans cette partie du bassin versant de la Loire, mais uniquement présente au niveau de ces deux aménagements).

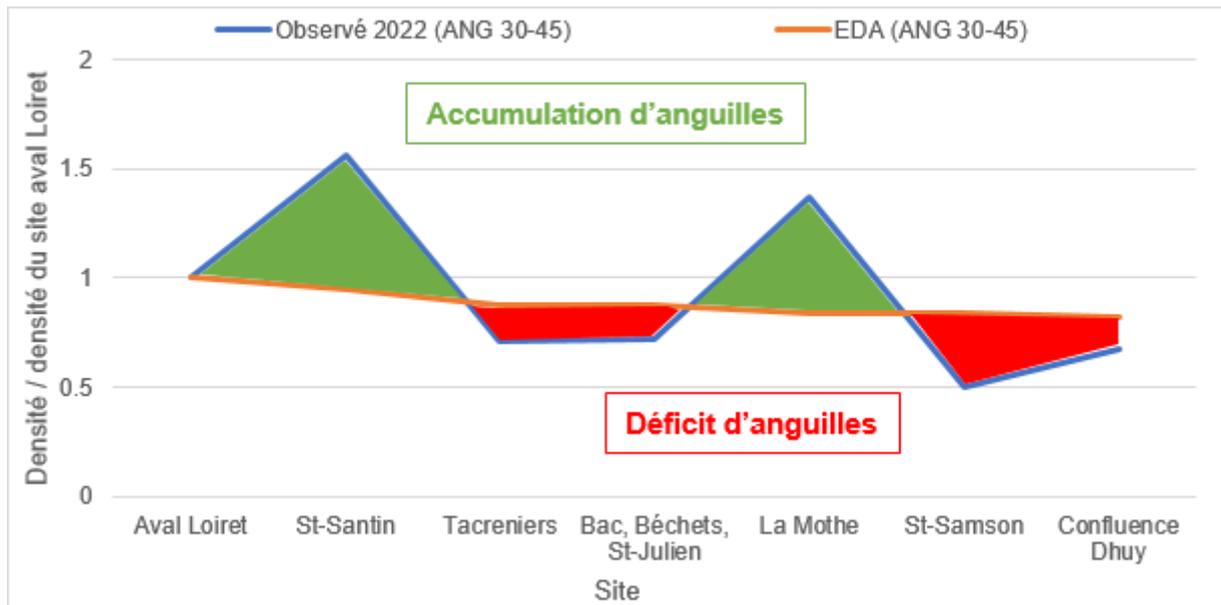


Figure 28 : Evolution des densités normées d'anguilles de 30-45 cm observées en 2022 et prédites par EDA 2.3 à l'échelle du bassin du Loiret.

Ainsi, certains obstacles modifient la distribution des anguilles non seulement dans leur partie aval (surdensité) mais également dans la partie amont (sous-utilisation des habitats). L'amélioration de la franchissabilité des ouvrages doit permettre une distribution plus équilibrée sur l'axe.

L'approche permet donc de clairement identifier 2 obstacles générant des accumulations en ayant à l'esprit que l'amélioration de la franchissabilité du premier ouvrage aval pourra modifier la situation de certains sites en amont qui n'apparaissent pas forcément comme problématique actuellement avec notre analyse.

Un statut de l'anguille dépendant de la franchissabilité des obstacles mais qui ne doit pas faire oublier les problèmes de qualité des eaux et d'hydrologie

Si la distribution actuelle de l'anguille dans le bassin du Loiret semble influencée par la franchissabilité de certains obstacles, **il est possible que d'autres facteurs agissent sur son d'abondance**, comme par exemple la sévérité des étiages et la qualité des eaux qui peuvent constituer des facteurs limitants pour l'anguille. De plus, certaines parties amont du bassin du Dhuy sont affectées par des assecs répétés qui limitent le potentiel du bassin.

Un premier état des lieux qui permet d'envisager une évaluation performante des gains attendus des actions de restauration de la continuité

Le suivi conduit cette année permet de disposer d'une première vision de la situation de l'anguille dans le bassin du Loiret au droit des obstacles. Les méthodologies et analyses développées dans ce travail permettent d'avoir des indications biologiques fiables sur la franchissabilité actuelle des ouvrages par l'anguille. Cet indicateur permet de localiser les points

« noirs » actuels du bassin et autorisera un suivi des effets d'éventuels travaux de rétablissement de la libre circulation sur la répartition future de l'anguille.

Il nous semble important de renouveler les échantillonnages pour confirmer ces premières observations.

De plus, il sera primordial de renouveler les échantillonnages, si des opérations de restauration de la continuité écologique ont lieu. Ceci permettra de **mettre en évidence si ces mesures influent sur la distribution des anguilles dans le bassin et si de nouveaux sites problématiques, dont les effets étaient potentiellement masqués jusqu'à présent, se révèlent.**

En complément, il pourra être pertinent de suivre des sites hors ouvrages, en se basant sur le réseau actuel de pêche de l'OFB et de la FDAAPPMA 45, pour mieux appréhender les modifications de distribution de l'anguille sur l'ensemble des linéaires.

5. BIBLIOGRAPHIE

- Acou, A., Rivot, E., Van Gils, J.A., Legault, A., Ysnel, F., Feunteun, E., 2011. Habitat carrying capacity is reached for the European eel in a small coastal catchment: evidence and implications for managing eel stocks. *Freshwater Biology* 56, 952–968.
- Adam, G., Feunteun, E., Prouzet, P., Rigaud, C., 2008. L'anguille européenne : indicateurs d'abondance et de colonisation. Éd. Quae, Versailles.
- Association LOGRAMI, 2022. Programme de recherches appliquées en faveur des poissons migrateurs 2021. Recueil de données biologiques 2021 sur les poissons migrateurs du bassin Loire. LOGRAMI.
- Beaulaton, L., Pénil, C., 2009. Protocoles spécifiques anguille pour l'onema. ONEMA.
- Belliard, J., Ditché, J.-M., Roset, N., Dembski, S., 2012. Guide pratique de mise en oeuvre des opérations de pêche à l'électricité. ONEMA.
- Briand, C., Mateo, M., Drouineau, H., Korta, M., Diaz, E., Beaulaton, L., 2022. Eel Density Analysis (EDA 2.3). Escapement of silver eels (*Anguilla anguilla*) from French, Spanish and Portuguese river (No. GT4- deliverable E4.1.1). EPTB-Vilaine, AZTI, INRAE, OFB.
- Canal, J., Baisez, A., Laffaille, P., Bach, J.M., Léon, C., Senecal, A., Parouty, T., Portafaix, P., Barault, A., Rivard, Q., 2013. Front de colonisation de l'anguille européenne en Loire, Année 2013. LOGRAMI - ECOLAB.
- Copp, G.H., 1992. Comparative microhabitat use of cyprinid larvae and juveniles in a lotic floodplain channel. *Environmental Biology of Fishes* 33, 181–193.
- Cornu, V., Lascaux, J.M., Baran, P., 2021. Suivi de la colonisation du bassin du Cher par l'anguille. Année 2020 et comparaison aux campagnes précédentes. Marché n°2002BP03 (No. E202006). ECOGEA pour l'EP Loire.
- Degerman, E., Tamario, C., Watz, J., Nilsson, P.A., Calles, O., 2019. Occurrence and habitat use of European eel (*Anguilla anguilla*) in running waters: lessons for improved monitoring, habitat restoration and stocking. *Aquat Ecol* 53, 639–650. <https://doi.org/10.1007/s10452-019-09714-3>
- Dicharry, P., Baisez, A., Besse, T., 2019. Front de colonisation de l'anguille européenne sur le bassin Loire en 2019. LOGRAMOI.
- Domingos, I., Costa, J.L., Costa, M.J., 2006. Factors determining length distribution and abundance of the European eel, *Anguilla anguilla*, in the River Mondego (Portugal). *Freshwater Biology* 51, 2265–2281.
- Durif, C., Guibert, A., Elie, P., 2009. Morphological discrimination of the silvering stages of the European eel. *American Fisheries Society Symposium* 58, 103–111.
- Imbert, H., De Lavergne, S., Gayou, F., Rigaud, C., Lambert, P., 2008. Evaluation of relative distance as new descriptor of yellow European eel spatial distribution. *Ecology of Freshwater Fish* 17, 520–527.
- Jacobs, J., 1974. Quantitative Measurement of Food Selection: A Modification of the Forage Ratio and Ivlev's Electivity Index. *Oecologia* 14, 413–417.

- Laffaille, P., Feunteun, E., Baisez, A., Robinet, T., Acou, A., Legault, A., Lek, S., 2003. Spatial organisation of European eel (*Anguilla anguilla* L.) in a small catchment. *Ecology Freshwater Fish* 12, 254–264. <https://doi.org/10.1046/j.1600-0633.2003.00021.x>
- Lamouroux, N., Capra, H., Pouilly, M., Souchon, Y., 1999. Fish habitat preferences in large streams of southern France. *Freshwater Biology* 42, 673–687.
- Lauronce, V., Pronier, A., Arque, A., 2011. Réseau de caractérisation des populations d'anguilles dans les bassins versants Gironde Garonne Dordogne et Leyre dans le cadre du PGA. Janvier à décembre 2010 (No. MI.GA.DO. 12GD-11-RT). Association MIGADO.
- Nelva, A., Persat, H., Chessel, D., 1979. Une nouvelle méthode d'étude des peuplements ichtyologiques dans les grands cours d'eau par échantillonnage ponctuel d'abondance. *R. R. Acad. Sc. Paris* 289, 1295–1298.
- Pella, H., Lejot, J., Lamouroux, N., Snelder, T., 2011. Le réseau hydrographique théorique (RHT) français et ses attributs environnementaux. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 18, 317–336.
- Pottier, G., 2017. Notions d'électricité dans le cas de la pêche électrique.
- Rault, P.-A., 2015. Evaluation de l'état de conservation de la Tortue d'Hermann sur la propriété du Domaine de Bouis. Bilan de trois années de suivi. MNHN-SPN.
- SAGE Val-Dhuy-Loiret, 2020. Tableau de Bord. SAGE Val Dhuy Loiret 2020. CLE du SAGE Val Dhuy-Loiret.
- SDAGE, 2022. Sdage 2022-2027 du bassin Loire-Bretagne - Tome 1 : orientations fondamentales.
- Steinbach, P., 2006. Expertise de la franchissabilité des ouvrages hydrauliques transversaux par l'anguille dans le sens de la montaison. Note méthodologique. OFB.
- Taverny, C., Elie, P., 2010. Les Lamproies en Europe de l'Ouest, Cémagref, Cirad, Ofremer, Inra. ed, Guide pratique. Quae.
- Tesch, E.-W., 2003. *The eel*, 5ème édition. ed. Blackwell Science publication, Oxford.
- Wright, R.M., Piper, A.T., Aarestrup, K., Azevedo, J.M.N., Cowan, G., Don, A., Gollock, M., Rodriguez Ramallo, S., Velterop, R., Walker, A., Westerberg, H., Righton, D., 2022. First direct evidence of adult European eels migrating to their breeding place in the Sargasso Sea. *Sci Rep* 12, 15362. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19248-8>
- Zalewski, M., Cowx, I., n.d. Factors affecting the efficiency of electric fishing, in: *Fishing with Electricity - Application in Frshwater.*, Fisheries Management Fishing New Book. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 89–111.

6. ANNEXES

Annexe A : Présentation du contexte du bassin du Loiret	47
Annexe B : Cycle biologique de l'anguille européenne	51
Annexe C : Méthode d'échantillonnage	53
Annexe D : Utilisation de l'indice de Jacob pour la détermination des préférences d'habitat chez l'anguille ...	55
Annexe E : Comparaison des résultats du Loiret 2022 avec les résultats du Cher 2016-2020.....	56
Annexe F : Détermination des préférences d'habitat des anguilles du Loiret (extrait de la note technique préférences habitat anguilles Loiret)	59
Annexe G : Résultats des pêches 2022 par site	70

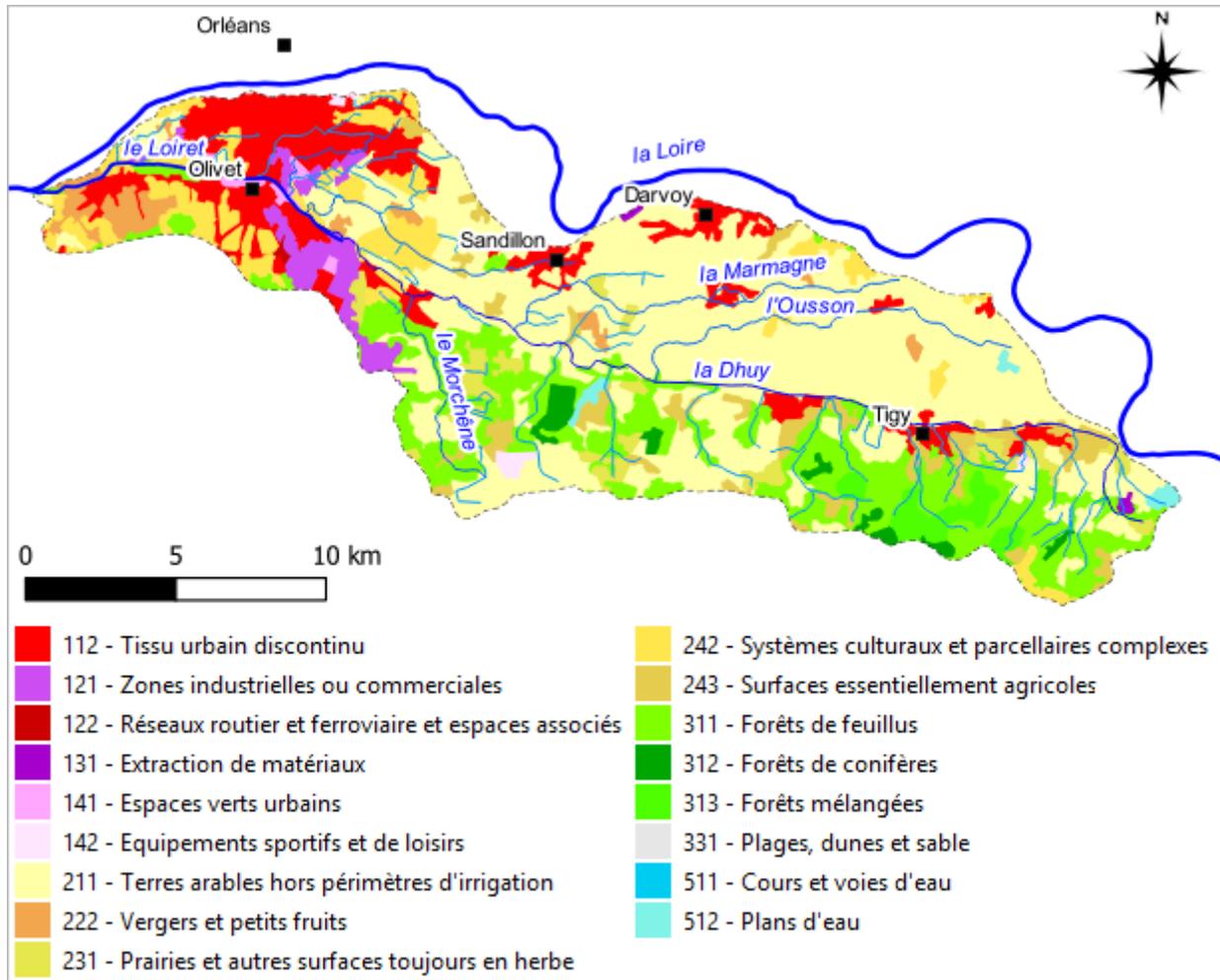
Annexe A : Présentation du contexte du bassin du Loiret

Occupation des sols

Les territoires agricoles dominent le paysage (63.0% du bassin versant), les forêts sont présentes sur 19.9% du bassin et les territoires artificialisés sur 16.7%. Enfin les surfaces en eaux représentent les 0.5% restant.

La partie amont du bassin, drainée par le Dhuy est principalement constituée de territoires agricoles en rive droite et de forêt en rive gauche. La partie aval du bassin, où se développe le Loiret, est dominée par les territoires artificialisés.

De fait une grande partie du linéaire du Loiret s'écoule dans un environnement urbain, avec des berges artificialisées.

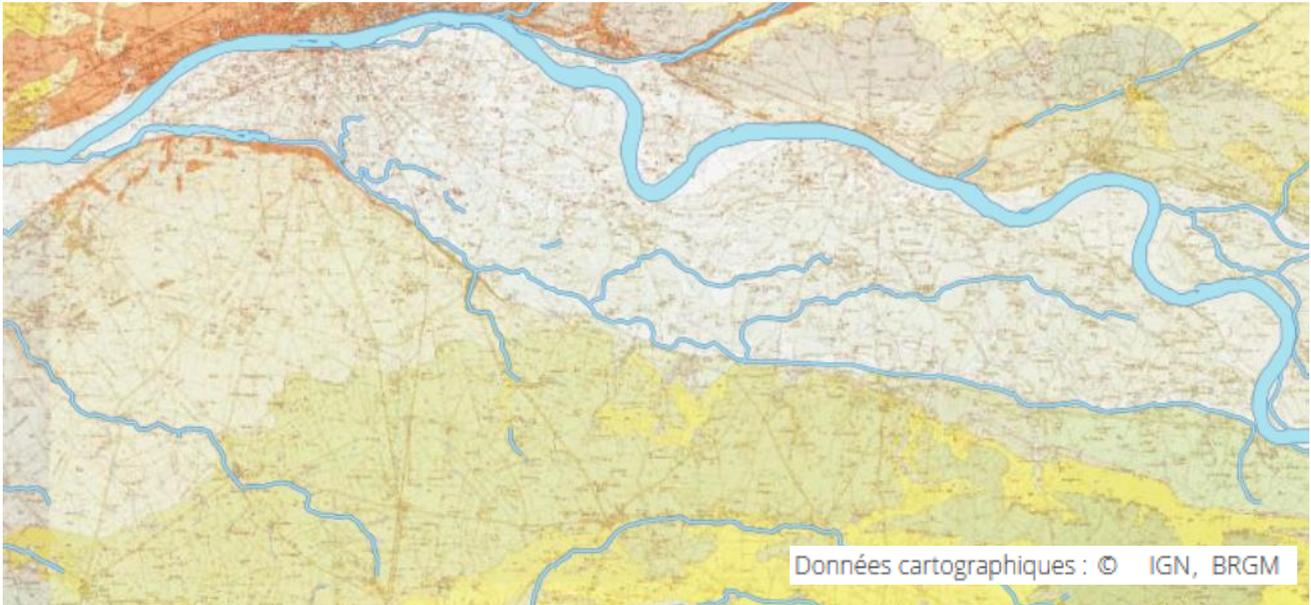


Bassin versant du Loiret, principaux cours d'eau, principales agglomérations et occupation des sols (Corine Land Cover, 2018).

Géologie et hydrogéologie

La très majorité du bassin versant est recouverte d'alluvions. Au nord, on trouve les alluvions Fy de l'Holocène de même composition granulométrique (sable et sablon) que les alluvions récentes Fz.

Au sud, le bassin versant est composé d'alluvions très anciennes composées de matériaux très variés allant de l'argile aux blocs en passant par les sables. Ces alluvions ne sont pas carbonatées

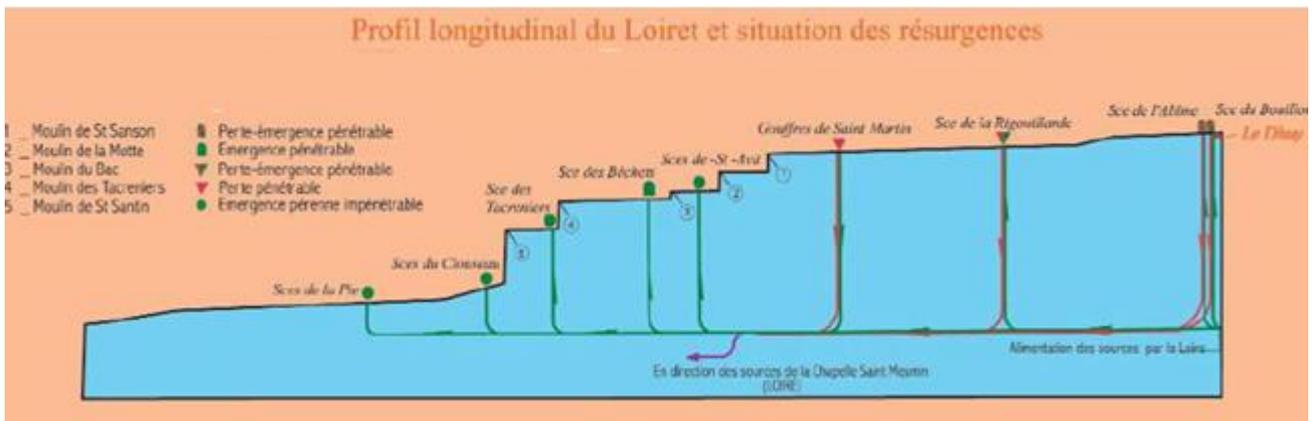
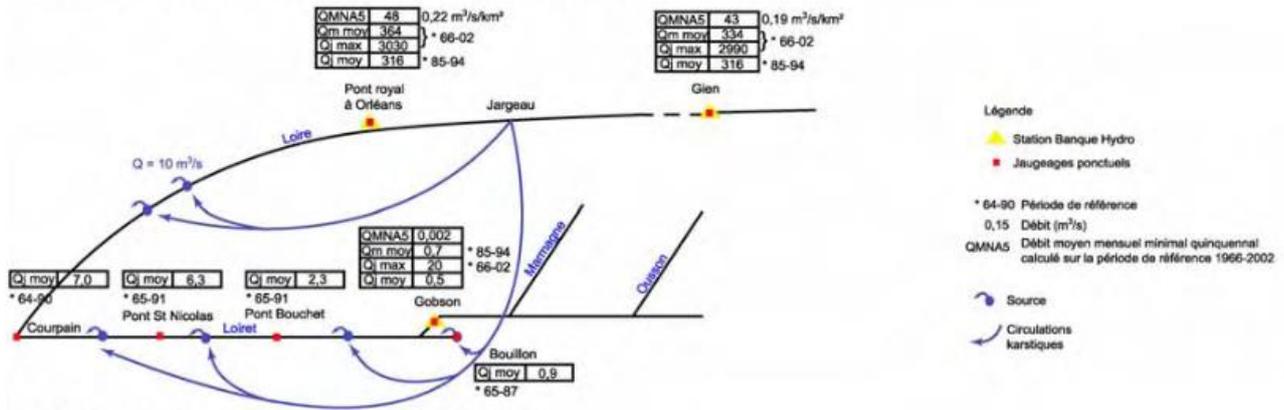


Carte géologique du bassin du Loiret et de la Dhuy

Cette lithologie permet le développement de plusieurs formations aquifères. Deux masses d'eau souterraine à surface libre sont recensées dans le bassin :

- « Alluvions Loire moyenne avant Blois » (FRGG108). Situé au nord du Dhuy et du Loiret, elle est principalement alimentée par les pluies d'automne et de printemps. L'état des lieux de 2015 la qualifie de « en bon état quantitatif ». Il n'y a donc pas de déséquilibre entre les prélèvements et la ressource (recharge annuelle). Par contre, elle est en état chimique médiocre, déclassée par les nitrates.
- « Sables et argiles miocènes de Sologne » (FRGG094). Nappe souvent perchée, située dans les coteaux sud du Dhuy et du Loiret, alimentant de petites résurgences. L'état des lieux de 2015 la qualifie de « en bon état quantitatif et qualitatif ».

D'un point de vue hydrogéologique, une part importante des débits d'étiage du Loiret est issue des pertes de la Loire au niveau de la commune de Jargeau. L'eau infiltrée transite par le réseau karstique des calcaires de la Beauce (qui se développe sous les alluvions de la Loire) et alimente la source du Bouillon (source principale du Loiret) et d'autres résurgences du Loiret (sources des Béchetts, du Pont Saint Nicolas, et de la Pie pour les plus importantes).



Système d'alimentation du Loiret (Geo-Hyd, 2004)

Climat

Le climat d'Orléans est dit tempéré. Il est majoritairement influencé par l'océan Atlantique, ce qui lui confère une certaine douceur hivernale et estivale, mais peut parfois recevoir des influences continentales, engendrant des vagues de froid l'hiver et des vagues de chaleur en été.

Les précipitations sont modérées, de l'ordre de 640 mm en moyenne annuelle, et sont assez bien réparties tout le long de l'année, avec deux maximums, au printemps (mai) et en automne (octobre) avec 64 mm.

Les températures sont maximales en juillet/août avec plus de 19°C en moyenne, et minimales de décembre à février avec moins de 4°C en moyenne.

L'ensoleillement est de l'ordre de 1770 heures/an.

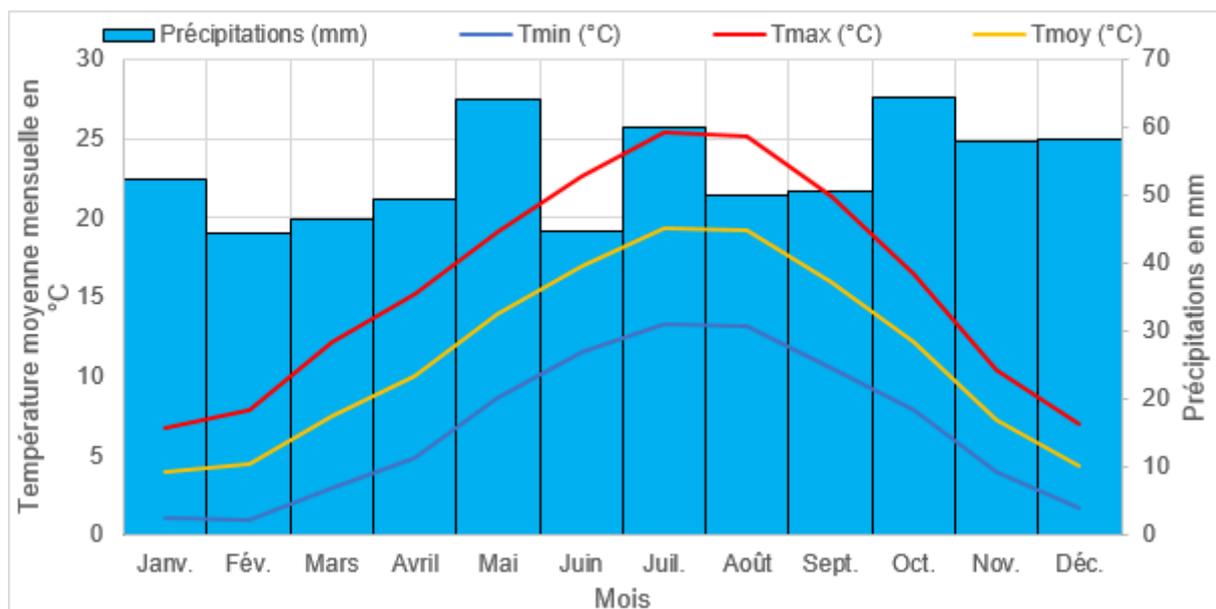


Diagramme ombrothermique de la station de d'Orléans (période 1981-2010 ; données Météo France).

Annexe B : Cycle biologique de l'anguille européenne

L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.) est un migrateur amphihaline thalassotoque¹¹. Elle est présente entre le cercle polaire arctique et le tropique du Cancer, dans tous les hydrosystèmes communiquant avec l'océan Atlantique et la mer Méditerranée.

Il s'agit d'un poisson serpentiforme au corps cylindrique dans sa partie antérieure et aplati latéralement dans sa région caudale.



Anguille jaune.

Quatre stades de développement principaux sont définis. La larve "leptocéphale" en forme de feuille de saule (5 à 90 mm) se métamorphose en civelle transparente (55 à 90 mm), puis celle-ci se pigmente en quelques semaines et se transforme en anguille jaune se caractérisant par un ventre jaune et un dos vert brun à olive. Enfin, avant la dévalaison, l'anguille jaune se métamorphose en anguille argentée. A ce stade, elle présente un ventre blanc et un dos sombre, une ligne latérale bien visible et de « gros yeux ».

L'anguille peut atteindre une taille de 140 cm pour plus de 6.5 kg (Keith *et al.*, 2020).

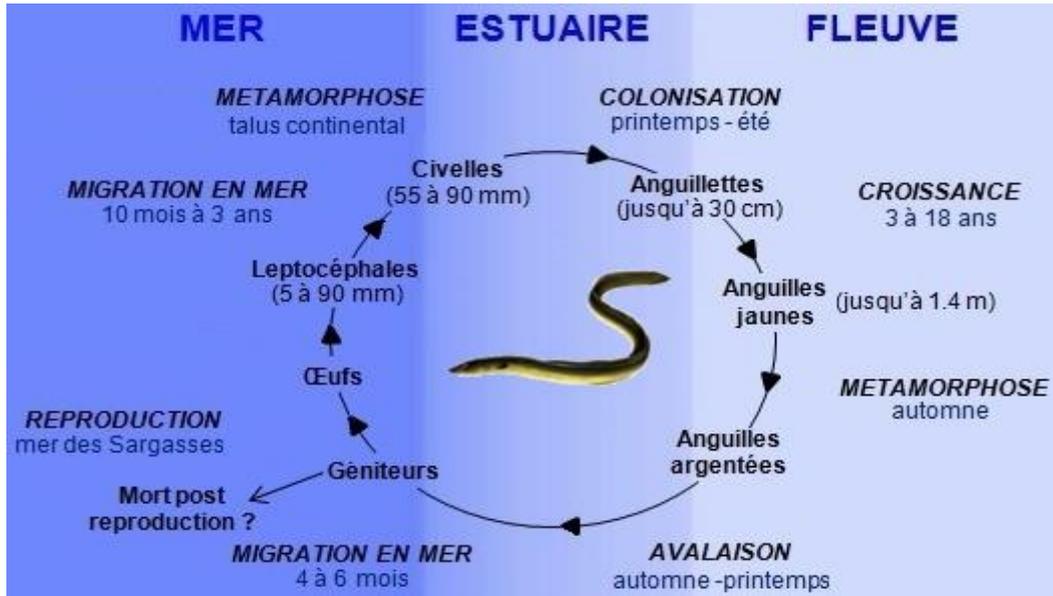
Son cycle biologique comprend quatre phases principales :

- migration des leptocéphales (de l'endroit de naissance aux côtes européennes),
- métamorphose, colonisation et croissance des juvéniles en rivière,
- métamorphose et migration des adultes (avalaison puis migration en mer),
- reproduction en mer des Sargasses.

La migration de dévalaison des géniteurs en eau douce se déroule essentiellement en automne/hiver. Après avoir regagné la mer, ils retournent vers la mer des Sargasses¹² en 4 à 6 mois. La zone de ponte n'est pas localisée avec certitude, aucun œuf ni aucune reproduction n'ayant été observé dans le milieu naturel. La ponte se déroulerait à au moins 400 m de profondeur. Il est supposé que les géniteurs meurent peu après la reproduction.

¹¹ Se dit d'un poisson qui vit en eau douce mais qui naît et se reproduit en mer.

¹² La migration de reproduction vers la mer des Sargasses a été mise en évidence pour la première fois en 2022 (Wright *et al.*, 2022)



Cycle biologique de l'anguille européenne (d'après Keith et al., 2020).

Après l'éclosion, au printemps, les leptocéphales traversent l'océan (durée comprise entre 10 mois et 3 ans), portées par le Gulf Stream, et s'approchent des côtes européennes. Une fois arrivées sur le talus continental, elles se métamorphosent en civelles transparentes, se dirigent vers les estuaires et pénètrent dans les eaux continentales en utilisant les courants de marée montante. Les civelles commencent alors à se pigmenter et entament une colonisation active des bassins versants pendant plusieurs mois (anguillette). Puis elles adoptent un mode de vie sédentaire, et croissent en rivière entre 3 et 18 ans (anguilles jaunes). Enfin, l'anguille jaune se métamorphose en anguille argentée et entame sa migration de reproduction.

L'anguille est exploitée par la pêche professionnelle à tous ses stades (hormis les leptocéphales).

Annexe C : Méthode d'échantillonnage

L'Echantillonnage Ponctuel d'Abondance (EPA) a été réalisé à l'aide d'un groupe électrogène « Héron » de DREAM électronique Cet appareil est utilisé depuis 20 ans pour l'acquisition de toutes les données de pêche des Réseaux de Contrôle et de Surveillance (RCS) de l'OFB. L'utilisation du même type d'appareil évite au moins ce biais pour une comparaison aux données historiques et actuelles des réseaux de l'OFB (et des Agences de l'Eau).

La méthodologie qui a été employée est une adaptation au contexte de la méthode EPA proprement dite (Nelva *et al.*, 1979 ; Copp, 1992) et des pêches partielles RCS de l'OFB (Belliard *et al.*, 2012). La méthode consiste à effectuer des points de pêche, par posés d'électrode, en ciblant les habitats utilisés par les anguillettes, et en tenant compte de la diversité des habitats présents.

Les stations sont ici particulières, puisque majoritairement situées en aval d'ouvrages, et donc très linéaires et très liées aux berges et au pied des barrages (zones d'accumulation des anguilles).

Une distance minimale entre deux points de 4 mètres à pied et 10 mètres en bateaux doit être respectée pour garantir l'absence d'interactions entre eux (Belliard *et al.*, 2012). L'approche du point de pêche nécessite d'être la plus discrète possible pour « surprendre » les poissons. L'opérateur immerge brusquement l'anode en un point, la maintient sur le point de pêche tout en la déplaçant verticalement, dans le but d'échantillonner toute la colonne d'eau. Sur chaque point, l'anode est laissée en action de pêche pendant une durée minimum pour s'assurer de l'absence éventuelle de poisson. Par ailleurs, l'épuisement du stock de poissons au niveau du point n'est pas recherché indéfiniment. Dans la pratique un temps de pêche compris entre 30 secondes et 1 minute environ sur chaque point est retenu comme valeur guide. Il est recommandé, notamment lorsque des poissons peuvent être « piégés » (herbiers, branchages...), ou bien lorsque aucun poisson n'a été attiré après la durée minimum de sortir l'anode hors de l'eau, puis de la remettre dans l'eau (éventuellement plusieurs fois). Ceci a pour effet de réamorcer le comportement de galvanotaxie du poisson, en particulier pour ceux immobilisés par électronarcose. Cette façon de procéder est particulièrement efficace pour les anguilles cachées dans les herbiers d'hydrophytes ou les anfractuosités.

Avec cette façon de procéder, la surface horizontale échantillonnée est de l'ordre de quelques m², se rapprochant de l'échelle du microhabitat.

Les poissons sont récupérés à l'épuisette (maille 2 mm). Les anguilles sont rapidement triées, comptées par classes de taille (pour chaque EPA) et stockées dans des seaux, puis dans des bacs de stabulation à grilles fines placés dans le cours d'eau, en attendant leur biométrie. Les autres espèces capturées sont simplement notées en présence/absence et remises à l'eau immédiatement au niveau du point d'échantillonnage (ou en fonction de l'électronarcose, après une petite période de récupération dans un seau).

Les conditions d'habitats locales échantillonnées sont décrites au niveau de chaque point de pêche (modalités dans le tableau suivant), afin de pouvoir vérifier, en cas de suivis pluriannuels, que les conditions d'échantillonnage sont relativement similaires ou alors de pouvoir tenir compte de la variabilité de l'échantillonnage dans l'interprétation des données.

Variables	Modalités
Situation du point par rapport à la berge	>10 m ; 5 à 10 m ; <5 m
Type d'abris	Blocs et galets ; berge-racine ; branche-embâcle ; hydrophyte ; autre herbier ; autre abri ; absence
Substrat principal et secondaire [selon échelle de Cailleux (1954)]	Gros blocs ; petits blocs ; gros galets ; petits galets ; graviers ; sables ; vase-limon ; dalle
Profondeur d'eau	Valeur mesurée avec pige graduée
Vitesse de courant	Valeur estimée en surface (vitesse de déplacement de corps flottant en 2 s le long de la tige de mesure)
Nombre d'anguilles capturées	<15 cm ; 15<Lt<30 cm ; 30<Lt<45 cm ; >45 cm
Nombre d'anguilles ratées	<15 cm ; 15<Lt<30 cm ; 30<Lt<45 cm ; >45 cm
Autres espèces présentes	Dénomination de chaque espèce rencontrée

Les points directement en pied de barrage ont été distingués du reste de la station afin de ne pas sur-représenter les plus longs linéaires de seuils (seuils obliques) par rapport aux autres (seuils perpendiculaires au flux).

Le nombre de points par station est alors uniquement dicté par le linéaire à prospector et la nécessité d'éviter les interférences entre points. Ainsi pour les sites les plus « courts », une soixantaine d'EPA ont au minimum été effectués, pour les sites les plus vastes, le nombre de points a dépassé 80

En fonction de la configuration des sites, le matériel de pêche électrique est posé en bord de rivière et des bobines relais utilisées, ou alors, sur les sites les plus vastes, il peut être intéressant d'embarquer le groupe électrogène et son redresseur sur un zodiac de manière à pouvoir le déplacer plus facilement pour accéder à l'ensemble des habitats, dans ce cas l'échantillonnage est réalisé à pied en trainant le zodiac derrière l'équipe de pêche ou bien en pêche embarquée si la berge et le tirant d'eau ne permettent pas de se déplacer facilement.

L'équipe de pêche est composée d'au minimum 5 personnes, organisées selon le schéma suivant :

- 1 personne à l'anode, chargée d'effectuer et décrire les points de pêche pour l'ensemble de la station ;
- 2 personnes aux épissettes chargées de la capture des individus ;
- 1 personne assurant la prise de notes (variables d'habitats, effectif d'anguilles capturées et échappées par classe de taille), et le contrôle du temps de pêche ;
- 1 personne chargée du stockage des anguilles, de la gestion de l'embarcation ou du fil (si pêche à pied) et du bon déroulement de la pêche (sécurité).

Annexe D : Utilisation de l'indice de Jacob pour la détermination des préférences d'habitat chez l'anguille

L'indice de Jacob (Jacob, 1974) peut être utilisé pour déterminer la sélection de l'habitat par une espèce (Delacoste, 1995, Rault, 2015). Il permet de quantifier la préférence (sélection, indifférence, évitement) d'un paramètre en fonction de sa disponibilité.

Le principe est de croiser les disponibilités d'un type d'habitat avec son utilisation par l'anguille. Dans notre cas l'indice de sélection D_i peut être calculé par la formule :

$$D_i = \frac{u_i - d_i}{u_i + d_i - (2 \cdot u_i \cdot d_i)}$$

Avec : u_i = proportion d'anguilles capturées dans un type d'abri,

d_i = proportion d'EPA effectués dans ce type d'abri.

Cet indice varie entre -1 (évitement maximal) à +1 (sélection maximale) et indique des comportements de choix d'abris :

D_i	Préférence d'habitat
+1 à +0.75	Sélection très importante
+0.75 à +0.5	Sélection importante
+0.5 à +0.25	Sélection modérée
+0.25 à -0.25	Indifférence
-0.25 à -0.5	Évitement modéré
-0.5 à -0.75	Évitement important
-0.75 à -1	Évitement très important

Annexe E : Comparaison des résultats du Loiret 2022 avec les résultats du Cher 2016-2020

Données biométriques

Taille

Les anguilles contactées sur le bassin du Loiret sont plus grandes que celles contactées sur le bassin du Cher. Cette situation est tout à fait normale, l'exutoire des deux bassins étant distants de 130 km, il est logique d'observer des anguilles plus âgées, et donc plus grandes sur le bassin du Loiret.

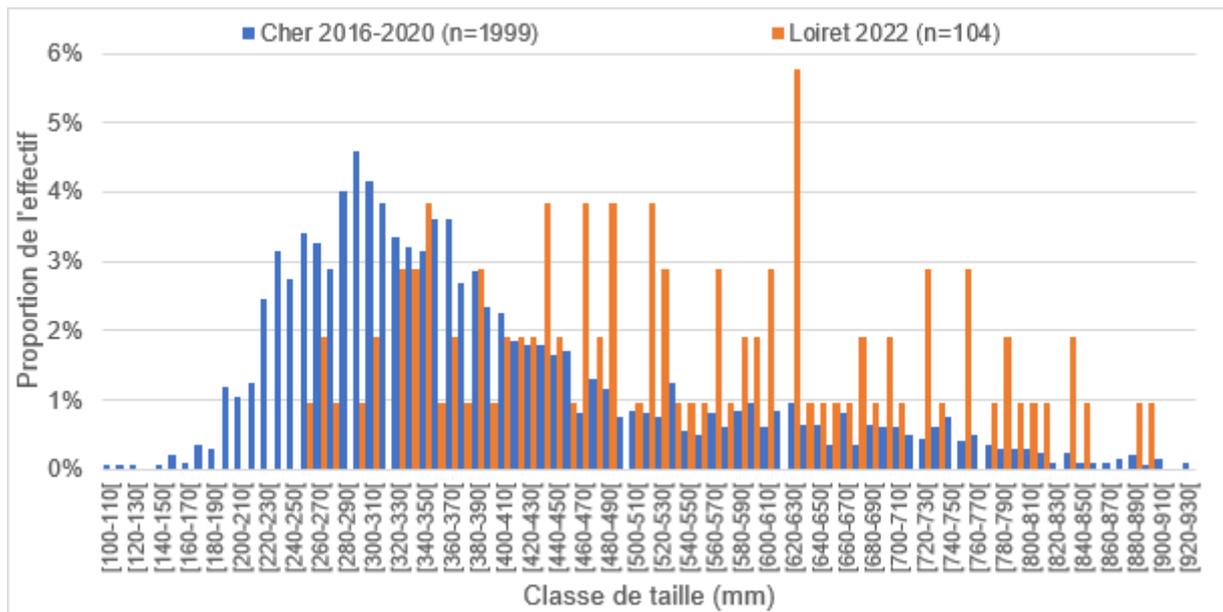


Figure 29 : Histogramme des tailles des anguilles capturées sur le Cher (2016-2020) et sur le Loiret en 2022.

Concernant la répartition par classe de taille, le constat est similaire, avec une proportion d'anguille de plus de 45 cm de 27.1% sur le Cher contre 65.1% sur le Loiret. Selon les comportements définis pour les classes de tailles, la proportion d'anguille en phase de colonisation active est très réduite sur le Loiret (4.0% de l'effectif contre 41.4% sur le Cher).

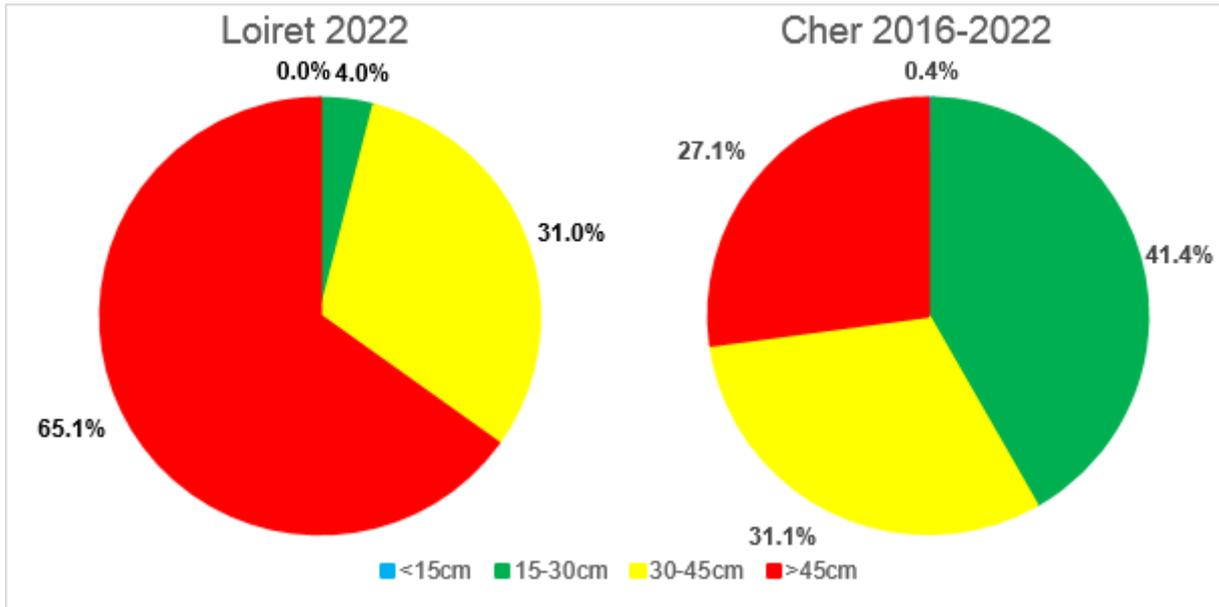


Figure 30 : Distribution par classe de taille des anguilles contactées sur le Loiret en 2022 et sur le Cher en 2016-2020.

État sanitaire

Les proportions d'anguilles présentant des pathologies externes sont proches entre les deux bassins (24.0% sur le Loiret en 2022 et 25.7% sur le Cher en 2022).

Les deux principales pathologies sont similaires pour les deux bassins : érosion et hémorragies. Il y a plus de types de pathologies sur le Cher, mais l'effectif observé est plus important (n= 771 contre 104 sur le Loiret).

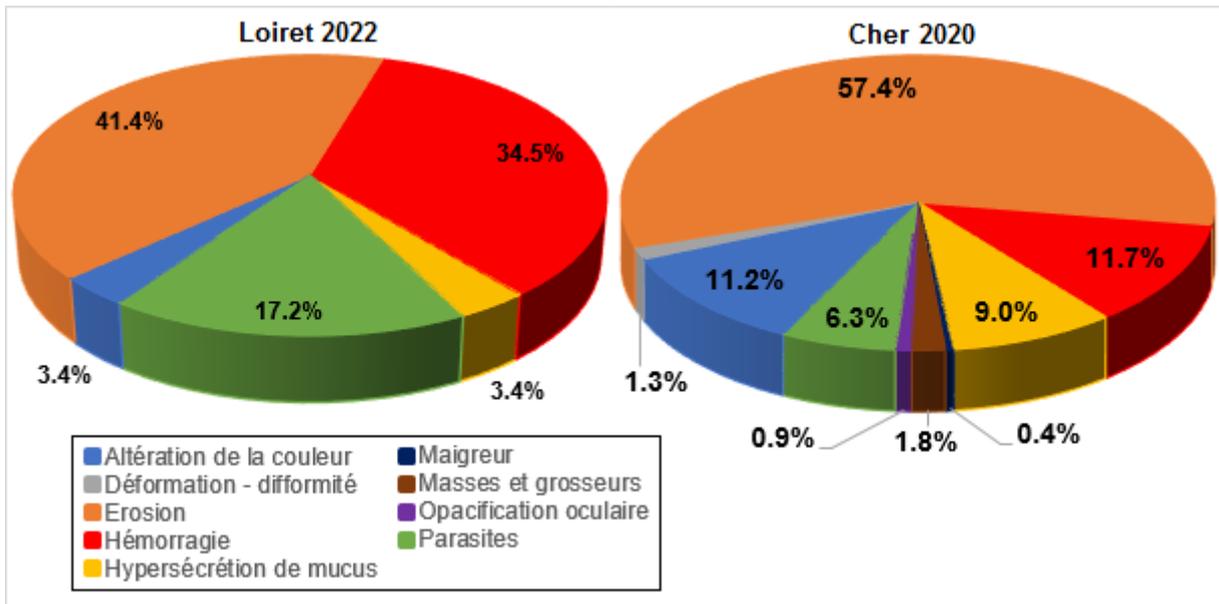


Figure 31 : Pathologies externes observées sur les anguilles du bassin du Cher en 2020 et du Loiret en 2022.

Le nombre moyen de pathologie par individu est de 0.29 sur le Cher et de 0.28 sur le Loiret, signe de populations en excellentes conditions de santé (Tomanova et Beignier, 2012).

Surfaces d'habitat favorables

La proportion d'habitats favorables aux anguilles des stations échantillonnées diffère en fonction des cours d'eau (Kruskal-Wallis, $p < 0.01$). L'analyse par paire montre qu'elle est plus importante sur le Cher que sur le Loiret (Kruskal-Wallis, $p < 0.01$), mais qu'il n'y a pas de différence entre le Loiret et les affluents du Cher (Kruskal-Wallis, $p = 0.36-0.92$).

Il faut cependant garder en tête que les habitats échantillonnés dans le cadre des pêches anguilles ne sont pas représentatifs des habitats disponibles dans les différentes rivières.

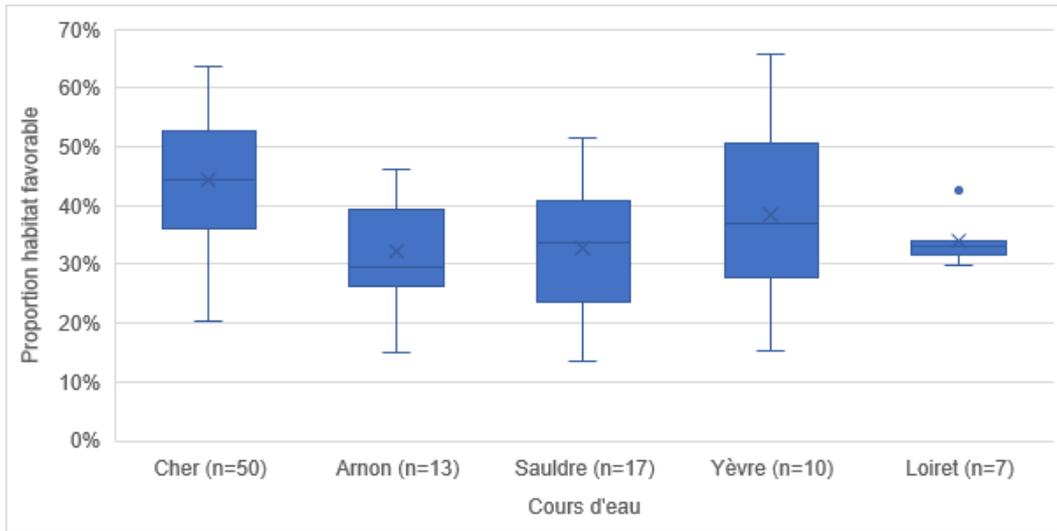


Figure 32 : Proportion d'habitat favorable aux anguilles des stations de pêche anguille des cours d'eau du bassin du Cher et du Loiret.

Densité d'anguilles

Les densités d'anguilles pondérées par les habitats sont plus importantes sur le Cher (2020) que sur le Loiret (2022). Elles sont en moyennes de 5.8 anguilles pour 100m² d'habitat favorable sur le Loiret et de 15.9 anguilles pour 100m² d'habitat favorable sur le Cher : les habitats du Cher sont près de 3 fois plus utilisés que ceux du Loiret.

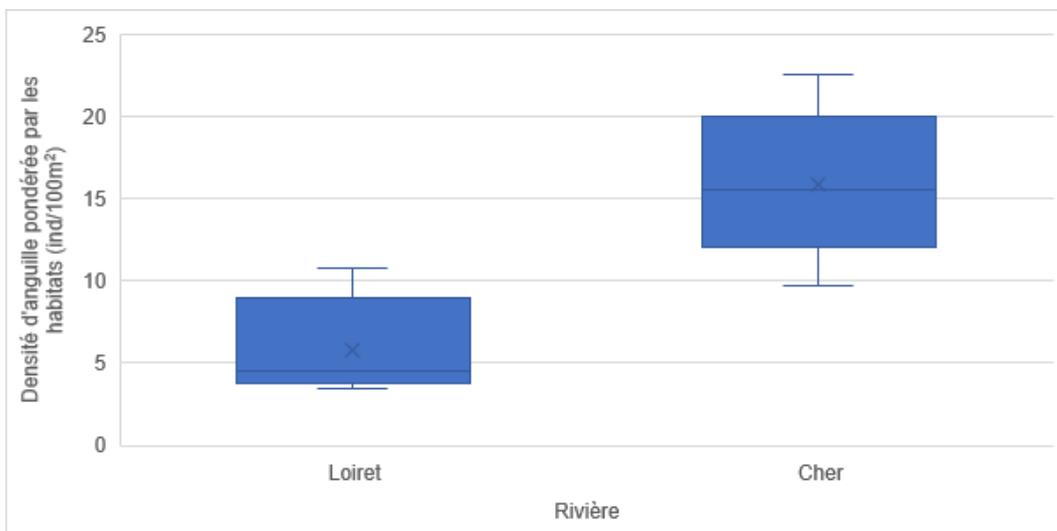


Figure 33 : Densités d'anguilles pour 100m² d'habitat favorables des 7 sites du Loiret (2022) et des 7 premiers sites échantillonnés du Cher (2020).

Annexe F : Détermination des préférences d'habitat des anguilles du Loiret (extrait de la note technique préférences habitat anguilles Loiret)

Cet exercice n'a pas pu être réalisé pour les anguilles <15 cm (aucun d'individu contacté) et de 15 - 30 cm (n=5), dont les effectifs sont trop faibles pour effectuer les traitements.

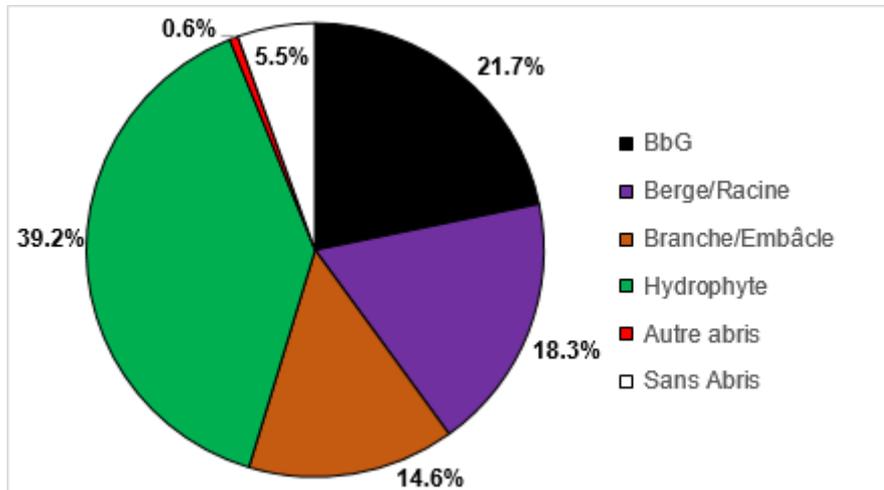
Influence du type d'abris

Distribution des abris échantillonnés sur le Loiret

Lors de la réalisation des EPA, 7 types d'abris sont relevés :

- Blocs et galets (BbG) : anfractuosités des blocs et gros galets,
- Berge / Racine : anfractuosités en berge ou sous-berge ou racinaires,
- Branche / Embâcles,
- Hydrophyte,
- Autre herbier,
- Autre abri : matériaux d'origine anthropique (parpaing, pneu, caddie, Etc.)
- Sans abri.

La distribution des abris échantillonnés cette année sont représentés majoritairement par les hydrophytes (39.2%), les BbG (21.7%), les berges/racines (18.3%) et les branches/embâcles (14.6%). 5.5% des EPA ont été réalisés dans des points sans abris et 0.6% dans d'autres types d'abris.



Distribution des abris échantillonné sur le Loiret en 2022.

Préférences d'utilisation des différents types d'abris par l'anguille

Afin de s'affranchir de l'influence des sites peu fréquentés par l'espèce (situés très en amont du bassin ou à l'amont d'ouvrages très difficilement franchissables), une 1^{ère} analyse comparative a été réalisée en séparant :

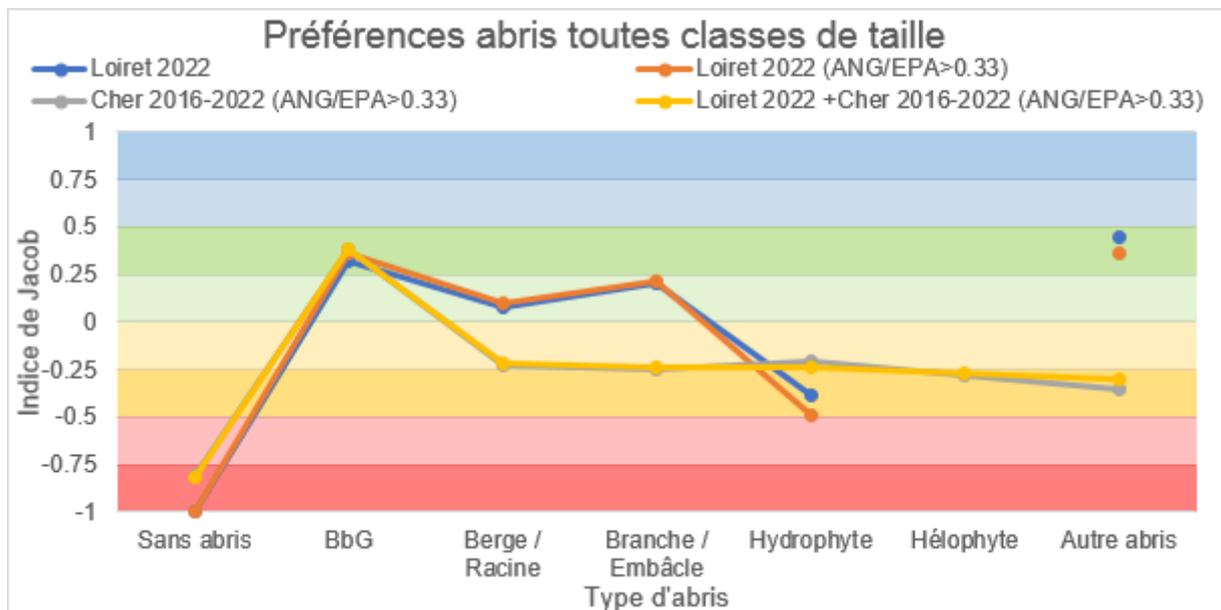
1. L'ensemble des opérations de pêche,

2. Les opérations avec des effectifs d'anguilles par EPA > 0.33 (soit une anguille capturée tous les 3 EPA en moyenne) ; cela revient à sélectionner 28.0% des EPA où ont été contactées 51.6% des anguilles.

Les résultats du Loiret (n=126 anguilles) sont comparés à ceux du bassin du Cher (n=2241 anguilles), ils ont également été combinés. Il y a donc 4 jeux de données analysés (Loiret 2022, Loiret 2022 ANG/EPA>0.33, Cher 2016-2020 ANG/EPA>0.33 et [Cher 2016-2020 + Loiret 2022] ANG/EPA>0.33).

Pour le Loiret, les résultats des indices de Jacob de l'ensemble des opérations et des opérations avec des effectifs d'anguilles par EPA > 0.33 sont très proches. **Comme pour le bassin du Cher, il y a un évitement très fort des EPA « Sans abris » (indice de Jacob <-0.75) et une sélection modérée des EPA réalisés dans les blocs « BbG » (indice de Jacob >0.25).** Les abris de type « Hydrophyte » sont modérément évités par les anguilles du Loiret et ont également tendance à être évités par les anguilles du Cher. Pour les autres types d'abris les résultats du bassin du Cher et du Loiret diffèrent, avec une indifférence des abris de type Berge/Racine pour les anguilles du Loiret alors que les anguilles du Cher ont une légère tendance à les éviter. Il y a également une légère tendance à la sélection des abris de type « Branche/Embâcle » pour les anguilles du Loiret alors que les anguilles du Cher ont tendance à éviter ce type d'abris.

L'utilisation des « Autres d'abris » diffère également, mais les effectifs d'EPA réalisés dans ces abris sont marginaux (environ 1% des EPA pour les deux bassins). Ce type d'abris est très hétérogène en fonction des matériaux considérés, ce qui peut expliquer les différences.

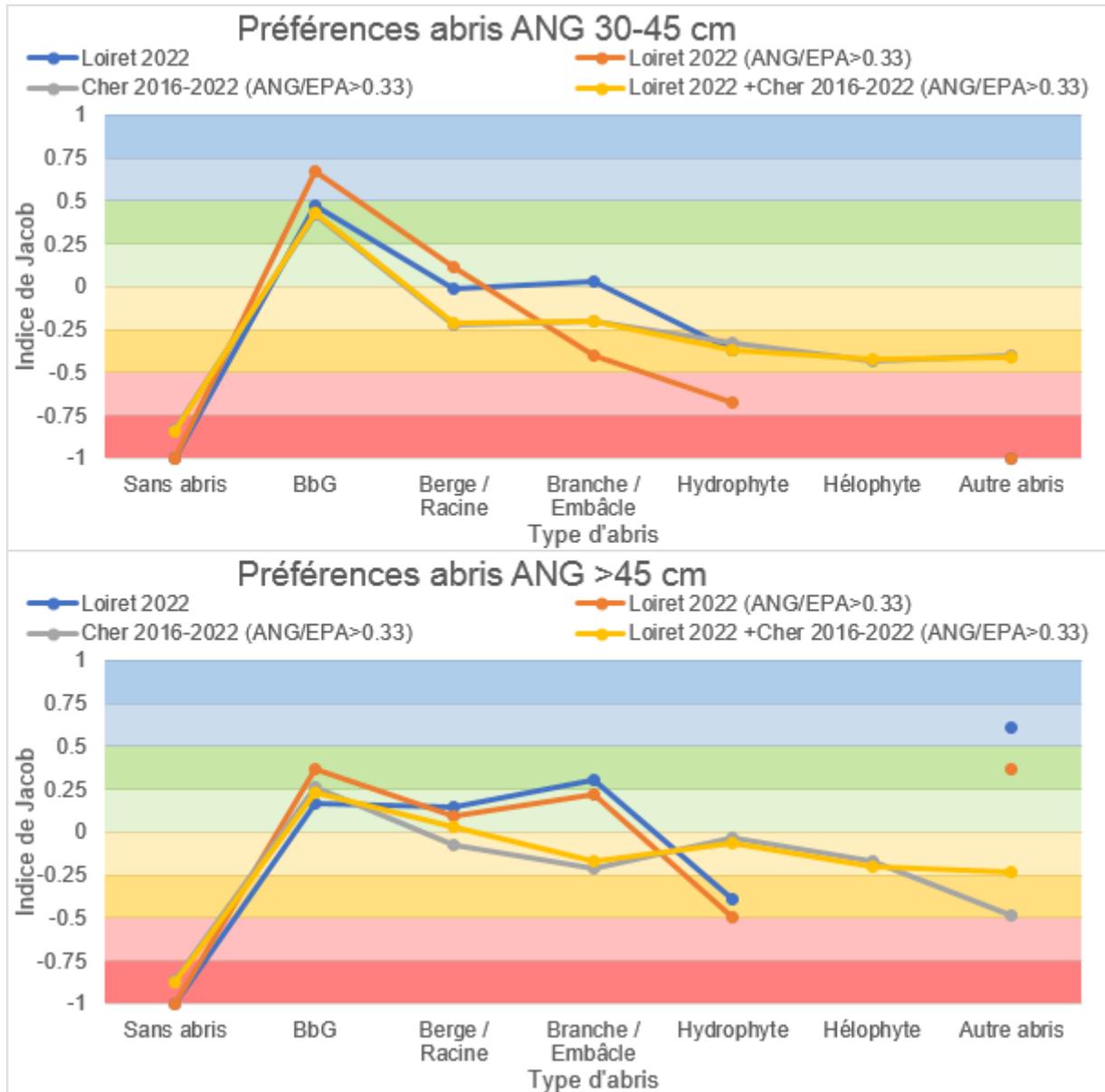


Indice de Jacob des différents types d'abris pour les 4 jeux de données.

L'intégration des résultats du Loiret au jeu de données du Cher modifie très peu l'allure des courbes de préférences, ce qui est logique puisque les anguilles du Loiret ne représentent que 3% de l'effectif cumulé d'anguille.

Les mêmes tendances se dessinent pour les anguilles de 30-45 cm et de >45 cm, avec un évitement très fort des EPA sans abris et une sélection des EPA avec des blocs « BbG » pour les 4 jeux de donnée.

Concernant les données du Loiret, il y a une différence entre les courbes de préférences des deux jeux de données pour les anguilles de 30-45 cm. Il y a une indifférence pour les abris de type « Branche/Embâcle » avec l'intégralité du jeu de donnée Loiret et un évitement modéré de ces abris pour le jeu de données filtré (ANG/EPA>0.33). Il en va de même pour les abris de type « Hydrophyte », avec un évitement modéré pour l'intégralité du jeu de données et un évitement fort pour les données filtrées.



Indice de Jacob des différents types d'abris pour les classes de taille d'anguilles 30-45 cm et >45 cm contactées dans les 4 jeux de données.

Les autres types d'abris sont utilisés indifféremment par les anguilles et sont même parfois modérément évités.

Définition de l'indice de préférence abris pour l'étude Loiret

Il a été décidé d'utiliser le jeu de donnée qui cumule les résultats du Cher et du Loiret des opérations avec ANG/EPA>0.33. Ce jeu de donnée est plus robuste que le jeu de donnée Loiret seul et des

convergences sont observées. Des préférences propres au Loiret pourront être déterminées par la suite avec l'étoffement du jeu de donnée si le suivi se poursuit.

Vu les convergences des indices de Jacob pour les différentes classes de taille d'anguilles, il a été décidé de fixer un indice de préférence pour les abris communs à toutes les classes de tailles.

Comme cela a été montré dans le paragraphe précédent, les abris de type « BbG » et « Sans abris » se démarquent des autres types d'abris. Pour la suite des analyses, les autres types d'abris seront donc regroupés en une catégorie.

Étant donné que les anguilles ont une affinité pour les abris de type « BbG », l'indice de préférence pour ces derniers est fixé à 1. Cela revient à normer les abondances d'anguilles trouvées dans les différents types d'abris par l'abondance des anguilles présentes dans les « BbG ».

Détermination de l'indice de préférence abris [Pref(abris)] pour les différents types d'abris.

Toutes classes de taille	EPA	ANG	ANG/EPA	Pref (abris)
BbG	1709	1739	1.02	1
Sans abris	143	12	0.08	0.08
Autres types d'abris	1113	555	0.50	0.49

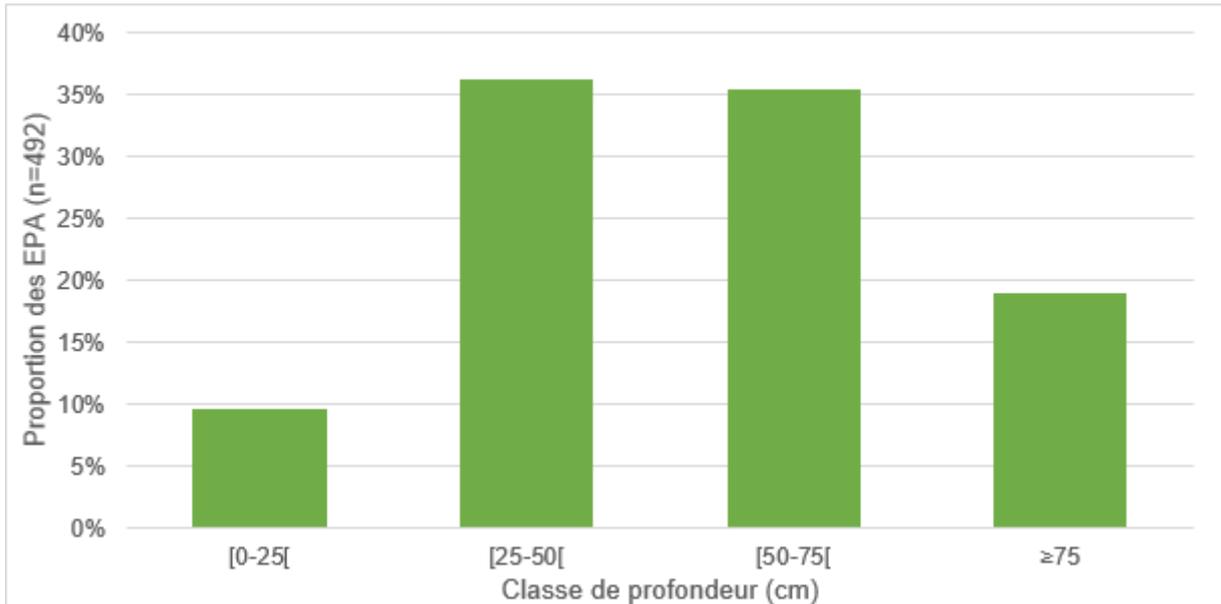
Ainsi la valeur de l'indice de préférence « abris » sera minimale pour les EPA sans abris, mais non égale à 0 car des anguilles y ont parfois été contactées.

Influence de la profondeur

Distribution des profondeurs échantillonnées sur le Loiret

La profondeur pour chaque EPA est mesurée par l'opérateur. Les profondeurs mesurées cette année s'étalent de 8 cm à 140 cm.

Les classes de profondeur les plus échantillonnées sont [25-50[cm, avec 36.2% des EPA, et [50-75[cm, avec 35.4% des EPA. Les EPA réalisés dans plus de 75 cm de profondeur représentent 18.9% des EPA et ceux réalisés dans moins de 25 cm de profondeur 9.6%.

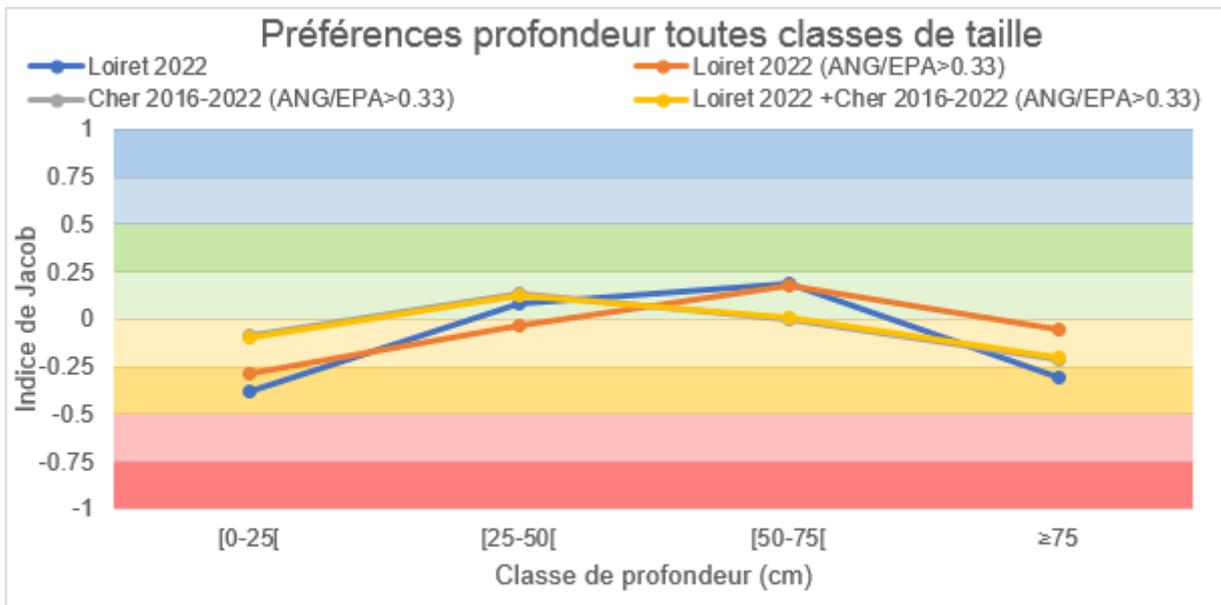


Distribution des EPA par classe de profondeur.

Préférences d'utilisation des différentes classes de profondeur par l'anguille

Comme pour les abris, l'analyse des préférences de classe de profondeur utilisées par les anguilles a été réalisée à l'aide de l'indice de Jacob pour les 4 jeux de données.

Il n'y a pas de classes de profondeur préférentiellement utilisées par les anguilles toutes classes de taille confondues, et ce quel que soit le jeu de données considéré.



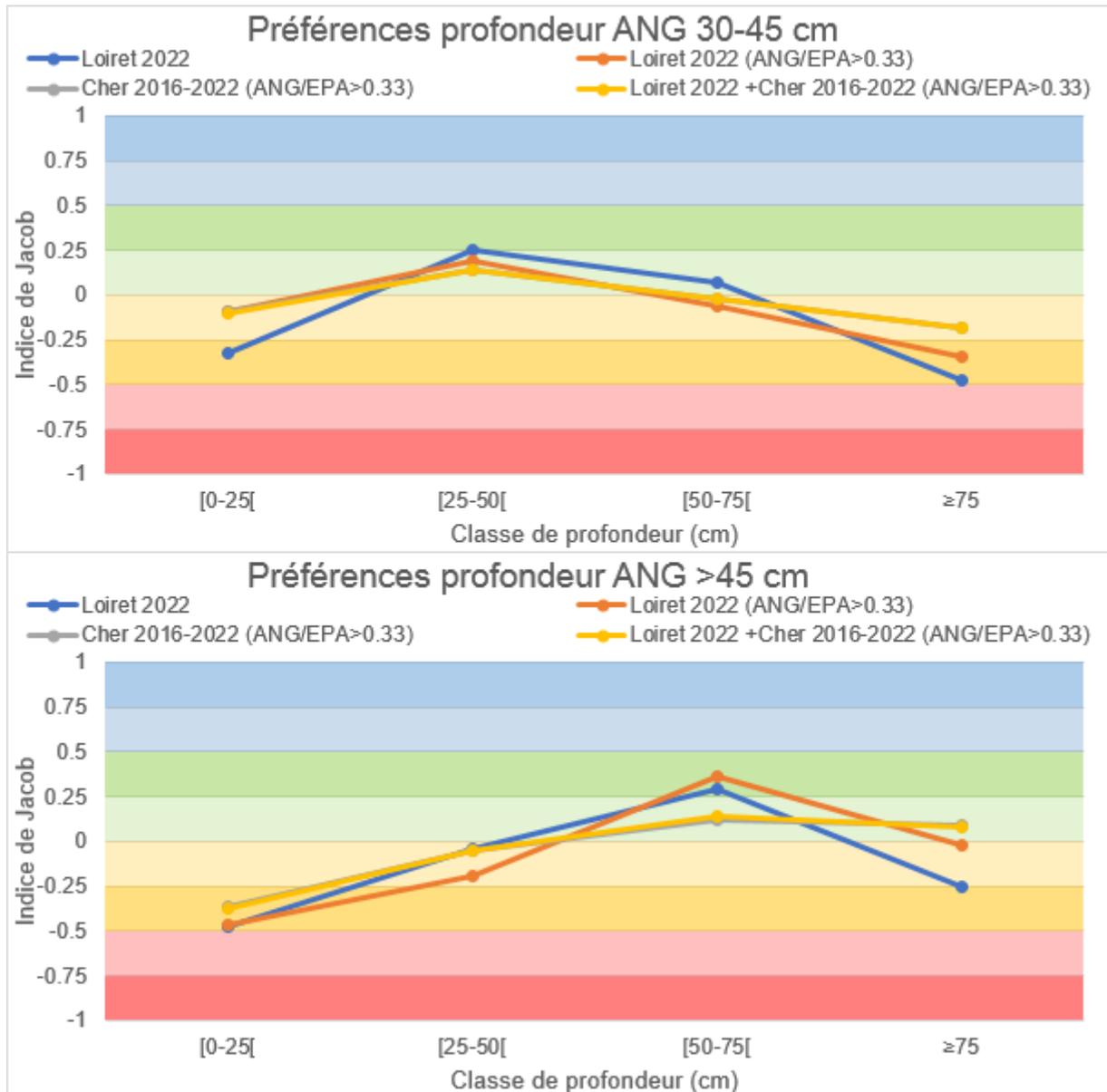
Indice de Jacob des différentes classes de profondeur pour les 4 jeux de données.

Les préférences de profondeur des 2 jeux de données des anguilles du Loiret sont proches sauf pour l'utilisation des profondeurs supérieures à 75 cm, modérément évitées en considérant l'ensemble du jeu de données et utilisées indifféremment en considérant les sites avec ANG/EPA>0.33.

Les principales différences entre les préférences des bassins Loiret et Cher sont un évitement modéré des faibles profondeurs (<25 cm) des anguilles du Loiret, alors que les anguilles du Cher ont une indifférence pour cette classe de profondeur.

En revanche, l'indice de Jacob diverge entre les anguilles de 30-45 cm et >45 cm (Figure 19).

L'allure générales des courbes de préférences profondeur des deux bassins sont proches. L'indice maximal concerne les profondeurs allant de 25 à 50 cm chez les anguilles de 30-45 cm, tandis que l'indice est maximal pour les plus grand individus (>45 cm) pour des profondeurs de 50 à 75 cm. De plus, les anguilles >45 cm évitent modérément les plus faibles profondeurs ([0-25[cm).



Indice de Jacob des différentes classes de profondeur pour les classes de taille d'anguilles 30-45 cm et >45 cm contactées dans les 4 jeux de données.

Définition de l'indice de préférence « profondeur » pour l'étude Loiret

Vu les différences d'évolution de l'Indice de Jacob pour les différentes classes de tailles d'anguilles, il a été décidé de déterminer l'indice de préférence « profondeur » pour chaque classe de taille.

Comme pour les abris, le cumul des données Cher et Loiret pour les sites avec $ANG/EPA > 0.33$ est utilisé. Pour les anguilles de 15-30 cm, ce sont les préférences du Cher qui sont utilisées.

La détermination des différents indices de préférence est réalisée selon la même méthode que pour l'indice de préférence abris.

Détermination de l'indice de préférence profondeur [Pref(Prof.)] pour les différentes classes de profondeurs en fonction de la taille des anguilles.

Lt 15-30 cm	EPA	ANG	ANG/EPA	Pref (Prof.)
[0-25[cm	320	121	0.38	0.84
[25-50[cm	1171	529	0.45	1.00
[50-75[cm	878	290	0.33	0.73
≥75 cm	458	66	0.14	0.32

Lt 30-45 cm	EPA	ANG	ANG/EPA	Pref (Prof.)
[0-25[cm	337	66	0.20	0.72
[25-50[cm	1238	338	0.27	1.00
[50-75[cm	918	208	0.23	0.83
≥75 cm	472	80	0.17	0.62

Lt >45 cm	EPA	ANG	ANG/EPA	Pref (Prof.)
[0-25[cm	337	33	0.10	0.41
[25-50[cm	1238	232	0.19	0.78
[50-75[cm	918	221	0.24	1.00
≥75 cm	472	108	0.23	0.95

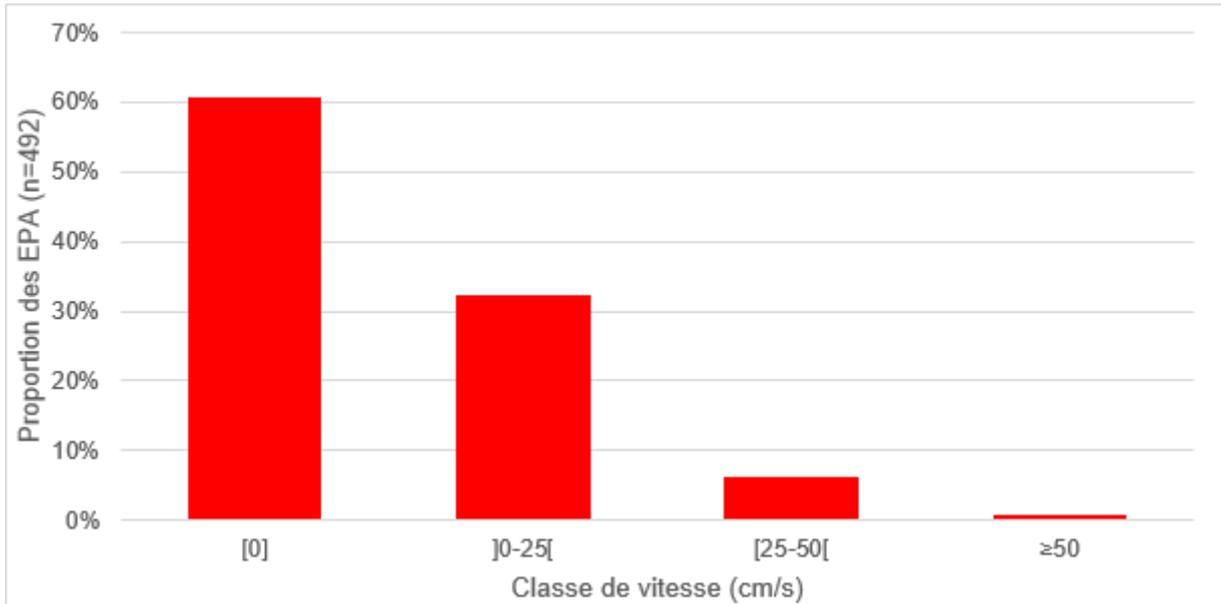
Ainsi la valeur minimale de l'indice de préférence « profondeur » sera atteinte pour la classe de profondeur ≥ 75 cm pour les anguilles de 15-30 cm et 30-45 cm, tandis qu'elle sera atteinte pour la classe de profondeur [0-25[cm pour les anguilles > 45 cm. A l'inverse, la valeur d'indice maximal sera atteinte pour la classe de profondeur [25-50[cm pour les anguilles de 15-30 cm et 30-45 cm, et pour la classe de profondeur [50-75[cm pour les anguilles > 45 cm.

Influence de la vitesse de surface

Distribution des vitesses échantillonnées sur le Loiret

La vitesse du courant de chaque EPA est estimée en surface par l'opérateur. Les vitesses estimées cette année vont de 0 cm à 70 cm/s.

La majorité des EPA ont été réalisés dans des vitesses nulles (61%), et très peu d'EPA ont été effectués dans des vitesses supérieures à 50 cm/s (1%).

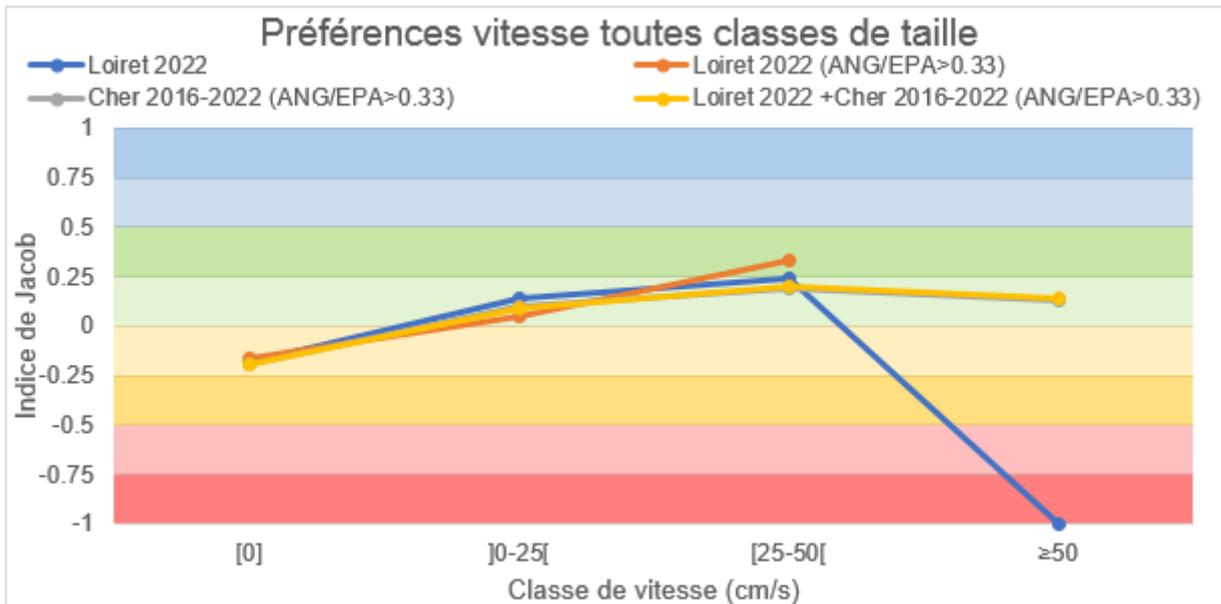


Distribution des EPA selon leurs classes de vitesse.

Préférences d'utilisation des différentes classes de vitesse par l'anguille

Comme pour les analyses précédentes, l'analyse des préférences des classes de vitesse utilisées par les anguilles a été menée à l'aide de l'indice de Jacob pour les 4 jeux de données.

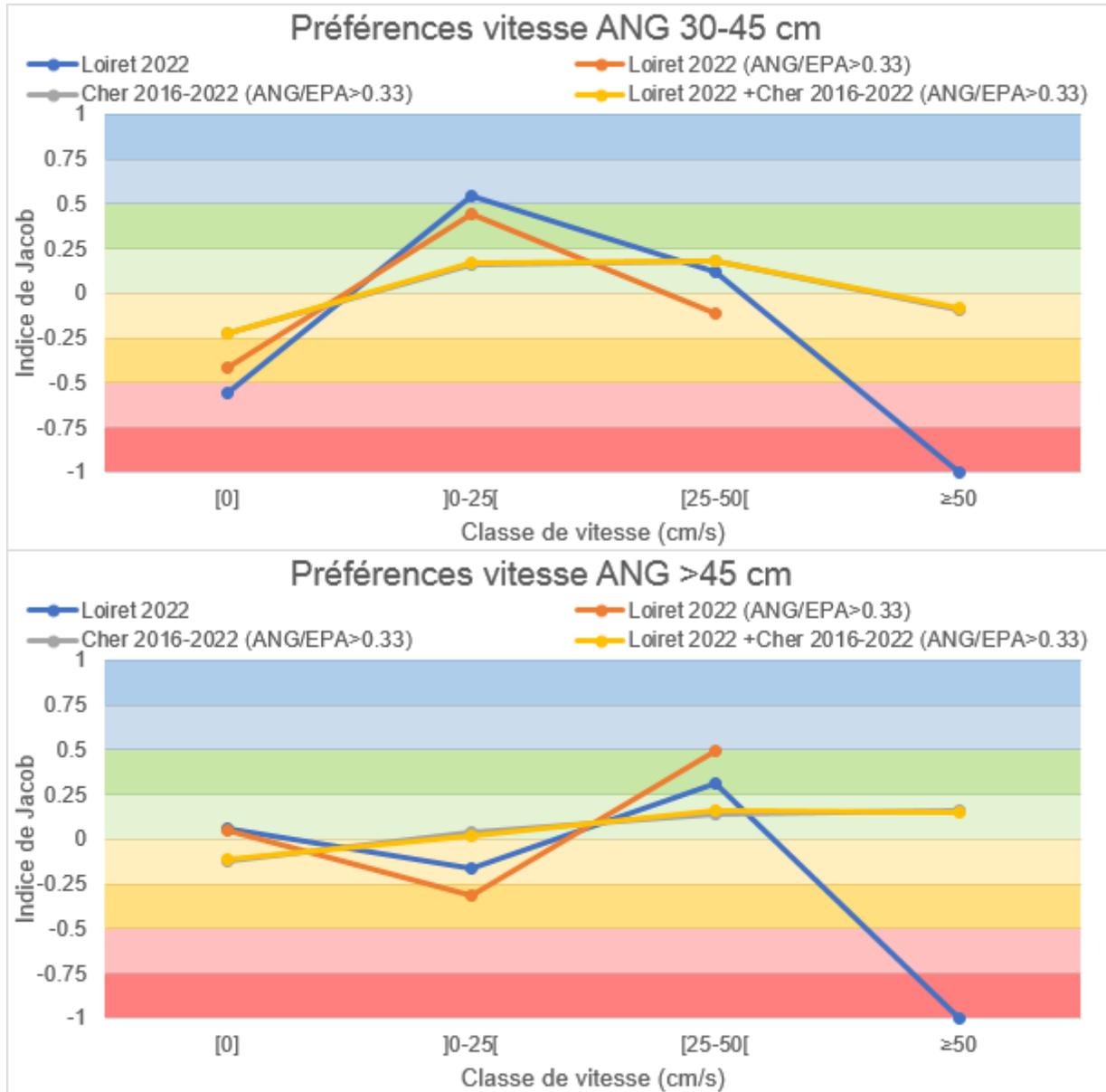
Les préférences de vitesse des 2 bassins versant sont proches sauf pour l'utilisation des vitesses >50 cm/s, très fortement évitées en considérant l'ensemble du jeu de données du Loiret et utilisées de manière indifférente sur le Cher. Cette forte différence est à relier au très faible effectif d'EPA réalisé dans cette gamme de vitesse sur le Loiret (n=4, 0.8% des EPA, aucune anguille capturée).



Indice de Jacob des différentes classes de vitesses pour les 4 jeux de données.

L'indice maximal concerne la classe de vitesse [25-50[cm/s, modérément sélectionné par les anguilles du Loiret, et avec une tendance à la sélection pour les anguilles du Cher.

Pour les différentes classes de tailles d'anguilles, l'allure générale des courbes de préférences vitesses des données du Loiret sont proches : les anguilles de 30-45 cm évitent les vitesses de surface nulles, sélectionnent les vitesses]0-25[cm/s et sont indifférentes aux vitesses [25-50[cm/s. Les anguilles >45 cm sont indifférentes aux vitesses de surface nulles, ont tendance à éviter les vitesses]0-25[cm/s et sélectionnent les vitesses [25-50[cm/s.



Indice de Jacob des différentes classes de vitesse pour les classes de taille d'anguilles 30-45 cm et >45 cm contactées dans les 4 jeux de données.

L'allure des courbes de préférence diffère entre les deux bassins, avec un évitement plus marqué des vitesses de surface nulles pour les anguilles de 30-45 cm du Loiret ainsi qu'une préférence plus marquée pour les vitesses]0-25[cm. Pour les anguilles >45 cm, il y a un évitement des vitesses]0-25[cm et une sélection des vitesses [25-50[cm alors que pour ces deux classes de vitesse les anguilles du Cher montre plutôt une indifférence. Ces différences pourraient provenir du faible effectif d'EPA réalisé dans des points à vitesse non nulles, qui représentent 57 EPA sur le Loiret contre plus de 1 400 EPA dans la base Cher (pour les 2 jeux de données avec ANG/EPA>0.33).

Définition de l'indice de préférence Vitesse pour l'étude Loiret

Comme pour les 2 paramètres précédents, le cumul des données Cher et Loiret pour les sites avec $ANG/EPA > 0.33$ est utilisé.

Vu le faible écart de l'indice de Jacob appliqué aux vitesses pour les différentes classes de tailles d'anguilles, l'indice de préférence vitesse est déterminé pour l'ensemble des classes de tailles d'anguilles. La détermination des indices de préférence est réalisée de la même manière que précédemment.

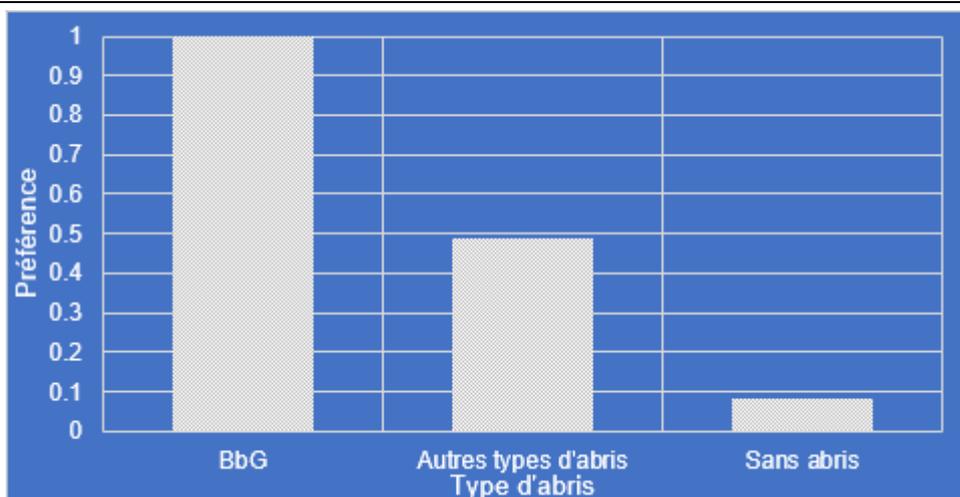
Détermination de l'indice de préférence vitesse [Pref(Vit.)] pour les différentes classes de vitesse en fonction de la taille des anguilles.

Toutes classes de taille	EPA	ANG	ANG/EPA	Pref (Vit.)
[0] cm/s	1547	277	0.18	0.67
]0-25[cm/s	1008	207	0.21	0.76
[25-50[cm/s	294	79	0.27	1.00
≥50 cm/s	116	31	0.27	0.99

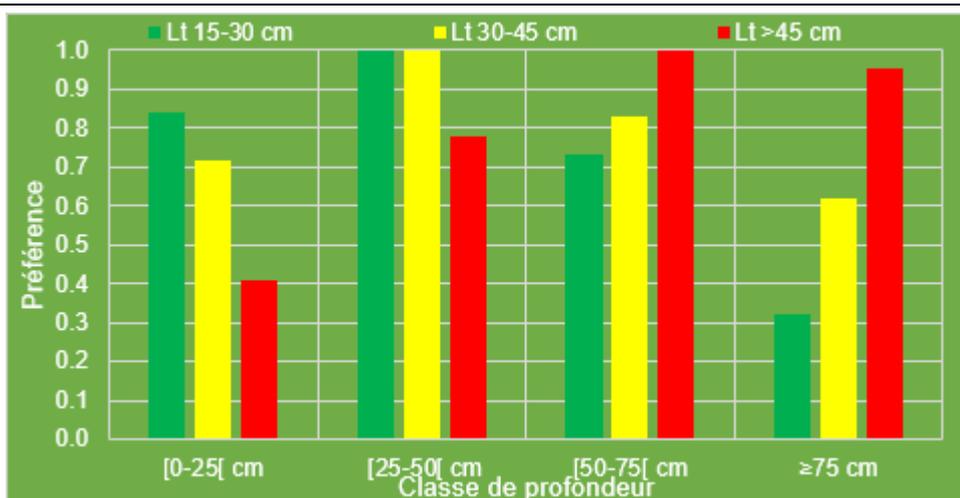
Ainsi la valeur minimale de l'indice de préférence vitesse sera atteinte les vitesses nulles. A l'inverse, la valeur d'indice maximale sera atteinte pour les vitesses [25-50] cm.

Récapitulatif des préférences d'habitat

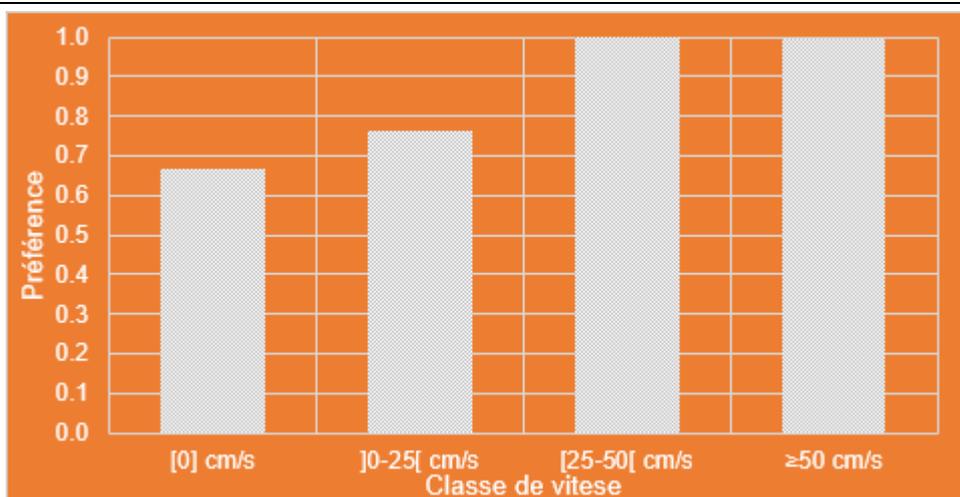
Abris – toutes tailles d'anguilles



Hauteur d'eau – Anguilles [15-30 cm] ; [30-45 cm] ; [>45 cm]



Vitesse de surface – toutes tailles d'anguilles



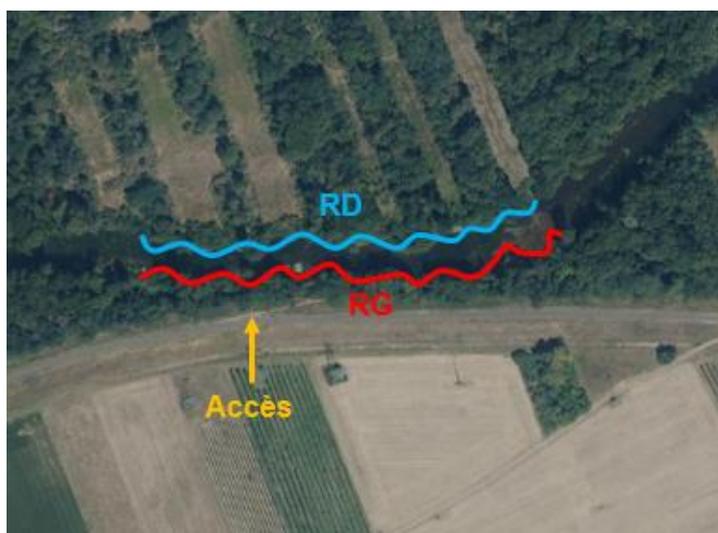
Annexe G : Résultats des pêches 2022 par site

L0 : Loiret aval



Le site du Loiret aval ne correspond pas à un ouvrage du Loiret. Il est situé à environ 700 m en amont de la confluence avec la Loire et sert de site référence des abondances de l'anguille en entrée d'axe, sans influence d'un ouvrage.

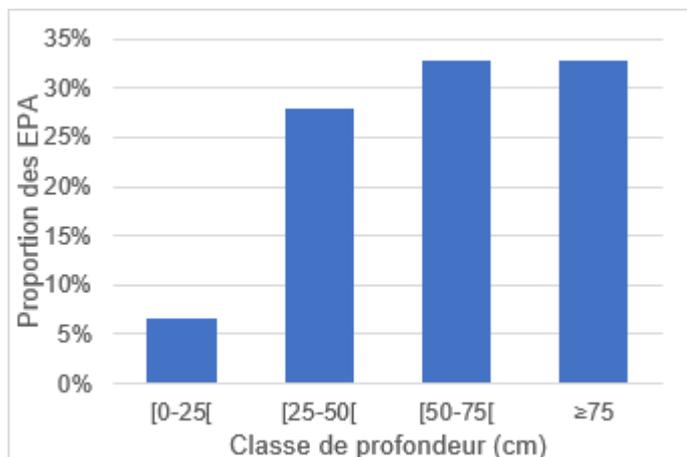
Caractéristiques de la station :



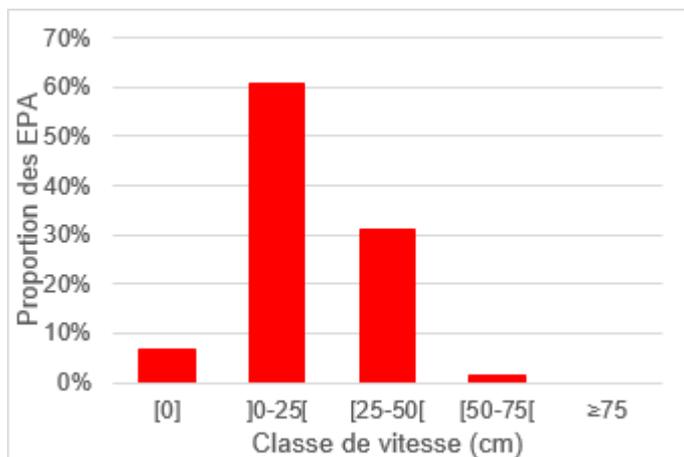
Date	28 juin 2022 matin	
Type de prospection	A pied	
Température eau	17 °C	
Secteur	Nombre d'EPA	Linéaire (m)
RG	30	270
RD	31	270
Total	61	540

Caractéristiques des points d'échantillonnés :

Profondeurs :



Vitesses :

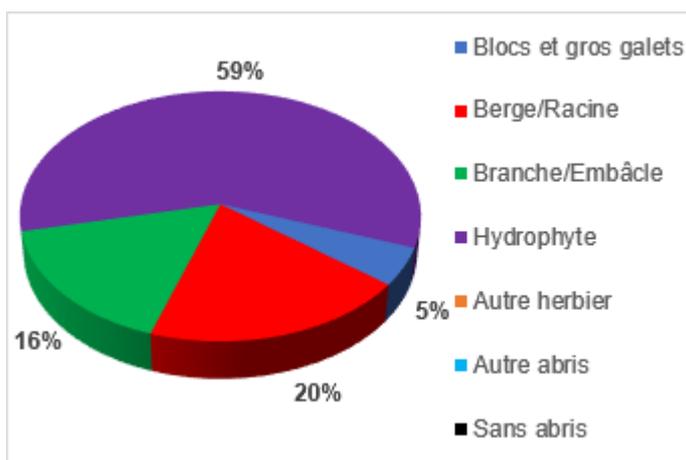


Substrats dominants :

		Substrat 2							
		D	B	b	G	g	g1	S	V
Substrat 1	D								
	B								
	b				1.6		1.6		
	G								
	g					1.6	8.2		
	g1			1.6		36.1	8.2	8.2	
	S							14.8	13.1
	V								1.6

% des EPA					
<1.5	1.5-3	3-6	6-10	10-25	≥25

Abris :



Résultats 2022 :

Anguilles contactées :

Secteur	Effectif	ANG/EPA
RG	4	0.13
RD	5	0.16
Total	9	0.15



Autres espèces rencontrées en 2022 :

Barbeau fluviatile, chabot, chevaine, épinochette, gardon, loche franche, **loche de rivière** (espèce protégée sur le territoire), perche commune.



Loche de rivière.

L1 : Complexe de Saint-Santin

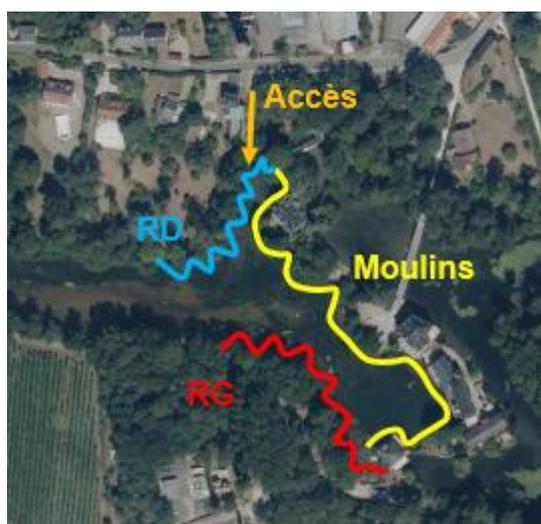


Le moulin des Cascades en rive gauche du Loiret

Le complexe de Saint-Santin est le premier aménagement du Loiret. Il est situé à environ 4 000 m en amont de la confluence avec la Loire.

Il est constitué de 6 moulins totalisant en tout 11 vannages et un déversoir.

Caractéristiques de la station :

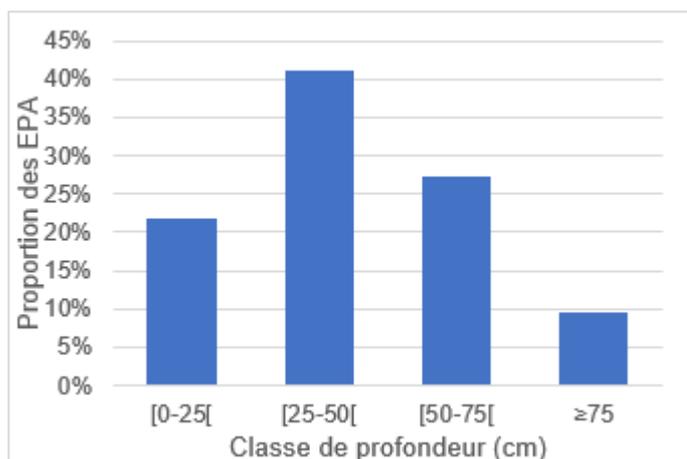


Date	25 juillet 2022 après-midi
Type de prospection	A pied
Température eau	21.5°C

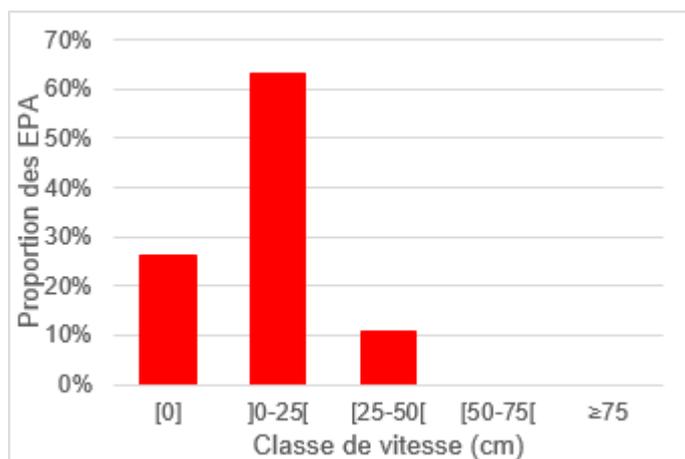
Secteur	Nombre d'EPA	Linéaire (m)
RG	20	110
RD	21	110
Moulins	32	300
Total	73	520

Caractéristiques des points d'échantillonnés :

Profondeurs :



Vitesses :

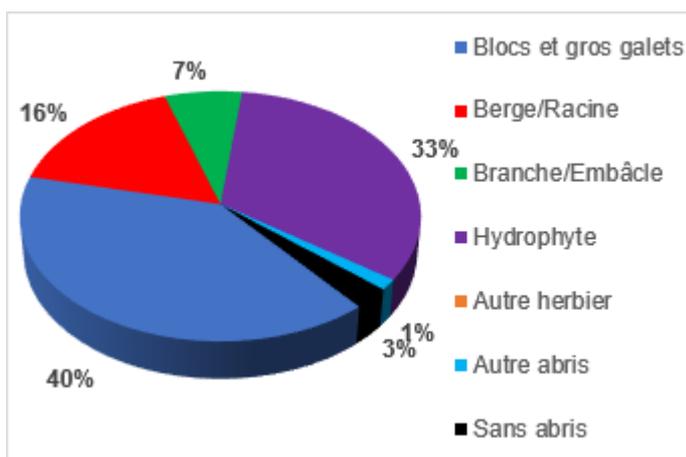


Substrats dominants :

		Substrat 2							
		D	B	b	G	g	g1	S	V
Substrat 1	D								
	B		2.7	2.7	1.4				1.4
	b		6.8	4.1	2.7	4.1	1.4	2.7	1.4
	G			1.4	1.4	4.1		2.7	1.4
	g					6.8		11.0	5.5
	g1			1.4				5.5	
	S					1.4	5.5	2.7	12.3
	V								4.1

% des EPA					
<1.5	1.5-3	3-6	6-10	10-25	≥25

Abris :



Résultats 2022 :

Anguilles contactées :

Secteur	Effectif	ANG/EPA
RG	10	0.50
RD	7	0.33
Moulins	25	0.78
Total	42	0.58



Autres espèces rencontrées en 2022 :

Aspe, barbeau fluviatile, **bouvière** (espèce protégée sur le territoire), brème commune, **brochet** (espèce protégée sur le territoire), chabot, chevaine, épioche, épiochette, gardon, grémille, loche franche, **loche de rivière** (espèce protégée sur le territoire), **lamproie du genre *Lampetra*** (genre protégée sur le territoire), perche commune, perche soleil, pseudorasbora, silure, spirilin, tanche, vandoise.



Lamproie du genre Lampetra.

L2 : Complexe des Tacreniers

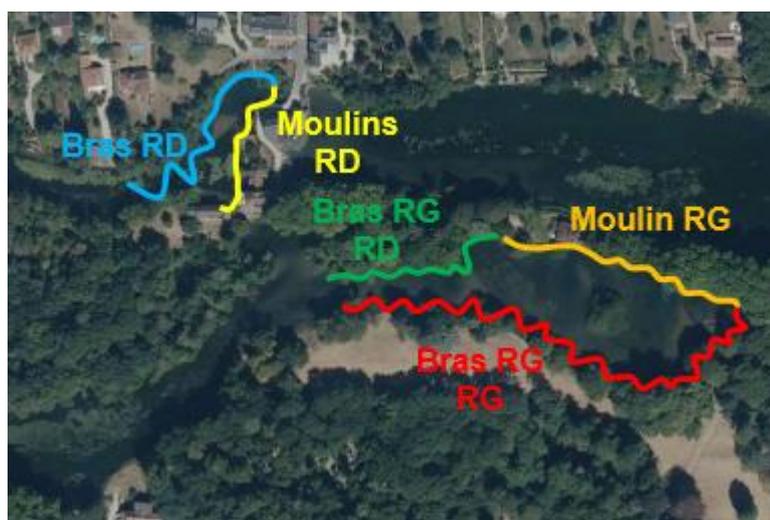


Le moulin de l'île

Le complexe des Tacreniers est le second aménagement du Loiret. Il est situé à environ 4 200 m en amont de la confluence avec la Loire.

Il est constitué de 3 moulins (des Tacreniers, de l'île, du Rondon) totalisant en tout 10 vannages et 2 déversoirs.

Caractéristiques de la station :

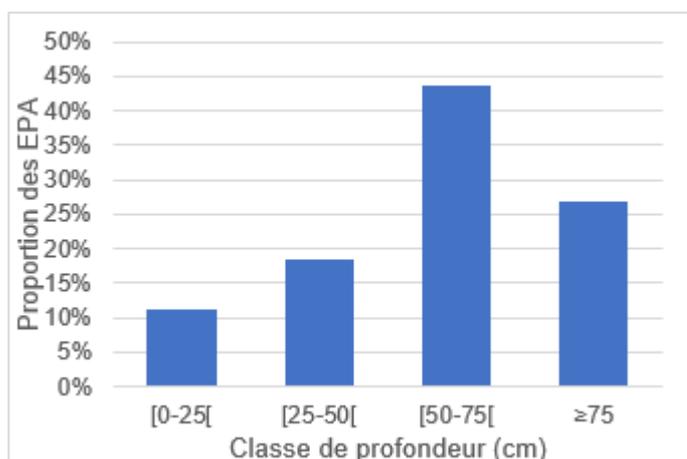


Date	26 juillet 2022 matin
Type de prospection	Mixte
Température eau	20.9°C

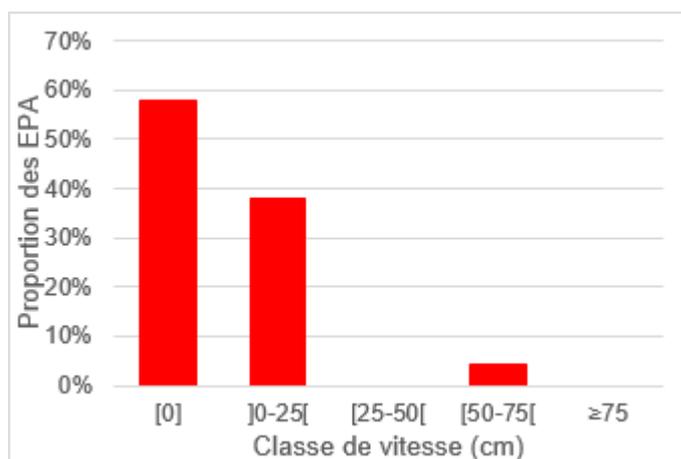
Secteur	Nombre d'EPA	Linéaire (m)
Bras RD	14	110
Moulins RD	9	85
Bras RG RD	9	90
Bras RG RG	20	150
Moulin RG	19	260
Total	71	695

Caractéristiques des points d'échantillonnés :

Profondeurs :



Vitesses :

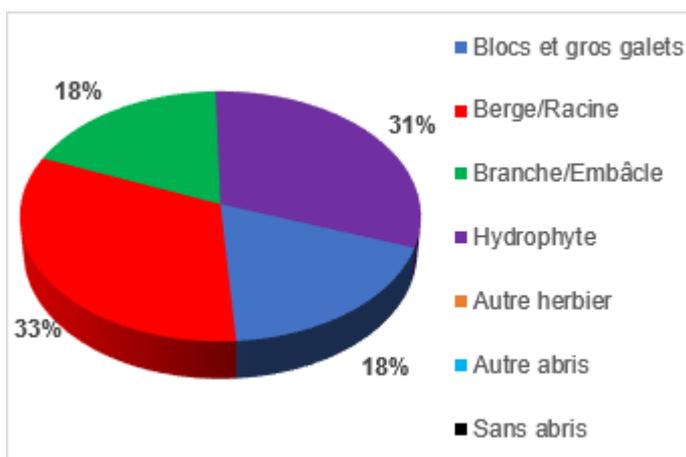


Substrats dominants :

		Substrat 2							
		D	B	b	G	g	g1	S	V
Substrat 1	D							1.4	
	B	1.4	7.0				1.4		
	b		1.4	4.2	8.5	1.4		2.8	1.4
	G			1.4		2.8		1.4	
	g						14.1	1.4	2.8
	g1						2.8	4.2	1.4
	S		1.4		1.4	2.8	7.0	8.5	2.8
	V			1.4	2.8	1.4			7.0

% des EPA					
<1.5	1.5-3	3-6	6-10	10-25	≥25

Abris :



Résultats 2022 :

Anguilles contactées :

Secteur	Effectif	ANG/EPA
Bras RD	1	0.07
Moulins RD	2	0.22
Bras RG RD	1	0.11
Bras RG RG	0	0.00
Moulin RG	7	0.37
Total	11	0.15



Autres espèces rencontrées en 2022 :

Ablette, brème bordelière, **brochet** (espèce protégée sur le territoire), chabot, chevaine, gardon, goujon, grémille, loche franche, **loche de rivière** (espèce protégée sur le territoire), perche commune, perche soleil, rotengle, silure.



Brochet.

L3 : Complexe Bac, Béchets et Saint-Julien

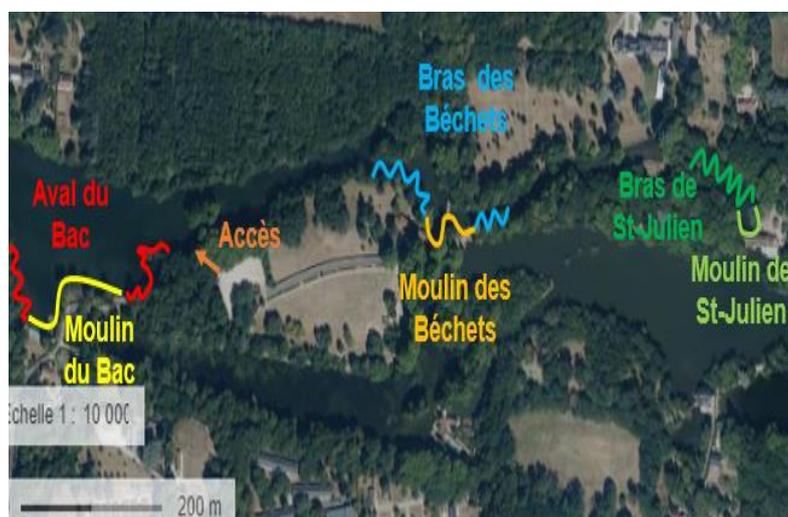


Le moulin des Béchets (source : Google maps)

Le complexe Bac, Béchets et Saint-Julien est le troisième aménagement du Loiret. Il est situé à environ 5 900 m en amont de la confluence avec la Loire.

Il est constitué de 3 moulins totalisant en tout 10 vannages et 2 déversoirs.

Caractéristiques de la station :

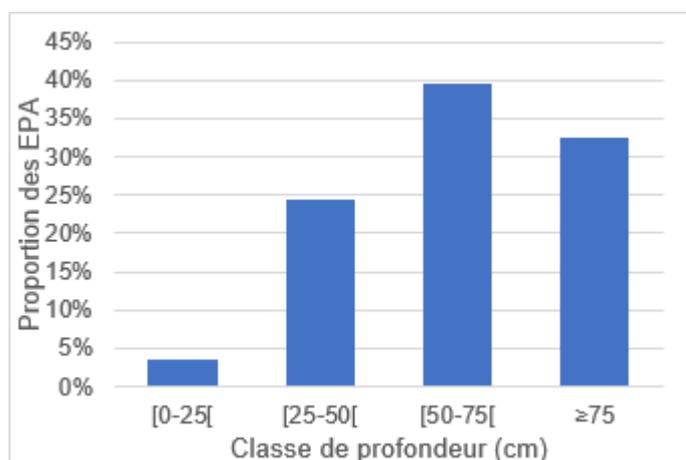


Date	26 juillet 2022 après-midi
Type de prospection	A pied
Température eau	20.9°C

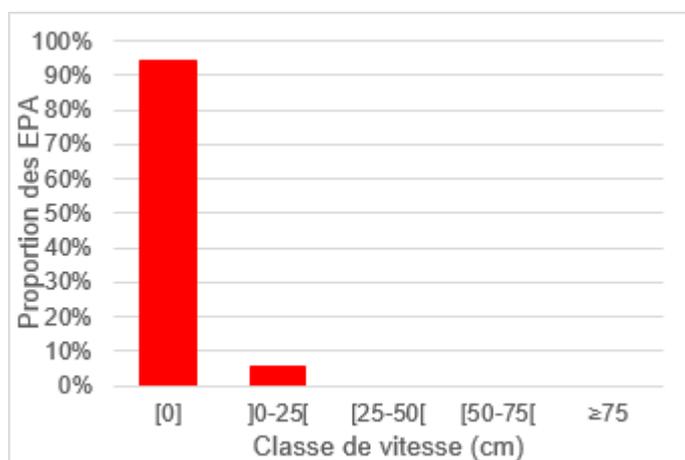
Secteur	Nombre d'EPA	Linéaire (m)
Aval du Bac	20	150
Moulin du Bac	17	180
Bras des Béchets	20	120
Moulin des Béchets	11	110
Bras de St-Julien	10	70
Moulin de St-Julien	8	80
Total	86	710

Caractéristiques des points d'échantillonnés :

Profondeurs :



Vitesses :

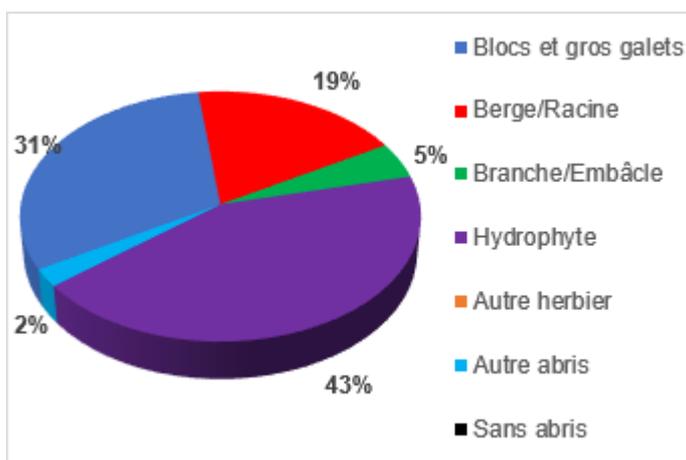


Substrats dominants :

Abris :

		Substrat 2							
		D	B	b	G	g	g1	S	V
Substrat 1	D								
	B			10.5				2.3	1.2
	b		3.5	1.2	3.5	1.2			
	G			2.3			1.2		
	g						7.0	1.2	
	g1							2.3	1.2
	S				1.2		4.7	3.5	8.1
	V			1.2		1.2	1.2	8.1	32.6

% des EPA					
<1.5	1.5-3	3-6	6-10	10-25	≥25



Résultats 2022 :

Anguilles contactées :

Secteur	Effectif	ANG/EPA
Aval du Bac	3	0.15
Moulin du Bac	5	0.29
Bras des Béchets	2	0.10
Moulin des Béchets	5	0.45
Bras de St-Julien	3	0.30
Moulin de St-Julien	0	0.00
Total	18	0.21



Autres espèces rencontrées en 2022 :

Ablette, barbeau fluviatile, **bouvière** (espèce protégée sur le territoire), brème bordelière, **brochet** (espèce protégée sur le territoire), chabot, gardon, grémille, loche franche, **loche de rivière** (espèce protégée sur le territoire), poisson chat, perche commune, perche soleil, silure, tanche.



Chabot.

L4 : Moulin de la Mothe

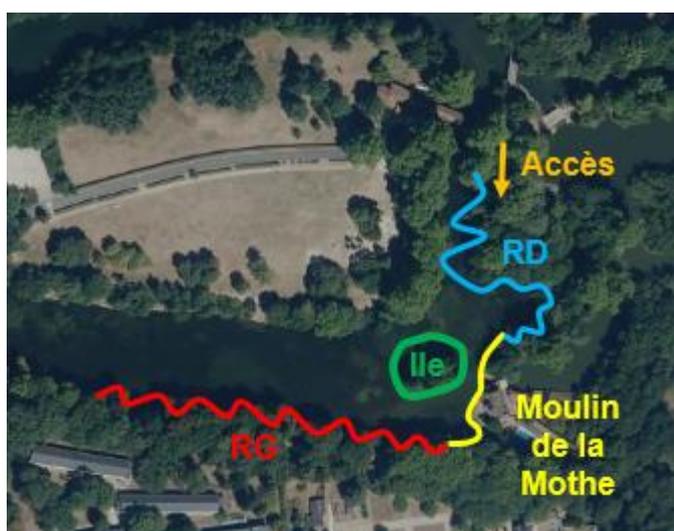


L'équipe de pêche à l'aval du Moulin de la Mothe

Le bassin en aval du Moulin de la Mothe est intermédiaire entre le bassin aval du complexe Bac, Béchets, St-Julien et le bassin aval du Moulin de Saint-Samson. Il est situé à environ 5 900 m en amont de la confluence avec la Loire.

Il totalise en tout 3 vannages et un déversoir.

Caractéristiques de la station :

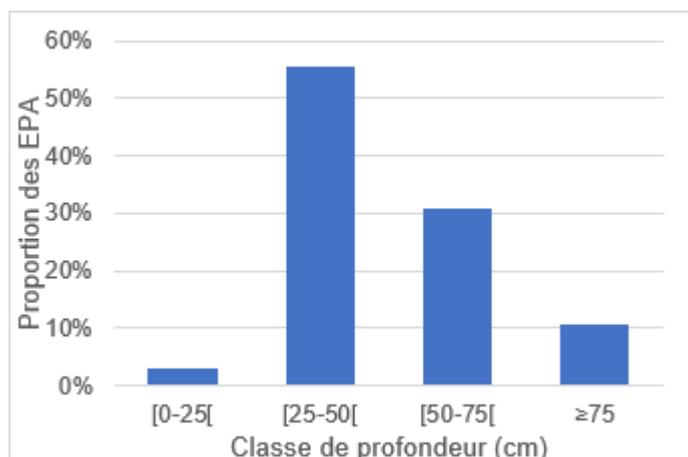


Date	27 juillet 2022 après-midi
Type de prospection	A pied
Température eau	24.9°C

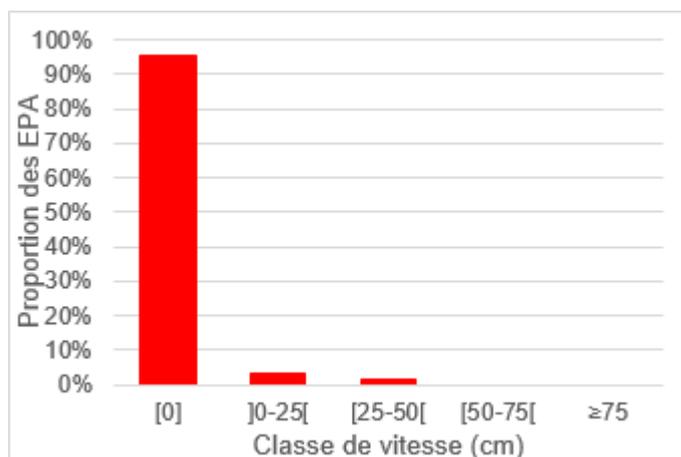
Secteur	Nombre d'EPA	Linéaire (m)
RD	23	230
Moulin	10	80
RG	21	230
Ile	11	100
Total	65	640

Caractéristiques des points d'échantillonnés :

Profondeurs :



Vitesses :

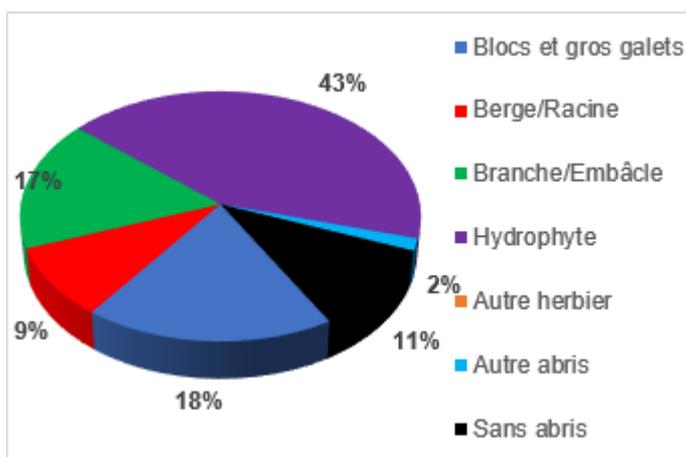


Substrats dominants :

		Substrat 2							
		D	B	b	G	g	g1	S	V
Substrat 1	D	1.5							
	B		3.1						
	b								
	G		1.5	1.5		1.5			
	g						3.1	1.5	
	g1					4.6			4.6
	S						6.2	1.5	4.6
	V				1.5	4.6	9.2	6.2	43.1

% des EPA					
<1.5	1.5-3	3-6	6-10	10-25	≥25

Abris :



Résultats 2022 :

Anguilles contactées :

Secteur	Effectif	ANG/EPA
RD	6	0.26
Moulin	6	0.60
RG	6	0.29
Ile	5	0.45
Total	23	0.35



Autres espèces rencontrées en 2022 :

Ablette, barbeau fluviatile, **bouvière** (espèce protégée sur le territoire), brème commune, **brochet** (espèce protégée sur le territoire), chevesne, gardon, goujon, loche franche, perche commune, perche soleil, rotengle, silure, tanche.



Perche soleil.

L5 : Moulin de Saint-Samson

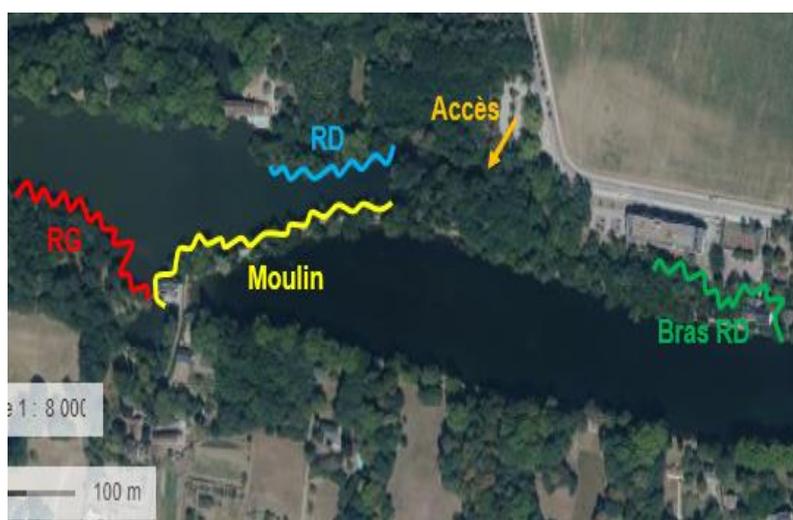


Le moulin de Saint-Samson

Le moulin de Saint-Samson est l'aménagement le plus amont du Loiret. Il est situé à environ 6 400 m en amont de la confluence avec la Loire.

Il totalise en tout 8 vannages et un déversoir.

Caractéristiques de la station :

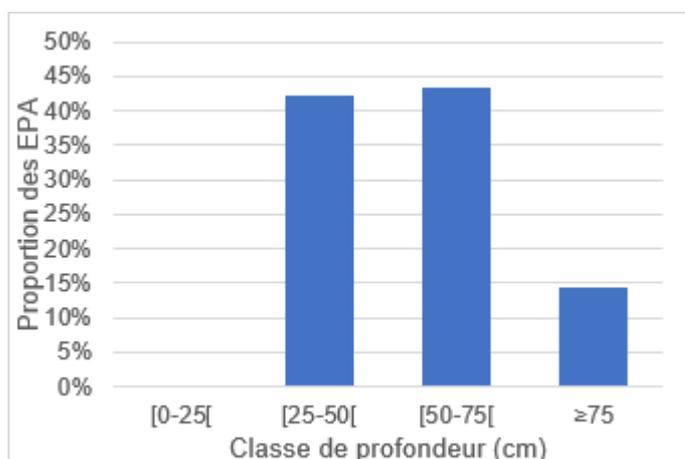


Date	27 juillet 2022 après-midi
Type de prospection	A pied
Température eau	24.9°C

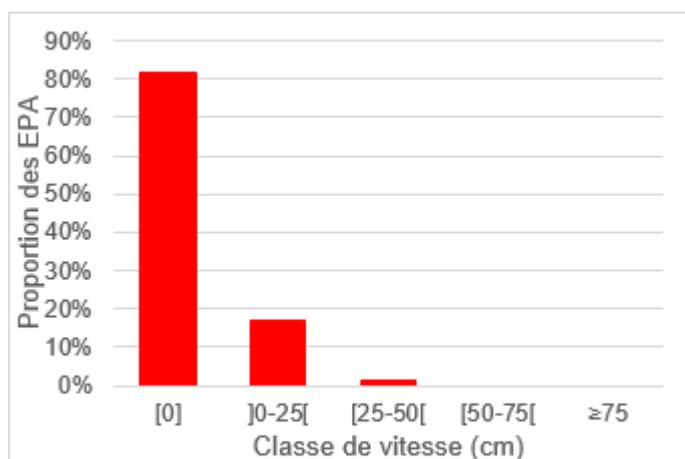
Secteur	Nombre d'EPA	Linéaire (m)
RG	15	150
Moulin	32	270
RD	15	120
Bras RD	14	140
Total	76	680

Caractéristiques des points d'échantillonnés :

Profondeurs :



Vitesses :

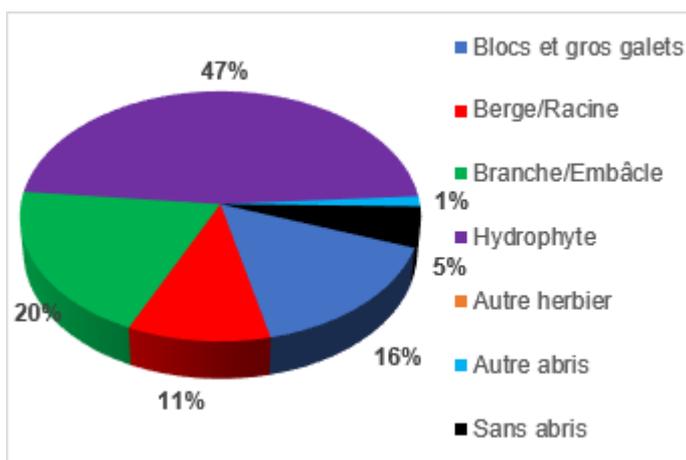


Substrats dominants :

		Substrat 2							
		D	B	b	G	g	g1	S	V
Substrat 1	D								
	B								
	b		2.6	2.6			2.6	1.3	1.3
	G					1.3			
	g						6.6		
	g1					3.9		1.3	
	S		1.3			1.3	6.6	1.3	1.3
	V					9.2	13.2	10.5	31.6

% des EPA					
<1.5	1.5-3	3-6	6-10	10-25	≥25

Abris :



Résultats 2022 :

Anguilles contactées :

Secteur	Effectif	ANG/EPA
RG	0	0.00
Moulin	2	0.06
RD	3	0.20
Bras RD	8	0.57
Total	13	0.17



Autres espèces rencontrées en 2022 :

Ablette, **brochet** (espèce protégée sur le territoire), carpe commune, carrassin, chevesne, gardon, loche franche, perche commune, perche soleil, silure, tanche.



Carrassin.

L6 : Confluence avec le Dhuy

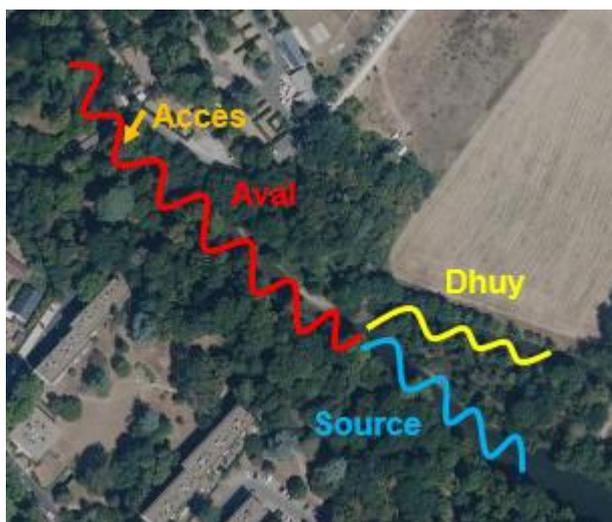


Le Loiret à proximité de sa source

Le Dhuy est le principal affluent du Loiret, il conflue à proximité de la source du Loiret (le Bouillon). Cette station ne correspond pas à un obstacle à l'écoulement. Elle est située à environ 10 200 m en amont de la confluence avec la Loire.

Elle permet de compléter les connaissances sur le bassin

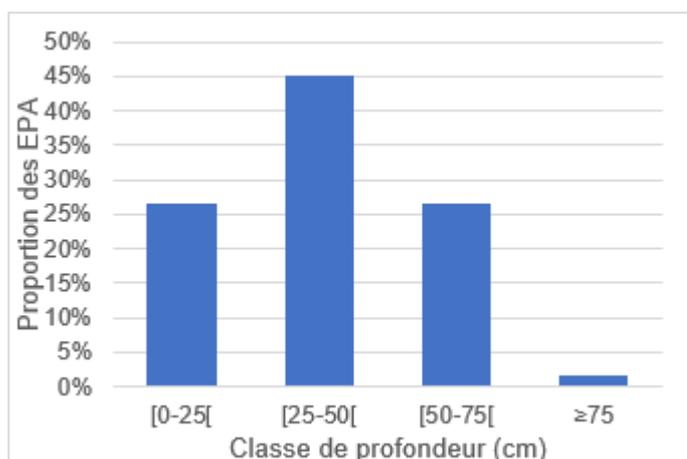
Caractéristiques de la station :



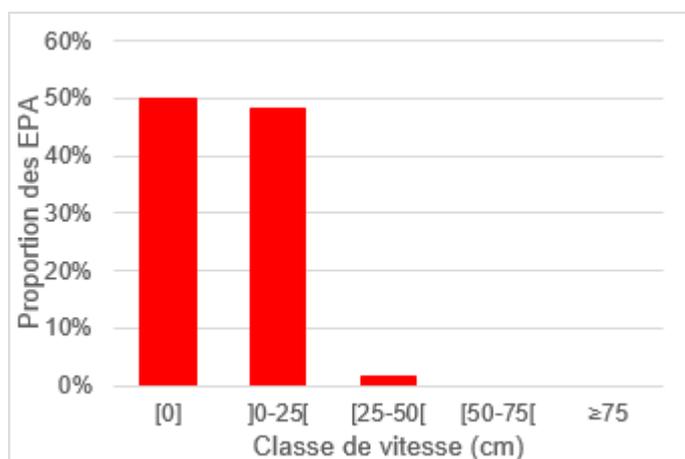
Date	28 juillet 2022 matin	
Type de prospection	A pied	
Température eau	18.2°C	
Secteur	Nombre d'EPA	Linéaire (m)
Aval	19	200
Source	19	130
Dhuy	22	130
Total	60	460

Caractéristiques des points d'échantillonnés :

Profondeurs :



Vitesses :

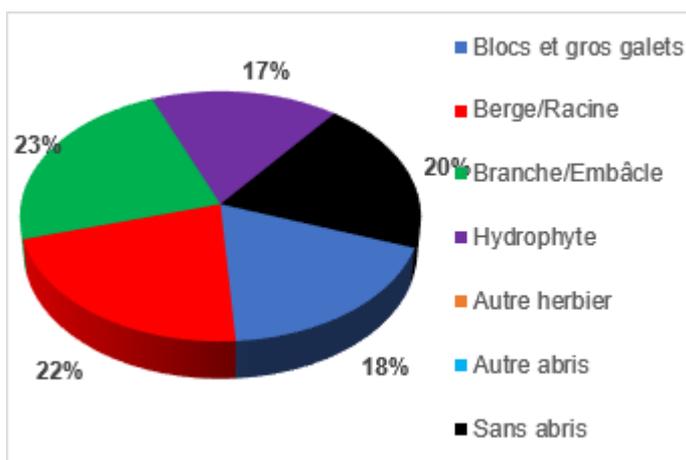


Substrats dominants :

		Substrat 2							
		D	B	b	G	g	g1	S	V
Substrat 1	D								
	B								1.7
	b								1.7
	G								
	g						5.0		
	g1						1.7		
	S				1.7	6.7	1.7	25.0	
	V							23.3	31.7

% des EPA					
<1.5	1.5-3	3-6	6-10	10-25	≥25

Abris :



Résultats 2022 :

Anguilles contactées :

Secteur	Effectif	ANG/EPA
Aval	3	0.16
Source	5	0.26
Dhuy	2	0.09
Total	10	0.17



Autres espèces rencontrées en 2022 :

Brème bordelière, **brochet** (espèce protégée sur le territoire), chevesne, gardon, goujon, grémille, loche franche, perche commune, perche soleil.



Brème bordelière.