



ALOSA 2015

SUIVI DES ALOSES EN LOIRE

MOYENNE EN 2015 et DIFFUSION

DES CONNAISSANCES RELATIVES A CE SUIVI

La pêche en Loire de l'aloise au filet-barrage

Un réseau de pêcheurs professionnels au service de la gestion des poissons migrateurs

Technique et savoir-faire : témoins du patrimoine ligérien

Présent en Europe uniquement sur la Loire, le filet-barrage est une technique de pêche née au milieu du 19^{ème} siècle qui s'est développée avec l'abandon de la navigation en Loire. En 1950, on en dénombrait cinquante entre Nantes et Nevers.

Réservés aux professionnels, cet outil de pêche est très ciblé et est destiné à la capture des poissons migrateurs remontant la course. Le barrage en filet, bloqué dans l'eau, constitue un obstacle sensoriel et guide les poissons jusqu'au carrel. Entre le fond du carrel et la surface sont tendus des fils de nylon, et les carrelles, lorsque le poisson heurte les carrelles, le pêcheur installé sur le bote, ressent une secousse et abrite avec un corselet qui relève instantanément le carrel. La mise en œuvre du filet-barrage nécessite la maîtrise et l'intégration de savoirs dans différentes disciplines comme l'écologie, l'écologie, l'écologie...

L'aloise, une espèce repère

La grande alose (*Alosa alosa*) est un poisson migrateur qui, après plusieurs années de croissance en mer, remonte les cours d'eau pour rejoindre sa rivière d'origine et s'y reproduire.

Les frayères (zone de reproduction) sont localisées dans les parties amont des bassins versants. Lorsque les aloses rencontrent un obstacle, elles peuvent être bloquées car elles ne savent pas sauter. Cette caractéristique conduit les gestionnaires des poissons migrateurs à utiliser l'aloise comme indicateur de la continuité piscicole.

<http://www.plan-loire.fr/fr/actualites/2015>

Une collaboration de longue date entre pêcheurs et scientifiques ...

Depuis 1984, les pêcheurs fournissent les résultats de capture, réalisent un échantillonnage biométrique et fournissent des écailles. A partir de ces données, le décodage de la migration, l'abondance des cohortes et l'évolution des caractéristiques des adultes sont analysés chaque année.

Jusqu'en 1998, l'abondance des aloses est liée aux très fortes débits qui leur permettent de franchir les obstacles. Depuis 1998, le nombre d'aloses sur le territoire piscicole est lié à l'abondance de la Loire (abaissement de la hauteur de barrage, amélioration des passes à poissons...).

Dès lors, l'abondance des aloses est conditionnée aux variations de débits et a été multipliée par 3.

Depuis l'interdiction en 1994 de la pêche au saumon en Loire, le filet-barrage n'est utilisé au printemps que pour les aloses avec quelques captures accessoires d'autres poissons migrateurs (trout, saumon, ...) mais pas de poissons sédentaires (carpes, brochets...) qui ne cherchent pas à franchir ces obstacles temporaires.

Qu'est-ce qu'un filet-barrage ?

Le filet-barrage a été le plus répandu depuis 1990. Les aloses ont progressivement des zones de fraie et de passage des obstacles.

... pour améliorer la gestion de l'espèce

Selon l'ICM (Union internationale pour la conservation de la nature), l'aloise est une espèce vulnérable en raison de la multiplication des obstacles entre la mer et les frayères. Sur le bassin de la Loire, elle fait l'objet de mesures spécifiques dans le plan de gestion des poissons migrateurs (PAGPOM).

Did you know? A cohort is a group of individuals born in the same year. The age is determined from the scales which reveal events in the life of the fish, rather like a tree registers winters and summers.

Si vous êtes locataire, achetez des filets communs, remplacez à une pêche durable, abaissez de l'écologie. Plusieurs grands chefs de restaurants des bords de Loire proposent ce poisson dans leurs cartes.

If you are a locavore, a smart supply-chain orientated and appreciate sustainable fishing, try the alosa! Many well-known chefs in restaurants on the banks of the Loire offer this fish on their menus.

Only used on the Loire in Europe, the "fil-barrage" is a type of lift net dating back to 1850. Fifty years ago in France, reserved for commercial freshwater fishermen, this fishing gear is very selective and is intended for the capture of migratory fish swimming upstream.

Use of the lift net requires an understanding and combination of knowledge from different disciplines such as hydrology, ecology, ethnology... Since the 1940s and on salmon fishing in the Loire, the lift net has been used in the spring for migratory alosa with some other flycatcher jumpers, trout, etc.) but not sedentary fish (carp, bream, etc.) that do not seek to bypass this temporary barrier.

As an alosa, after several years of growth at sea, ascend the rivers to reach their river of origin. Their spawning areas are located in the upstream parts of watersheds. When alosa encounter an obstacle, they can be blocked because they cannot jump. This characteristic leads managers of migratory fish to use alosa as an indicator of fish continuity.

Since 1984, fishermen have provided details of catches and fishing efforts and have supplied biometric samples and fish scales. From this data, the timing of migration, cohort strength and evolution of adult characteristics are analysed each year. Until 1998, the abundance of alosa was linked to very high flow rates that allowed them to overcome obstacles. Since 1998, considerable access to migratory fish generally has been carried out in the Loire basin (lowering dams, improving fish passage, etc.). Therefore, the abundance of alosa is conditional on flow rates variations. The abundance of alosa in the middle part of the Loire has tripled since 1998.

Créé le 2015 2015 en partenariat avec l'Union Européenne, Région de la Loire-Bretagne et la Région Centre-Val de Loire. L'Union européenne dans le bassin de la Loire avec le Fonds Européen de Développement Régional

Logo: PHOTON BETA, AAPPDR - Catherine BOURGEOIS Université de Poitiers



C BOISNEAU
Université de Tours
CITERES IPAPE



Février 2016





ALOSA 2015

SUIVI DES ALOSES EN LOIRE MOYENNE 2015 et

DIFFUSION DES CONNAISSANCES RELATIVES A CE

SUIVI

CONVENTION 2015 - 102970

Catherine Boisneau

Université de Tours, CITERES IPAPE

MAI 2016

Catherine Boisneau, 2015. ALOSA 2015, Suivi des aloses en Loire et diffusion des connaissances relatives à ce suivi. Rapport de l'université de Tours, 48 p + ann.

Cette étude a été réalisée par l'université de Tours, Laboratoire CITERES, équipe IPAPE, 33 Allée F. de Lesseps, 37200 TOURS. Elle a été financée dans le cadre du Plan Loire grandeur Nature III.

Résumé

L'hydrologie de la Loire en 2015 se caractérise par de faibles débits d'étiage qui se sont poursuivis jusqu'au début de l'hiver. Les adultes d'aloses ont rencontré des conditions de circulation favorables à la montaison et ont été échantillonnés à l'aide de deux techniques, les filets barrages et filets dérivants ou fixes du 18 mars au 27 mai. Les CPUE du filet barrage aval et celles de la pêcherie au filet dérivant aval ont fourni des valeurs plus élevées que celles des années précédentes.

100 % des 196 individus échantillonnés pour la biométrie sont des grandes aloses qui présentent un rapport des sexes légèrement en faveur des mâles (1.1 /1). Classiquement, les femelles sont plus lourdes et plus grandes que les mâles. Un âge a été attribué à 95.4% des individus, les mâles sont âgés de 4 et 5 ans contre 4 à 6 ans pour les femelles. Pour les deux sexes, la taille et le poids augmentent avec l'âge.

Les alosons ont été recensés dans les départements d'Indre-et-Loire et du Loiret, du 1/06 au 30/10 par échantillonnage au filet et par ADN environnemental. Ils sont présents dans des habitats de type chenal. Les 89 individus échantillonnés pour la biométrie sont tous des grandes aloses qui possèdent des caractéristiques de taille et de masse indiquant une bonne croissance.

Les fragments d'ADN environnemental ont confirmé la présence des alosons et fournissent une forte proportion d'ADN appartenant à des espèces holobiotiques, 81%. Parmi les espèces amphihalines, le mulot domine très largement.

Des panneaux de diffusion des connaissances, bilingues français-anglais, mobiles, à destination du public riverain et en visite le long de la Loire, contenant des informations groupées en trois thématiques, l'histoire de ce patrimoine de pêche ligérien, les usages actuels tant commerciaux que scientifiques, la valorisation scientifique de cette activité patrimoniale ont été élaborés. Ces panneaux sont labellisés Intelligence des Patrimoines.

Mots clefs : Aloses, migration, âge, ADN environnemental, diffusion des connaissances, Loire

Remerciements

Ce travail est le fruit d'une longue et étroite collaboration entre les Pêcheurs Professionnels du bassin de la Loire pratiquant le filet barrage et l'Université de Tours, qu'ils en soient remerciés.

Que soient également remerciés :

Les cofinanceurs de cette étude, l'Agence de l'eau Loire Bretagne, les fonds FEDER, la région Centre Val de Loire

La DREAL Centre Val de Loire, L. Avaltroni pour Intelligences des Patrimoines, le groupe de travail qui a œuvré sur le panneau de diffusion des connaissances, l'entreprise SPYGEN pour les analyses d'ADN environnemental, les techniciens de l'AAIPPBLB, Mathieu Bodin et Nicolas Bonnet, pour leur assiduité aux mesures biométriques, R. Guillod pour l'aide au prélèvement de l'ADN environnemental et pour le suivi des alosons, M.D. Marignier et ses collègues pour l'aide au montage et suivi administratif du projet.

Table des matières

Résumé.....	2
Remerciements	3
Liste des illustrations.....	5
1. Contexte et objectifs	7
2. Suivi des adultes d'aloses en migration de montaison.....	8
2.1. Localisation des pêcheries d'étude	8
2.2. Caractéristiques des engins de pêche	9
2.3. Données recueillies et traitements	11
2.4. Résultats	13
2.4.1. Conditions hydrologiques.....	13
2.4.2. Calendriers de captures de 2015.....	15
2.4.3. Caractérisation des adultes échantillonnés en 2015.....	18
3. Suivi des juvéniles en migration de dévalaison	21
3.1. Site d'étude	21
3.2. Matériels et méthodes	23
Protocole d'échantillonnage	23
CPUE	25
Mesures biométriques	25
Prélèvement et traitement d'ADN environnemental.....	25
3.3. Résultats	28
3.3.1. Calendrier d'échantillonnage des juvéniles en 2015.....	28
3.3.2. Caractéristiques biométrique des juvéniles en 2015	30
3.3.3. Autres informations issues de l'ADN environnemental	31
4. Diffusion des connaissances	34
4.1. Méthode d'élaboration du panneau de diffusion des connaissances	34
4.2. Résultats	36
5. Discussion - conclusion.....	37
Références bibliographiques	43

Liste des illustrations

Figures

Figure 1 Localisation des pêcheries d'étude en 2015	9
Figure 2 Filet barrage en Loire moyenne (photo M Bodin AAIPPBLB, 2009)	10
Figure 3 Localisation de la zone de prélèvement d'écaillés des géniteurs d'aloise	12
Figure 4 Écaille de grande alose (<i>Alosa alosa</i>) (source : C. Boisneau).....	12
Figure 5 Débits de la Loire à Blois en 2014 et 2015 et moyenne interannuelle, 1996-2014	14
Figure 6 Débits de la Loire à Blois et à Montjean sur Loire du 1 mars au 30 juin (Source Banque hydro)	14
Figure 7 CPUE quotidiennes exprimées en % de la plus forte CPUE au filet-barrage en 2015 (Lots K6 et G8) et débit de la Loire à Montjean (source : Banque Hydro)	16
Figure 8 CPUE quotidiennes exprimée en % de la plus forte CPUE pour le filet maillant en 2015	17
Figure 9 Caractéristiques de taille et de masse des grandes aloses capturées en Loire Moyenne en 2015,.....	19
Figure 10 Longueur à la fourche (LF) et masse (PT) des grandes aloses mâles en 2015. Chaque lettre indique des groupes d'individus statistiquement homogènes	20
Figure 11 Longueur à la fourche (LF) et masse (PT) des grandes aloses femelles en 2015. Chaque lettre indique des groupes d'individus statistiquement homogènes	21
Figure 12 Localisation du site d'échantillonnage des alosons	22
Figure 13 Localisation des trois points de prélèvement d'ADNe sur le site d'Amboise (37)	22
Figure 14 Localisation des trois points de prélèvement d'ADNe sur le site de Tavers (45)	23
Figure 15 Echantillonnage de l'ADN environnemental	27
Figure 16 Calendrier d'échantillonnage des alosons depuis 2010, calendrier julien	29
Figure 17 Débit de la Loire à Blois (source : Banque hydro), température de l'eau et quantités totales d'ADNe	29
Figure 18 Quantité d'ADN environnemental d'aloise sur le site d'Amboise (37) et de Tavers (45 *). RG : Rive gauche, RD : Rive droite, CH : Chenal.	30
Figure 19 Lien entre la taille et la masse des alosons en 2015	31
Figure 20 Evolution de la richesse taxonomique (S) sur le site d'Amboise.....	32
Figure 21 Histogramme cumulé des fréquences d'occurrence des espèces constantes détectées par ADN environnemental.....	32
Figure 22 Espèces comptant pour plus de 1% de la quantité d'ADN e total.....	33
Figure 23 Distribution des poissons migrateurs et des espèces introduites selon les résultats des analyses d'ADNe sur le site d'Amboise (37)	34
Figure 24 Schématisation de la démarche employée pour la production du panneau de diffusion des connaissances. En violet les étapes collectives conduites par le comité de pilotage du projet, en bleu les étapes conduites par l'université de Tours et l'AAIPPBLB.	35
Figure 25 Version finale du panneau de diffusion des connaissances.....	37
Figure 26 Développement d'algues filamenteuses sur les fonds de la Loire à Amboise	38

Tableaux

Tableau 1 Conditions d'attribution ou de non attribution d'un âge chez <i>A. alosa</i>	13
Tableau 2 Dates de pêche au filet-barrage et de captures d'aloses	16
Tableau 3 Dates de pêche au filet-maillant et de captures d'aloses.....	18
Tableau 4 Risque d'erreur (R) d'attribution d'un âge pour les aloses	20
Tableau 5 p value des comparaisons des tailles et masses des aloses pour une même classe d'âge ..	21
Tableau 6 Taxonomie et catégories des guildes de reproduction, d'alimentation, de sensibilité à la vitesse du courant et de sensibilité aux paramètres environnementaux (source : IPR et Keith <i>et al.</i> , 2011).....	27
Tableau 7 Synthèse des échantillonnages aux engins des alosons en 2015	28
Tableau 8 Caractéristiques de taille (LF), masse (PT) et nombre de branchiospines(BR) des alosons .	31
Tableau 9 Espèces piscicoles et leur occurrence sur la station d'Amboise échantillonnées par ADN et sur la station d'Avoine échantillonnée par pêche électrique (source : Boisneau, données non publiées).....	41

Annexes

Annexe 1 : Coordonnées GPS des points d'échantillonnage d'ADN environnemental

Annexe 2 : Protocole de filtration de l'eau pour la collecte d'ADN environnemental

Annexe 3 : Liste des espèces de poissons et agnathes identifiées par ADN environnemental

Annexe 4 : Liste des membres du comité de pilotage

Annexe 5 : Textes des éléments du panneau de diffusion des connaissances

1. Contexte et objectifs

Les plans de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI) et les SDAGE constituent les outils de gestion de ces espèces anadromes et catadromes, fonctionnant à l'échelle des bassins versants. Le nouveau PLAGEPOMI 2014-2019 des bassins de la Loire, de la Sèvre niortaise et des côtiers vendéens, pour les espèces saumon, aloses, lamproies, truite de mer, anguille, mulot porc, flet commun, éperlan et esturgeon européen, a été arrêté le 20 février 2014. Il définit notamment, les mesures utiles à la reproduction, au développement, à la conservation et à la circulation des poissons migrateurs ainsi que les modalités d'estimation des stocks de poissons migrateurs amphihalins dans son orientation C. Le Plan Loire Grandeur Nature 4, avec le Contrat de Projet Interrégional Loire 2014-2020 et le Programme Opérationnel Interrégional Feder Loire 2014-2020, constituent les outils opérationnels et financiers de ces opérations, notamment l'orientation 2 OS3 (Retrouver un fonctionnement plus naturel des milieux aquatiques) qui vise à restaurer les populations de poissons grands migrateurs amphihalins, leurs habitats et leurs migrations.

Les aloses sont des poissons de la famille des Clupeidae. De par son état de migrateur amphihalin, la grande alose (*A. alosa*) est considérée comme un indicateur du fonctionnement longitudinal d'un bassin versant. En effet, bien que remontant un peu moins en amont que le saumon atlantique (*Salmo salar* L.), elle se distribue sur un plus grand nombre de tributaires. Après un séjour de 3 à 7 ans en mer, les adultes remontent sur les parties hautes de bassin versant pour se reproduire. Sur le bassin de la Loire, les principaux habitats de reproduction se localisent en amont des barrages de Vichy sur l'Allier, Decize sur la Loire, Descartes sur la Creuse et Châtelleraut sur la Vienne. La durée d'incubation des œufs est rapide, 88°J, les juvéniles ne séjournent que quelques jours sur le site de reproduction puis entament, durant l'été, leur migration vers la mer.

C'est dans ce contexte, écologique et réglementaire, que des opérations d'acquisition de connaissances et de suivi in situ des populations d'aloses sont financées depuis le début du Plan Loire Grandeur Nature. Ces opérations, principalement menées par deux opérateurs, Logrami (Loire Grands Migrateurs) et l'AAIPPBLB (Association Agréée Interdépartementale des Pêcheurs Professionnels du Bassin de la Loire et des cours d'eau Bretons), en collaboration avec l'université de Tours, répondent à la mesure 79 du Plagepomi, « assurer un suivi spécifique de l'alose au vu de la baisse des effectifs pour proposer des mesures de gestion adaptées ». Différentes phases au cours de leur cycle de vie dulçaquicole sont appréhendées, celles de la migration de montaison des géniteurs via les suivis sur parcours libres et de la dévalaison des juvéniles l'université de Tours et l'AAIPPBLB

et, celles de la migration de montaison des géniteurs au niveau de stations de contrôles et de la reproduction par LOGRAMI.

Les objectifs de ce travail sont :

1) **d'assurer la pérennité du suivi des aloses en Loire moyenne**, débuté en 1984, à savoir obtenir, pour la phase adulte, des indications sur la population migrante d'aloses (espèce, taille, poids, sexe, âge, calendrier de migration) en parcours libre d'obstacle et pour les juvéniles, d'acquérir des données sur la période de dévalaison en couplant le suivi par échantillonnage par pêche avec un échantillonnage par ADN environnemental.

2) de proposer **une diffusion des connaissances** à destination du public riverain et en visite le long de la Loire avec l'implantation de panneaux d'information au droit des pêcheries échantillonnant avec un filet barrage. Ces panneaux contiendront des informations relatives aux aloses, au patrimoine de pêche ligérien et à l'usage scientifique de ce patrimoine, dans l'esprit de l'orientation OS2 de l'axe 2 du Plan Loire Grandeur Nature 4 (Faire connaître le patrimoine lié à la Loire).

2. Suivi des adultes d'aloses en migration de montaison

2.1. Localisation des pêcheries d'étude

En 2015, les captures printanières des géniteurs d'aloses sont suivies sur quatre pêcheries réparties entre La Ménitrie (Maine et Loire) et Meung-sur-Loire (Loiret, Figure 1). Le premier filet-barrage est localisé à l'aval, sur les lots K6 et K7, entre les communes de Saint-Mathurin-sur-Loire et La Ménitrie. Le second est situé sur le lot G8 à Muides-sur-Loire (Loir et Cher). Ils sont distants d'environ 150 km.

En fonction des régimes hydrologiques et des contraintes d'exploitation du filet-barrage (hydrologie, dérives de végétaux aquatiques), la pêcherie de Muides-sur-Loire a également utilisé le filet maillant fixe ou dérivant. Les captures au filet maillant sont également suivies sur les sites d'Amboise (Indre-et-Loire) et Meung-sur-Loire (Loiret).

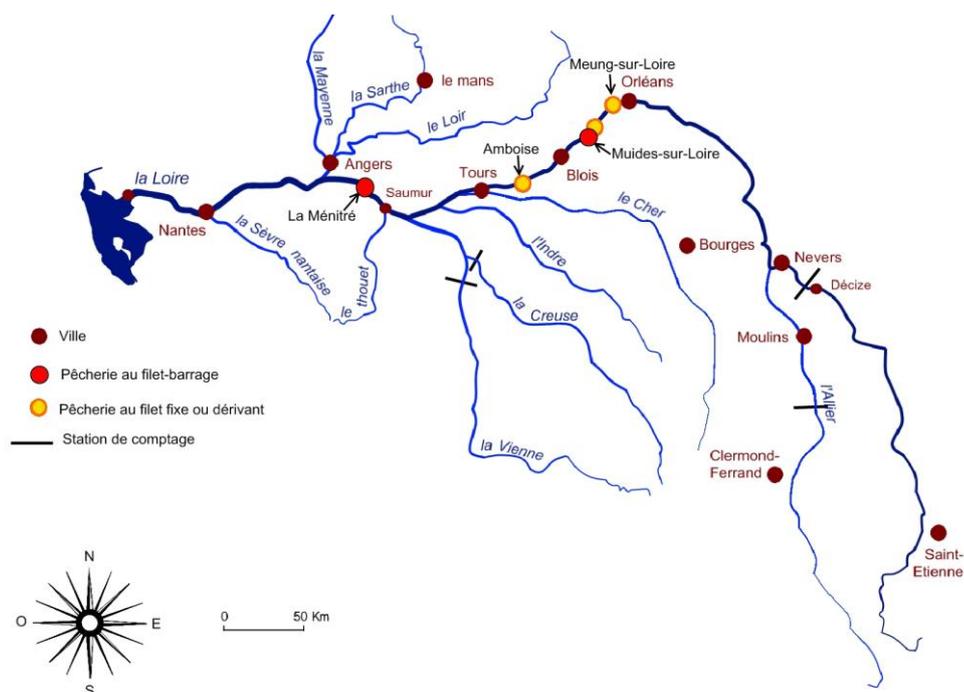


Figure 1 Localisation des pêcheries d'étude en 2015

2.2. Caractéristiques des engins de pêche

Le filet-barrage

Le filet-barrage est composé d'un long filet (ou nappe de 2 à 2,5m de haut pour 100m de long) disposé transversalement au courant (Figure 2). Cette structure est composée de puissants pieux métalliques, appelés pieux d'alignement, ancrés à l'aide de pieux de fond. De longues perches en bois, nommées fourchettes, servent à tendre le filet, ainsi la ralingue basse du filet est maintenue au fond par l'encoche située à la base des fourchettes et le verdon (cordage situé hors d'eau sur la fourchette) sert à attacher la ralingue haute du filet. La nappe du filet est ainsi tendue. **Ce filet ne capture pas de poissons, mais créé un obstacle sensoriel que les aloses cherchent à contourner.** Le long du filet-barrage, à son aval immédiat, est installée une toue cabanée munie d'un carrelet. La toue est amarrée à deux pieux d'alignement et stabilisée à l'aide de 4 pieux de chevrage. Le carrelet de maille de 40 à 50mm est situé à l'avant ou sur le côté de la toue. De nombreux fils fins appelés sonnettes sont reliés au carrelet. Ces fils transmettent les touches aux pêcheurs par le biais d'une cordelette. Le pêcheur libère alors un contre poids qui permet un relevage rapide du carrelet.

Le filet-barrage est un système fixe, passif qui, lorsqu'il est utilisé en continu, permet de suivre les déplacements des poissons en montaison. Il est déclenché de la même manière par des poissons de grande taille comme les aloses ou les mulets et par des individus de petite taille comme les ablettes. Néanmoins, les poissons de longueur inférieure à 20 cm passent au travers des mailles du carrelet, les autres sont retenus et peuvent être capturés ou remis à l'eau. Cette technique présente également l'avantage de ne pas sélectionner les aloses par la taille.



Figure 2 Filet barrage en Loire moyenne (photo M Bodin AAIPPBLB, 2009)

Le tramail ou filet emmêlant

Un tramail ou filet emmêlant est constitué de trois nappes de filets, d'une ralingue flottante et d'une ralingue plombée. Les deux nappes externes sont de mailles très importantes (200 mm à 500 mm). Au centre, la flue, plus haute, est caractérisée par un maillage plus faible (10 mm à 135 mm). Les filets emmêlant sont utilisés soit en dérivant soit posés. Pour employer le filet dérivant, le pêcheur doit au préalable contrôler minutieusement l'absence de croches sur le secteur de dérive. Cette action nécessite du temps et les zones sans accroches restent rares. Leur positionnement, lorsqu'ils sont fixes, doit tenir compte des débris véhiculés par les eaux. Les filets sont généralement placés dans des zones abritées.

Les filets emmêlant dérivants ou fixes sélectionnent les espèces en fonction de leurs lieux et heures d'utilisation. La taille des mailles de la flue sélectionne également la taille des individus capturés. Pour la capture des aloses, des mailles de taille 55 et 65 mm sont utilisées. Cette taille sélectionne les gros individus. Les caractéristiques biométriques des aloses capturées au filet emmêlant ne reflètent donc pas les caractéristiques des géniteurs migrant comme le font les captures au filet barrage. De

plus, les captures au filet emmêlant sous-estimeront voire occulteront les aloses feintes et les hybrides.

2.3. Données recueillies et traitements

Quel que soit le mode de capture des aloses, chaque pêcheur note au quotidien la présence ou l'absence d'actions de pêche, leur durée ainsi que le nombre de poissons capturés. Le nombre de captures peut ainsi être rapporté à une unité commune d'effort de pêche, la Capture Par Unité d'Effort (CPUE) exprimée ici en nombre d'aloses capturées par heure de travail effectif :

$$CPUE = \frac{\text{Nb. aloses pêchées}}{\text{Nb. heures de pêche}}$$

Les mesures biométriques ne sont pratiquées que sur les individus faisant l'objet d'un échantillonnage particulier. Les poissons sont identifiés à l'espèce, sexés, pesés ($\pm 10g$), et mesurés depuis l'extrémité de la tête jusqu'à l'échancrure de la nageoire caudale, longueur à la fourche (mm). L'identification spécifique se fait à partir du comptage des branchiospines (Br) sur le premier arc branchial gauche.

Si **Br > 84**, alors grande alose (*Alosa alosa*), notée **ALA**

Si **Br < 60**, alors alose feinte (*Alosa fallax*), notée **ALF**

Si **60 < Br < 84**, alors alose hybride, notée **ALH**

Le coefficient de condition (K) est un rapport entre la longueur et la masse d'un individu. C'est un indicateur de l'état d'embonpoint d'un individu. Son calcul est le suivant :

$$K = \frac{100 \cdot \text{Masse} \text{ en gramme}}{(\text{Longueur Fourche} / 10)^3 \text{ en millimètre}}$$

Le prélèvement d'écaillés (15 environ) s'effectue après avoir enlevé le mucus sur la zone de prélèvement, en arrière de la nageoire dorsale et au-dessus de la ligne latérale (Figure 3). Cette zone commune aux deux espèces, est considérée comme optimale pour la lecture d'écaillés (cette zone de

prélèvement des écailles est plus vaste chez l'aloise feinte). Les écailles sont ensuite déposées dans une enveloppe individuelle contenant les caractéristiques de taille, de masse, de sexe et le site de capture.

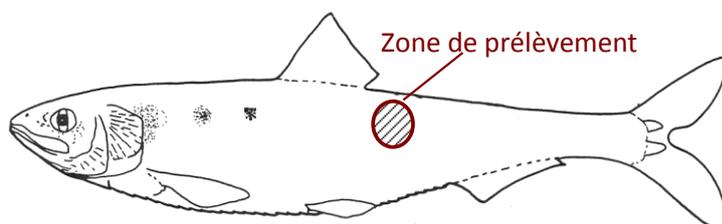


Figure 3 Localisation de la zone de prélèvement d'écailles des géniteurs d'aloise

L'attribution de l'âge est faite au moyen d'un lecteur de microfiches avec un grossissement de 30 fois. Six écailles sont déposées sur une lame et observées. Les marques d'arrêt de croissance, de reproduction sont recherchées sur chacune des six écailles en veillant à ce que chacune des structures apparaissent dans chacun des champs de l'écaille ([Figure 4](#)) (Menesson-Boisneau et Baglinière, 1992 ; Baglinière *et al.*, 2000). Si un individu ne peut recevoir d'âge à la première lecture, il sera repris lors d'une deuxième séance en utilisant un second lot de 6 écailles. Lors de cette deuxième séance, il n'est pas toujours possible d'attribuer un âge à partir des écailles. Trois cas se présentent alors ([Tableau 1](#)).

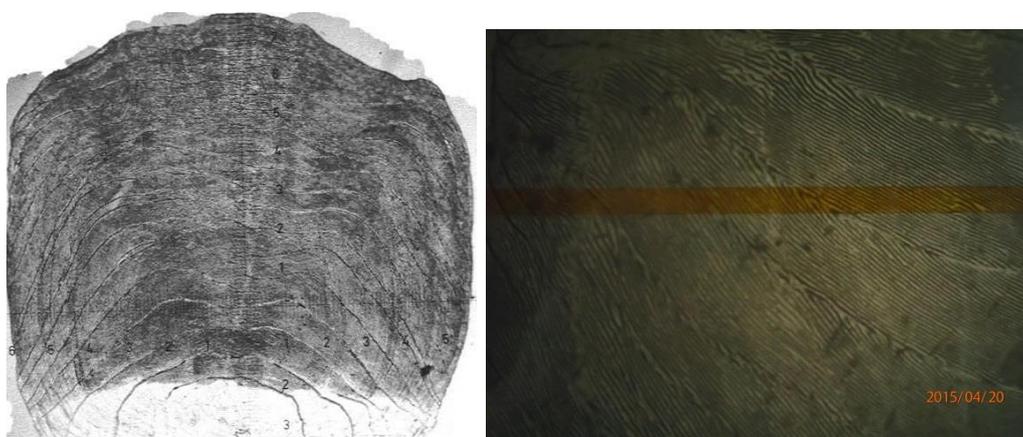


Figure 4 Écaille de grande alose (*Alosa alosa*) (source : C. Boisneau)

Tableau 1 Conditions d'attribution ou de non attribution d'un âge chez *A. alosa*

Etat de l'attribution	Condition	Attribution de l'âge
Ecailles entièrement régénérées	-	NON
Hésitation entre 2 classes d'âge	L'individu appartient à une classe de taille pour laquelle la probabilité d'appartenir à une classe d'âge est >0.9	OUI
Hésitation entre 2 classes d'âge	L'individu appartient à une classe de taille pour laquelle la probabilité d'appartenir à une classe d'âge est <0.9	NON

Le risque d'erreur d'attribution d'un âge, pour une classe d'âge, est R le rapport du nombre d'individu affecté à une classe d'âge après la seconde lecture sur le nombre d'individu affecté à cette classe d'âge.

La normalité des données a été vérifiée avec le test de Shapiro-Wilk. Lorsque celles-ci ne suivent pas une loi normale, des tests non paramétriques ont été employés ainsi que la corrélation de Spearman dans l'estimation de relations. Dans le cas contraire des tests paramétriques de comparaison de variances, moyennes ont été utilisés. Tous les traitements statistiques ont été réalisés avec le logiciel XLstat.

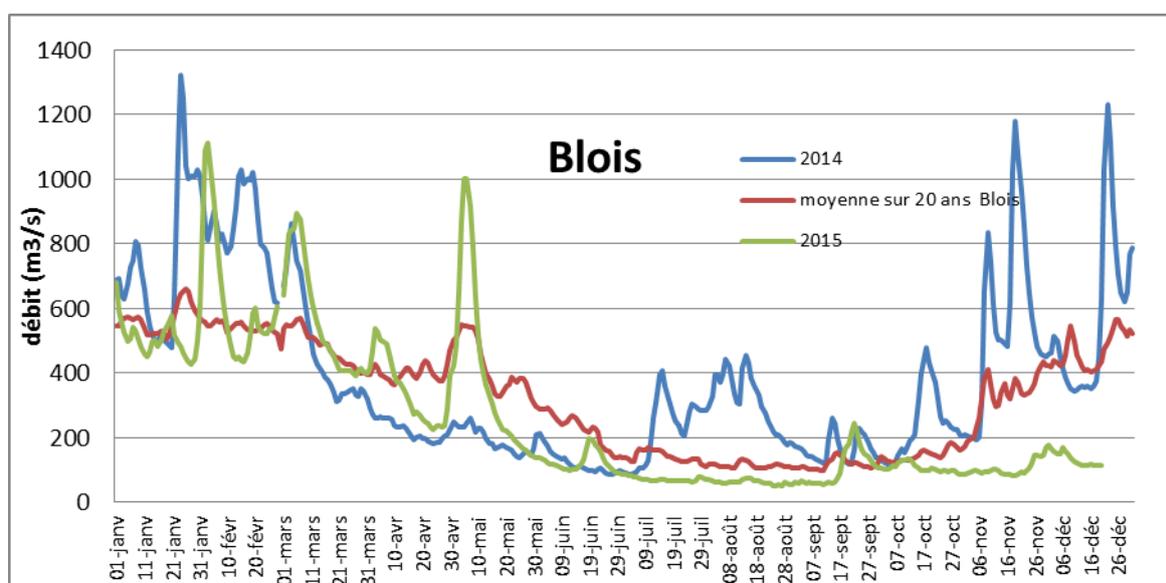
2.4. Résultats

2.4.1. Conditions hydrologiques

L'année 2015 contraste très fortement avec l'année 2014 par ses faibles et surtout très longues basses eaux automnales. Elle se caractérise par deux grands types de périodes (Figure 5 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Du 1 janvier à la mi-mai, une phase de hautes eaux hivernale et printanière où 3 pics de crues dépassent les 800 m³/s à Blois, suivie d'une période de décroissance et de stabilisation des débits où la courbe de l'année 2015 passe en dessous de celle de la moyenne interannuelle, 1996-2014. Les valeurs d'étiage sont atteintes précocement à la fin juin. L'étiage de

ALOSA SUIVI DES ALOSES EN LOIRE MOYENNE 2015

l'année 2015 se caractérise par sa très grande durée, jusqu'à la fin de l'année civile. Les débits printaniers observés aux stations de Blois et de Montjean-sur-Loire sont inférieurs à la moyenne interannuelle calculée depuis 1900, à l'exception des débits du début des mois de mars et mai (Figure 6). L'arrivée de la crue lors de la première semaine de mai a contraint le pêcheur du filet-barrage aval (La Ménitré) de mettre un terme à sa saison de pêche.



**Figure 5 Débits de la Loire à Blois en 2014 et 2015 et moyenne interannuelle, 1996-2014
(Source : Banque Hydro)**

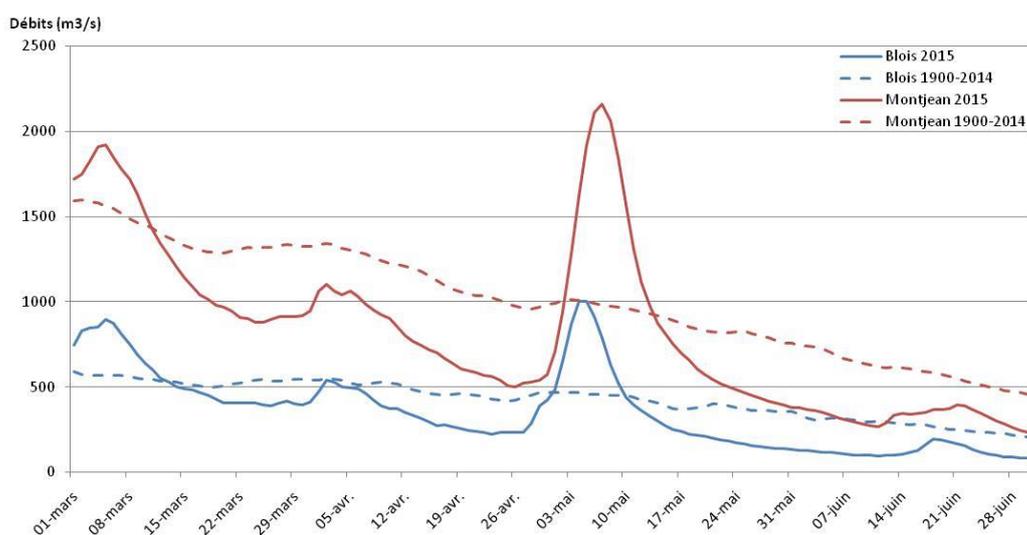


Figure 6 Débits de la Loire à Blois et à Montjean sur Loire du 1 mars au 30 juin (Source Banque hydro)

Les témoignages des pêcheurs professionnels associés à cette étude mettent à nouveau en avant les difficiles conditions de pêche avec les techniques du filet-barrage et du filet dérivant en raison d'importantes dérives de végétaux aquatiques (renoncules, algues vertes filamenteuses...), ces dernières survenant plus tôt en 2015. Il apparaît également que cette « marée verte » ait été plus largement distribuée vers l'aval que les années précédentes. Les faibles débits printaniers engendrant de moindres hauteurs d'eau sont susceptibles d'en être la cause.

2.4.2. Calendriers de captures de 2015

Les échantillonnages au filet barrage ont démarré les 23 mars et 13 avril (Tableau 2). Les faibles débits ayant concentré les flux d'eau dans le chenal principal qui doit rester libre afin de ne pas gêner la navigation sur la Loire (pas d'engin de pêche) et les forts débits lors des crues (utilisation impossible du filet-barrage quand la hauteur d'eau utile, définie par la hauteur de la nappe, est supérieure à 2-3m) ont conduit soit à des arrêts temporaires soit à des déplacements de l'engin afin de s'adapter au mieux aux différentes conditions hydrologiques. Ainsi, le filet-barrage aval a été déplacé à 8 reprises tout au long de la campagne de pêche. Étant donnée la distance qui sépare les deux filets-barrages, les dates de première capture d'aloses sont naturellement décalées ; le 30 mars sur le lot K6 et le 13 avril sur le G8 (Tableau 2). La crue survenue la première quinzaine de mai a interrompu l'activité des deux pêcheries (Figure 7). La date de dernière capture d'alose est le 21 mai. La pêcherie amont n'a pu prolonger l'effort de pêche au-delà du 23 mai en raison des nombreuses dérives de végétaux aquatiques.

Les captures sur le site du filet-barrage aval (Lot K6) présentent de meilleurs résultats, tant en termes de CPUE (CPUE moyenne de 2,83) que de captures totales qu'en 2014. Sur les deux sites, la proportion de jours avec CPUE nulle est identique (Tableau 2).

Tableau 2 Dates de pêche au filet-barrage et de captures d'aloses

Alose 2015 – CPUE filet-barrage		Lot K6	Lot G8
Effort de pêche	Date de début de pêche	23 mars	13 avril
	Date de première capture d'aloses	30 mars	13 avril
	Date de dernière capture d'aloses	21 mai	21 mai
	Date de fin de pêche	26 mai	23 mai
	Nombre de jours de pêche	24	14
	Nombre de jours avec CPUE nulle	10 (soit 42%)	6 (soit 43%)
CPUE	CPUE moyenne	2,83	0,82
	CPUE maximum	12,27	4,00
	Date de CPUE max	14 avril	16 avril

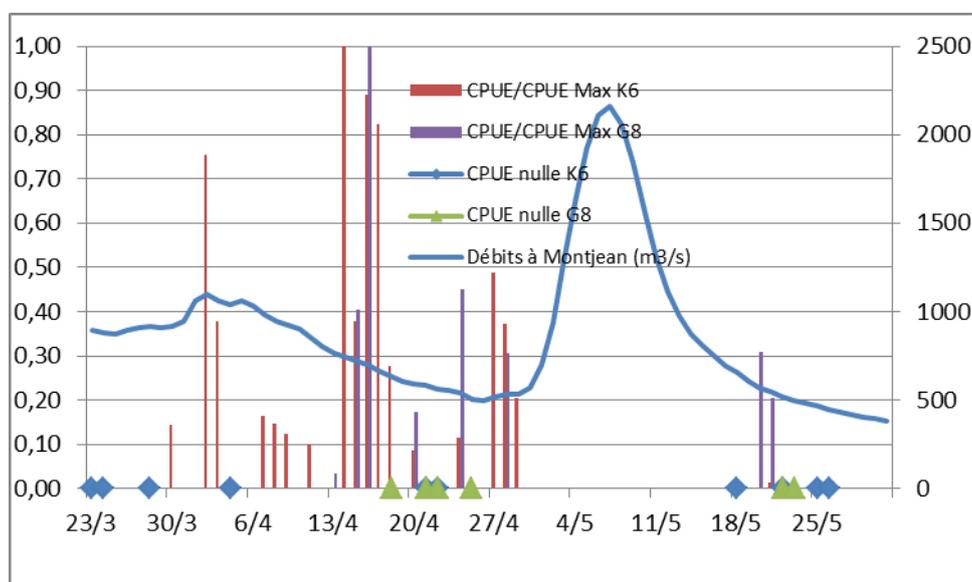


Figure 7 CPUE quotidiennes exprimées en % de la plus forte CPUE au filet-barrage en 2015 (Lots K6 et G8) et débit de la Loire à Montjean (source : Banque Hydro)

Les échantillonnages au filet maillant ont démarré entre le 18 mars et le 3 avril, soit légèrement plus tôt qu'au filet barrage (Tableau 3). Les mailles utilisées s'échelonnent entre 50 et 65mm et ont naturellement une incidence sur les gammes de taille et de poids des poissons capturés.

Les pics de capture interviennent sur les trois sites autour du 20 avril (

ALOSA SUIVI DES ALOSES EN LOIRE MOYENNE 2015

Figure 8) ce qui laisse supposer une remontée importante de géniteurs à cette période, les sites étant distants d'environ 70km et avec des efforts de pêche relativement constants.

Les CPUE du lot G3 présentent les valeurs moyenne et maximale les plus faibles. Cela s'explique par l'utilisation du filet maillant fixe (tendu le soir puis relevé le lendemain matin). Pour des captures similaires au dérivant, la CPUE est cependant plus faible. La pêcherie du Lot H2 présente les meilleures valeurs de CPUE (moyenne et maximale) alors que 25% des efforts de pêche ont conduit à une absence de capture.

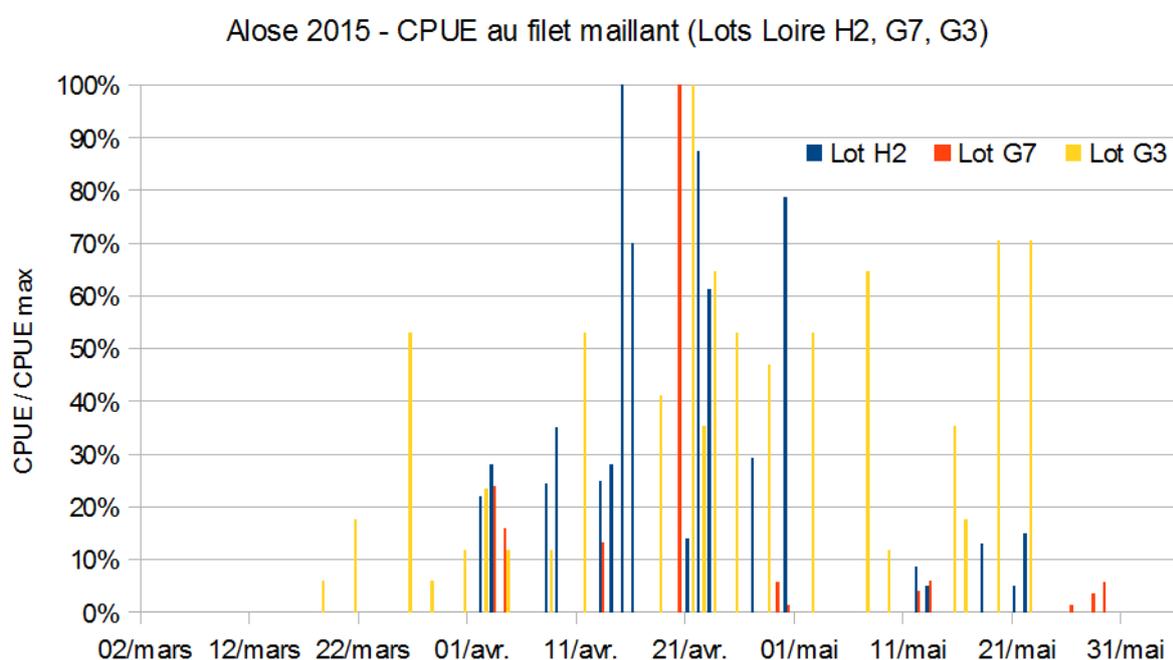


Figure 8 CPUE quotidiennes exprimée en % de la plus forte CPUE pour le filet maillant en 2015

Tableau 3 Dates de pêche au filet-maillant et de captures d'aloses

Alose 2015 – CPUE filet maillant		Lot H2	Lot G7	Lot G3
Engin de pêche	F (fixe) et/ou D (dérivant)	D	F et D	F
	Maille en mm	50; 60; 65	60	55; 60
Effort de pêche	Date de début de pêche	20 mars	3 avril	18 mars
	Date de première capture d'aloses	2 avril	3 avril	18 mars
	Date de dernière capture d'aloses	22 mai	5 juin	22 mai
	Date de fin de pêche	27 mai	5 juin	22 mai
	Nombre de jours de pêche	24	12	23
	Nombre de jours avec CPUE nulle	6 (25%)	0	0
CPUE	CPUE moyenne	9,28	4,53	0,55
	CPUE maximum	34,29	30,00	1,42
	Date de CPUE max	15 avril	20 avril	21 avril

2.4.3. Caractérisation des adultes échantillonnés en 2015

Les caractéristiques des adultes proviennent d'un jeu de données recueillis sur la pêcherie au filet barrage dans le Maine et Loire, 61 individus, du 30 mars au 28 avril et d'un jeu recueilli à partir de filet dérivant dans l'Indre-et-Loire, 135 individus, du 2 avril au 22 mai. Seuls des individus de grande alose ont été échantillonnés.

Caractérisation des grandes aloses

Le rapport des sexes sera celui observé à partir des captures au filet barrage puisque cette technique ne sélectionne pas les poissons par la taille. Les mâles sont légèrement dominants avec un rapport de 1.1 mâles pour une femelle.

Toutes techniques confondues, comme observé classiquement chez les aloses, les femelles sont plus lourdes et plus grandes que les mâles (n= 196, test t, taille : $t = -11.59$, $p < 0,0001$; masse : $t = -11.91$, $p < 0,0001$) (Figure 9). Le coefficient de condition (K) est différent entre les deux sexes avec une valeur légèrement supérieure pour les femelles 1.38 pour 1.32 pour les mâles ($t = 1.97$, $n = 196$, $p = 0,021$).

ALOSA SUIVI DES ALOSES EN LOIRE MOYENNE 2015

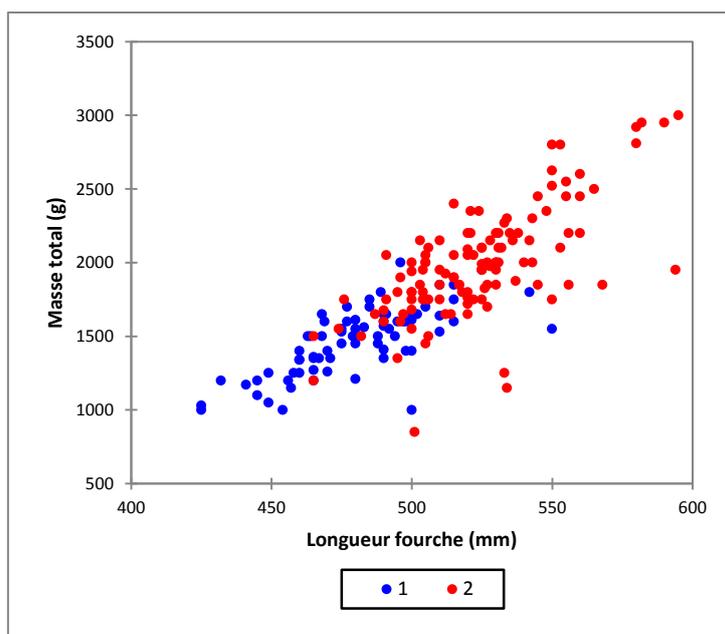


Figure 9 Caractéristiques de taille et de masse des grandes aloses capturées en Loire Moyenne en 2015, 1 : mâles, 2 : femelles

La comparaison des tailles moyennes entre les deux techniques, filet dérivant à mailles de 65 mm et filet barrage, montre que le filet dérivant sélectionne les mâles, ceux-ci sont plus petits, 466 mm pour le filet dérivant contre 503 mm pour le filet barrage ($n= 73$, test t, $t = -9.06$, $p < 0,0001$). Par contre les femelles possèdent des tailles statistiquement identiques, 522 mm pour le filet dérivant et 529 mm pour le filet barrage ($n= 123$, test t, $t = 2.03$, $p=0.312$).

Attribution de l'âge

L'attribution de l'âge a été réalisée sur l'ensemble des poissons soit 196. L'âge n'a pu être attribué à 5 mâles, soit 6.4 %, et 4 femelles, soit 3.3 %. La cause majeure est la régénération des écailles, 3 individus sur 5 chez les mâles et 3 sur 4 chez les femelles. Le risque d'erreur d'attribution d'un âge est identique pour les classes 4 et 5 ans chez les mâles et plus variable chez les femelles (Tableau 4).

Tableau 4 Risque d'erreur (R) d'attribution d'un âge pour les aloses en 2015

AGE	Mâles		Femelles	
	N	R	N	R
3	0	-	0	-
4	46	0,07	11	0,09
5	27	0,07	98	0,02
6	0	-	10	0,10
7	0	-	0	-
Total	73		119	

Caractéristiques biométriques des individus de grande alose

Pour la suite du travail, les individus pour lesquels il n'a pas été possible d'attribuer un âge ont été écartés. Classiquement, quel que soit le sexe, la taille et le poids augmentent avec l'âge de manière significative (Figure 10, Figure 11). Les mâles sont plus courts et moins lourds que les femelles uniquement pour la classe d'âge 5 ans (tests de Mann-Whitney, Tableau 5).

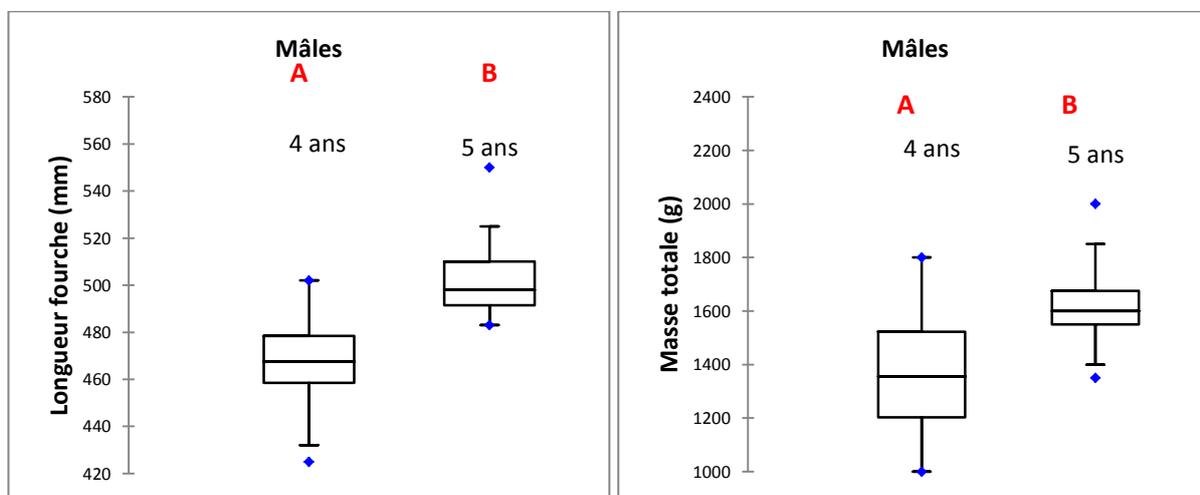


Figure 10 Longueur à la fourche (LF) et masse (PT) des grandes aloses mâles en 2015. Chaque lettre indique des groupes d'individus statistiquement homogènes

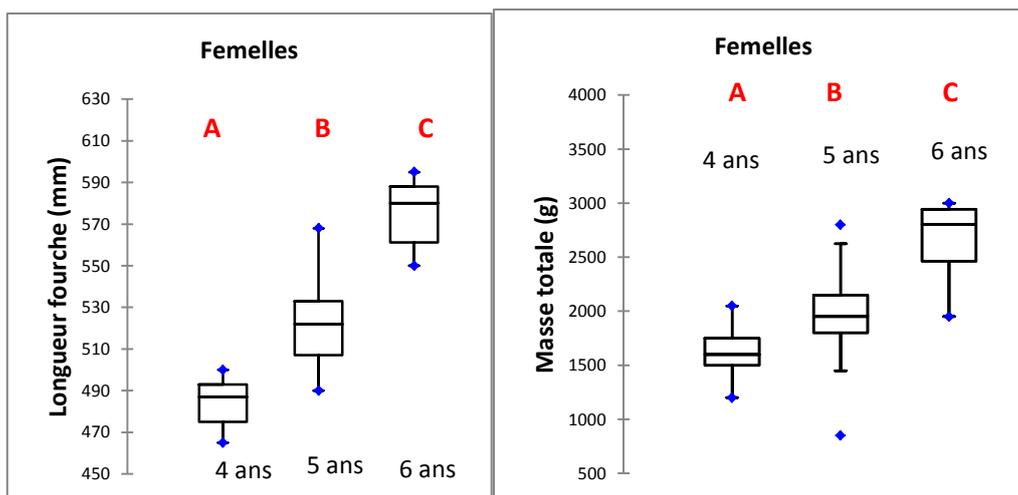


Figure 11 Longueur à la fourche (LF) et masse (PT) des grandes aloses femelles en 2015. Chaque lettre indique des groupes d'individus statistiquement homogènes

Tableau 5 p value des comparaisons des tailles et masses des aloses pour une même classe d'âge

Longueur fourche		
Femelles Mâles	4 ans	5 ans
4 ans	0,516	
5ans		< 0,0001

Masse totale		
Femelles Mâles	4 ans	5 ans
4 ans	0,078	
5ans		< 0,0001

3. Suivi des juvéniles en migration de dévalaison

3.1. Site d'étude

Les sites d'étude du suivi de la dévalaison des alosons sont situés sur la Loire dans les départements d'Indre et Loire et du Loiret (Figure 12Figure 12). Les prélèvements d'ADNe ont été conduits sur le site d'Amboise (37) et sur le site de Tavers (45) (Figure 13, Figure 14, annexe 1).

ALOSA SUIVI DES ALOSES EN LOIRE MOYENNE 2015

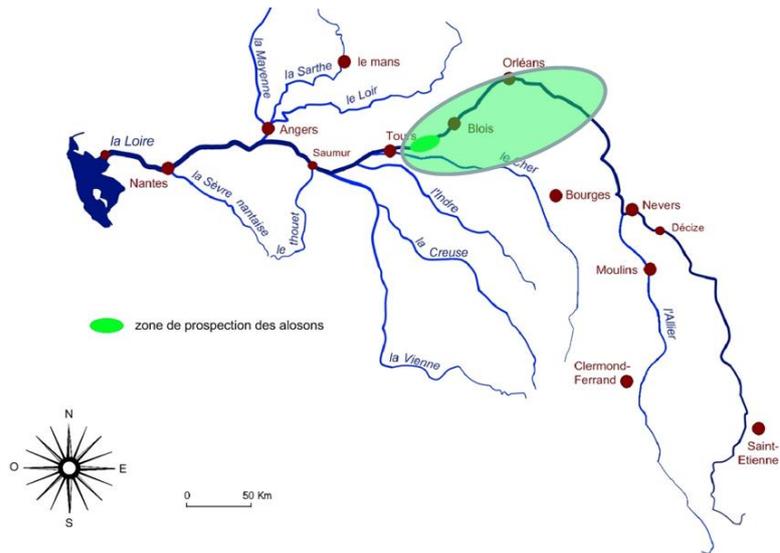


Figure 12 Localisation du site d'échantillonnage des alosons



Figure 13 Localisation des trois points de prélèvement d'ADNe sur le site d'Amboise (37)



Figure 14 Localisation des trois points de prélèvement d'ADNe sur le site de Tavers (45)

3.2. Matériels et méthodes

Protocole d'échantillonnage

L'étude de la phase juvénile, complémentaire au suivi des géniteurs d'alse, est réalisée pendant la saison de pêche de la friture (ablette, goujon, spirin, gardons essentiellement). Cette pêche débute dès le mois de juin. Les alosons, lors de leur migration d'avalaison, sont actifs et se nourrissent. Ils ont des comportements tels qu'ils sont souvent retrouvés, en début de soirée, en compagnie des ablettes, goujons, spirins et gardons, poissons formant le cortège typique en Loire de la friture. Aussi le protocole d'échantillonnage, contenant trois niveaux d'intervention, s'appuie-t-il sur ces observations.

Niveau 1

Ce niveau constitue celui des opérations de repérage.

Des pêches à la senne de plage sont réalisées plusieurs fois par semaine, en fin de journée, sur des sites où la hauteur d'eau n'excède pas 1,30m, et où la vitesse de courant et la granularité du substrat permettent le passage de cet engin.

La senne de plage est un filet non maillant constitué d'une seule nappe de maille 10mm, de longueur 50m, de hauteur 2m, équipé d'une poche centrale où se concentrent les poissons. Le filet est lesté en bas et dispose d'une ralingue flottante en haut. Sa hauteur doit être égale à deux ou trois fois la hauteur d'eau. Cette pêche s'effectue à pied avec deux opérateurs, l'un sur la berge, le second parcourant à pied le coup de pêche pour encercler les poissons et les ramener au bord. La senne permet de prospecter rapidement d'importantes surfaces dans des hauts-fonds où la hauteur d'eau ne dépasse pas 1,30m, entre la berge et le chenal. Il est nécessaire que les fonds soient propres, accessibles et sans végétation.

Deux à quatre passages sont réalisés au cours d'une même soirée sur des habitats différents par au moins l'un des trois paramètres, hauteur d'eau, vitesse du courant et granularité du substrat. Les poissons capturés sont identifiés et ne sont conservés que les individus nécessaires à la constitution d'un échantillon de taille suffisante pour les traitements statistiques, si, lors d'une soirée, le nombre d'alosons capturés est supérieur à 30 individus, la deuxième phase du protocole d'échantillonnage s'applique.

☞ Les sujets pêchés avec cet outil restent généralement vivants. Les alosons vivants sont alors comptabilisés et **remis à l'eau le plus rapidement possible** avec un minimum de manipulation.

Niveau 2

Au plus tard dans les 24 heures qui suivent ces captures, des pêches destinées à définir plus précisément les habitats fréquentés par les alosons et leurs rythmes de fréquentation seront conduites sur le site même et sur des habitats qui le jouxtent. Celles-ci s'effectueront sur une durée de 24 heures. En fonction des caractéristiques hydromorphologiques des habitats, les engins utilisés seront choisis parmi la senne de plage, les araignées fixes ou dérivantes ou l'épervier. Les individus capturés seront conservés à des fins de biométrie et d'analyse du régime alimentaire. Si, dans un des habitats échantillonnés, le nombre de captures est supérieur à 30 individus, la troisième phase du protocole est appliquée.

Niveau 3

Ce dernier niveau consiste à réaliser les mesures nécessaires à l'établissement de cartes caractérisant les habitats. Les mesures porteront sur la hauteur d'eau, la vitesse du courant, la granularité du substrat, la présence ou non de végétaux ou de matière organique. Des filets Surber pourront être employés pour la collecte d'invertébrés.

CPUE

En 2015, trois techniques d'échantillonnage par engins ont été utilisées : la senne de plage, le filet dérivant fixe et le filet posé. Ces trois engins fonctionnant de manière différente, une unité commune d'effort de pêche a été calculée, le nombre de capture d'alosons par heure de pêche avec les modalités suivantes :

- Senne de plage : durée de passage : 5 mn, $CPUE = NP/(NE*5/60)$
- Filet fixe : durée de pêche : 12h, $CPUE = NP/(NE/12)$
- Filet dérivant : durée de pêche : 5 mn, $CPUE = NP/(NE*5/60)$

avec NP le nombre de poissons et NE le nombre de fois où l'engin a été utilisé.

Mesures biométriques

Les alosons conservés sont pesés ($\pm 0,1g$), mesurés (longueur fourche $\pm 1mm$). Le nombre de branchiospines sur le premier arc branchial gauche est compté afin de définir l'appartenance spécifique. Le coefficient de condition (cf. définition au 2.3), indiquant l'état physique du poisson (gros, maigre ...), est alors calculé.

Prélèvement et traitement d'ADN environnemental

Cet ADN est composé d'ADN nucléaire ou mitochondrial libérés dans le milieu naturel par les individus sous forme de gamètes, mucus, fèces Il peut être détecté sous forme extracellulaire ou cellulaire et être extrait d'échantillons environnementaux tels que le sol, l'air ou l'eau sans avoir besoin de récupérer des individus de l'espèce ciblée. En milieu aquatique, l'ADNe est dilué et

distribué dans le milieu par le courant. La durée de vie est de 2 à 9 jours selon les conditions environnementales telles que le pH, les UVB, la température et les endo et exonucléases qui le dégradent (Dejean et al. 2011).

Une approche multi spécifique a été conduite (Metabarcoding ADNe). Le protocole appliqué est celui mis au point par SPYGEN (Annexe 2). Trois prélèvements d'eau, ont été réalisés, localisés en rive gauche, rive droite et dans le chenal principal. Dans le cas où celui-ci passe sur une des deux rives, le chenal secondaire le plus important sera échantillonné. L'eau est filtrée, pendant 30 mn en utilisant un kit d'échantillonnage fourni par SPYGEN (Figure 15). Les filtres sont conditionnés selon le protocole fourni. Les échantillons sont ensuite envoyés au laboratoire pour analyse en utilisant des amorces universelles pour les poissons. Le retour se fait sous la forme d'un tableau contenant, pour chaque point d'échantillonnage, une liste d'espèces par échantillon avec le nombre de séquences ADN associées.

Les prélèvements ont été conduits sur le site d'Amboise, les 8, 16 et 30 juillet, 6 et 20 août et les 2 et 16 septembre. Un prélèvement additionnel a été réalisé le 11 septembre dans le Loiret afin de confronter les résultats avec ceux de la pêche ayant échantillonné des alosons.

Les résultats sont fournis pour un même site en trois points. Des analyses suivant une dimension temporelle ont été conduites pour les alosons. Dans une analyse globale complémentaire, la fréquence d'occurrence des espèces sur l'ensemble de la période permet de les classer comme constante quand l'occurrence est supérieure à 0.5, accessoire quand l'occurrence est comprise entre 0,25 et 0.5 et accidentelle quand l'occurrence est inférieure à 0.25.

Une approche par les cycles de vie, amphihalins versus holobiotiques et pour ces derniers, espèces introduites versus natives selon les statuts fournis par Keith *et al.* (2011) (Tableau 6) est présentée.

3.3. Résultats

3.3.1. Calendrier d'échantillonnage des juvéniles en 2015

Les juvéniles d'aloses ont été échantillonnés du 1 juin au 31 octobre. Durant cette période, les débits ont présenté de faibles valeurs et ont subi peu de variations à l'exception d'un petit pic en juin et d'un autre en octobre (Figure 5). Les repérages préliminaires ont permis d'identifier des sites avec présence d'alosons dans les départements du Loiret où seul le niveau 1 du protocole a été suivi. En effet, malgré un échantillonnage de 54 coups de senne pour la pêche d'Indre-et-Loire (H3 à H7) aucun juvénile n'a été échantillonné avec cette technique sur ce site (Tableau 7). Sur les lots F13 à G6, dans le Loiret, trois types d'engins ont été utilisés pour la pêche. 14 coups de senne, répartis sur 7 jours, n'ont permis d'observer qu'un aloson. Malgré 372 heures de pêche au filet fixe réparties sur 31 jours, seulement 16 alosons ont été observés. Pour le seul mode de pêche d'échantillonnage effectué dans le chenal, les résultats au dérivant sont nettement supérieurs aux autres modes de pêche. Avec seulement 7 heures d'échantillonnage, 244 alosons ont été observés. Les dates de présence en 2015 sont plus tardives qu'en 2014 mais restent dans les mêmes gammes de dates que les années précédentes (Figure 16).

Tableau 7 Synthèse des échantillonnages aux engins des alosons en 2015

F (fixe) ; D (dérivant) ; S (senne)	Lots F13 à G6			Lots H3 à H7
	F	D	S	S
Maille en mm (pour F et D)	10	10	-	-
Date de début de pêche	01 juin	10 juin	25 juin	29 juin
Date de fin de pêche	30 octobre	08 septembre	08 août	15 septembre
Nombre de jours de pêche	31	15	7	21
Nombre d'heures de pêche	372	7	1,2	4,5
Nombre de coups de pêche	-	84	14	54
Date de première observation d'aloson	28 juillet	10 août	17 juillet	-
Date de dernière observation d'aloson	23 septembre	08 septembre	17 juillet	-
Nombre de jours avec observation nulle	26	6	6	22
Nombre d'alosons observés	16	244	1	0

ALOSA SUIVI DES ALOSES EN LOIRE MOYENNE 2015

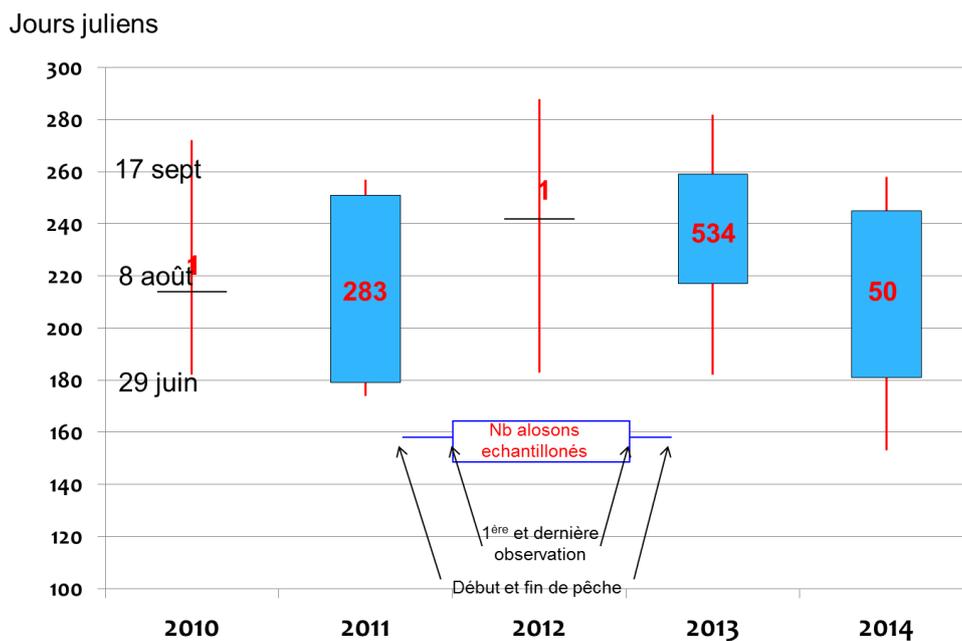


Figure 16 Calendrier d'échantillonnage des alosons depuis 2010, calendrier julien

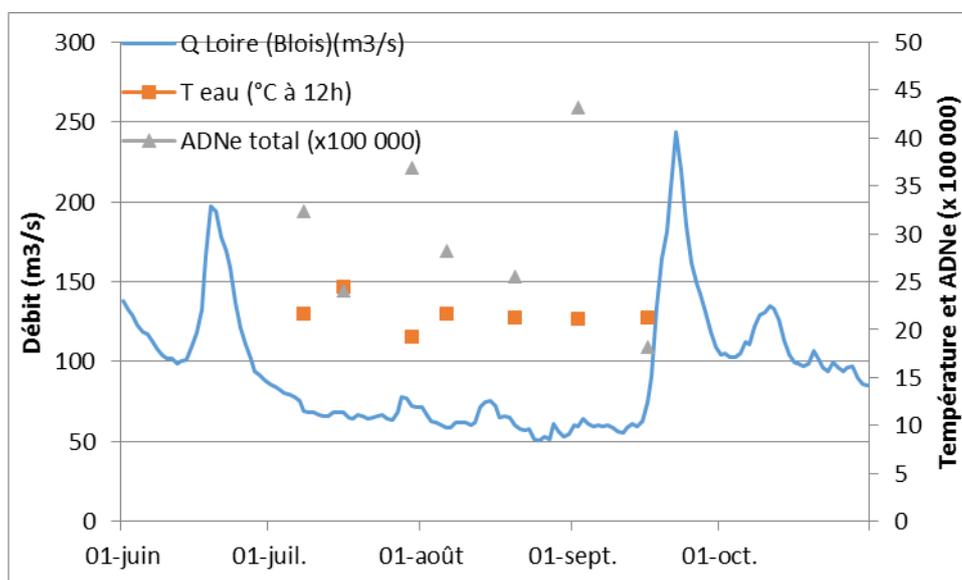


Figure 17 Débit de la Loire à Blois (source : Banque hydro), température de l'eau et quantités totales d'ADNe

La présence d'alosons par ADNe a été observée tout l'été (Figure 18). Les alosons sont majoritairement détectés dans le chenal principal, ce qui est conforme aux observations antérieures et à l'écologie de cette phase lors de la dévalaison.

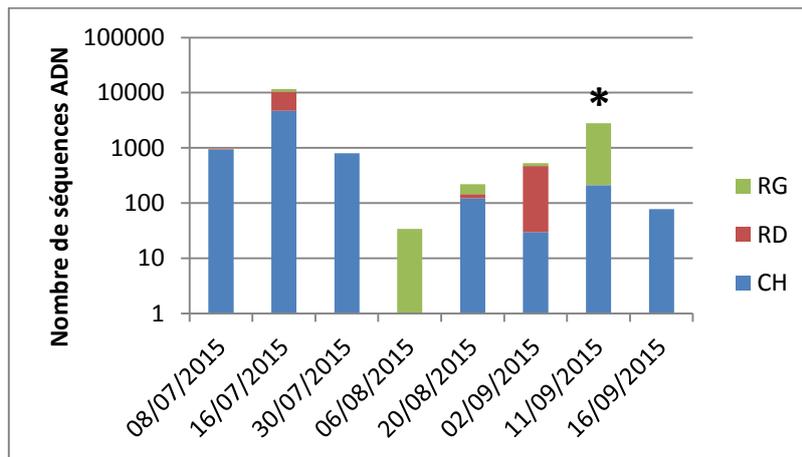
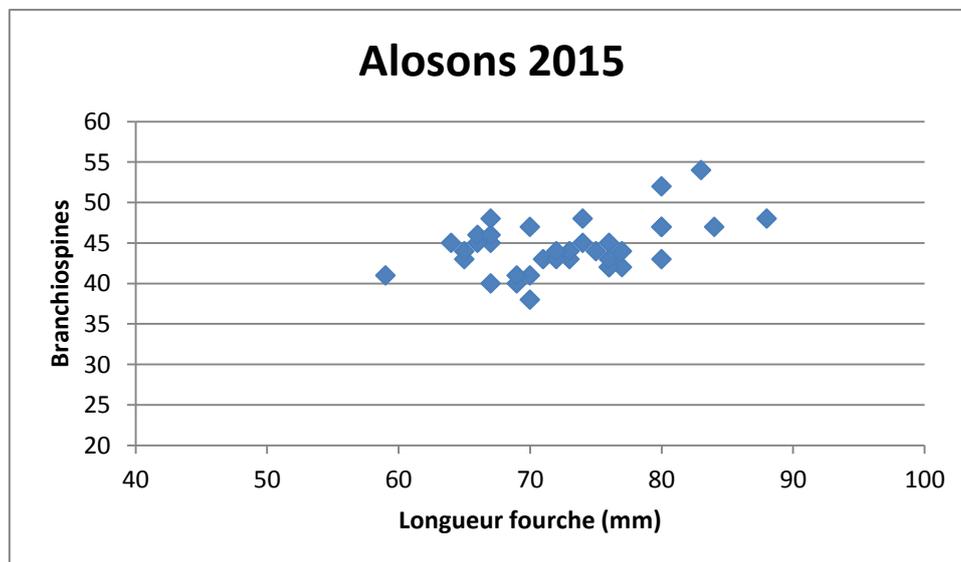


Figure 18 Quantité d'ADN environnemental d'alose sur le site d'Amboise (37) et de Tavers (45 *). RG : Rive gauche, RD : Rive droite, CH : Chenal.

3.3.2. Caractéristiques biométrique des juvéniles en 2015

89 alosons ont été conservés à des fins scientifiques, ce sont tous des juvéniles de grande alose. Les caractéristiques de ces poissons sont fournies dans le Tableau 8 et Figure 19. Ils ont été échantillonnés dans les mêmes types habitats qu'en 2013 et 2014, un chenal, à substrat sablo graveleux, en bordure de perré où les vitesses et les profondeurs sont homogènes.



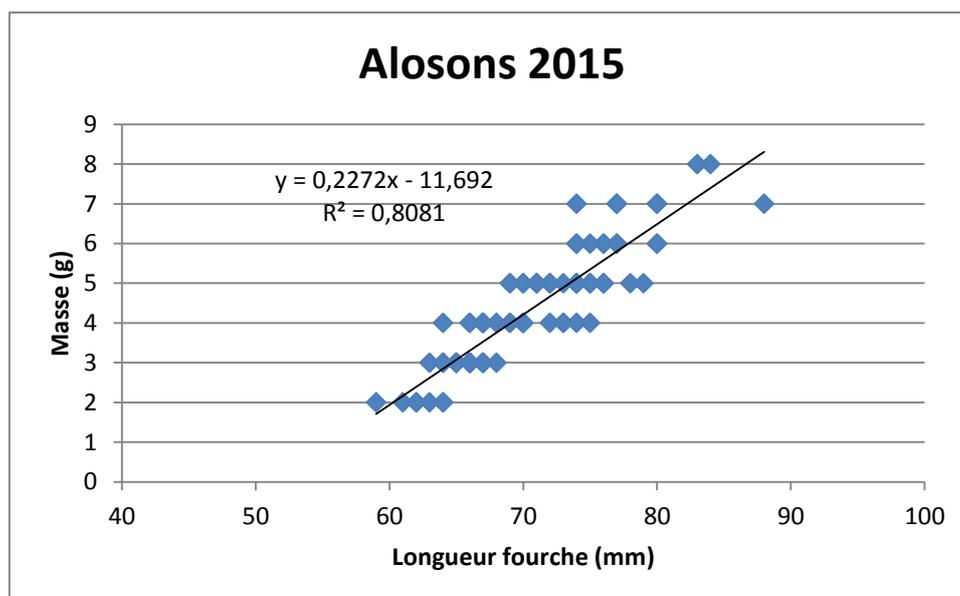


Figure 19 Lien entre la taille et la masse des alosons en 2015

Tableau 8 Caractéristiques de taille (LF), masse (PT) et nombre de branchiospines(BR) des alosons (*Alosa alosa*) échantillonnés en 2015.

	BR	LF (mm)	PT (g)
Moyenne et écart-type	44 (3)	71 (5.6)	4.4 (1,4)
Min-max	38-54	59-88	2.0- 8.0
Nbre individus	89	89	89

3.3.3. Autres informations issues de l'ADN environnemental

Trente-trois espèces de poissons et agnathes au total ont été identifiées dans les échantillonnages par ADNe sur les stations d'Amboise et de Tavers (annexe 3). Sur le site d'Amboise, où ont eu lieu 21 échantillons sur 24, la richesse spécifique varie de 30 à 33 espèces selon la date d'échantillonnage (Figure 20 Figure 21). Une espèce est classée accidentelle, le chabot ; une autre, le poisson chat, est classé accessoire, tandis que les autres sont classées comme constantes avec une moyenne d'occurrence de 0.954. 74% de ces espèces ont une occurrence de 100% (Figure 21).

ALOSA SUIVI DES ALOSES EN LOIRE MOYENNE 2015

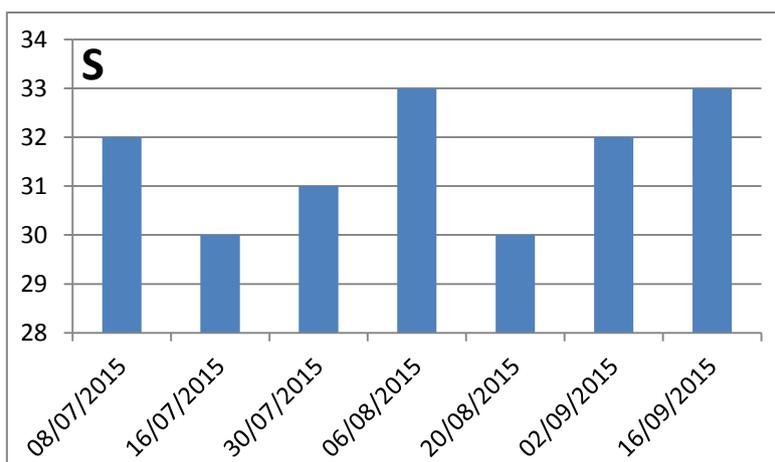


Figure 20 Evolution de la richesse taxonomique (S) sur le site d'Amboise

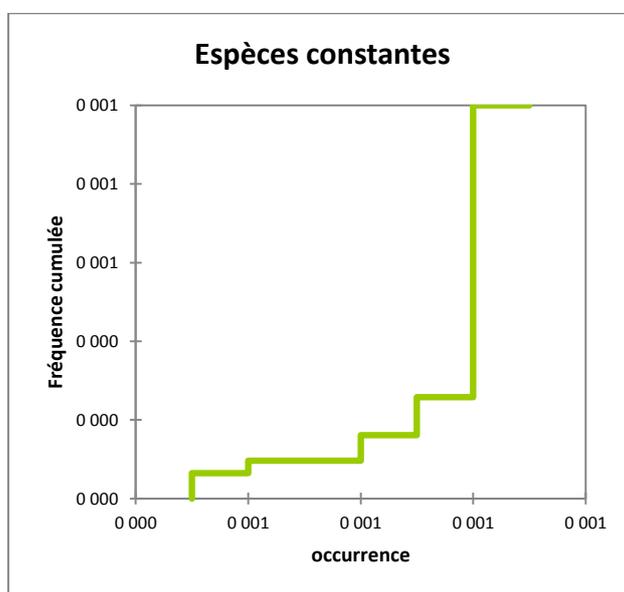


Figure 21 Histogramme cumulé des fréquences d'occurrence des espèces constantes détectées par ADN environnemental

ALOSA SUIVI DES ALOSES EN LOIRE MOYENNE 2015

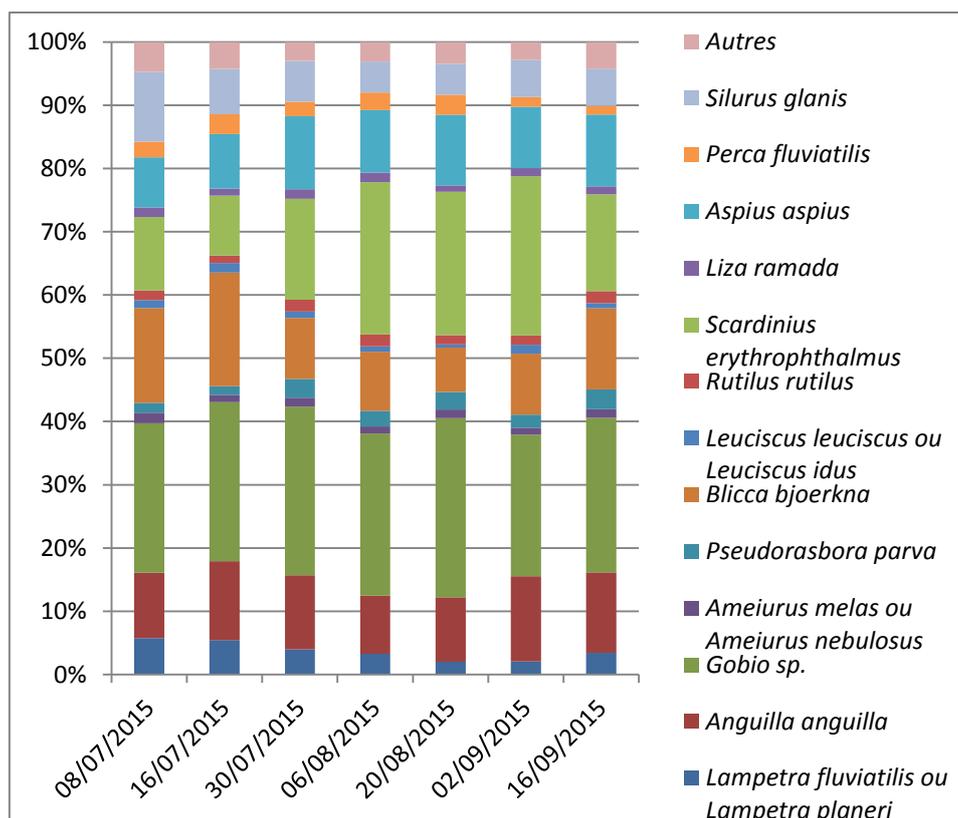


Figure 22 Espèces comptant pour plus de 1% de la quantité d'ADN e total.

Parmi les 33 espèces, un peu plus du tiers d'entre elles (13) comptent individuellement pour plus de 1 % des fragments d'ADNe (Figure 22). Elles se distribuent dans des proportions homogènes sur l'ensemble de la période d'échantillonnage (test de Kruskal-Wallis, $K=3.91$, $p=0.689$). Parmi celles-ci, le goujon et le rotengle sont dominants suivis par l'aspe, l'anguille et la brème bordelière.

Les fragments d'ADN environnemental fournissent une forte proportion d'ADN appartenant à des espèces holobiotiques, 81%. Parmi les espèces amphihalines, le mulot domine très largement (Figure 23). Parmi les espèces non natives, le silure domine pour 45%, le sandre pour 25% et la perche soleil avec 20% (Figure 23).

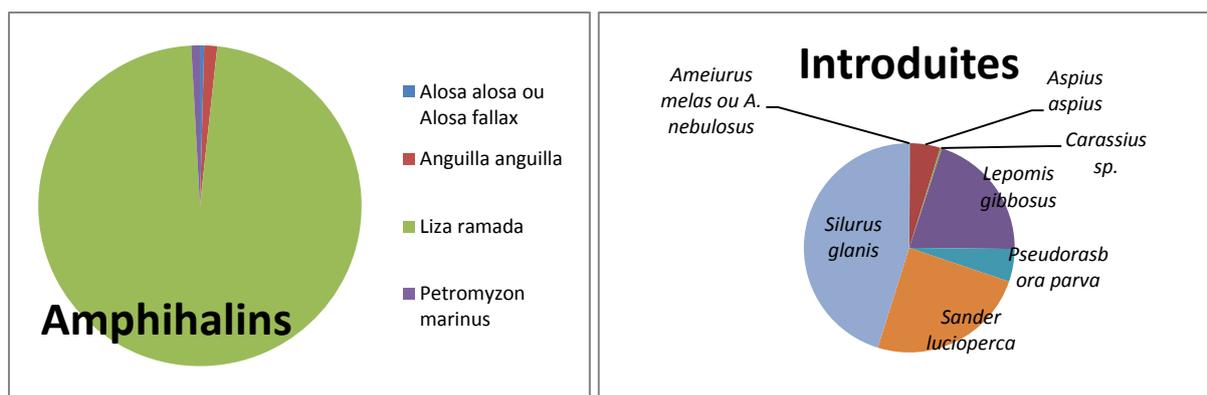


Figure 23 Distribution des poissons migrateurs et des espèces introduites selon les résultats des analyses d'ADNe sur le site d'Amboise (37)

4. Diffusion des connaissances

4.1. Méthode d'élaboration du panneau de diffusion des connaissances

Suite à de nombreuses sollicitations des propriétaires de pêcheries au filet barrage à propos de leurs activités, des modalités de fonctionnement du filet-barrage, de ses usages et afin de faire valoir les partenariats développés de longues dates avec les scientifiques, une opération de diffusion des connaissances est prévue dans ce projet. La méthode retenue pour l'élaboration du panneau de diffusion des connaissances est schématisé Figure 24. Ces panneaux, bilingues français-anglais, seront disposés sur la berge au droit de chaque pêcherie, ils seront facilement démontables et déplaçables. Cette mobilité est nécessaire en cas de crue de la Loire ou de changement de site de la pêcherie. Ils sont à destination du public riverain et en visite le long de la Loire (Loire à vélo, visiteurs saisonniers).

Les informations sont distribuées en trois thèmes :

- l'histoire de ce patrimoine de pêche ligérien,
- les usages actuels tant commerciaux que scientifiques,
- la valorisation scientifique de cette activité patrimoniale.

Des textes et une iconographie d'accompagnement ont été élaborés conjointement par l'Université de Tours et l'AAIPPBLB aboutissant à la production d'une première maquette.

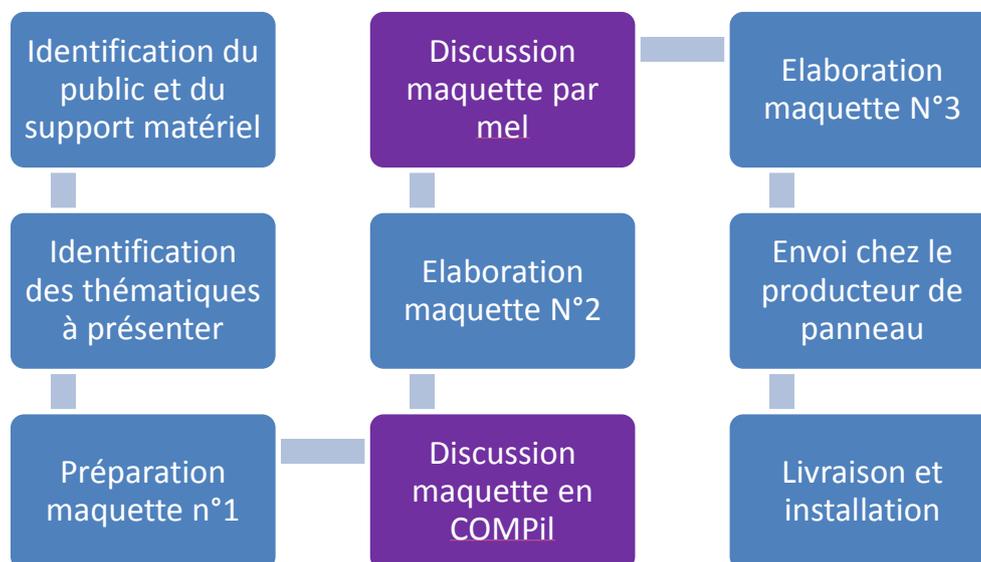


Figure 24 Schématisation de la démarche employée pour la production du panneau de diffusion des connaissances. En violet les étapes collectives conduites par le comité de pilotage du projet, en bleu les étapes conduites par l'université de Tours et l'AAIPPBLB.

Cette maquette a été soumise au comité de pilotage (composition annexe 4) du projet le 13 juillet 2015. Après discussion, il est apparu que le premier document avait besoin d'un allègement considérable du texte et qu'il était nécessaire de renvoyer à d'autres sources d'informations via un flash code. La deuxième maquette a fait l'objet d'amendements par mel pour aboutir à une troisième et dernière mouture envoyée chez le producteur de panneau.

Cette démarche d'élaboration d'un panneau de diffusion des connaissances s'est accompagnée d'une seconde valorisation du produit au travers d'une labellisation. Une démarche auprès de « Intelligence des Patrimoines » a été engagée et un représentant de ce label a été associé à l'ensemble des étapes de conception du panneau.

«Intelligence des Patrimoines» (www.intelligencedespatrimoires.fr) propose une approche novatrice des patrimoines, qui englobe patrimoines culturels et naturels, gastronomiques, artisanaux ou agricoles à travers l'animation d'un réseau de chercheurs issus de laboratoires de recherche de la Région Centre. S'appuyant sur des partenariats avec les mondes culturels et économiques, ce

programme a l'ambition d'être à l'origine d'innovations permettant de créer des nouveaux services, produits ou savoir-faire créateurs de valeurs économiques et d'emplois.

Ce programme réunit un consortium d'institutions, de laboratoires et de réseaux de recherche dans de nombreux domaines scientifiques et secteurs disciplinaires. Porté par le Centre d'Études Supérieures de la Renaissance (UMR 7323) de l'Université François-Rabelais de Tours et du CNRS et soutenu par la Région Centre. Intelligence des Patrimoines associe l'ensemble des organismes de recherche et d'enseignement supérieur de la Région, à savoir, les Universités de Tours et d'Orléans, le CNRS, l'INRA, le BRGM, l'Ecole Nationale Supérieure de la Nature et du Paysage, l'IRSTEA et France Business School.

L'ambition principale d'Intelligence des Patrimoines est de montrer, à travers l'étude de domaines thématiques définis, que de la recherche interdisciplinaire peut naître une nouvelle façon d'appréhender et de comprendre les espaces patrimoniaux dans leur globalité et donc, pour les acteurs et décideurs de la Région Centre, d'en valoriser les ressources.

4.2. Résultats

La version finale du panneau est fournie Figure 25. Les textes sont fournis en annexe 5. Ces panneaux ont obtenus le **label «Intelligence des Patrimoines»**.

Un flash code renvoie sur le site internet du plan Loire Grandeur Nature où les sites suivants seront proposés afin de compléter les rubriques de :

- Connaissance des poissons migrateurs : site de LOGRAMI
- Gestion de ces espèces : DREAL de bassin de la Loire, PLAGEPOMI
- Présentation du Plan Loire grandeur nature
- Outils de gestion des cours d'eau en Loire Bretagne : AELB

La pêche en Loire de l'alose au filet-barrage

Un réseau de pêcheurs professionnels au service de la gestion des poissons migrateurs

Technique et savoir-faire : témoins du patrimoine ligérien

Présente en Europe uniquement sur la Loire, le filet-barrage est une technique de pêche rare au milieu du 20^{ème} siècle qui s'est développée avec l'abandon de la navigation en Loire. En 2009, on en dénombreait cinquante entre Nantes et Mâcon.

Différents aux professionnels, cet art de pêche est très sélectif et est destiné à la capture des poissons migrateurs remontant le courant. Le barrage en filet, immergé dans la rivière, constitue un obstacle temporaire et guide les poissons amont vers l'aval. Lorsque le débit du courant et la surface sont tendus des filets de nylon, à des centaines de mètres, le poisson heurte les câbles, le pêcheur, installé sur la berge, remonte une rampe et tire le poisson au contre-poids qui trahit instantanément le passage. La mise au moule du filet-barrage nécessite la maîtrise et l'intégration de savoirs dans différents domaines comme l'hydrologie, l'écologie, l'éthologie...

Depuis l'introduction en 1954 de la pêche au saumon en Loire, le filet-barrage (rare utilisé au printemps) sert pour les aloses avec diverses captures accessoires d'autres migrateurs (trout, mullets, ...) mais pas de poissons sédentaires (carpes, brochets, ...) qui ne cherchent pas à franchir cet obstacle temporaire.

L'alose, une espèce repère

La grande alose (alose alose) est un poisson migrateur qui, après plusieurs années de croissance en mer, remonte les cours d'eau pour rejoindre sa rivière d'origine et s'y reproduire.

Les frayères (zone de reproduction) sont localisées dans les parties amont des bassins versants. Lorsque les aloses rencontrent un obstacle, elles peuvent être bloquées car elles ne savent pas sauter. Cette caractéristique conduit les gestionnaires des poissons migrateurs à utiliser l'alose comme indicateur de la continuité piscicole.

Une collaboration de longue date entre pêcheurs et scientifiques ...

Depuis 1984, les pêcheurs fournissent les résultats de captures, réalisent un échantillonnage biométrique et fournissent des échelles. À partir de ces données, le déroulement de la migration, l'abondance des cohortes et l'évolution des caractéristiques des adultes sont analysés chaque année.

Jusqu'en 1996, l'abondance des aloses est liée aux très forts débits qui leur permettent de franchir les obstacles. Depuis 1996, de nombreuses travaux sur la continuité piscicole ont été réalisés sur le bassin de la Loire (aménagement de barrages, aménagement des passes à poissons...).

Dès lors, l'abondance des aloses est conditionnée par l'abondance de débits et a été multipliée par 3.

... pour améliorer la gestion de l'espèce

Selon l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), l'alose est une espèce vulnérable en raison de la multiplication des obstacles entre la mer et les frayères. Sur le bassin de la Loire, elle fait l'objet de mesures spécifiques dans le plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOM).

Did you know? A cohort is a group of individuals born in the same year. The age is determined from the scales which reveal events in the life of the fish, rather like a tree ring's width and summer.

2016/05/11

Figure 25 Version finale du panneau de diffusion des connaissances

5. Discussion - conclusion

Le suivi 2015 des phases adultes et juvéniles des aloses en Loire moyenne a permis de pérenniser une activité engagée depuis plus de trente ans et a pour fonction de disposer d'outils de connaissance et de gestion de cette espèce sur les parties basse et moyenne du bassin de la Loire là où la circulation des poissons est libre.

Les conditions hydrologiques printanières ont permis la remontée des géniteurs et l'échantillonnage des adultes a été conduit à partir de filets barrages et dérivants. Les CPUE obtenues sont légèrement supérieures à celle de 2014, confortant les observations aux passes de Vichy et Decize. En effet, sur ces deux stations les quantités recensées sont plus élevées (Vichy : 6 en 2014 et 67 en 2015 ; Decize : 162 en 2014 et 624 en 2015, <http://www.logrami.fr/>, consultation le 16/03/2015), l'année 2014 s'avérant la plus mauvaise depuis le début des suivis. Pour la phase adulte, les principaux résultats

complémentaires peuvent se résumer à une dominance de la grande alose, des tailles et des masses différentes entre mâles et femelles comme cela est observé classiquement.

Lors du suivi des juvéniles, les débits estivaux ont été inférieurs à la moyenne interannuelle. Les conditions d'échantillonnage ont donc été correctes sur l'ensemble de la période d'étude (du 1er juin au 30 octobre). L'échantillonnage à la senne et au filet fixe se sont révélés être les moins performants. Cependant, la présence d'aloses détectée par ADN environnemental confirme la présence de juvéniles durant les mois de juillet, août et septembre. Une grande disparité interannuelle des captures et une période de passage en Loire moyenne comprise entre le 8 juillet et le 23 septembre sont observées. Les juvéniles étaient tous des grandes aloses et circulent préférentiellement dans les chenaux principaux et secondaires. Les observations de nombreux juvéniles en Loire moyenne supposent une reproduction réussie en 2015 même si les sites de reproduction ne sont, à notre connaissance, pas précisément localisés.

Comme les années précédentes, les crues printanières sont l'occasion de constater des biomasses importantes de végétaux dont des algues filamenteuses. Les conditions particulières de l'étiage 2015 ont également permis le développement d'algues filamenteuses sur les fonds sableux peu mobiles (Figure 26). Ce phénomène serait à suivre puisqu'il semble prendre de l'ampleur localement (autour d'Orléans) et se propager vers l'aval (de Tours vers Saumur).



Figure 26 Développement d'algues filamenteuses sur les fonds de la Loire à Amboise

L'ADN environnemental identifie 33 espèces de poissons présentes sur les stations d'Amboise et de Tavers en Loire. Des travaux de suivi des peuplements piscicoles sur la station amont de la centrale

d'Avoine, échantillonnées par pêche électrique, de 1991 à 2015, dans le cadre de la surveillance du CPNE d'Avoine, fournissent également une richesse taxonomique totale de 33 espèces (Boisneau, données non publiées) avec une valeur annuelle variant de 15 à 23 espèces. Même si les deux stations sont distantes de 70 km, les peuplements sont peu susceptibles de disposer d'une composition taxonomique très différente en raison du type de cours d'eau et de sa morphologie qui est homogène sur cette portion de Loire. L'ADNe permet en un échantillon (3 prélèvements d'eau) d'identifier plus d'espèces qu'un échantillonnage par pêche électrique. Cependant, les fréquences d'occurrence diffèrent pour 14 espèces (

Tableau 9). Plusieurs hypothèses peuvent être avancées :

- des difficultés d'identification morphologique pour *Leuciscus burdigalensis* et pour les lamproies,
- la non différenciation génétique entre *Leuciscus leuciscus* et *Leuciscus idus*. Ces deux espèces possèdent la même séquence d'ADN sur la région d'ADN étudiée et ne sont pas différenciables à l'heure actuelle (P Jean, Spygen, comm. pers. le 18/03/2016).
- des difficultés d'échantillonnage liées à la rareté de l'espèce pour *Barbatula barbatula* et *Aspius aspius*,
- des difficultés liées à la méthode d'échantillonnage et au type d'étude pour *Alosa sp.*, *Abramis brama*, *Esox lucius*, *Carassius sp.*, *Liza ramada*, *Ameiurus melas* ou *Ameiurus nebulosus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Tinca tinca*.

ALOSA SUIVI DES ALOSES EN LOIRE MOYENNE 2015

Tableau 9 Espèces piscicoles et leur occurrence sur la station d'Amboise échantillonnées par ADNe et sur la station d'Avoine échantillonnée par pêche électrique (source : Boisneau, données non publiées)

CODE	ESPECE	OCCURRENCE AMBOISE		OCCURRENCE AVOINE	
ABL	<i>Alburnus alburnus</i>	1,00	constante	1,00	constante
ALA	<i>Alosa alosa</i> ou <i>Alosa fallax</i>	0,67	constante	0,08	accidentelle
ANG	<i>Anguilla anguilla</i>	1,00	constante	1,00	constante
ASP	<i>Aspius aspius</i>	1,00	constante	0,04	accidentelle
BAF	<i>Barbus barbus</i>	1,00	constante	1,00	constante
BOU	<i>Rhodeus sericeus</i>	1,00	constante	1,00	constante
BRB	<i>Blicca bjoerkna</i>	1,00	constante	0,96	constante
BRE	<i>Abramis brama</i>	1,00	constante	0,46	accessoire
BRO	<i>Esox lucius</i>	1,00	constante	0,38	accessoire
CAS	<i>Carassius sp.</i>	0,86	constante	0,38	accessoire
CCO	<i>Cyprinus carpio</i>	1,00	constante	0,77	constante
CHA	<i>Cottus sp.</i>	0,24	accidentelle	0,04	accidentelle
CHE	<i>Squalius cephalus</i>	1,00	constante	1,00	constante
GAR	<i>Rutilus rutilus</i>	1,00	constante	1,00	constante
GOU	<i>Gobio sp.</i>	1,00	constante	1,00	constante
GRE	<i>Gymnocephalus cernua</i>	0,57	constante	0,65	constante
HOT	<i>ffia</i> ou <i>Chondrostoma nasus</i> ou <i>Chondrostoma</i>	1,00	constante	0,73	constante
LOF	<i>Cobitis taenia</i>	1,00	constante	0,58	constante
LOR	<i>Barbatula barbatula</i>	1,00	constante	0,04	accidentelle
LPM	<i>Petromyzon marinus</i>	0,86	constante	0,27	accessoire
LPP	<i>Lampetra fluviatilis</i> ou <i>Lampetra planeri</i>	0,52	constante		
MUP	<i>Liza ramada</i>	1,00	constante	0,42	accessoire
PCH	<i>Ameiurus melas</i> ou <i>Ameiurus nebulosus</i>	0,33	accessoire	0,15	accidentelle
PER	<i>Perca fluviatilis</i>	1,00	constante	0,96	constante
PES	<i>Lepomis gibbosus</i>	0,95	constante	0,65	constante
PSR	<i>Pseudorasbora parva</i>	1,00	constante	0,54	constante
ROT	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	1,00	constante	0,23	accidentelle
SAN	<i>Sander lucioperca</i>	0,95	constante	0,54	constante
SIL	<i>Silurus glanis</i>	1,00	constante	1,00	constante
SPI	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	1,00	constante	1,00	constante
TAN	<i>Tinca tinca</i>	0,90	constante	0,12	accidentelle
VAN	<i>Leuciscus leuciscus</i> ou <i>Leuciscus idus</i>	1,00	constante	0,88	constante
VAR	<i>Leuciscus burdigalensis</i>	1,00			
IDE	<i>Leuciscus idus</i>			0,04	accidentelle

Les quantités recueillies, sur le site d'Amboise, présentent une forte augmentation le 2 septembre sans que des événements hydrologiques ou thermiques particuliers ne soient survenus (Figure 17Figure 22Figure 17). L'analyse quantitative globale et celle des proportions des différentes espèces à partir du nombre de fragments d'ADNe des différentes espèces génèrent quelques interrogations :

- La quantité d'ADN relâchée par chaque espèce est-elle similaire ?
- L'amplification est-elle équivalente pour chacune des espèces ?

- La durée de vie des ADNe des différentes espèces est-elle homogène ?
- Quelles conditions environnementales dégradent le plus vite l'ADN in situ et quelle est la distance de détection en eau courante ?

Autant de questions qui donnent lieu à des travaux de recherche au laboratoire et in situ (Barnes *et al.*, 2014 ; Eichmiller *et al.*, 2016 et Lacoursière-Roussel *et al.*, 2016), positionne la technique de l'ADNe comme une nouvelle méthode d'inventaire de la biodiversité (Minamoto *et al.* 2012 ; Takahara *et al.* 2012 ; Biggs *et al.*, 2015) et permet l'acquisition de données relatives à la présence et à l'absence d'espèces mais ne permet pas actuellement d'établir de liens formels entre quantité d'ADNe et densité ou biomasse. Il reste encore beaucoup de mises au point techniques et méthodologiques pour l'utiliser pour de la bioindication (Hajibabei *et al.* 2011 ; Baird & Hajibabaei, 2012) ou pour des estimations d'abondance.

La reconduite de telles opérations, dans les années à venir, en l'étendant à d'autres secteurs de la Loire moyenne, amont et aval d'Orléans, et en Loire Angevine, permettra de compléter les données sur une phase du cycle de vie de cette espèce migratrice anadrome mais aussi, apparaît très utile à moyen terme pour évaluer le succès de la reproduction des adultes lorsque les conditions hydrologiques sont peu ordinaires. En effet, ceci devrait survenir de plus en plus fréquemment et modifier les modalités de migration et de reproduction de cette espèce en Loire moyenne. L'ADN environnemental est une technique très utile pour valider la présence ou l'absence d'une espèce, elle pourrait être utilisée pour identifier les sites de passage des alosons.

Références bibliographiques

Baglinière JL, Sabatie MR, Aprahamian MW, Alexandrino P., Aprahamian D.C., Assis C.A., Cassou-Leins JJ, Le Corre M, Mennesson-Boisneau C., Martin Vamdembulcke D., Rochard E.,Teixeira C.,2000. Guide pour l'interprétation des écailles et estimation de l'âge chez les aloses (*Alosa* sp) de la façade atlantique Ouest et de la Méditerranée Est. B.F.P.P., N spécial, 357-60, 485-530.

Baird Donald J., Mehrdad Hajibabaei. 2012. « Biomonitoring 2.0: A New Paradigm in Ecosystem Assessment Made Possible by next-Generation DNA Sequencing: NEWS AND VIEWS: OPINION ». *Molecular Ecology*, 21 (8): 2039-44.

Barnes MA, Turner CR, Jerde CL, Renshaw MA, Chadderton WL, Lodge DM. 2014. Environmental conditions influence eDNA persistence in aquatic systems. *Environ Sci Technol*. 2014; 48(3):1819-27.

Biggs Jeremy, Naomi Ewald, Alice Valentini, Coline Gaboriaud, Tony Dejean, Richard A. Griffiths, Jim Foster, John W. Wilkinson, Andy Arnell, Peter Brotherton, Penny Williams, Francesca Dunn. 2015. Using eDNA to develop a national citizen science-based monitoring programme for the great crested newt (*Triturus cristatus*). *Biological Conservation*, 183, 19-28.

Dejean, T., Valentini, A., Duparc, A., Pellier-Cuit, S., Pompanon, F., Taberlet, P., and Miaud, C., 2011, Persistence of environmental DNA in freshwater ecosystems: *PLoS ONE*, v. 6, no. 8, e23398, doi:10.1371/journal.pone.0023398.

Eichmiller JJ, Best SE, Sorensen PW. 2016. Effects of Temperature and Trophic State on Degradation of Environmental DNA in Lake Water. *Environ Sci Technol*. 2016 Feb 16;50(4):1859-67.

Hajibabaei M, Shokralla S, Zhou X, Singer GA, Baird DJ. 2011. Environmental barcoding: a next-generation sequencing approach for biomonitoring applications using river benthos. *PLoS One* 6: e17497. doi: 10.1371/journal.pone.0017497.

Keith P, Persat H, Feuteun E., Allardi J, 2011. Les poisons d'eau douce. Biotope Ed. Pub. scientif. Muséum. 550p.

Lacoursière-Roussel A, Rosabal M, Bernatchez L. 2016. Estimating fish abundance and biomass from eDNA concentrations: variability among capture methods and environmental conditions. *Mol Ecol Resour*. Mar 6. doi: 10.1111/1755-0998.12522.

Mennesson-Boisneau C., Bagliniere J.L., 1992.Mise au point d'une méthode de détermination de l'âge de la grande alose (*Alosa alosa*) à partir des écailles. In «Tissus durs et âge individuel des vertébrés».J.L.BAGLINIERE, J. CASTANET, F. CONAND, F.J. MEUNIER (Eds), ORSTOM-INRA, Paris,pp. 221-231.

Minamoto T, Yamanaka H, Takahara T, Honjo MN, Kawabata Z. 2012. Surveillance of fish species composition using environmental DNA. *Limnology* 13: 193–197. doi: 10.1007/s10201-011-0362-4.

Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M. & Usseglio-Polatera, P. 2010. Invertébrés d'eau douce - systématique, biologie, écologie. CNRS éditions, Paris, 607 p.

Takahara T, Minamoto T, Yamanaka H, Doi H, Kawabata Z (2012) Estimation of fish biomass using environmental DNA. PLoS One 7: e35868. doi: 10.1371/journal.pone.0035868.

Annexe 1 : Coordonnées GPS des points d'échantillonnage de l'ADN environnemental

Site	Chargé les Caves	Tavers (45)
	Rive droite	Rive droite
coord GPS 1	47.442525	47.748498
coord GPS 2	1.050934	1.623752
	Rive gauche	Rive gauche
coord GPS 1	47.443398	47.443404
coord GPS 2	1.047892	1.047898
	Chenal principal C	Chenal principal C
coord GPS 1	47.442726	47.442732
coord GPS 2	1.049018	1.049024

Annexe 2 : Protocole de filtration de SPYGEN

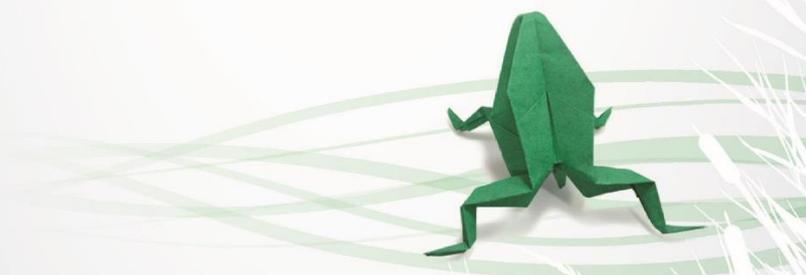


Protocole d'échantillonnage

Utilisation du kit de filtration dans les milieux aquatiques courants

INFORMATIONS IMPORTANTES

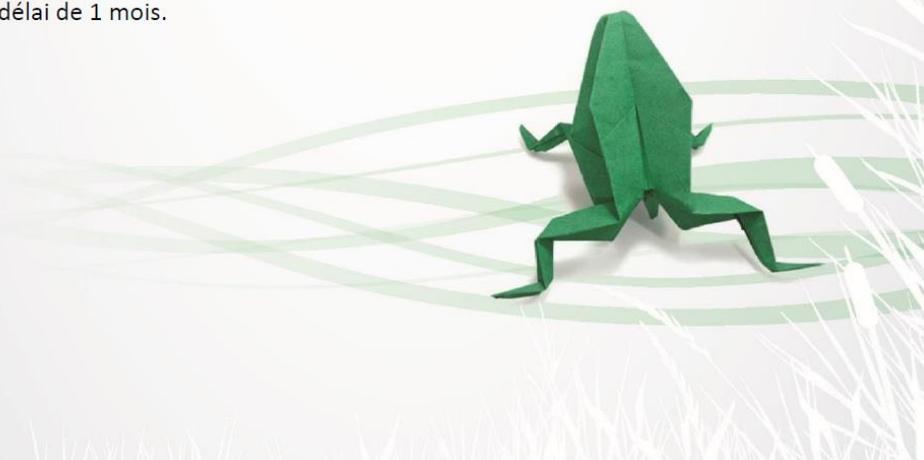
- Ce kit doit être utilisé uniquement en milieu aquatique courant. Chaque kit contient:
 - Une capsule de filtration avec deux bouchons et une étiquette.
 - Un sachet contenant un tuyau court de grand diamètre, un raccord et un tuyau long de petit diamètre.
 - Un sachet contenant 2 tubes avec 40 mL de tampon de conservation chacun et 2 paires de gants.
- Ce kit doit être utilisé avec un Vampire Sampler (fourni avec son chargeur, ses batteries et son portoir).
- La stratégie d'échantillonnage (période et localisation des prélèvements) doit être adaptée en fonction de la biologie de l'espèce ou du groupe cible et de la typologie du site étudié.
- La détectabilité de l'espèce ou du groupe cible est fortement dépendante de la qualité de l'échantillonnage et donc du bon respect des consignes décrites dans ce protocole.
- Une formation à la réalisation des prélèvements est fortement recommandée.
- Il est indispensable de noter la correspondance entre le numéro du filtre et le site étudié. Le numéro du filtre sera l'unique identifiant de votre échantillon communiqué par SPYGEN.
- En cas de doute sur la mise en œuvre de ce protocole, contacter SPYGEN au 04.79.26.15.83 ou par mail à pauline.jean@spygen.com.



www.spygen.com

PROTOCOLE

- 1.** Mettre une paire de gants neuve.
- 2.** Placer le tuyau long de petit diamètre dans le Vampire Sampler comme indiqué sur la photo ci-dessous (cf. Figure 1).
- 3.** Fixer le tuyau long de petit diamètre sur une tige télescopique ou un autre matériel similaire (non fourni). Ce matériel doit être changé ou stérilisé (avec de la javel) entre chaque site d'échantillonnage.
- 4.** Sortir la capsule de filtration de son emballage et coller l'étiquette sur le côté de la capsule.
- 5.** Placer la capsule de filtration au bout du tuyau court de grand diamètre en respectant le sens d'écoulement (flèche « Flow » sur le côté de la capsule).
- 6.** Filtrer l'eau à l'aide du Vampire Sampler (position 1) pendant 30 min (filtration d'1L/min soit 30 L filtrés au total) ou jusqu'à saturation de la capsule de filtration. Noter le temps total de filtration.
- 7.** Expulser l'eau restante dans la capsule en filtrant de l'air.
- 8.** Changer de paire de gants.
- 9.** Fermer le bas de la capsule à l'aide du bouchon prévu à cet effet et la détacher du tuyau court de grand diamètre.
- 10.** Remplir la capsule par le haut en versant les 80 mL de tampon de conservation (jusqu'à la partie supérieure de la capsule de façon à ce que toute la membrane soit dans le tampon).
- 11.** Fermer le haut de la capsule à l'aide du deuxième bouchon et agiter vigoureusement pendant environ 1 min, en mettant la capsule dans le sens horizontal et en la faisant pivoter régulièrement.
- 12.** Renseigner la date de prélèvement, le nom du préleveur et le temps total de filtration sur les deux étiquettes à l'aide d'un marqueur indélébile (non fourni).
- 13.** Ranger la capsule dans sa boîte. Stocker la capsule à température ambiante en évitant les fortes variations de température et l'envoyer à SPYGEN, avec le tampon de conservation non utilisé et les raccords, sous un délai de 1 mois.



Annexe 3 : Liste des espèces échantillonnées par l'ADN environnemental

Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Abramis brama</i>	Brème commune
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Spirilin
<i>Alburnus alburnus</i>	Ablette
<i>Alosa alosa</i> ou <i>Alosa fallax</i>	-
<i>Ameiurus melas</i> ou <i>Ameiurus nebulosus</i>	-
<i>Anguilla anguilla</i>	Anguille d'Europe
<i>Aspius aspius</i>	Aspe
<i>Barbatula barbatula</i>	Loche franche
<i>Barbus barbus</i>	Barbeau fluviatile
<i>Blicca bjoerkna</i>	Brème bordelière
<i>Carassius sp.</i>	-
<i>Cobitis taenia</i>	Loche de rivière
<i>Cottus sp.</i>	-
<i>Telestes souffia</i> ou <i>Chondrostoma nasus</i> ou <i>Chondrostoma toxostoma</i>	-
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune
<i>Esox lucius</i>	Brochet
<i>Gobio sp.</i>	-
<i>Gymnocephalus cernua</i>	Grémille
<i>Lampetra fluviatilis</i> ou <i>Lampetra planeri</i>	-
<i>Lepomis gibbosus</i>	Perche soleil
<i>Leuciscus leuciscus</i> ou <i>Leuciscus idus</i>	-
<i>Leuciscus burdigalensis</i>	Vandoise rostrée
<i>Liza ramada</i>	Mulet porc
<i>Perca fluviatilis</i>	Perche commune
<i>Petromyzon marinus</i>	Lamproie marine
<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora
<i>Rhodeus sericeus</i>	Bouvière
<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon
<i>Sander lucioperca</i>	Sandre
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotengle
<i>Silurus glanis</i>	Silure glane
<i>Squalius cephalus</i>	Chevaine
<i>Tinca tinca</i>	Tanche

Annexe 4 : Liste des membres du comité de pilotage

Université de Tours : C Boisneau

Intelligence des patrimoines Livia Avaltroni

Agence de l'eau Loire Bretagne : L Maman

DREAL Centre : V Joly

Région Centre Val de Loire : O Ducarre et P Gouteyron

ONEMA : P Steinbach

AAIPPBLB : P Boisneau et M Bodin

Annexe 5 : Textes des éléments du panneau de diffusion des connaissances

Technique et savoir-faire : témoins du patrimoine ligérien

Présent en Europe **uniquement sur la Loire**, le filet-barrage est une technique de pêche née au milieu du 19^{ème} siècle qui s'est développée avec l'abandon de la navigation en Loire. En 1950, on en dénombrait cinquante entre Nantes et Nevers.

Réservé aux professionnels, cet engin de pêche est **très sélectif et est destiné à la capture des poissons migrateurs** remontant le courant. Le barrage en filet, plongé dans l'eau la journée, constitue un obstacle sensoriel et guide les poissons jusqu'au carrelet. Entre le fond du carrelet et la surface sont tendus des fils de nylon, « les ...cambres ». Lorsque le poisson heurte les cambres, le pêcheur, installé sur la toue, ressent une secousse et libère alors un contrepoids qui relève instantanément le carrelet. La mise en œuvre du filet-barrage **nécessite la maîtrise et l'intégration de savoirs** dans différentes disciplines comme l'hydrologie, l'écologie, l'éthologie...

Depuis l'interdiction en 1994 de la pêche du saumon en Loire, le filet-barrage n'est **utilisé au printemps que pour les aloses** avec quelques captures accessoires d'autres migrateurs (lamproies, mulets ...), mais pas de poissons sédentaires (carpes, brochets ...) qui ne cherchent pas à franchir cet obstacle temporaire.

Encadré 1

Si vous êtes **locavores**, adeptes des filières courtes, sensibles à une **pêche durable**, dégustez de l'alose ! Plusieurs grands chefs de restaurants des bords de Loire proposent ce poisson dans leurs cartes.

L'alose, une espèce repère

La grande alose (*Alosa alosa*) est un poisson migrateur qui, après plusieurs années de croissance en mer, remonte les cours d'eau pour rejoindre sa rivière d'origine et s'y reproduire.

Les frayères (zone de reproduction) sont localisées dans les parties amont des bassins versants. Lorsque les aloses rencontrent un **obstacle**, elles peuvent être bloquées car **elles ne savent pas sauter**. Cette caractéristique conduit les gestionnaires des poissons migrateurs à utiliser **l'alose comme indicateur de la continuité piscicole**.

Une collaboration de longue date entre pêcheurs et scientifiques ...

Depuis 1984, les pêcheries fournissent les résultats de capture, réalisent un échantillonnage biométrique et fournissent des écailles. A partir de ces données, le déroulement de la migration, l'abondance des cohortes et l'évolution des caractéristiques des adultes sont analysés chaque année.

Jusqu'en 1998, l'abondance des aloses est liée aux très forts débits qui leur permettent de franchir les obstacles.

Depuis 1998, de nombreux travaux sur la continuité piscicole ont été réalisés sur le bassin de la Loire (arasement de barrages, amélioration des passes à poissons...). Dès lors, **l'abondance des aloses est conditionnée aux variations de débits et a été multipliée par 3.**

Encadré 2

Le saviez-vous ? Une cohorte est un ensemble d'individus nés la même année. **L'âge est déterminé à partir des écailles** qui codent les événements de la vie du poisson, un peu comme un arbre qui enregistre les hivers et les étés.

Encadré 3

... pour améliorer la gestion de l'espèce

Selon l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), **l'alose est une espèce vulnérable** en raison de la multiplication des obstacles entre la mer et les frayères. Sur le bassin de la Loire, elle fait l'objet de mesures spécifiques dans le plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI).

Encadré 4

Que s'est-il passé en 1983 ?

Le débit printanier a été le plus important depuis 1900. Les aloses ont pu rejoindre les zones de frayères à l'amont des obstacles.

Texte synthétique en anglais

Only used on the Loire in Europe, the "filet –barrage" is a type of lift net dating back to 1850. Fifty were in use in 1950. Reserved for commercial freshwater fishermen, this fishing gear is very selective and is intended for the capture of migratory fish swimming upstream.

*Use of the lift net requires **an understanding and combination of knowledge from different disciplines such as hydrology, ecology, ethology ...**Since the 1994 ban on salmon fishing in the Loire, **the lift net has been used in the spring for migratory shad with some other bycatch (lampreys, mullets, etc.) but not sedentary fish (carp, pike, etc.) that do not seek to bypass this temporary barrier.***

*Allis shad, after several years of growth at sea, ascend the rivers to reach their river of origin. Their spawning areas are located in the upstream parts of watersheds. When shad encounter an **obstacle**, they can be blocked because **they cannot jump**. This characteristic leads managers of migratory fish **to use shad as an indicator of fish continuity.***

*Since 1984, fisheries have provided details of catches and fishing efforts and have supplied biometric samples and fish scales. From this data, the timing of migration, cohort strength and evolution of adult characteristics are analyzed each year. **Until 1998, the abundance of shad was linked to very high flow rates** that allowed them to overcome obstacles. **Since 1998**, considerable work to improve fish continuity has been carried out in the Loire basin (leveling dams, improving fish passage, etc.). Therefore, **the abundance of shad is conditional on flow rates variations. The abundance of shad in the middle part of the Loire has tripled since 1998.***