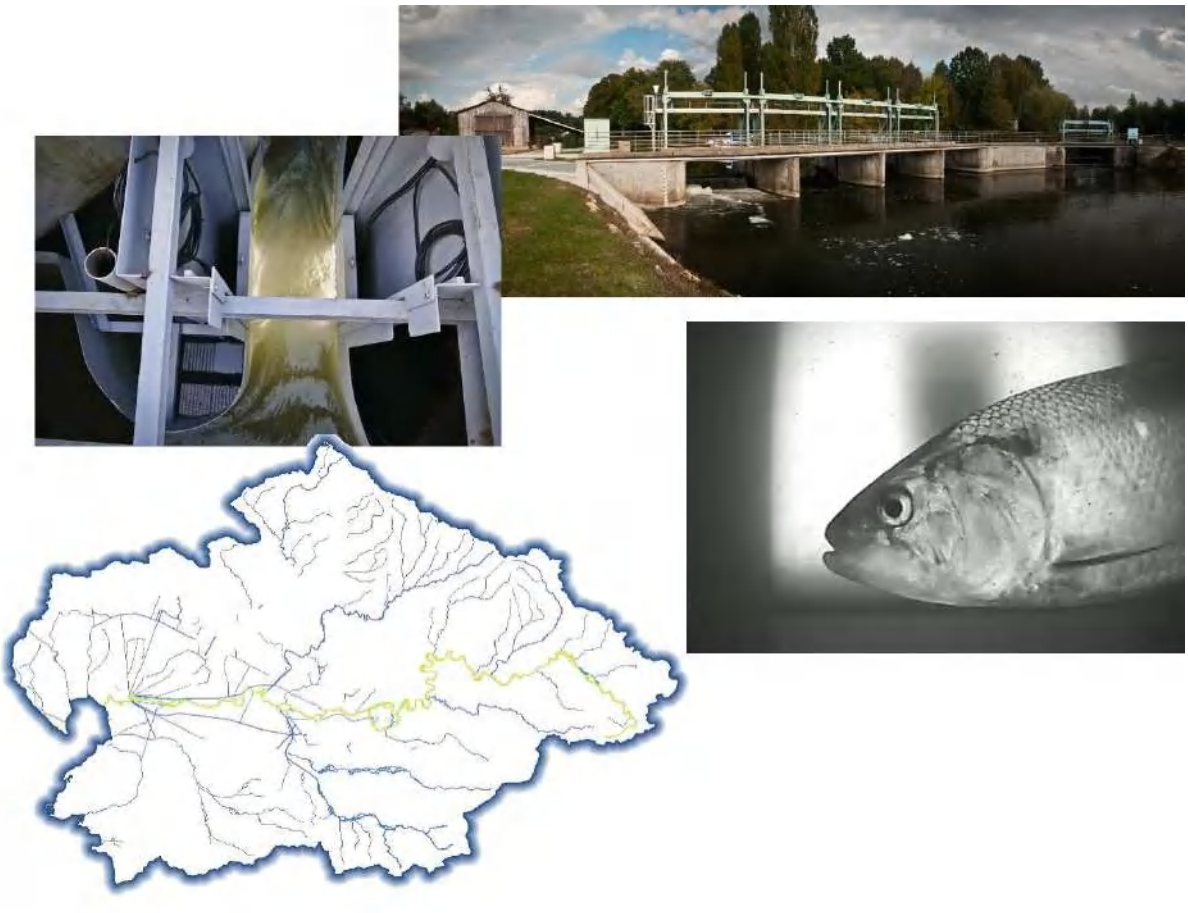
SUIVI DE LA MIGRATION 2019 ET 2020 DES ALOSES PAR VIDEOCOMPTAGE SUR LA SEVRE NIORTAISE AU NIVEAU DE LA PASSE A POISSONS DU BARRAGE DE LA SOTTERIE (79)

RAPPORT FINAL

décembre 2020



Rédaction : Abdallah Yann, Viguier Laure

Relecture : Der Mikaélian Sophie

SOMMAIRE

1. Contexte et objectifs de l'étude 1

2. Matériel et méthodes 2

2.1 Présentation du site d'étude 2

2.2 Description du dispositif de vidéo-comptage 4

2.2.1 Dimensionnement du dispositif 4

2.2.2 Principes de fonctionnement du dispositif de vidéo-comptage 5

2.2.3 Structure physique d'accueil du dispositif de vidéo-comptage 7

3. Conditions environnementales / efficacité du dispositif 9

3.1 Le débit 9

3.2 La température de l'eau 11

3.3 Fonctionnement de la passe à poissons et du dispositif d'acquisition 12

3.3.1 Fonctionnement et entretien de la passe à poissons 12

3.3.2 Fonctionnement du dispositif d'acquisition 13

4. Résultats du suivi par vidéo-comptage de la passe à poissons de la Sotterie 17

4.1 Résultats pour les aloses 17

4.1.1 Caractérisation des mouvements migratoires des aloses sur la saison de migration 17

A l'échelle de la saison : 17

A l'échelle de la journée : 19

4.1.2 Comportements des aloses dans la passe à poissons 20

4.1.3 Conditions de débit et température lors des franchissements d'aloses 21

4.1.4 Eléments de comparaisons avec le suivi par vidéo-comptage de la passe à poissons du Marais Pin 25

4.2 Cortège d'espèces observé à la passe à poissons de la Sotterie 32

5. Conclusions 37

6. Références 39

7. Annexes 40

Liste des Figures

Figure 1 : localisation du site d'étude sur le bassin de la Sèvre Niortaise. (Photographie du barrage de la Sotterie (Coulon, 79). ©AS Bazile) 3

Figure 2 : Localisation du dispositif de vidéo-comptage installé dans la passe à poissons du barrage de la Sotterie sur la Sèvre Niortaise (image Google Earth) 5

Figure 3 : Schéma type d'un module d'éclairage (gauche), d'un module caméra (centre) et illustration d'une installation (droite) sur une passe à bassins. (©HIZKIA). 6

Figure 4 : Armoire technique intégrant les alimentations électriques et l'ordinateur d'acquisition 6

Figure 5 : Fenêtre de réglages des caméras (exposition, vitesse, …) 7

Figure 6 : Projections 3D et photographies de la structure d'accueil métallique sur-mesure conçue pour intégrer le dispositif de vidéo-comptage dans la passe à poissons de la Sotterie 8

Figure 7 : Conditions hydrauliques au droit du dispositif de vidéo-comptage générées par les entonnements amont 9

Figure 8 : débits moyens journaliers de la Sèvre Niortaise en 2019 (gris) et 2020 (noir) à la Tiffardière 10

Figure 9 : débits moyens journaliers de la Sèvre Niortaise en 2019 et 2020 à la Tiffardière et statistiques caractéristiques de débits (module, étiage, Q moyens mensuels calculés sur la période 1993-2018, Q moyens mensuels 2019 et 2020) 11

Figure 10 : Températures moyennes journalières de la Sèvre Niortaise en entre le 1er mars et le 15juillet 2019 (en gris) et 2020 (en noir) en rapport avec les exigences écologiques de l'Alose. 11

Figure 11 : évolution du nombre de séquences enregistrées en 2019 (à gauche) et 2020 (à droite) entre début mars et le 15 juillet sur le site de la Sotterie (gris), des débits moyens journaliers (bleu) et des températures moyennes journalières (rouge) 14

Figure 12 : Captures d'écran illustrant les principaux éléments responsables des sur-déclenchements 15

Figure 13 : Répartitions des effectifs d'aloses migrantes par jour et par semaine entre le 15 mars et le 15 juillet 2019 (en gris) et 2020 (en noir) 18

Figure 14 : Effectifs cumulés d'aloses comptabilisées sur le site de la Sotterie entre le 15 mars et le 15 juillet 2019 (en gris) et 2020 (en noir). 19

Figure 15 : Répartition des heures de passages effectifs d'aloses migrantes sur la période de suivi 2019 (à gauche) et 2020 (à droite) 19

Figure 16 : Franchissement des aloses filmées par les 3 caméras du chenal de visualisation 21

Figure 17 : Evolution journalière des passages d'aloses à la Sotterie, des températures de l'eau et du débit moyen de la Sèvre niortaise 22

Figure 18 : Répartition des effectifs d'aloses migrantes par classe de débit moyen journalier (QmJ) (en bleu) et occurrence de ces débits sur la période de suivi (en gris) en 2019 (à gauche) et 2020 (à droite) au niveau de la passe à poissons de la Sotterie 23

Figure 19 : Répartition des effectifs d'aloses migrantes en fonction des variation inter-journalière du débit moyen journalier (QmJ) sur la période du suivi 2019 de la passe à poissons de la Sotterie 24

Figure 20 : Répartition des effectifs d'aloses migrantes en fonction de la température de l'eau sur la période du suivi de la passe à poissons de la Sotterie en 2019 et 2020 24

Figure 21 : Répartition des effectifs d'aloses migrantes en fonction des variations de température moyenne journalière de l'eau sur la période du suivi 2019-2020 de la passe à poissons de la Sotterie 25

Figure 22 : Barrage du Marais Pin sur la Sèvre niortaise (images Google Earth)..... 26

Figure 23 : Evolution des effectifs d'aloses comptabilisés sur le site du Marais Pin depuis 2008 et de la Sotterie depuis 2019. 27

Figure 24 : Répartitions des effectifs d'aloses migrantes par jour entre le 15 mars et le 15 juillet 2019 (à gauche) et 2020 (à droite) sur les sites de la Sotterie (en gris) et de Marais Pin (en jaune)..... 27

Figure 25 : Effectifs cumulés d'aloses comptabilisés en 2019 et 2020 sur les deux ouvrages de vidéo-comptage de la Sotterie et Marais Pin situés sur la Sèvre Niortaise. 28

Figure 26 : Répartition des effectifs totaux d'aloses migrantes comptabilisés en 2019 et 2020 par classe de débits moyens journaliers (QmJ) (en bleu) et occurrence de ces débits sur la période de suivi (en gris) au niveau de la passe à poissons de Marais Pin (en haut) et de la Sotterie (en bas). 29

Figure 27 : Répartition des débits sur la période de suivi en 2019 (en haut) et 2020 (en bas), des débits favorables au franchissement des ouvrages de Sotterie (rectangle orange) et de Marais Pin (rectangle rouge) et des effectifs d'alose comptabilisés par site de vidéo-comptage. 30

Figure 28 : Illustration de la zone de blocage des aloses à Marais Pin et aménagement possible pour améliorer la franchissabilité de la passe à poissons par les aloses 31

Figure 29 : Captures d'écran d'anguilles observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019..... 34

Figure 30 : Captures d'écran de lamproies fluviatiles et marines observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019 34

Figure 31 : Captures d'écran de truites de mer observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019..... 35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison des débits moyens mensuels de 2019 et 2020 aux débits moyens mensuels interannuels calculés sur la période 1993-2018 (données Banque Hydro)..... 10

Tableau 2 : Synthèse des événements ayant engendrés des interruptions du système d'acquisition sur le site de la Sotterie en 2019 et 2020..... 13

Tableau 3 : Liste des espèces présentes et évaluation semi-quantitative des effectifs ayant franchi la passe à poisson du site de la Sotterie lors du suivi 2019 33

Tableau 4 : Liste des espèces présentes et nombre de jours de présence à la passe à poisson du site de la Sotterie lors du suivi 2020. 35

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

A l'instar de toutes les autres espèces migratrices amphihalines, les aloses (grande alose et alose feinte) sont des espèces emblématiques de la biodiversité.

Ces espèces sont particulièrement vulnérables du fait d'un nombre important de facteurs agissant en synergie. En particulier, les problématiques de continuité écologique sont au cœur des menaces qui pèsent sur ces espèces du fait des distances qu'elles ont à parcourir pour accomplir leur reproduction et ainsi assurer la pérennité de l'espèce.

La France est le pays où subsistent les populations avec les effectifs les plus significatifs pour ces deux espèces (PLAGEPOMI 2014-2019), avec des aires de répartition allant du Morbihan jusqu'au sud du Cap Breton en ce qui concerne la grande alose et une aire plus réduite de l'Ile de Ré au large de l'embouchure de la Gironde pour l'alose feinte (Taverny et Elie, 2001). Dans ce contexte, la Sèvre Niortaise est au cœur des enjeux de conservation de ces espèces dans la mesure où elle accueille chaque saison plusieurs centaines de géniteurs en montaison, des chiffres désormais assez proches de ceux enregistrés sur de grands bassins hydrographiques comme la Loire ou la Dordogne.

Le contexte migratoire sur la Sèvre niortaise n'est pas pour autant sans embûche. En effet, résultat de plusieurs siècles de l'aménagement de l'homme, de nombreux ouvrages transversaux jalonnent son cours. Récemment plusieurs passes à poissons ont été construites par l'Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise (IIBSN) pour restaurer ou faciliter les déplacements des poissons.

Parallèlement, le Parc naturel régional (PNR) du Marais poitevin est chargé de réaliser les suivis biologiques de ces populations. En particulier, depuis 2008, le PNR réalise le suivi scientifique de la station de comptage du barrage du Marais Pin, ouvrage situé à 50 km de l'embouchure.

Depuis l'été 2015, une passe à poissons a été installée au barrage de la Sotterie, localisée à l'aval du Marais Pin, à environ 5,5 km. Depuis la mise en eau de cet équipement, les comptages d'aloses à Marais Pin semblent plus importants mais des observations ponctuelles révèlent également la présence de géniteurs entre ces deux ouvrages, sans qu'il soit pour autant possible d'en évaluer précisément le nombre.

Ainsi, dans l'objectif de mieux comprendre la progression des aloses entre ces deux ouvrages et d'apprécier quantitativement l'efficacité de la passe à poissons du Marais Pin, le PNR du Marais poitevin a chargé SCIMABIO Interface d'installer un système de vidéo-comptage et d'en effectuer son suivi. Ce dernier vise à statuer sur le nombre d'aloses en montaison franchissant la passe à poissons de la Sotterie sur 2 saisons de migration (2019-2020) sur la période cible allant du 15 mars au 15 juillet. Les données générées pourront être comparées au comptage sur le Marais Pin pour évaluer la progression des migrateurs entre ces deux ouvrages.

Le présent document s'attache à présenter les résultats de ce suivi pour les saisons de migration 2019 et 2020.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Présentation du site d'étude

La Sèvre niortaise :

La Sèvre niortaise est le drain principal du Marais poitevin d'Est en Ouest. Elle se jette dans l'océan Atlantique dans l'anse de l'Aiguillon en face de l'île de Ré. Longue de 159 km, la Sèvre niortaise draine un bassin versant d'environ 3 650 km².

Une grande partie du bassin versant est localisée sur un territoire caractérisé par de faibles altitudes, entre 1 et 5 mètres. Ce vaste territoire a fortement été modelé par l'homme, ce déjà au 12ème siècle avec d'importants travaux d'asséchement des terres, afin de les rendre productibles et habitables. L'aménagement s'est encore intensifié au 18ème siècle avec le recalibrage de l'axe fluvial principal et la construction de nombreux barrages et écluses destinés à mieux maîtriser les écoulements de la Sèvre niortaise (maitrise des submersions, maintien des niveaux d'eau en été).

À l'aval de Niort, la Sèvre niortaise et ses affluents forment un domaine navigable de plus de 100 km, organisé en 24 biefs qui s'étagent de l'écluse de Comporté (Niort) à celle du Brault, au débouché dans la Baie de L'Aiguillon. D'un point de vue hydrographique, ces aménagements historiques ont créé un réseau de voies interconnectées denses et complexes, souvent gérées par l'homme par des ouvrages hydrauliques, en lien avec les nombreux usages associés (navigation, agriculture, chasse, tourisme, sécurité des biens et des personnes, continuité piscicole).

La Sèvre niortaise dispose d'un régime hydrologique de type pluvial océanique, avec des basses-eaux de saison chaude (*minima* en août-septembre) et des hautes-eaux de saison froide (*maxima* en janvier ou février). A la station hydrographique N4300623 de Niort La Tiffardière (la plus représentative par rapport au site d'étude), le module interannuel est de 11,9 m^3/s. Sur ces 10-15 dernières années, on observe de forts contrastes des débits printaniers, avec une accentuation de la représentativité des printemps à faible hydraulicité et à forte hydraulicité. Cet état de fait joue un rôle particulièrement important dans le déclenchement et le déroulement des migrations d'aloses.

Lors des printemps secs, l'attractivité hydrologique de la Sèvre niortaise est réduite, impactant potentiellement la capacité des aloses à détecter le fleuve lorsqu'elles s'approchent du littoral pour engager leur migration génésique. A l'inverse, lors des printemps humides, cette attractivité est forte, donc favorable aux colonisations des aloses. En revanche, la progression des aloses au sein de l'axe migratoire est plus complexe que lors de printemps à faibles débits. En effet, les forts débits induisent un attractivité hydrologique concurrentielle des nombreux canaux interconnectés à la Sèvre niortaise. Cette concurrence a pour conséquence de dérouter les aloses vers des voies de migration sans issue (notamment le canal évacuateur et le canal maritime (écluse du Brault)), engendrant alors soit une perte nette en termes d'effectifs en migration sur l'axe Sèvre, soit un retard conséquent susceptible de nuire *in fine* à l'atteinte des frayères de meilleure qualité située sur l'amont de l'axe migratoire.

Le contexte migratoire pour les aloses sur la Sèvre niortaise est donc fortement variable d'une année sur l'autre, en lien avec les conditions hydrologiques et exacerbé par le niveau d'aménagement et la gestion anthropique des ouvrages hydrauliques.

Le barrage de la Sotterie et sa passe à poissons :

Le barrage de la Sotterie est situé à un peu plus de 45 kilomètres de l'embouchure (baie de l'Aiguillon) sur la Sèvre niortaise (Figure 1). Il s'agit du quatrième ouvrage transversal rencontré depuis l'océan. L'ouvrage « à la mer » étant celui des Enfreneaux sur lequel une passe à poissons toutes espèces a été construite en 2020. L'ouvrage de la Sotterie est par ailleurs situé à 5,5 km en aval du barrage du Marais Pin, équipé d'une passe à poissons « toutes espèces » depuis 2006 et équipé d'un système de vidéo-comptage.

Figure 1 : localisation du site d'étude sur le bassin de la Sèvre Niortaise. (Photographie du barrage de la Sotterie (Coulon, 79). ©AS Bazile)

Le barrage de la Sotterie dispose d'une hauteur de chute moyenne de l'ordre de 0,9-1 mètre. Il est constitué de 4 clapets mobiles. En condition de débit moyen à faible, tout le débit est restitué par le clapet rive droite afin d'assurer une bonne attractivité à la passe à poissons.

Depuis 2015, le barrage est en effet rendu franchissable dans toutes les conditions hydrologiques par l'ensemble du cortège piscicole dont les aloses grâce à la construction d'une passe à poissons. Il s'agit d'une passe à bassins successifs à simples fentes verticales profondes. L'ouvrage est constitué de 5 bassins, les fentes présentent une largeur de 34 cm.

Les bassins disposent de dimensions importantes permettant une bonne dissipation de l'énergie et donc un faible niveau de turbulence. Le débit entonné par l'ouvrage, combiné au positionnement et à l'orientation de l'entrée piscicole de l'ouvrage sont tout à fait favorables à une bonne efficacité pour les franchissements des aloses. Toutefois, les fentes auraient pu présenter une largeur plus importante (idéalement 45 cm) pour minimiser les risques de déstructuration des bancs d'aloses en montaison.

2.2 Description du dispositif de vidéo-comptage

2.2.1 Dimensionnement du dispositif

Afin de répondre au plus juste au cahier des charges rédigé par le PNR du Marais poitevin, il a été proposé d'installer un système de suivi vidéo permettant un comptage en continu, sans manipulation des poissons, et en s'affranchissant des inconvénients majeurs du piégeage ou d'autres systèmes de comptage nécessitant de contraindre fortement la zone de passage des poissons.

Dans de nombreux suivis réalisés dans des passes à poissons de type bassins successifs, il a clairement été constaté qu'il était crucial de modifier le moins possible les conditions hydrauliques existantes, sous peine de biaiser les résultats produits par modification du comportement de franchissement des poissons, *a fortiori* chez les aloses. En particulier, les systèmes de guidage avec grilles ou barreaux ont souvent pour effet d'augmenter les allers-retours des individus au sein de l'ouvrage piscicole. Ce phénomène génère ainsi des retards de franchissement voire des blocages, au-delà des problématiques d'entretien en routine.

Pour éviter ce risque, et apporter des données pertinentes pour l'évaluation des franchissements d'aloses, il a été dessiné et conçu un dispositif générant des conditions hydrauliques moins contraignantes que celles rencontrées par les aloses au sein de la passe à poissons de la Sotterie (largeur de passage, vitesses d'écoulement notamment).

Le principe dudit dispositif a consisté à faire passer les poissons dans un couloir de 50 cm de large positionné dans le bassin de stabilisation amont de l'ouvrage (Figure 2). La largeur du couloir a été calculée pour d'une part, que les poissons soient suffisamment visibles pour être identifiables et dénombrables même avec une certaine turbidité de l'eau, et d'autre part pour que les conditions hydrauliques soient compatibles avec les capacités de nage de toutes les espèces présentes.

Figure 2 : Localisation du dispositif de vidéo-comptage installé dans la passe à poissons du barrage de la Sotterie sur la Sèvre niortaise (image Google Earth)

La hauteur d'eau dans le couloir de visualisation est de l'ordre de 105 cm. Le débit moyen entonné par la passe à poissons est quant à lui de l'ordre de 600 litres/seconde. Il est estimé que le dispositif de vidéo-comptage engendre une perte de charge de l'ordre de 10 cm soit une réduction du débit de la passe à poissons de quelques dizaines de litres par seconde. Le dispositif de vidéo-comptage n'engendre donc pas de modification notable du fonctionnement hydraulique de la passe à poissons. Enfin, les vitesses moyennes d'écoulement estimées au droit des caméras sont de l'ordre de 1.15 m/s, soient des vitesses tout à fait compatibles avec les espèces à faible capacité natatoire.

Détails du calcul hydraulique utilisé :

$$\text{Perte de charge} = \frac{k \times V^2}{2g}$$

Coefficient k = 1.5
V = 1.15 m/s
g = 9.81 m/s²

2.2.2 Principes de fonctionnement du dispositif de vidéo-comptage

Le dispositif de base comporte **deux panneaux modulaires en vis-à-vis.** Un panneau est composé de **deux (ou trois) modules étanches** : un module éclairage (bandes de leds) de 50cmx100cm ou 50cmx50cm et un (ou deux) module(s) caméra enfichable(s) sur le module éclairant (Figure 3). Un module caméra est équipé d'une caméra Basler ace VGA de technologie GigaE à capteur CCD et d'un objectif 2.1 mm (très grand angle).

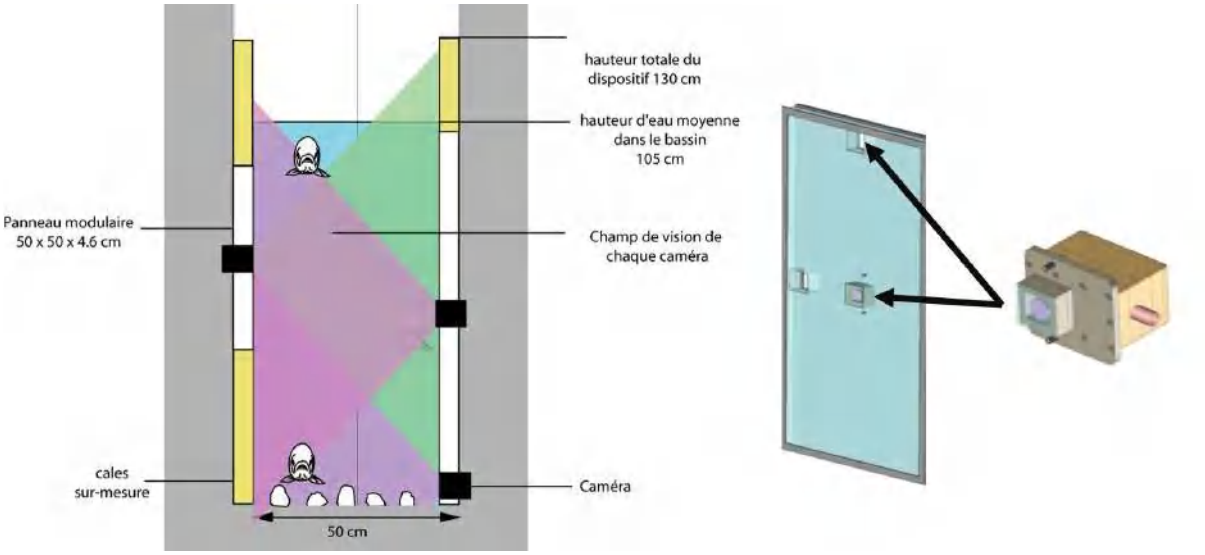


Figure 3 : Schéma type d'un module d'éclairage (gauche), d'un module caméra (centre) et illustration d'une installation (droite) sur une passe à bassins. (©HIZKIA).

Pour une largeur de la tranche d'eau visualisée de 50 cm (distance entre les deux panneaux), la zone d'observation est la suivante (capteur 1/3'' + objectif 2.1 mm) :

- entre les panneaux, au milieu de la lame d'eau = 45 cm de large par 97 cm de haut ;
- le long des caissons, au bord de la lame d'eau = 90 cm de large par 108 cm de haut d'un côté et 127 cm de l'autre.

Grâce au positionnement en quinconce des 3 caméras, la zone totale d'observation est d'environ 90 cm de large par 100 cm de hauteur. Cet agencement garantit la couverture par les caméras de la grande majorité de la colonne d'eau et donc la détection de la totalité des passages d'aloses.

Les panneaux éclairants sont alimentés en basse tension (24V). Les caméras sont alimentées en POE et communiquent directement avec l'ordinateur d'acquisition *via* un câble RJ45. Les alimentations électriques et l'ordinateur ont été placés dans une armoire technique positionnée à proximité immédiate de la passe à poissons (Figure 4). Pour assurer la sécurisation du site, les passages de câble ont été enterrés pour la traversée de chemin.

Figure 4 : Armoire technique intégrant les alimentations électriques et l'ordinateur d'acquisition

L'ordinateur embarque un logiciel d'acquisition (Ibaï Begi) permettant les réglages des caméras ainsi que le paramétrage des algorithmes de détection. En effet, les images ne sont pas enregistrées en continue mais seules les séquences avec détection de passages de poissons sont sauvegardées. La station vidéo du Marais Pin est équipée du même logiciel

Figure 5 : Fenêtre de réglages des caméras (exposition, vitesse, …)

Une ligne ADSL a été installée par l'IIBSN afin de permettre la télémaintenance et d'assurer la remontée des séquences vidéo sur un serveur distant.

Les séquences vidéo ont été analysées *a posteriori* par SCIMABIO Interface afin de discriminer les aloses parmi les différentes espèces et de comptabiliser les passages effectifs en montaison. Ce travail d'analyse a été réalisé sur un second logiciel Ibaï Begi dit de «traitement». Ce logiciel offre la possibilité de modifier les paramétrages des algorithmes afin d'améliorer le filtrage des séquences si, pour diverses raisons, il est constaté une augmentation des « faux positifs » (détection de feuilles par exemples) ou une stagnation de certaines espèces devant les caméras.

Des mails journaliers sont générés par le logiciel d'acquisition afin d'informer les opérateurs du nombre de séquences vidéo enregistrées durant la journée ainsi que l'état de remplissage du disque dur interne. En cas d'avarie (coupure électrique, perte de communication avec une caméra), un mail d'alerte est également adressé aux opérateurs afin qu'ils puissent réagir dans les meilleurs délais et éviter autant que possible la perte de données biologiques.

2.2.3 Structure physique d'accueil du dispositif de vidéo-comptage

L'intégration d'un dispositif de vidéo-comptage dans la passe à poissons de la Sotterie a constitué un vrai défi technique, l'ouvrage n'ayant pas été conçu dans la perspective d'intégrer un tel dispositif.

Pour assurer cette intégration dans le bassin amont de l'ouvrage, une structure métallique a été dessinée et conçue sur-mesure avec pour objectifs :

- de créer un couloir de 50 cm de large sur toute la hauteur d'eau ;
- de soutenir les modules éclairants et modules caméras ;
- de générer des conditions hydrauliques optimales pour le passage des poissons et la prise de vidéos de qualité.

La structure est composée de glissières destinées à maintenir en place les panneaux et à permettre leur manutention ou leur entretien régulier. Des déflecteurs ont été installés en parties aval et amont pour permettre à la fois de bons entonnements hydrauliques et guider les passages de poissons (Figure 6).

Ces déflecteurs ne sont pas complètement étanches mais ils concentrent la grande majorité du débit transitant dans la passe et la totalité des passages de poissons.

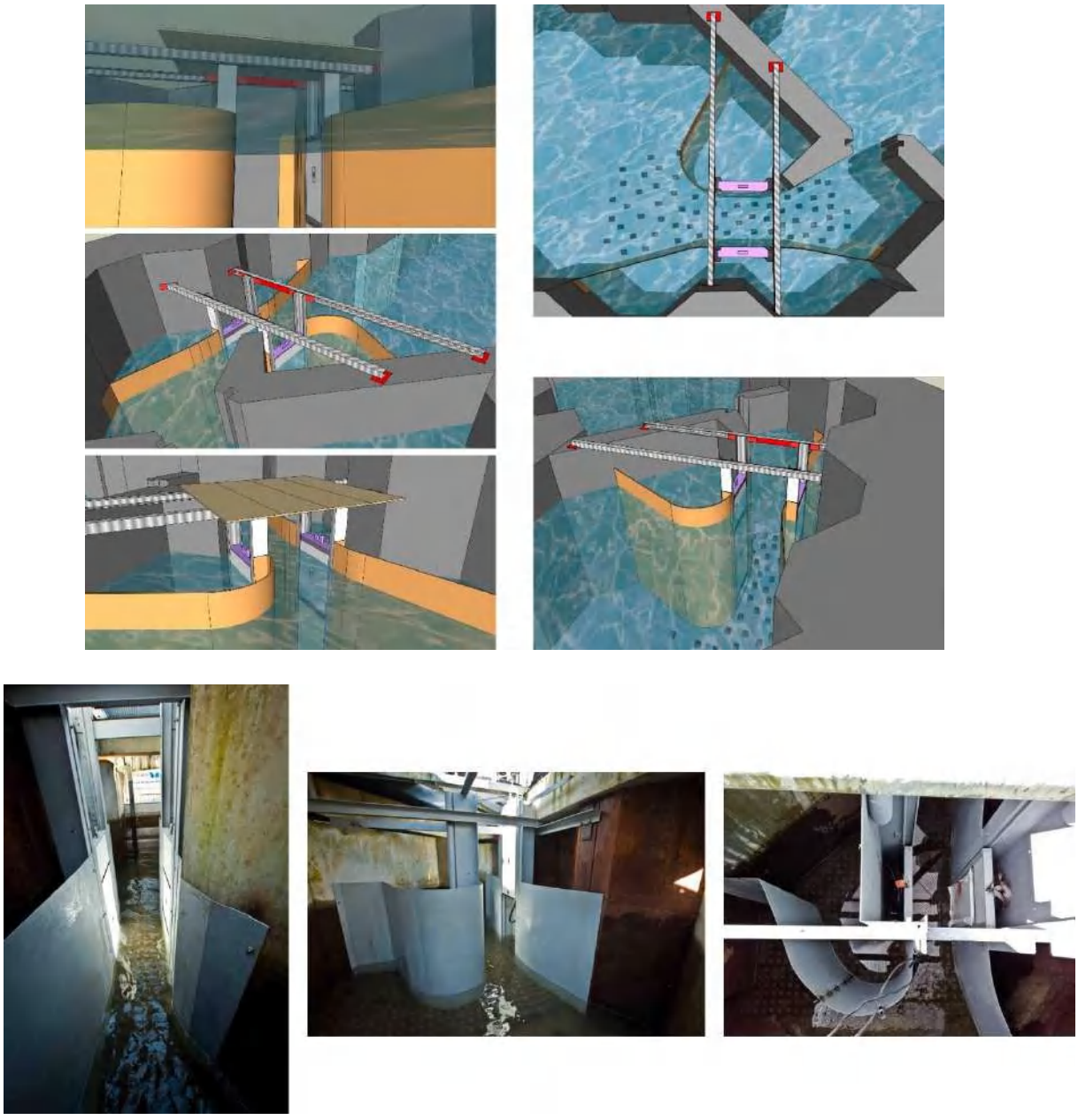


Figure 6 : Projections 3D et photographies de la structure d'accueil métallique sur-mesure conçue pour intégrer le dispositif de vidéo-comptage dans la passe à poissons de la Sotterie

Les conditions hydrauliques générées par cette structure sont conformes aux attentes. Les déflecteurs amont permettent un entonnement du débit de la passe à poissons sans turbulence et avec une mise en vitesse progressive. Les déflecteurs aval permettent quant à eux une bonne transition avec les voiles béton de la première fente de l'ouvrage, en gommant notamment l'effet recirculation qui existait en rive droite contre les palplanches.

Figure 7 : Conditions hydrauliques au droit du dispositif de vidéo-comptage générées par les entonnements amont

Cette structure est par ailleurs complètement démontable. Ainsi, à l'issue du suivi, celle-ci pourra être retirée sans aucune incidence sur le génie civil de l'ouvrage et son fonctionnement hydraulique.

3. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES / EFFICACITÉ DU DISPOSITIF

Le débit et la température de l'eau sont deux paramètres environnementaux structurant de façon majeure les comportements de déplacement et de migration des poissons. Chez les migrateurs amphihalins potamotoques, le débit joue en premier lieu un rôle de déclencheur des remontées migratoires, par une hausse importante du débit à la toute fin de l'hiver (mars) qui attire les géniteurs présents sur la frange littorale vers l'embouchure du fleuve. Parallèlement, ce déclenchement est dépendant de la température de l'eau. Chez l'Alose, il est ainsi considéré que ce dernier s'opère pour une température du fleuve minimale de 10-11°C.

Lorsque les remontées sont engagées, le débit et la température interviennent alors dans la structuration de la migration. Schématiquement, une hausse de débit (crue) ou une baisse de la température (les deux allant généralement de pair) engendre un ralentissement voire un arrêt du comportement migratoire. A l'inverse, les pics de montaison chez l'alose sont souvent corrélés à une augmentation régulière de la température de l'eau.

Sur la Sèvre niortaise, rappelons que la gestion des ouvrages hydrauliques, combinée au complexe réseau hydrographique en partie aval, intervient fortement dans le déroulement de la colonisation et de la migration des aloses. L'impact peut être majeur en début de migration avec des débits élevés sur le réseau avec des déroutes des géniteurs en montaison (effet retard voire blocage).

3.1 Le débit

La station hydrométrique de la « Tiffardière totale », située en amont de Niort (figure 1), semble la plus représentative pour présenter les conditions de débits pendant la période de suivi de la passe à poissons de la Sotterie.

Le suivi de migration des aloses sur le site de la Sotterie s'est déroulé sur deux années aux caractéristiques hydrologiques très différentes, pouvant être globalement qualifiées de déficitaire en 2019 et d'excédentaire en 2020 par rapport aux moyennes interannuelles calculées sur la période 1993-2018 (tableau 1).

Tableau 1 : Comparaison des débits moyens mensuels de 2019 et 2020 aux débits moyens mensuels interannuels calculés sur la période 1993-2018 (données Banque Hydro)

	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	moyenne
Moyenne 1993-2018	22,01	17,75	13,01	8,37	5,5	3,34	11,66
Moyenne 2019	19,18	14,14	7,82	6,62	3,85	1,99	8,93
différence par rapport à la moyenne interannuelle	**-2,83**	**-3,61**	**-5,19**	**-1,75**	**-1,65**	**-1,35**	**-2,73**
% d'écart à la moyenne interranuelle	-12,9%	-20,3%	-39,9%	-20,9%	-30,0%	-40,4%	-23,4%
Moyenne 2020	40,2	48,1	9,26	9,17	5,76	3,22	19,285
différence par rapport à la moyenne interannuelle	**18,19**	**30,35**	**-3,75**	**0,8**	**0,26**	**-0,12**	**7,62**
% d'écart à la moyenne interranuelle	82,6%	171,0%	-28,8%	9,6%	4,7%	-3,6%	65,3%

Les principales différences relevées entre ces deux années consistent majoritairement aux débits de printemps. En effet, on relève deux crues printanières exceptionnelles en 2020 : une quinquennale le 3 février (153 m^3/s) et une vicennale le 6 mars (205 m^3/s) qui maintiennent un fort débit jusque début avril (figure 8). A l'inverse, la saison 2019 s'était caractérisée par des débits globalement faibles et une absence totale de crue printanière.

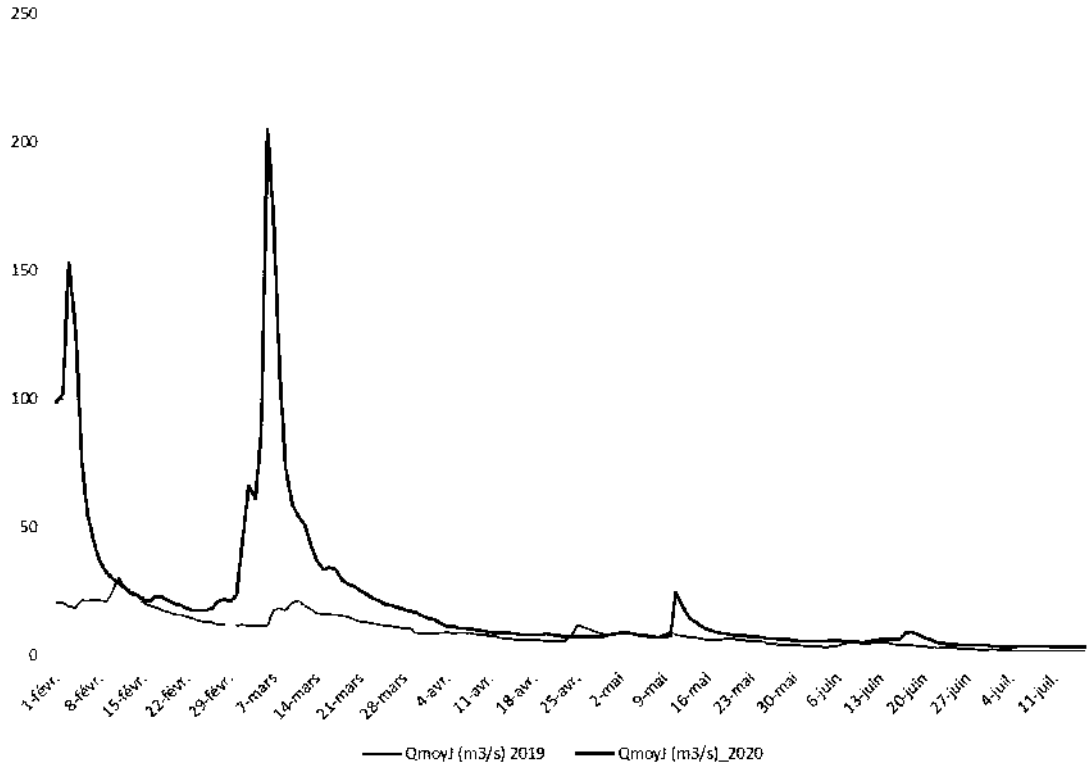


Figure 8 : débits moyens journaliers de la Sèvre Niortaise en 2019 (gris) et 2020 (noir) à la Tiffardière

En dehors de ces épisodes exceptionnels, la situation hydrologique redevient plus comparable sur ces deux années à partir de début avril (figure 8). Le mois d'avril présente un déficit hydrologique pour les deux années suivies en comparaison avec les débits moyens interannuels calculés sur la période 1993-2018 (figure 9).

On notera deux petits épisodes de crue notable en 2020 autour du 11 mai et du 18 juin qui soutiennent les débits en mai, juin et juillet 2020.

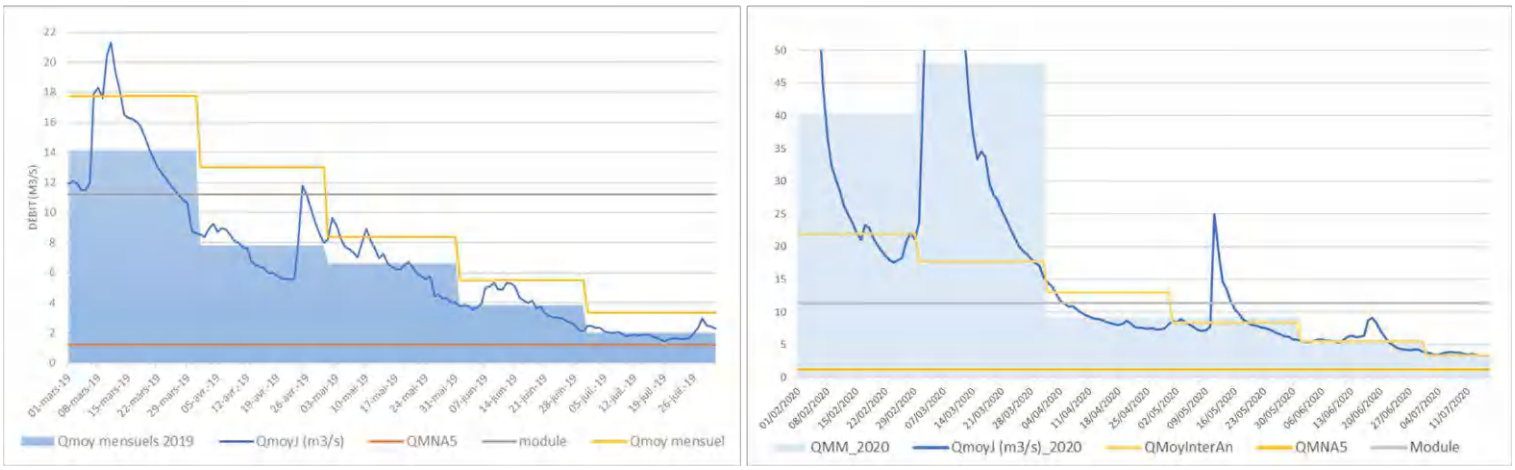


Figure 9 : débits moyens journaliers de la Sèvre Niortaise en 2019 et 2020 à la Tiffardière et statistiques caractéristiques de débits (module, étiage, Q moyens mensuels calculés sur la période 1993-2018, Q moyens mensuels 2019 et 2020)

Cette première analyse descriptive des conditions hydrologiques sur la Sèvre niortaise sur les deux années de suivi, met en évidence une situation atypique sur le mois de février et mars 2020 qui pourrait avoir influencer le déroulement de la migration des aloses.

3.2 La température de l'eau

Les températures de l'eau de la Sèvre niortaise ont été suivies au pas de temps horaire à l'aide d'une sonde enregistreuse (sonde filaire PT1000) positionnées dans la passe à poissons de la Sotterie.

Les profils d'évolution des températures moyennes journalières en 2019 et 2020 (figure 10) sont toutes deux globalement ascendantes sur la période du 8 mars au 15 juillet. On note cependant une plus grande régularité de l'augmentation des températures en 2019 où les seuils théoriques de déclenchement de la migration (11°C) et de déclenchement de la reproduction (15°C) sont dépassés de manière continue respectivement le 15 mars 2019 et le 15 mai 2019.

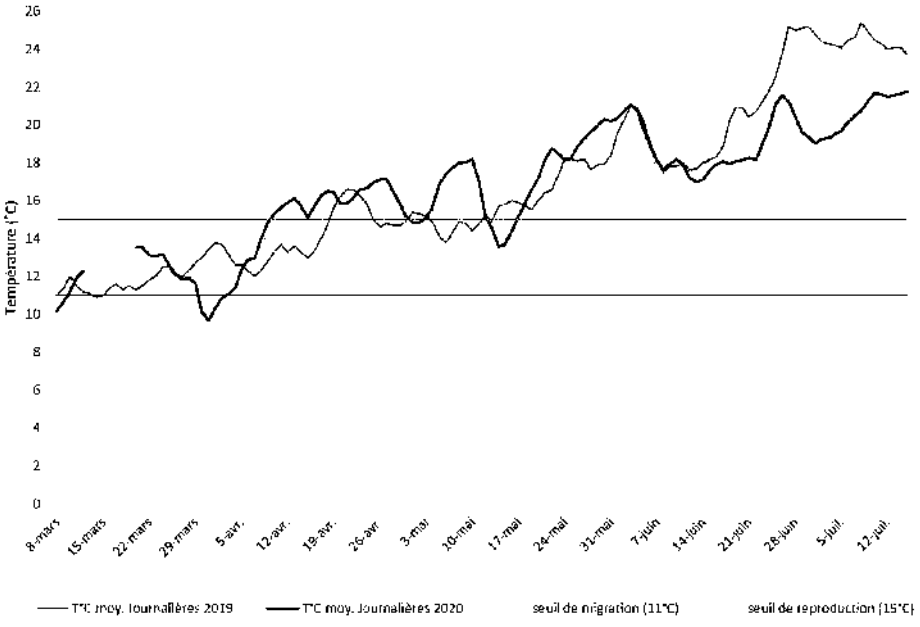


Figure 10 : Températures moyennes journalières de la Sèvre Niortaise en entre le 1er mars et le 15juillet 2019 (en gris) et 2020 (en noir) en rapport avec les exigences écologiques de l'Alose.

En 2020, le seuil théorique de déclenchement de la migration (11°C) est dépassé de manière continue à partir du 03 avril 2020, soit plus de 2 semaines plus tard qu'en 2019. Le seuil de reproduction (15°C) est quant à lui dépassé de manière continue à partir du 17 mai 2020, soit sensiblement au même moment qu'en 2019. Sur cette année, on remarque une plus grande variabilité des températures moyennes journalières en lien avec de plus grandes variations des débits.

Enfin, l'optimum thermique pour la reproduction des géniteurs (18°C) est atteint plus tôt en 2020 (21 mai) qu'en 2019 (31 mai). En 2020, on notera également un effet de l'hydrologie sur le maintien des températures moyennes journalières à partir de mi-juin qui ne dépassent pas 22°C, alors qu'elles atteignent 25°C en 2019.

Au vu de ces informations, il peut être considéré que les conditions thermiques rencontrées en 2019 et 2020 par les aloses sur la Sèvre niortaise évoluent dans des gammes compatibles avec sa biologie et son écologie sur toute la période de migration et de reproduction.

Une première lecture de l'évolution de ces deux paramètres abiotiques semble cependant indiquer que la fenêtre de migration a été plus courte de 3 semaines à 1 mois en 2020 du fait des débits exceptionnels de printemps qui ont possiblement retardé le début de la migration et l'atteinte du seuil thermique de reproduction, plus précoce de 10 jours en 2020.

3.3 Fonctionnement de la passe à poissons et du dispositif d'acquisition

3.3.1 Fonctionnement et entretien de la passe à poissons

Le nettoyage des panneaux éclairants et des caméras a été programmé et maintenu de façon hebdomadaire pour le maintien du bon fonctionnement du dispositif et de la qualité des images.

Le périphyton se dépose en effet très régulièrement sur les panneaux et les caméras, obstruant ainsi rapidement la visibilité et l'éclairage du chenal et perturbant la détermination des espèces. La fréquence d'un nettoyage sur site par semaine sur toute la durée du suivi est donc jugée adaptée.

Les entretiens hebdomadaires ont été réalisés par les agents techniques de l'IIBSN. Une intervention d'entretien type se déroule en plusieurs étapes comme suit :

- Prise de contact de l'IIBSN avec un des deux référents de la gestion de l'acquisition vidéo (Sophie Der Mikaélian, Yann Abdallah).

- Mise hors tension des caméras à distance via le logiciel d'acquisition par un des référents (risque de chauffe des caméras lorsqu'elles sont hors d'eau) ;

- Batardage de la passe à poissons et descente d'un agent IIBSN dans l'ouvrage. L'autre agent reste sur la plateforme caillebotis en surveillance.

- Nettoyage des panneaux et caméras à l'aide d'une brosse souple, d'une solution de vinaigre blanc et d'une raclette. Possibilité de lever les panneaux (système de chaine de levage avec dispositif de blocage en position levée) pour faciliter le nettoyage de la partie basse des panneaux ;

- Vérification visuelle de l'état général de la structure métallique. Contrôle de l'absence de débris végétaux ou autres au niveau des plots evergreen au droit des caméras et en partie amont ;

- L'agent IIBSN ressort de la passe à poissons et les 2 agents procèdent à la remise en eau de la passe à poissons

- Un appel téléphonique est passé à un des 3 référents pour la remise en route du système d'acquisition vidéo.

Le batardage et le nettoyage du dispositif de vidéo-comptage prend globalement entre 25 et 35 minutes par opération. La durée de ces opérations, réalisées une fois par semaine, n'est donc pas de nature à altérer le fonctionnement de la passe à poissons et de fait la progression des aloses dans leur migration.

3.3.2 Fonctionnement du dispositif d'acquisition

Le système d'acquisition vidéo étant connecté, il a été possible de suivre pendant toute la durée du suivi le bon fonctionnement de l'ensemble des éléments composant ledit système. Ce suivi en routine est réalisé à partir des mails journaliers d'information envoyés par le serveur et des mails d'alerte en cas de coupure électrique, de perte de communication avec une caméra ou de saturation du disque dur de stockage des vidéos. Régulièrement, les opérateurs de SCIMABIO Interface en charge du suivi se sont connectés à distance à l'ordinateur d'acquisition afin de procéder à un contrôle visuel de l'état du dispositif et d'effectuer au besoin des réglages sur les caméras (exposition, seuils de sensibilité, …).

Pertes de données liées aux coupures du logiciel d'acquisition

Le tableau 2 synthétise l'ensemble des évènements enregistrés lors des suivis 2019 et 2020 ayant provoqué une coupure du logiciel d'acquisition (et donc une perte de données biologiques).

Il est également possible de connaître la durée exacte de chaque coupure ainsi que d'identifier, *a posteriori*, l'origine de la coupure (se reporter aux annexes 1 et 2 pour plus de détails).

Tableau 2 : Synthèse des événements ayant engendrés des interruptions du système d'acquisition sur le site de la Sotterie en 2019 et 2020

	2019	2020
entretien	10:47:03	6:39:00
problème batterie	00:25:00	00:09:00
perte communication caméra	09:10:00	0:02:00
perte disque dur défectueux	19:03:18	48:00:00
total interruption	39:25:21	54:50:00

La durée totale du suivi en 2019 et en 2020 est de 123 jours soit 2 953 heures.

Sur les deux années, on totalise 46h15 de coupure du logiciel d'acquisition donc de perte d'informations. **Cela signifie que le logiciel a fonctionné correctement pendant plus de 99 % du temps.**

Près du tiers des coupures est expliqué par les entretiens hebdomadaires du système vidéo par l'IIBSN. On relève ensuite des pertes de communication avec les caméras, ici toutes liées à des coupures électriques en local. Enfin, on enregistre des coupures liées à des problèmes de fonctionnement même du logiciel.

Ces informations mettent en lumière le bon fonctionnement du dispositif de vidéo-comptage et permette de garantir la qualité et la robustesse des données biologiques produites sur les deux années de suivi.

Les 48h de perte d'images les 22 et 24 mars 2020 sont liées, quant à elles, à un défaut de matériel (disque dur externe HS) dans un contexte très exceptionnel de confinement lié à la Covid-19, qui n'a pas permis la réactivité habituelle et nécessaire au changement du matériel. *A posteriori*, il nous semble peu probable que des aloses soient passées sur cette période en 2020.

Quantité et qualité des séquences vidéo enregistrées

Les caméras et les éclairages fonctionnent en continu mais en revanche, seules les séquences vidéo avec présence de poissons sont enregistrées par le logiciel d'acquisition. La sélection des séquences vidéo à enregistrer est actuellement basée sur un algorithme de traitement de l'image. L'objectif poursuivi par cet algorithme est en priorité d'être capable de discriminer les objets « poissons » parmi la diversité des objets filmés (débris végétaux, bulles, autres éléments physiques inertes). En revanche, cet algorithme n'a pas la capacité à prédéterminer les espèces de poissons ni à travailler sur leurs mouvements, ce qui pourrait permettre par exemple d'ignorer les passages en dévalaison ou les stagnations devant les caméras.

Sur toute la période du suivi (15 mars-15 juillet), le logiciel d'acquisition a enregistré 557 883 séquences vidéo en 2019 et 662 801 en 2020 (figure 11).

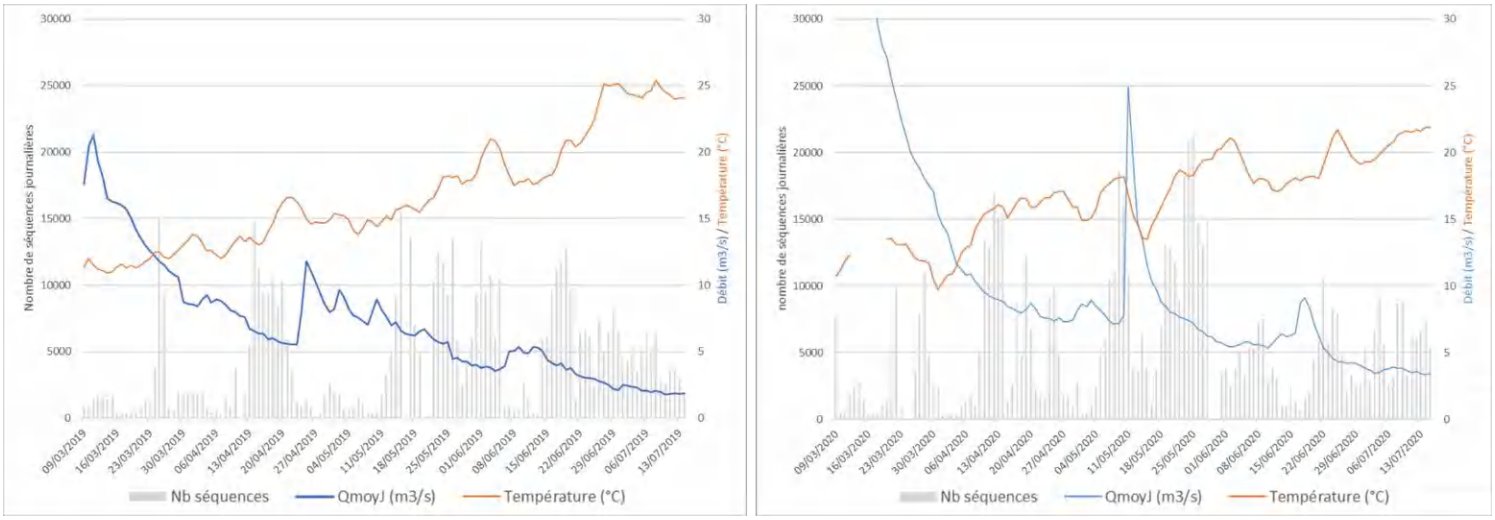


Figure 11 : évolution du nombre de séquences enregistrées en 2019 (à gauche) et 2020 (à droite) entre début mars et le 15 juillet sur le site de la Sotterie (gris), des débits moyens journaliers (bleu) et des températures moyennes journalières (orange)

Les deux principaux éléments responsables des sur-enregistrements sont (Figure 12) :

- L'apparition de débris végétaux (fragments de renoncule) devant les caméras. La vitesse du courant crée un mouvement d'ondulation de ces débris, mouvement détecté par le logiciel et provoquant donc un enregistrement de séquence ;
- La stagnation de bancs de poissons devant la caméra « bas », ces bancs étant très majoritairement représentés par des chevesnes.

Figure 12 : Captures d'écran illustrant les principaux éléments responsables des sur-déclenchements

Les volumes de vidéo enregistrés sont bien au-delà de ce qui avait été envisagé, en effet nous avons une moyenne de 4 463 séquences par jour en 2019 et 5 781 en 2020, contre une moyenne de 750 envisagée à l'origine du projet.

La conséquence de ces chiffres est avant tout une augmentation très significative du temps de dépouillement par rapport au volume de temps initialement programmé. Différentes solutions ont été testées au cours du suivi pour tenter d'optimiser ces temps de dépouillement.

Les sur-déclenchements liés aux débris végétaux sont facilement gérables à distance puisque le logiciel d'acquisition permet d'ignorer la partie de l'image occupée par le végétal en attendant une intervention des agents de l'IIBSN pour le nettoyage. Ces sur-déclenchements ont donc eu un impact limité dans le temps durant le suivi 2019. En mai 2020, une dizaine de jours a été impactée par ce type de sur-déclenchements, engendrant des durées d'enregistrement de 16 à 22h par jour (en cumulé avec les stagnations de chevesnes), et ce malgré un nettoyage sur la période considérée. Il semble important de mieux comprendre les raisons du blocage de ces végétaux et de prévoir une vérification lors des interventions des agents de l'IIBSN. En outre, une vérification journalière des caméras pourrait permettre une action directe de retrait des végétaux et ainsi limiter le volume des enregistrements et le temps de traitement nécessaire à ces journées.

En revanche, les sur-déclenchements liés aux stagnations de chevesnes devant la caméra « bas » se sont révélés beaucoup plus problématiques dans la mesure où ils sont difficilement traitables par l'algorithme de traitement d'images. Pour tenter de pallier ce problème, des tests par apprentissage profonds ont été réalisés au cours du suivi en 2019. Différents filtres ont été produits et testés à partir du logiciel de comptage.

Malheureusement, ces tests ont montré que les filtres efficaces pour ignorer les stagnations de chevesnes engendraient des pertes d'information trop importantes sur les passages d'aloses.

En 2020, une analyse fine des caractéristiques des passages d'alose a permis d'identifier d'autres possibilité de traitement des stagnations. En effet nous observons deux types de passages :

- Des passages rapides dans la zone intermédiaire, à cheval sur 2 ou 3 caméras (concerne la grande majorité des cas) ;
- Des passages en zone basse, où l'alose n'est visible que sur la caméra du bas, c'est un passage généralement moins rapide et assez spécifique à la montaison.

A la demande de SCIMABIO Interface, Hizkia a mis en place un nouvel outil de filtre permettant de sélectionner les caméras où l'on souhaite observer les mouvements.

Etant donné le grand volume de séquences à visionner sur 2020, nous avons opté pour un dépouillement par étapes correspondant à des réglages particuliers de filtres, tel que décrit ci-dessous :

1/Filtre 1 (F1) : sélection des deux caméras du haut, où l'on retient uniquement ce qui est considéré comme un poisson (catégorie 1), tous les sens de passages (montaison, dévalaison, indéterminé) et une « tracking distance » de 50.
En règle générale ce filtre est efficace, il permet de réduire drastiquement le nombre de séquences et de valider la présence d'aloses sur la journée. Généralement les aller-retours sont bien comptabilisés.
2/Filtre 2 (F2) : sélection de la caméra du bas uniquement, où l'on ne retient que ce qui est considéré comme un poisson (catégorie 1), uniquement sur les mouvements de montaison et une « tracking distance » de 100. Ce réglage de filtre permet de réduire notablement le nombre de séquence de poissons stagnants, sans pour autant les éliminer complétement.
Sauf quelques cas isolés de passages directs et isolés en bas, ce visionnage permet de compléter les mouvements observés avec le premier filtre.
3/ en cas de nécessité face à une **incohérence des mouvements**, la totalité des séquences sans filtre de catégorie, de caméra, de sens avec une « tracking distance » de 50 sont chargées et visionnées sur une période de 10 minutes autour des passages problématiques.

Dans la mesure du possible nous avons effectué un visionnage exhaustif. Ainsi, lorsque le volume des vidéos enregistrées sur la journée était inférieur ou égal à 1h (environ 1 500 séquences), toute la journée a été visionnée avec le filtre de catégorie 1, toutes les caméras, une « tracking distance » réglée à 50 et tous les sens de passages étaient sélectionnés. Au-delà d'une heure d'enregistrement, nous appliquions le filtre 1 puis 2.

Sur certaines journées avec des durées d'enregistrement extrêmement longues, nous avons choisi de n'appliquer qu'un des 2 filtres (F1 ou F2) et considéré que l'absence de passage d'alose constituait un signe d'absence de passages.

Au-delà de ce problème de sur-déclenchements, on constate sur la totalité du suivi, une bonne qualité des images produites permettant un comptage exhaustif des passages d'aloses. Les séquences vidéo ont toutes été visionnées sur le logiciel de comptage à vitesse x5 ou x10.

Lors des passages d'aloses, les images étaient visionnées à vitesse réelle voir réduite à x0.5 lorsque des comportements de va-et-vient pouvaient complexifier les comptages.

Du fait du grand nombre de séquences à dépouiller, seules les aloses ont été finement comptabilisées. S'agissant des autres espèces, celles-ci ont été notées en présence/absence par journée de suivi. Pour l'année 2019, première année de suivi, une notion d'intensité de flux de passages a également été relevée en fonctionnant par classes de flux (<10 ; 10-50 ; 50-100 ; >100 individus par espèce sur 1 journée). En 2020, seule la présence de l'espèce a été notée. Une banque d'images et de séquences vidéo a enfin été créée pour l'ensemble du cortège piscicole visionné. Une planche photos des différentes espèces est présentée en Annexe 3.

4. RÉSULTATS DU SUIVI PAR VIDÉO-COMPTAGE DE LA PASSE À POISSONS DE LA SOTTERIE

4.1 Résultats pour les aloses

Malgré la qualité et la précisions des séquences vidéo, il n'est pas possible d'établir une discrimination complètement fiable entre les grandes aloses (*Alosa alosa*) et les aloses feintes (*Alosa fallax fallax*). Ceci étant, compte-tenu de la distance à l'embouchure et des connaissances acquises sur ces espèces par le PNR du Marais poitevin, il est considéré que le flux d'aloses est très majoritairement composé de grandes aloses.

D'après les suivis réalisés en 2019 et 2020 sur l'ouvrage de la Sotterie, sur les 123 jours suivis entre le 15 mars et le 15 juillet nous avons observés **567** passages d'aloses en montaison en 2019 et **394** en 2020.

Notons cependant que la comptabilisation des aloses en montaison est potentiellement surévaluée de quelques individus, certaines ayant pu être comptabilisées 2 fois (cas d'une dévalaison par la passe à poissons ou le barrage, puis d'un nouveau franchissement quelques heures voire quelques jours après cette dévalaison). En effet, en l'absence d'éléments physiques permettant l'identification de l'individu (blessure, écaillure, présence d'une lamproie fluviatile accolée, …), il est impossible de reconnaître ces aloses lors de leur second franchissement. Seul un marquage individuel par télémétrie (active ou passive) permettrait cette reconnaissance et donc une correction des chiffres présentés ici.

Ceci étant, ce cas de figure paraît marginal à l'échelle du suivi et n'impacte donc pas la véracité des analyses présentées ci-après, basées uniquement sur les aloses comptabilisées en montaison.

4.1.1 Caractérisation des mouvements migratoires des aloses sur la saison de migration

A l'échelle de la saison :

L'alose est une espèce grégaire lors de sa vie marine et conserve ce comportement lors de la migration de reproduction. Au droit d'un ouvrage, les arrivées d'aloses se font donc par bancs plus ou moins importants au fil de la saison. Les connaissances scientifiques disponibles décrivent une arrivée des mâles en premier lieu, migrant par petits bancs.

Lorsqu'on progresse dans la saison et que les températures augmentent, les flux migratoires s'intensifient avec l'arrivée de bancs composés d'un plus grand nombre d'individus au sein desquels les mâles seraient encore sensiblement majoritaires. Plus on s'avance dans la saison et plus le sex-ratio au sein des bancs s'équilibrent.

En seconde partie de la saison migratoire apparaissent les femelles les plus âgées. A l'échelle de la saison, compte-tenu de ces caractéristiques, la courbe d'évolution des flux migratoires de géniteurs d'aloses suit régulièrement une tendance bimodale (Aprahamian *et al.* 2003, ; Baglinière *et al*., 2003).

Bien entendu, ces éléments assez théoriques sont fortement influencés et modifiés par les conditions hydroclimatiques saisonnières (avec des contrastes de plus en plus marqués entre les années sur la Sèvre niortaise) et par le contexte migratoire local (gestion des ouvrages hydrauliques, entretien des ouvrages de franchissement, …).

En 2019, la migration de reproduction des aloses sur la Sèvre niortaise s'étale du 16 mars au 4 juillet (figure 13). L'évolution du flux de passage à la Sotterie montre une légère tendance bimodale avec un premier pic le 11 avril (50 aloses) puis un second pic les 2 et 3 mai (29 aloses). Près de 75% de l'effectif en migration franchi l'ouvrage sur cette fenêtre d'une vingtaine de jours (4 semaines).

Après le second pic de remontées, les effectifs en montaison baissent rapidement et la migration s'arrête au 8 juin, à l'exception d'un individu isolé franchissant la passe à poissons le 4 juillet.

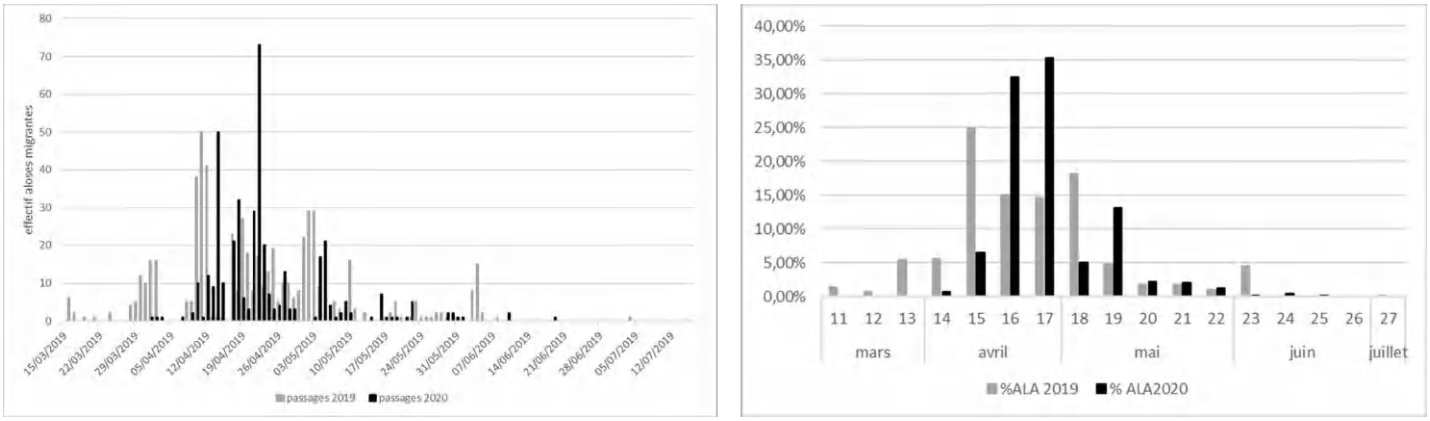


Figure 13 : Répartitions des effectifs d'aloses migrantes par jour et par semaine entre le 15 mars et le 15 juillet 2019 (en gris) et 2020 (en noir)

En 2020, la migration des aloses s'étale du 1er Avril au 19 juin (figure 14). De même qu'en 2019, nous pouvons observer une légère tendance bimodale avec un premier pic aux 14 (50 aloses) et 21 avril (73 aloses) puis un second les 04 et 05 mai (17 et 21 aloses). C'est plus de 86% de l'effectif de l'année qui passe sur cette période de 4 semaines entre mi-avril et mi-mai. Ainsi, en 2020, le début des remontées est plus tardif de 2 semaines, le premier pic de remonté a lieu 10 jours plus tard qu'en 2019, alors que la date du second reste inchangée.

Comme en 2019 nous observons des passages isolés en fin de période, 2 le 10 juin et 1 le 19 juin.

Malgré ces apparentes différences, l'évolution des effectifs cumulés d'aloses migrantes en 2019 et 2020 (figure 14), montrent que la date médiane de migration, correspondant à la date à laquelle 50% de l'effectif de l'année est passé, est sensiblement la même sur ces 2 années de suivi et se situe autour du 21 avril. Ceci semble indiquer que malgré les variations inter-annuelles de température et de débit, le schéma de migration est sensiblement le même.

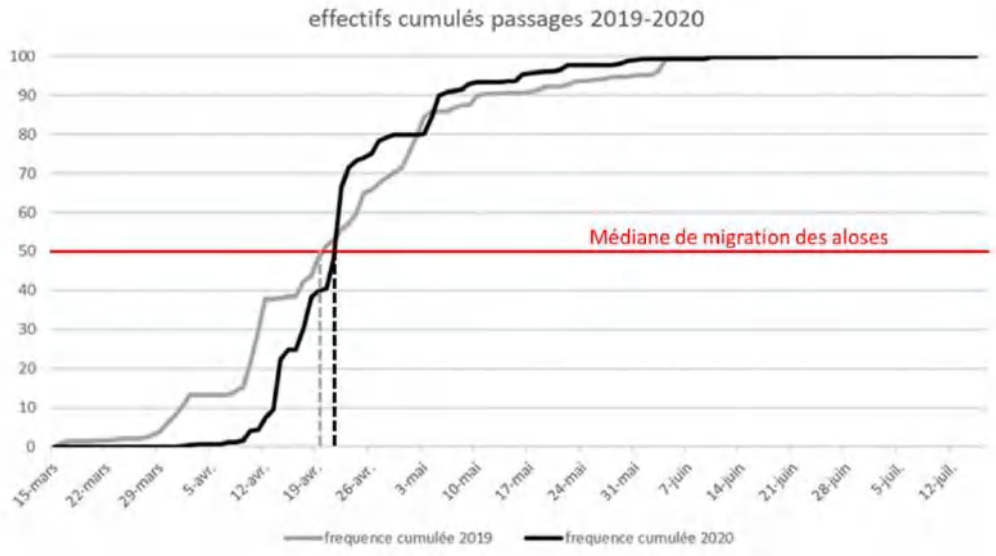


Figure 14 : Effectifs cumulés d'aloses comptabilisées sur le site de la Sotterie entre le 15 mars et le 15 juillet 2019 (en gris) et 2020 (en noir).

Compte-tenu des conditions hydroclimatiques favorables à la progression des géniteurs et au faible risque de déroute sur la partie aval de l'hydrosystème, la migration 2019 s'est donc déroulée sur une fenêtre temporelle réduite. Ce constat révèle tout l'enjeu d'une bonne gestion et d'un bon entretien des ouvrages de franchissement sur cette courte période où se joue l'accessibilité des frayères de qualité pour les géniteurs d'aloses.

A l'échelle de la journée :

Les aloses ont un comportement de migration majoritairement diurne, ce fait étant confirmé par les résultats du suivi des passages d'aloses sur le site de la Sotterie. Les passages nocturnes représentent moins de 10% des passages totaux (figure 15).

Les différences de répartition des pourcentages d'effectif en 2019 et 2020, ne permet pas de tirer d'autre information de cette analyse.

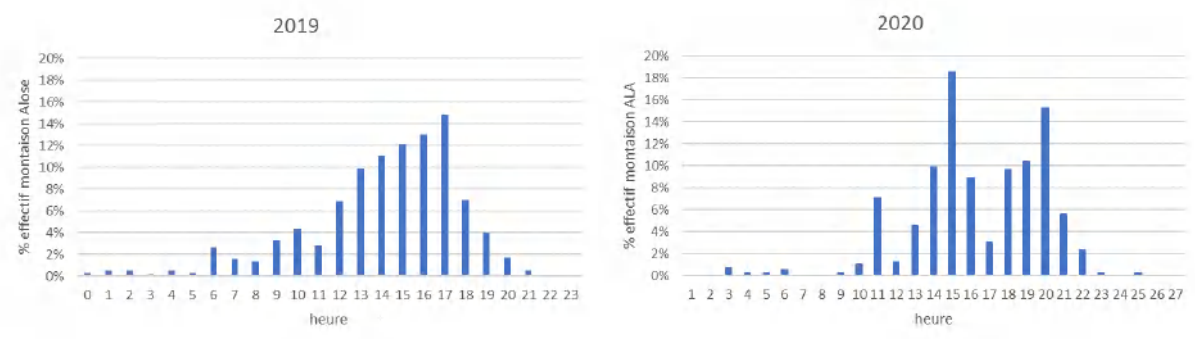


Figure 15 : Répartition des heures de passages effectifs d'aloses migrantes sur la période de suivi 2019 (à gauche) et 2020 (à droite)

4.1.2 Comportements des aloses dans la passe à poissons

L'alose est une espèce dont les mœurs d'utilisation des différents ouvrages de franchissement sont encore mal décrites. Il est toutefois bien connu que l'alose est une espèce craintive, hésitante à s'engager dans les passages réduits comme les fentes des passes à poissons de type bassins successifs, *a fortiori* dans la mesure où ces passages contraignent les aloses à fractionner les bancs qu'elles composent habituellement en migration (Larinier *et al.,* 1996).

Grâce au vidéo-comptage, il est possible de décrire le comportement des aloses dans la partie amont de la passe à poissons. Il serait évidemment très intéressant de pouvoir compléter cette description pour la partie aval de l'ouvrage, y compris l'entrée, afin d'obtenir une évaluation globale de la franchissabilité de la passe à poissons de la Sotterie. Ceci étant, cette approche complémentaire imposerait de réaliser un suivi individuel des déplacements des aloses par télémétrie radio et/ou télémétrie RFID.

On distingue deux types de comportements au sein des passages observés :

- Les passages directs, sans hésitation de l'individu. Ce type de comportement constitue une majorité des observations réalisées en 2019 et a été plus précisément évalué à 64% des passages en 2020 ;
- Les passages composés de nombreux allers-retours, généralement espacés de quelques secondes mais pouvant s'étaler sur plusieurs minutes, représentent quant à eux 36% des passages en 2020.

Il a pu être constaté que les passages hésitants intervenaient très majoritairement lorsque les aloses se présentaient par petits bancs. Les franchissements isolés sont à l'inverse presque tous caractérisés par des passages directs.

Ce comportement d'hésitation en sortie d'ouvrage est assez surprenant dans la mesure où la jonction avec le plan d'eau amont est à proximité immédiate du système de vidéo-comptage. On aurait donc pu s'attendre à une transition rapide et directe des géniteurs dans ledit plan d'eau. Les hésitations peuvent être liées au contraste de luminosité entre la passe à poissons (plutôt sombre) et le plan d'eau amont (lumière naturelle du jour avec un faible ombrage) mais également aux perturbations hydrauliques provoquées par des flottants bloqués sur la grille amont de protection de la passe à poissons.

Les comportements d'allers-retours ont été particulièrement repérés sur 2 voire 3 journées de la période de suivi. Il est possible que ces comportements soient à relier à un colmatage important de cette grille amont lors de ces journées.

S'agissant du comportement des aloses au droit des caméras, on peut relever premièrement que les aloses ont été observées sur toutes les caméras, ce qui signifie qu'elles utilisent toute la colonne d'eau pour franchir le chenal de visualisation (Figure 16). Mais en majorité, ce sont les caméras « milieu » et « haut » qui ont permis de détecter le plus d'aloses en montaison.

Figure 16 : Franchissement des aloses filmées par les 3 caméras du chenal de visualisation

Lorsque les aloses franchissent non-groupées, elles ont tendance à passer le chenal de façon linéaire et ne sont alors filmées que par une seule caméra. Lorsqu'elle se présentent en banc de quelques individus, les aloses effectuent des mouvements verticaux au sein de la colonne d'eau, ces mouvements correspondant alors d'avantage à un comportement d'hésitation qu'à une difficulté natatoire à franchir le dispositif.

Enfin, il faut souligner que la majorité des passages est représentée par des individus esseulés ou des petits bancs de 3 à 5 individus. Lors des gros pics journaliers de passages, on observe des franchissements concentrés pouvant aller jusqu'à 15 individus, ces franchissements s'étalant toutefois sur une dizaine de minutes. Il n'a ainsi été observé aucun passage d'un banc concentré d'une ou plusieurs dizaines d'individus, alors même qu'en migration, l'alose se déplace par bancs généralement composés de 10 à 20 géniteurs.

Cet état de fait révèle que malgré la rigueur de sa conception, cette passe à poissons engendre un fractionnement des bancs de géniteurs en montaison. L'analyse ne peut aller au-delà de cette observation mais cela soulève des interrogations quant à l'impact de ces fractionnements sur l'efficacité globale de l'ouvrage (retard plus que sélectivité ?). Ces résultats interrogent également sur les limites de ce type d'ouvrage (les passes à bassins à fentes verticales) dans les politiques de restauration des axes de migration du fait 1/ de leur efficacité relative sur cette espèce et 2/ des implications directes en termes d'effet cumulé sur l'érosion des effectifs en migration.

4.1.3 Conditions de débit et température lors des franchissements d'aloses

A la lecture de la figure 17, nous remarquons que les passages d'aloses à l'ouvrage de la Sotterie se produisent principalement lors des périodes où les débits sont légèrement descendants et la température légèrement ascendante.

Cependant pour mieux comprendre les relations entre ces paramètres et l'évolution des effectifs d'aloses comptabilisés au niveau de cet ouvrage, il convient de réaliser une analyse plus fine de ces deux paramètres.

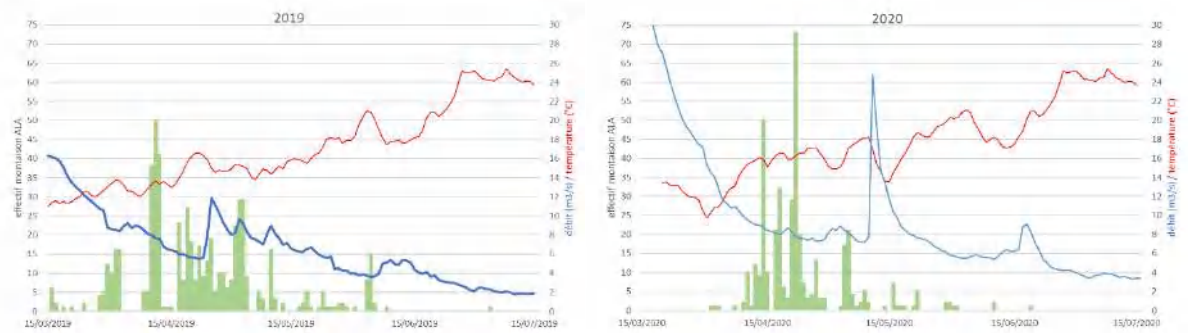


Figure 17 : Evolution journalière des passages d'aloses à la Sotterie, des températures de l'eau et du débit moyen de la Sèvre niortaise

Le débit :

Lors du suivi de la migration 2019, les conditions hydrologiques s'étaient révélées globalement faibles sur l'ensemble de la période, avec une crue printanière de faible amplitude (35 m3/s). Dans ces conditions, la migration semble structurée par : 1/ une faible attractivité du fleuve vis-à-vis des géniteurs lors de leur phase d'approche continentale, 2/ une bonne détectabilité par les aloses en migration de l'axe principal de remontée (peu de déroute sur les autres canaux connectés à la Sèvre) et 3/ une progression rapide de la migration en l'absence de pics de débit susceptibles de freiner voire stopper ponctuellement les remontées.

Ces éléments avaient été relativement confirmés par les résultats du vidéo-comptage avec un démarrage précoce de la migration et un pic de remontées autour du 10-12 avril.

En 2020, les conditions hydrologiques ont été très contrastées par rapport à 2019 avec des débits moyens mensuels supérieurs aux moyennes inter-annuelles et surtout 3 crues significatives (+/- début février, début mars et mi-mai). Compte-tenu de la proximité à la mer du site de la Sotterie, la 3ème crue semble avoir eu peu d'influence sur la remontée des géniteurs. En revanche, la crue enregistrée début mars, de forte amplitude (205 m3/s le 6 mars), a probablement été à l'origine d'une importante attractivité en mer. Dès la décrue et la remontée des températures (autour du 15-20 mars vraisemblablement), les conditions ont été favorables à la remontée des aloses. Les premières aloses sont observées à la Sotterie le 1er avril mais la première vague de géniteurs est observé mi-avril, soit environ 1 mois après l'observation de conditions optimales au démarrage des remontées. Ce décalage d'environ 1 mois avait déjà été noté en 2019, ce qui semble confirmer que ce délai constitue le temps moyen entre l'entrée des géniteurs dans la Sèvre niortaise et la première vague de migration enregistrée à la Sotterie (située à environ 45 km de l'embouchure).

L'autre élément d'analyse intéressant à l'issue de ces 2 années de suivi est le fait que, malgré des conditions hydrologiques très contrastées, il n'a pas été observé de différences significatives dans le déroulement de la migration au droit de la Sotterie. En 2019, certes, les premières aloses se sont présentées sensiblement plus tôt qu'en 2020, mais la première vague de géniteurs et la médiane des effectifs ont été enregistrées à la même période. Cet état de fait nous amène peut-être à relativiser l'importance du débit dans la structuration de la migration sur la partie aval de la Sèvre niortaise (déroutes vers les canaux annexes, franchissabilité des Enfreneaux). Des années de suivi complémentaires sont toutefois nécessaires pour confirmer ou non cette hypothèse.

Plus spécifiquement au droit de la passe à poissons de la Sotterie, les passages d'aloses ont été enregistrés pour des débits variant entre :

- 2,32 m^3/s et 16,2 m^3/s en 2019
- 5,36 m^3/s et 14,5 m^3/s en 2020

Sur la base de ces 2 années nous pouvons déterminer que l'ouvrage de la Sotterie est potentiellement fonctionnel pour le franchissement des aloses pour des débits compris entre 2,32 m^3/s et 16,2 m^3/s (débits relevés sur le site de la Tiffadière).

Dans cette gamme, nous pouvons dégager des débits préférentiels (figure 18) :

- en 2019, 84 % des passages d'aloses sont enregistrés pour des débits compris entre 5 à 10 m^3/s,
- en 2020, année dont l'hydrologie a été globalement plus élevée, 88% des passages ont eu lieu pour des débits compris entre 7 et 9 m^3/s.

Nous remarquons également que l'occurrence des passages pour ces débits n'est pas directement proportionnelle à l'occurrence des débits sur la période :

- en 2019, 84 % des passages se répartissent sur des débits représentant 45% des débits observés,
- en 2020, 88% de passages ont lieu sur des débits dont la représentativité sur la période est seulement de 31%.

Comme remarqué en 2019, ce résultat montre que la passe à poissons de la Sotterie est franchissable par les aloses dans un large spectre de débit, correspondant globalement au spectre référentiel utilisé pour son dimensionnement (étiage à 2 fois le module). Toutefois, les éléments acquis par ces 2 années de suivi semblent aller dans le sens d'une attractivité plus marquée de la passe pour des débits compris en 5 et 9 m^3/s.

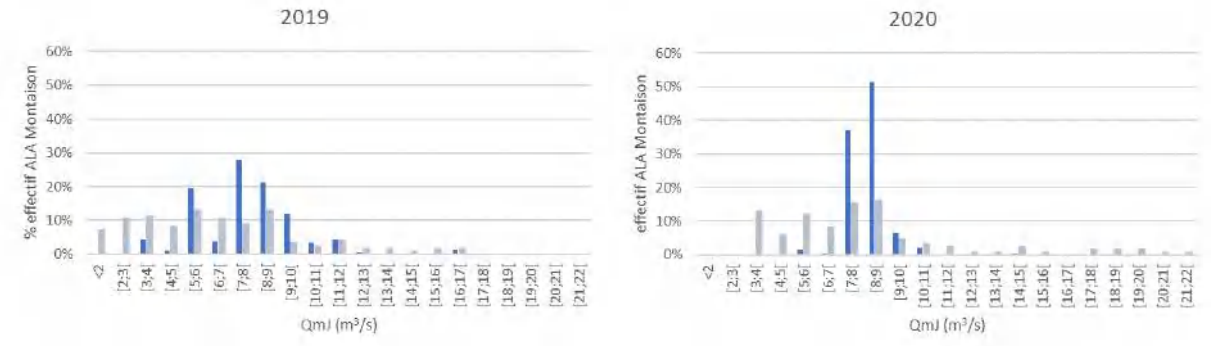


Figure 18 : Répartition des effectifs d'aloses migrantes par classe de débit moyen journalier (QmJ) (en bleu) et occurrence de ces débits sur la période de suivi (en gris) en 2019 (à gauche) et 2020 (à droite) au niveau de la passe à poissons de la Sotterie

Il est enfin intéressant d'analyser les conditions hydrologiques qui ont précédé les franchissements afin d'identifier un potentiel effet déclencheur ou inhibiteur des variations inter-journalières du débit. On constate sur la Figure 19 que la grande majorité des franchissements a lieu lorsque le débit est stable, où les variations inter-journalières ne dépassent pas 1 m^3/s d'un jour à l'autre, et plutôt en situation de baisse progressive. Les aloses semblent donc plutôt privilégier la stabilité des conditions hydrologiques pour effectuer leur remontée. Ce constat est décrit de façon similaire dans la bibliographie scientifique.

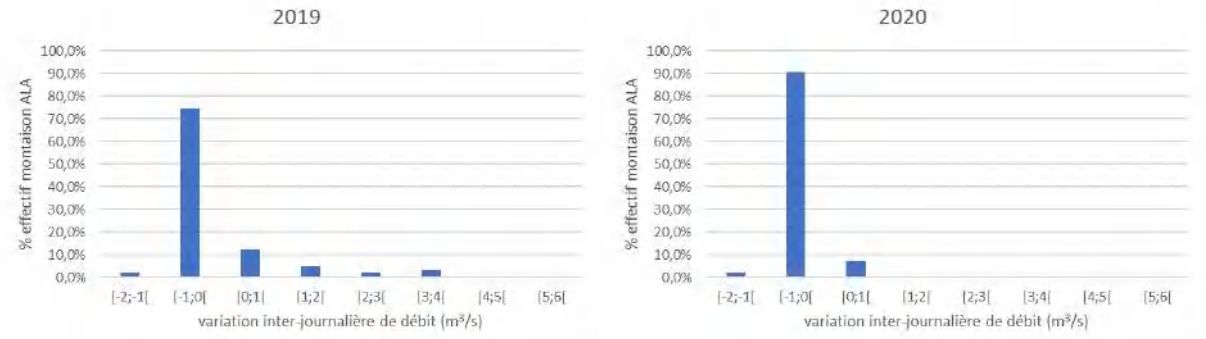


Figure 19 : Répartition des effectifs d'aloses migrantes en fonction des variation inter-journalière du débit moyen journalier (QmJ) sur la période du suivi 2019 de la passe à poissons de la Sotterie

La thermie :

Il a précédemment été décrit que globalement les conditions thermiques rencontrées en 2019 sur la Sèvre niortaise ont été plutôt fraîches, *a fortiori* en début de suivi, et ce malgré des débits sensiblement en deçà des moyennes de saison. En 2020, les conditions thermiques de début de printemps sont également fraîches, en lien notamment avec la forte crue de début mars.

A l'échelle des 2 saisons de migration, ces conditions ne semblent pas avoir inhibé les remontées migratoires. Les premiers passages à la Sotterie sont enregistrés alors que les températures sont inférieures à 12°C en 2019 et même 11°C en 2020. Cela signifie que les aloses ont initié leur migration avec des températures de l'eau probablement autour de 10°C. On se situe dans les valeurs basses pour une activité migratoire et cela confirme les données rapportées dans la littérature qui indiquent une température minimale de 10-11°C pour enclencher la migration.

Les franchissements ont été observés dans une fenêtre hétérogène de températures (Figure 20) comprises entre :

- 11,4 et 24,2 °C en 2019 ;
- 10,3 et 20,9 °C en 2020.

Ceci étant, la nette majorité des passages a lieu pour des températures comprises entre 13 et 18 °C, *a fortiori* en 2020.

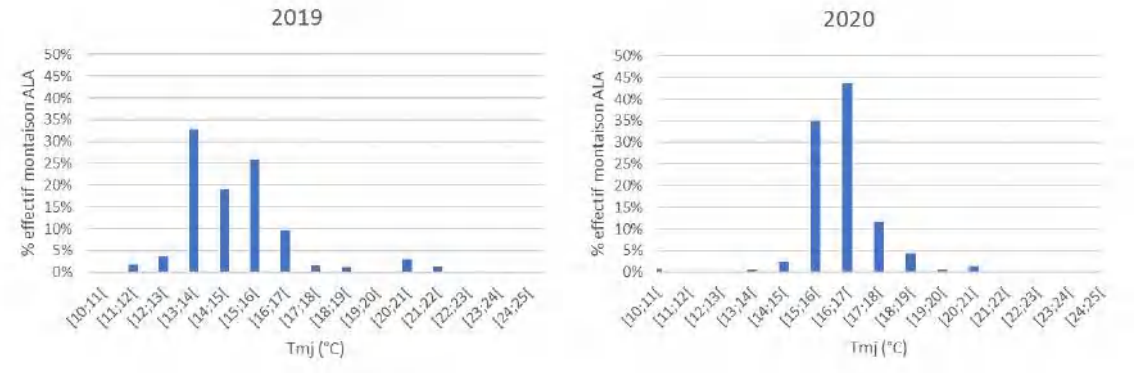


Figure 20 : Répartition des effectifs d'aloses migrantes en fonction de la température de l'eau sur la période du suivi de la passe à poissons de la Sotterie en 2019 et 2020

On observe par ailleurs que l'augmentation de la température de l'eau semble positivement corrélée à l'augmentation de l'activité de franchissement des aloses. Ainsi, contrairement au débit, on observe Figure 21 que, quelle que soit l'année, plus de 50% des passages ont eu lieu lorsque la température augmente d'une journée sur l'autre. Ce constat peut également être vérifié sur la Figure 17 sur laquelle on voit clairement que les pics de passages sont tous enregistrés dans des phases d'augmentation assez nette de la température. Ainsi, plus que la valeur intrinsèque de la thermie à un instant T, c'est bien la tendance d'évolution de ce paramètre qui influe sur le comportement de franchissement des aloses.

A l'échelle des 2 années de suivi, à la passe à poissons de la Sotterie, les remontées d'aloses sont donc maximales lorsque le débit est stable et que la température de l'eau est en augmentation.

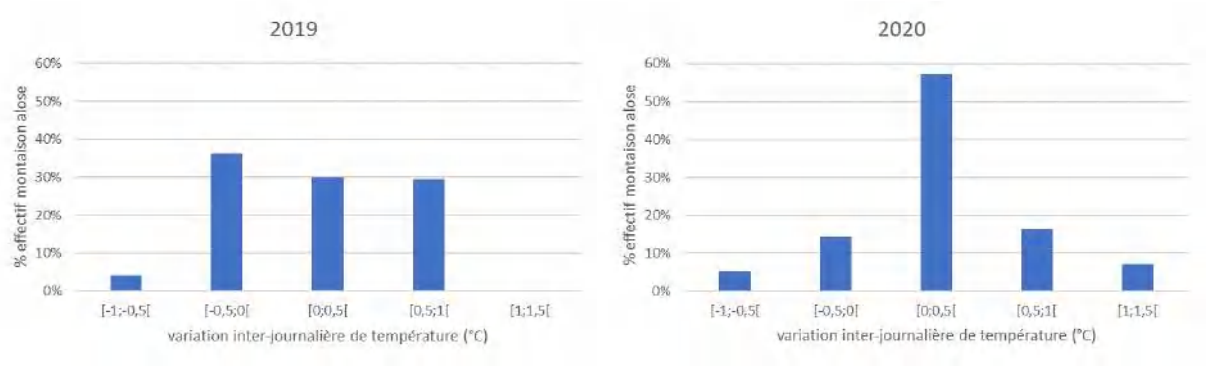


Figure 21 : Répartition des effectifs d'aloses migrantes en fonction des variations de température moyenne journalière de l'eau sur la période du suivi 2019-2020 de la passe à poissons de la Sotterie

4.1.4 Eléments de comparaisons avec le suivi par vidéo-comptage de la passe à poissons du Marais Pin

Présentation du site de Marais Pin :

Le barrage du Marais Pin est localisé environ 5,5 km en amont du barrage de la Sotterie. Sur ce linéaire, l'influence du barrage de la Sotterie sur la pente de la ligne d'eau est permanente, ce qui signifie qu'on ne retrouve aucun faciès d'habitats lotiques donc aucun habitat favorable à la reproduction des aloses.

Compte-tenu du faible linéaire entre la Sotterie et le Marais Pin, et de l'absence d'habitats de reproduction, on doit théoriquement s'attendre à un délai très restreint entre les passages observés à la station vidéo de la Sotterie et ceux observés au Marais Pin (de l'ordre de 24 à 48 heures maximum).

Il faut toutefois préciser ici que la conception de la passe à poissons du Marais Pin (construite en 2006) n'est pas optimale dans le sens où l'entrée piscicole est située trop en aval du point de blocage amont des aloses (pied des clapets) (Figure 22). Ce type de configuration est aujourd'hui bien connu comme étant susceptible d'engendrer des retards de migration importants voire des blocages si les débits concurrentiels à la passe à poissons sont importants (Der Mikaélian *et al*., 2014).

Au Marais Pin, sauf en période de faible débit (<2 m^3/s), les aloses sont préférentiellement attirées par les surverses du barrage et se retrouvent coincées en pied de clapet. Ce cas de figure semble toutefois légèrement atténué lorsque la surverse est uniquement réalisée par le clapet rive droite, générant alors une discontinuité hydraulique moins marquée entre le jet de la surverse et le jet de l'entrée de la passe à poissons.

Figure 22 : Barrage du Marais Pin sur la Sèvre niortaise (images Google Earth)

Ce site est suivi depuis 2008 par le PNR du Marais poitevin. Les données de la station vidéo-comptage de Marais Pin ont été récoltées et nous ont été transmises par l'équipe technique du PNR du Marais Poitevin.

Comparaison des effectifs comptabilisés :

Les effectifs d'aloses comptabilisés sur le site du Maris Pin depuis 2008 sont très variables mais les données antérieures à 2016 doivent être appréhendées distinctement car le barrage de la Sotterie ne disposait pas encore de passe à poissons. Entre 2016 et 2020, on observe une baisse marquée et continue des effectifs comptabilisés à Marais Pin, baisse complexe à expliquer au vu de la diversité des facteurs en jeu et de l'absence de données sur Sotterie avant 2019.

Sur les deux années de suivi communes aux sites de Marais Pin et de la Sotterie, nous observons une tendance similaire mais pour des effectifs comptabilisés très contrastés :

- En 2019, 567 aloses ont franchi l'ouvrage de la Sotterie et 294 celui du Marais Pin, ce qui correspond à une baisse de 48% de l'effectif entre les 2 ouvrages ;
- En 2020, 394 aloses ont été comptabilisées à la Sotterie et seulement 64 au Marais Pin, ce qui représente une perte d'effectif de presque 84% entre ces 2 ouvrages.

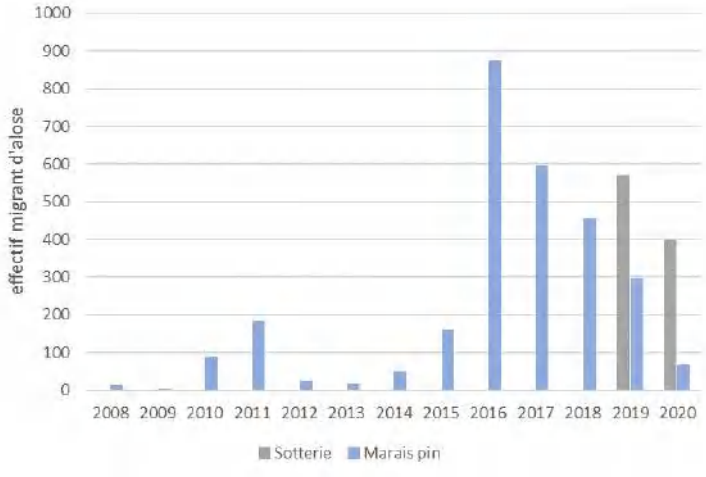


Figure 23 : Evolution des effectifs d'aloses comptabilisés sur le site du Marais Pin depuis 2008 et de la Sotterie depuis 2019.

Ce niveau d'érosion peut être considéré particulièrement important compte-tenu des éléments de contexte précédemment décrits. Cette érosion des effectifs de géniteurs est d'autant plus préjudiciable que la totalité des frayères est localisée en amont du barrage du Marais Pin. Il est en ce sens intéressant de tenter de mieux comprendre les facteurs explicatifs de cette érosion.

<u>Comparaison des périodes de franchissement au droit des 2 ouvrages :</u>

Les premiers franchissements d'aloses sont observés (figure 24) :

- En 2019 : le 16/03/2019 à la Sotterie et le 18/04/2019 à Marais Pin,
- En 2020 : le 01/04/2020 à la Sotterie et le 14/04/2020 à Marais Pin

Il apparait que les forts débits printaniers de 2020 semblent avoir retardé le passage des aloses sur le site de Sotterie, alors que la date de premier passage à Marais Pin reste inchangée.

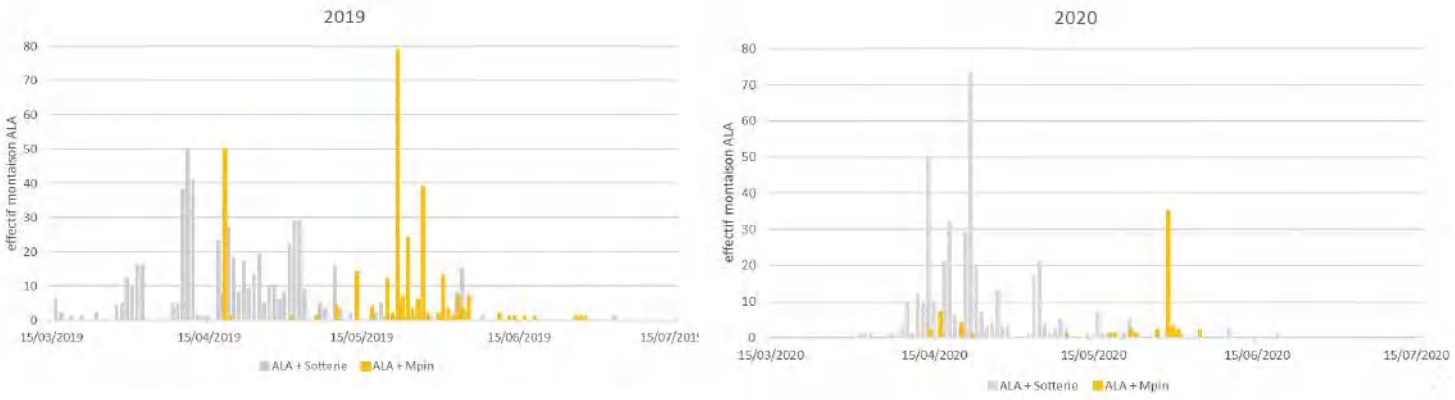


Figure 24 : Répartitions des effectifs d'aloses migrantes par jour entre le 15 mars et le 15 juillet 2019 (à gauche) et 2020 (à droite) sur les sites de la Sotterie (en gris) et de Marais Pin (en jaune)

Une analyse comparative des effectifs cumulés d'aloses comptabilisés sur ces 2 sites lors des 2 années de suivi (figure 25) indiquent une régularité dans la représentation des effectifs. Cette analyse nous permet également de situer les dates médianes de migration (date à laquelle 50% de l'effectif total a franchi l'ouvrage) :

- Entre le 20 et le 22 avril pour la Sotterie,
- Entre le 23 et le 29 mai pour Marais Pin.

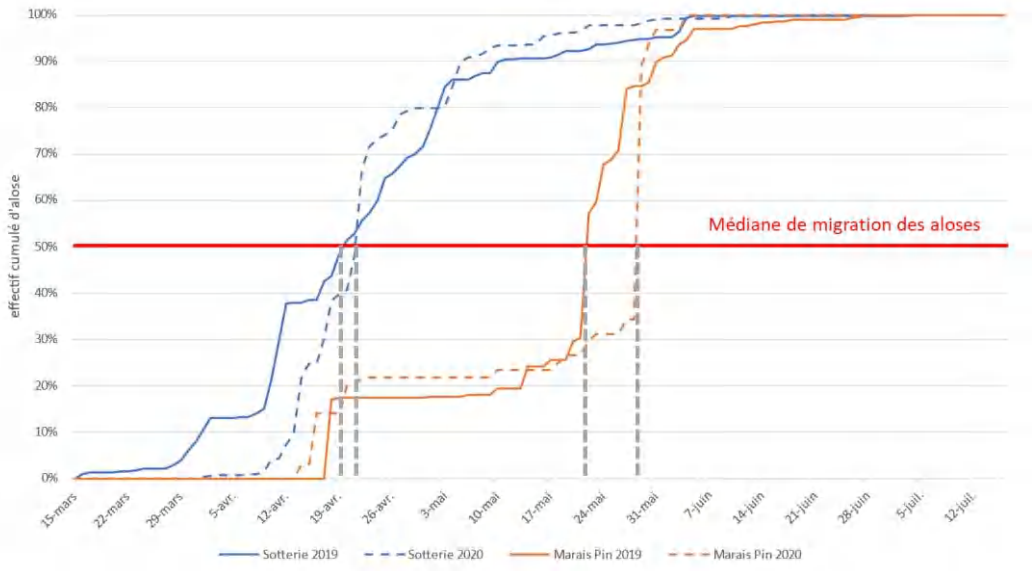


Figure 25 : Effectifs cumulés d'aloses comptabilisés en 2019 et 2020 sur les deux ouvrages de vidéo-comptage de la Sotterie et Marais Pin situés sur la Sèvre niortaise.

La Figure 25 met en évidence un décalage de passage d'un mois entre les 2 sites (y compris lorsqu'on considère 90% de l'effectif cumulé), pourtant distants de seulement 5 km. Ce décalage traduit indubitablement un défaut de fonctionnalité de la passe à poissons de Marais Pin qui se traduit par un retard net à la migration et une forte sélectivité (notamment sur 2020, année à forte hydraulicité printanière).

Pour mieux comprendre l'origine de ce retard et de cette sélectivité, il convient d'étudier la fonctionnalité propre à chacun des deux ouvrages.

<u>Eléments comparatifs de fonctionnalité des ouvrages de Sotterie et Marais Pin :</u>

Lorsque l'on regroupe l'ensemble des passages des 2 années suivies (figure 26) nous observons que :

- Sur le site du Marais Pin : 81% des passages d'aloses sont observés pour des débits compris entre 4 et 7 m^3/s ; débits dont l'occurrence est de 32% sur la période.
- Sur le site de Sotterie : 65% des passages d'aloses sont observés pour des débits compris entre 7 et 9 m^3/s ; débits dont l'occurrence est de 27% sur la période. Sur ce site, nous remarquons également une occurrence intéressante des passages (12% de l'effectif) dans la classe de débit 5-6 m^3/s.

Notons toutefois qu'en l'absence de suivi individuel des déplacements d'aloses (par télémétrie active et/ou passive), il n'est pas possible d'être sûr à 100% que le blocage/retard identifié à Marais Pin n'engendre pas une dévalaison d'une partie des géniteurs, susceptible de franchir le barrage de la Sotterie (par les clapets ou par la passe à poissons) puis de refranchir ensuite ce même ouvrage.

Ce comportement pourrait alors induire des doubles comptabilisations et donc une surestimation de l'effectif de géniteurs à la Sotterie.

Nous considérons ici que ce comportement peut être caractérisé d'atypique pour les aloses et qu'il doit par conséquent représenter une minorité au sein de l'effectif migrant.

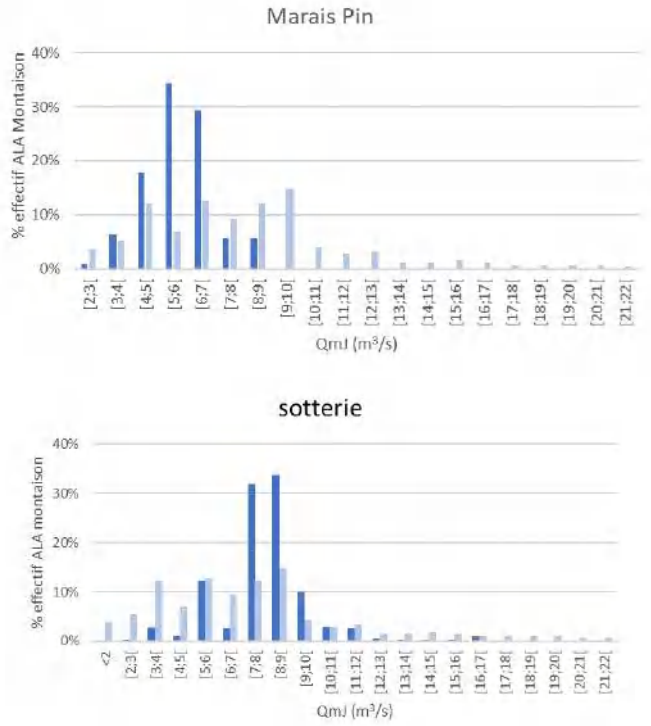


Figure 26 : Répartition des effectifs totaux d'aloses migrantes comptabilisés en 2019 et 2020 par classe de débits moyens journaliers (QmJ) (en bleu) et occurrence de ces débits sur la période de suivi (en gris) au niveau de la passe à poissons de Marais Pin (en haut) et de la Sotterie (en bas).

A la lecture de la Figure 26, il apparaît évident qu'il y ait une différence significative des débits optimaux de franchissabilité des 2 ouvrages par les aloses. Pour la passe à poissons de Marais Pin, la fenêtre de débit optimale se révèle plus étroite qu'à la Sotterie et pour une gamme de débits plus faible, ce constat étant d'autant plus marqué sur 2020, année durant laquelle la sélectivité des géniteurs s'est révélée particulièrement importante.

Fenêtres de fonctionnalité optimale des 2 ouvrages de franchissements sur les 2 saisons de migration :

Une observation plus précise permettant l'analyse comparée de l'évolution des débits et de la dynamique de migration des aloses sur les 2 sites de manière chronologique (figure 27) met en évidence que les conditions optimales de franchissabilité des ouvrages par les aloses sont rencontrées en décalage dans le temps, et ce de façon plus sensible lors d'une année humide comme en 2020.

En mai-juin 2019, du fait de la faiblesse singulière des débits, il avait été observé une concomitance des débits favorables aux franchissement sur les 2 ouvrages sur une période de près d'un mois. A l'inverse, en 2020, le délai entre les pics de montaison observés au site de la Sotterie (entre 14 et le 22 avril) et l'atteinte des conditions optimales de franchissabilité de Marais Pin s'élève à 37 jours !

Figure 27 : Répartition des débits sur la période de suivi en 2019 (en haut) et 2020 (en bas), des débits favorables au franchissement des ouvrages de Sotterie (rectangle orange) et de Marais Pin (rectangle rouge) et des effectifs d'alose comptabilisés par site de vidéo-comptage.

Ce décalage des conditions optimales et la fenêtre étroite de bon fonctionnement de la passe à poissons de Marais Pin génèrent un contexte défavorable au bon déroulement de la migration des aloses alors même que les deux ouvrages sont localisés très proches géographiquement.

En sus, les résultats du suivi vidéo 2019-2020 semble montrer que la passe à poissons de Marais Pin est fonctionnelle uniquement en deçà d'un débit qui se révèle inférieur au module inter-annuel. Plus encore, la franchissabilité maximale de l'ouvrage est observée pour des débits près de 2 fois inférieurs à ce module. Or, au vu de l'hydrologie connue sur la Sèvre niortaise, ces débits sont généralement rencontrés tardivement dans la saison par rapport à la période de migration des aloses. La fonctionnalité actuelle de la passe à poissons de Marais Pin apparaît ainsi incohérente avec l'hydrologie de la Sèvre niortaise pendant la présence des géniteurs d'aloses.

Réflexions en vue d'une amélioration du contexte migratoire sur la Sèvre niortaise :

Le retard à la migration et la sélectivité illustrés sur l'ouvrage de Marais Pin révèlent que l'optimisation de la franchissabilité de la passe à poissons doit aujourd'hui être considérée comme une action prioritaire dans le cadre de la gestion des populations d'aloses sur la Sèvre niortaise. Cet enjeu est d'autant plus fort que toutes les frayères sont localisées en amont de Marais Pin.

Grâce aux suivis vidéo-comptage 2019-2020 et à la connaissance du fonctionnement globale de l'ouvrage de Marais Pin *via* l'expertise du personnel du PNR Marais Poitevin, il est possible de bien identifier les causes induisant un défaut d'efficacité pour les aloses.

Le point considéré le plus problématique est la déconnexion entre l'entrée piscicole de la passe à poissons et le point de blocage le plus amont à l'échelle de l'ouvrage, localisé au pied des clapets (Figure 28).

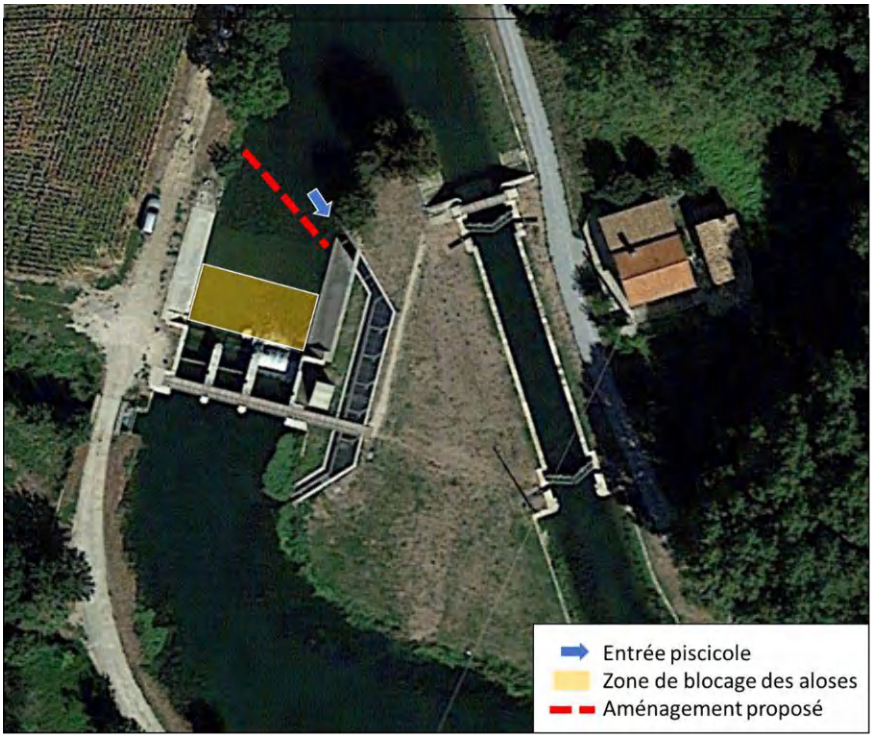


Figure 28 : Illustration de la zone de blocage des aloses à Marais Pin et aménagement possible pour améliorer la franchissabilité de la passe à poissons par les aloses

Cette problématique est atténuée localement et ponctuellement en privilégiant une restitution du débit par le clapet rive droite, en accompagnement du débit de la passe à poissons. Mais cette gestion n'est efficace que pour une gamme de débits relativement faibles, permettant de concentrer la surverse exclusivement sur ce clapet rive droite. Dès lors que le débit nécessite de restituer par un clapet complémentaire, l'attractivité de la passe à poissons diminue sensiblement.

En complément, lorsque cette dernière solution n'est pas suffisante, des fermetures complètes des clapets sont réalisées. Ces manœuvres sont effectuées pendant une durée variant d'une heure à plusieurs heures en fonction du débit de la Sèvre niortaise de manière à ne pas provoquer une hausse trop importante du plan d'eau amont. Ceci a en effet pour conséquence une réorientation du débit vers les axes secondaires, ce qui n'est pas recherché. Cette solution nécessite la présence d'un agent sur place, en complément de la supervision pour vérifier l'efficacité de la manœuvre. Les observations de terrain ont prouvé qu'il n'était pas efficace de planifier ces manœuvres sans vérification sur site.

La solution identifiée la plus pertinente à ce stade, dans une approche coût/bénéfice, est d'empêcher physiquement les aloses de rejoindre le pied des clapets du barrage et donc de décaler vers l'aval le point amont de blocage, afin que celui-ci se situe à proximité immédiate de l'entrée piscicole de la passe à poissons (figure 28). Cette solution pourrait consister à réaliser un épi en enrochements positionné sur le fond de lit, orienté vers la passe à poissons, et caler à une cote altitudinale pour gérer une chute infranchissable pour les aloses jusqu'à environ 2 fois le module de la Sèvre niortaise.

Cette solution devra faire l'objet d'une étude dédiée afin d'identifier précisément le calage de cette cote, de préciser les caractéristiques de conception de l'épi pour assurer sa stabilité y compris lors des crues de la Sèvre niortaise et d'estimer le coût des travaux.

Un tel aménagement complémentaire a déjà pu être réalisé pour l'alose en France, sur le fleuve Hérault (barrage de Bladier-Ricard), et a démontré son efficacité immédiate sur la suppression de l'effet retard et sélectif de la passe à poissons.

A la suite de la réalisation de cet aménagement, nous préconisons parallèlement de reprogrammer un suivi par vidéo-comptage des passages d'aloses sur le site de la Sotterie (*a minima* sur 2 années) dans la perspective d'établir un comparatif entre les résultats 2019-2020 et les résultats post-aménagement.

Un tel aménagement devrait très fortement réduire le retard lié au franchissement de Marais Pin (estimé actuellement à plus d'un mois lors d'une saison humide), de même que sa sélectivité sur le flux de géniteurs.

4.2 Cortège d'espèces observé à la passe à poissons de la Sotterie

En 2019 :

Durant la période de suivi 2019 de la passe à poissons de la Sotterie, ce sont au moins 22 espèces différentes qui ont été comptabilisées. On évoque **au moins 22 espèces** dans la mesure où certaines espèces sont regroupées car leur discrimination n'est pas possible à partir des images vidéo ; il s'agit essentiellement des aloses (grande, feinte), des brèmes (commune, bordelière) et des carassins (commun, doré, argenté), pour lesquelles les espèces ont dû être regroupées.

Les effectifs précis par espèce n'ont pas été comptabilisés car ce travail ne faisait pas partie du cahier des charges de l'étude et parce qu'il eut été très chronophage de procéder à un comptage exhaustif au vu des flux de passages dans l'ouvrage. Ceci étant, les observations réalisées ont permis, au-delà de dresser une liste d'espèces, d'évaluer des abondances mensuelles de passages pour chaque espèce (Tableau 3).

Tableau 3 : Liste des espèces présentes et évaluation semi-quantitative des effectifs ayant franchi la passe à poisson du site de la Sotterie lors du suivi 2019

		mars	avril	mai	juin	juillet
ABL	ablette					
ALA	grande alose					
GAR	gardon					
CHE	chevesne					
TAC	truite arc-en-ciel					
BOU	bouvière					
ANG	anguille européenne					
PER	perche commune					
MUP	mulet porc					
BRE	brèmes spp.					
CAS	carrassins spp.					
LPM	lamproie marine					
LPF	lamproie fluviatile					
BBG	black-bass					
PES	perche soleil					
TRM	truite de mer					
SAN	sandre					
GOU	goujon					
ECR	ecrevisses spp.					
CCO	carpe commune					
BRO	brochet					
SIL	silure glane					

abondance sur séquences
> 100
50-100
10-50
<10

Assez classiquement pour une station de suivi localisée en partie basse de bassin versant, le cortège piscicole est majoritairement représenté par un petit nombre d'espèces. On retrouve ici l'ablette, le gardon et le chevesne, l'alose venant compléter cette liste. Toutes les autres espèces utilisent la passe à poissons avec des flux de passages faibles (anguille, perche, mulet, brèmes) voire très faibles (ensemble des autres espèces de la liste).

On note également dans cette liste une représentativité importante d'espèces dites allochtones : truite arc-en-ciel (présence liée aux lâchers réguliers dans le Sèvre et ses canaux connectés à des fins halieutiques), carassins, black-bass, perche soleil, écrevisse américaine et silure glane (1 seul individu en montaison). Cette représentativité est directement liée au type d'hydrosystème, c'est-à-dire un réseau hydrographique fortement recalibré et intiment lié à une gestion par l'homme.

Au-delà des espèces amphihalines, les espèces à fort enjeu écologique sont le brochet (1 seul individu en montaison) et la bouvière (qui se reproduit vraisemblablement dans la passe à poissons).

Parmi les espèces amphihalines comptabilisées à la Sotterie, on relève, en complément des aloses et par ordre d'abondance : l'anguille européenne, le mulet porc, la lamproie marine, la lamproie fluviatile et la truite de mer. Ainsi, seul le Saumon atlantique n'a pas été observé à la Sotterie en 2019.

Concernant **l'Anguille européenne**, on retiendra que l'outil vidéo-comptage n'a pas été conçu pour être complètement efficace pour cette espèce. Plusieurs passages d'anguilles ont lieu dans les parties basses des dalles ever-green ce qui dégrade l'efficacité des détections du logiciel d'acquisition.

Il est ainsi régulièrement difficile de définir le sens de passage des individus observés. Néanmoins, on peut constater que les passages ont majoritairement été observés en montaison et qu'une large gamme de taille caractérise l'effectif. Des franchissements d'anguillettes ont été relevés, celles-ci ne montrant pas de difficulté à franchir le chenal de visualisation en nageant en pleine eau (pour rappel, vitesses rencontrées de l'ordre de 1 à 1.2 m/s).

Il semblerait que certaines dévalaisons de début de saison soient à attribuer à des anguilles au stade argentée. De nombreux comportements de nourrissage ont été observés aux caméras, y compris de la prédation sur des ablettes (Figure 29).

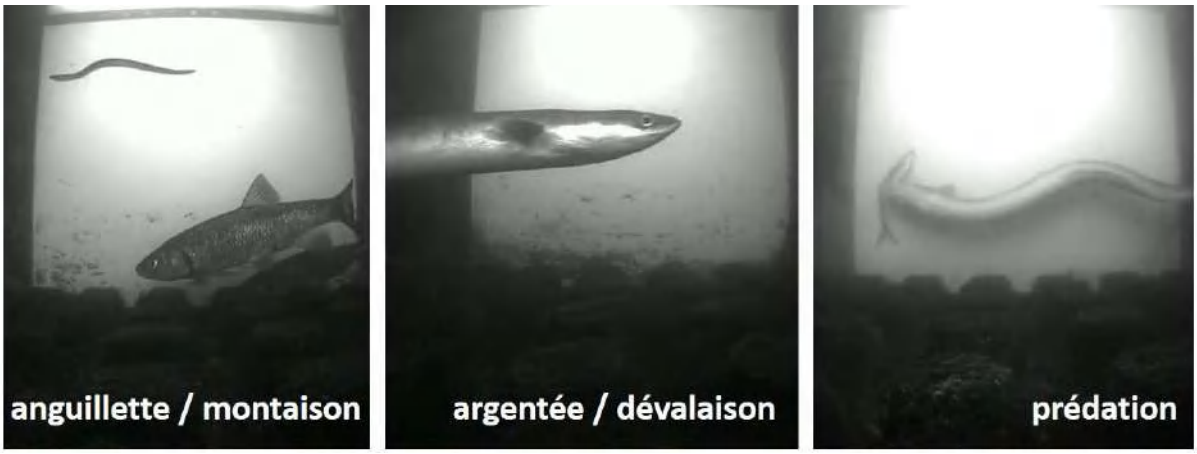


Figure 29 : Captures d'écran d'anguilles observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019

Les franchissements de lamproies fluviatiles ont tous été observés pour des individus fixés sur des aloses (N=4). Les lamproies marines ont été peu nombreuses (N=5) cette année. Elles franchissent le chenal de visualisation en exploitant la frange latérale du chenal, souvent au tout premier plan des caméras. Il n'a, de ce fait, pas été possible de sexer les individus observés (Figure 30).

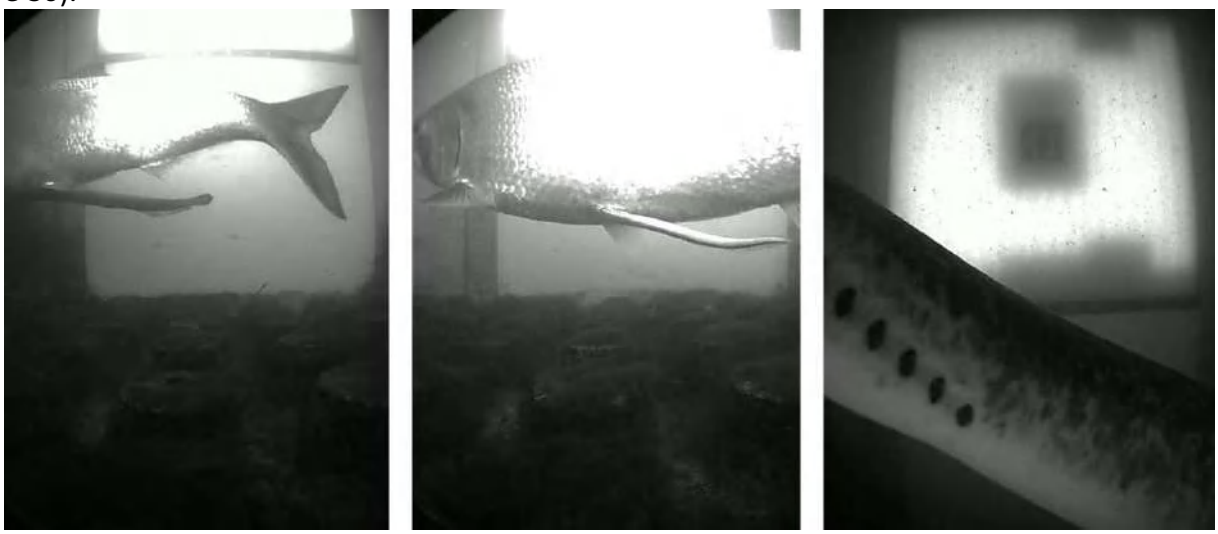


Figure 30 : Captures d'écran de lamproies fluviatiles et marines observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019

Enfin, 4 truites de mer ont été filmées en montaison ainsi qu'un 1 smolt de truite de mer en dévalaison (Figure 31).

Figure 31 : Captures d'écran de truites de mer observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019

En 2020 :

L'utilisation des différents filtres de traitement (paragraphe 3.3.2) ciblant très spécifiquement les aloses, n'a pas permis de réaliser d'analyse semi-quantitative sur les autres espèces comme en 2019. Nous avons néanmoins noté leur présence par journée (Tableau 4), ce qui permet d'apporter une lecture globale du niveau de fréquentation, par mois, des différentes espèces dans la passe à poissons de la Sotterie, sur les 123 jours de suivi vidéo.

Tableau 4 : Liste des espèces présentes et nombre de jours de présence à la passe à poisson du site de la Sotterie lors du suivi 2020.

	nombre de jours de présence dans la passe à poissons de la Sotterie																						
	ALA	**ABL**	**ANG**	**BBG**	**BRE**	**BRO**	**BOU**	**CAS**	**CCO**	**CHE**	**GAR**	**GOU**	**LPM**	**LPF**	**MUP**	**PCH**	**PER**	**PES**	**ROT**	**SAN**	**SIL**	**TAN**	**TRM**
mars		5	6	2	9	2	1			9	7	3	1		2		5			4			
avr	24	10	23	12	13	7			7	14	13	2	11	1	2		15	2	2	3	3		
mai	21	25	26	13	26	3		1	12	26	10		8		5	6	22	1	1	11	7	2	1
juin	4	26	26	9	29	1			10	30	22		2		6	4	25			1	3	1	
juil		15	14	1	13				1	15	10						9			1			
TOTAL	49	81	95	37	90	13	1	1	30	94	62	5	22	1	15	10	76	3	3	20	13	3	1
Jours de suivi	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
% occurrence	**39,8**	**65,9**	**77,2**	**30,1**	**73,2**	**10,6**	**0,8**	**0,8**	**24,4**	**76,4**	**50,4**	**4,1**	**17,9**	**0,8**	**12,2**	**8,1**	**61,8**	**2,4**	**2,4**	**16,3**	**10,6**	**2,4**	**0,8**

En 2020, 23 espèces au moins ont été visualisées en montaison dans la passe à poissons, soit une richesse spécifique identique à 2019. On peut toutefois relever quelques différences entre les 2 années de suivi : l'observation de 3 nouvelles espèces en 2020 (la tanche, le rotengle et le poisson chat) et l'absence d'observation en 2020 de 2 espèces observées en 2019 (la truite arc-en-ciel et l'écrevisse). Sur l'ensemble du suivi, il a donc été comptabilisé *a minima* 25 espèces différentes dans la passe à poissons de la Sotterie.

En termes d'utilisation de l'ouvrage, les espèces les plus représentées en 2020 sont : l'ablette, l'anguille européenne, le black-bass, les brèmes, le chevesne, le gardon, la perche et le sandre. A l'inverse, les espèces considérées comme rares au cours du suivi 2020 sont :la bouvière, les carassins, le poisson chat, la perche soleil, le rotengle, la tanche et la truite de mer.

Au cours du suivi 2020, 6 espèces amphihalines ont pu être observées : la grande alose, l'anguille européenne, la lamproie marine, la lamproie fluviatile, le mulet porc et la truite de mer. La lamproie fluviatile n'a été observée qu'une seule fois (fin avril) en 2020, alors que les observations avaient été plus nombreuses en 2019, mais les filtres sélectifs utilisés sur le logiciel en 2020 sont probablement à l'origine de ce résultat.

Notons enfin que des espèces souvent peu observées dans les ouvrages de franchissement piscicole ont été régulièrement visualisés en 2020 à la Sotterie, il s'agit du brochet et du sandre.

5. CONCLUSIONS

Le suivi des franchissements d'aloses dans la nouvelle passe à poissons du barrage de la Sotterie sur la Sèvre niortaise a été rendu possible grâce à l'utilisation d'une technologie permettant une **intégration dans l'ouvrage sans modification de son fonctionnement hydraulique.** Pour ce faire, une **structure métallique sur-mesure amovible** a été conçue et montée *in situ.* Cette structure permet à la fois l'accueil des appareils vidéo immergés (éclairages et caméras) et à la fois la création de **conditions hydrauliques favorables** à l'acquisition d'images vidéo de qualité, sans dégradation de la franchissabilité pour toutes les espèces piscicoles présentes.

Le suivi a été réalisé du **15 mars au 15 juillet sur deux années 2019 et 2020**. Le système de vidéo-comptage a **fonctionnée plus de 99.95% du temps**, garantissant la qualité et la robustesse des données biologiques issues des séquences vidéo.

Les temps d'analyses des vidéos se sont révélés **particulièrement chronophages** du fait de la **stagnation de poissons** pendant de longues périodes devant les caméras (chevesnes en particulier). Cette problématique est complexe à gérer car les algorithmes de traitement d'images parviennent difficilement à supprimer ces stagnations sans risque de suppression des passages d'aloses. Une solution technique pourrait être de **réduire la largeur du chenal de visualisation pour générer des vitesses d'écoulement supérieures** et contraindre ainsi les stagnations. En 2020, la mise en place d'outils logiciels a permis de cibler plus spécifiquement les aloses et d'alléger le traitement des journées dont les durées d'enregistrement sont supérieures à 1 heure.

En 2019, 567 aloses ont été comptabilisées en montaison. La période de migration s'étale du 16 mars au 4 juillet 2019. La migration évolue selon une tendance bimodale avec un pic du 10 au 12 avril puis un second pic du 2 au 3 mai. Plus de **75% de la migration** se déroule entre ces 2 pics soit sur environ 4 semaines.

En 2020, 394 aloses ont été comptabilisées en montaison sur une période plus courte allant du 1er avril, au 19 juin. Le principal pic de migration est observé entre le 14 et le 21 avril

La migration 2019 s'est déroulée dans un contexte de **faible hydraulicité printanière** à l'inverse de celle de 2020, où les débits printaniers ont été exceptionnels.

L'année 2019 est caractérisée par une **thermie globalement fraîche** par rapport aux moyennes, notamment en début de saison. Les faibles débits ont permis une progression rapide des aloses sur la Sèvre et donc une arrivée précoce à la Sotterie. Le déroulement de la migration est donc jugé **particulièrement précoce en comparaison aux suivis précédents** réalisés au Marais Pin. La majorité des franchissements a lieu lorsque les débits sont stables et que la thermie suit une tendance à la hausse.

L'année 2020 est quant à elle caractérisée par une **forte hydraulicité**, *a fortiori* en tout début de saison (début mars) avec des crues significatives ayant généré une forte attractivité en mer. Cette forte attractivité théorique ne s'est pas traduite par des remontées importantes d'aloses sur la Sèvre niortaise puisqu'on assiste à une baisse des géniteurs comptabilisés par rapport à 2019. Les conditions thermiques sont assez proches de celles observées en 2019.

Dans ces conditions, la migration a démarré avec **3 semaines de décalage** en 2020 mais le déroulement des remontées est, *in fine*, assez semblable à celui décrit dans d'autres conditions hydroclimatiques en 2019. En particulier, **la médiane de migration** (50% de l'effectif annuel total comptabilisé) intervient sensiblement à la même période en 2019 et 2020.

La **grande variabilité interannuelle des conditions environnementales** observée sur ces deux années souligne l'importance de mettre en place des suivis pluriannuels lorsque l'on travaille sur l'acquisition de données écologiques. Néanmoins, pour le cas de la migration des aloses sur la Sèvre niortaise, **cette variabilité ne semble pas influencer de façon très structurelle le déroulement des remontées migratoires**, cet état de fait méritant d'être confirmé sur davantage de chroniques.

Parallèlement, **25 espèces au minimum ont été observées** en montaison à la Sotterie, avec une dominance des ablettes, gardons et chevesnes. On relèvera l'observation de **toutes les espèces amphihalines potentiellement présentes** sur la Sèvre niortaise, **à l'exception du Saumon atlantique.** Néanmoins, les effectifs de lamproies et de truites de mer sont faibles.

On relève une **érosion de 48-50% du nombre de géniteurs d'aloses** entre la Sotterie et le Marais Pin **en 2019** et une érosion de **84% en 2020**. Cette érosion est jugée forte, *a fortiori* du fait de l'absence d'habitats de reproduction et du faible linéaire séparant ces 2 ouvrages. Cette érosion est jugée d'autant plus préjudiciable pour la population d'aloses que **toutes les frayères naturelles sont localisées en amont du Marais Pin.**

L'analyse des conditions de remontée et des effectifs de géniteurs d'aloses sur les 2 sites permet de dégager une hypothèse, en lien avec les débits et leur rôle dans la fonctionnalité de ces 2 ouvrages. Il semble exister un **décalage de fonctionnalité entre les 2 ouvrages** : celui de la Sotterie dispose d'une plage de fonctionnalité optimale comprise entre 5 et 9m^3/s, alors que celui de Marais Pin montre un **optimum très restreint autour de 6m^3/s** (ponctuellement améliorable en jouant sur la gestion des clapets).

Ainsi ce décalage des plages hydrologiques de fonctionnalité optimale des ouvrages de la Sotterie et de Marais Pin apparaît, à l'issue de ces deux années de suivi vidéo, comme un **élément déterminant de l'érosion de l'effectif de géniteurs entre lesdits ouvrages.**

L'effectif de géniteurs atteignant les zones de frayères situées en amont de Marais Pin pourrait être largement amélioré en modifiant l'ouvrage actuel et en augmentant sensiblement sa plage de fonctionnalité pour l'alose (+/- étiage à 2 fois le module). Nous préconisions d'engager une **étude pour identifier les solutions techniques** envisageables pour améliorer la fonctionnalité de Marais Pin, sachant qu'une des solutions pertinentes serait de **repositionner le point de blocage amont des aloses à proximité immédiate de l'entrée piscicole de la passe à poissons.** Une telle action devrait permettre d'améliorer très significativement l'effet retard/sélectif induit par cet ouvrage et ainsi **maximiser la quantité de géniteurs atteignant les frayères de qualité disponibles** plus en amont sur la Sèvre niortaise.

La mise en place ponctuelle d'un dispositif de vidéo-comptage, en complément du dispositif pérenne déjà en place, aura permis d'apporter un **regard critique sur les données produites à Marais Pin.** Ce suivi sur 2 ans nous montre la pertinence de ce type d'investigation dans un exercice de **calibration/validation d'une station référence de vidéo-comptage pour le suivi des populations de poissons amphihalins.**

6. RÉFÉRENCES

Aprahamian M.W., Baglinière J-L., Sabatié M.R., Alexandrino P., Thiel R. et Aprahamian C.D., 2003. Biology, statut ans conservation of the anadromous atlantic twaite shad alosa fallax fallax. American Fisheries Society Symposium 35 :103 :124.

Baglinière J-L., Sabatié M.R., Rochard E., Alexandrino P., Aprhamian M.W., 2003. The allis shad alosa : Biology, Ecology, Range and statut of populations. American Fisheries Society Sympoium 35 :85-102.

Bazile A-S, 2012. Suivi de la migration piscicole dans le Marais Poitevin en 2012 ; Rapport de stage Master 2, 37p. + annexes.

Der Mikaélian S., Gautier P et Lambremon J., 2014. Rapport annuel sur le suivi de la migration piscicole dans le marais poitevin : synthèse des observations 2013-2014 et perspectives ; 14p.

Larinier M., Porcher J.P., Travade F., Gosset C, 1996. Passes à poissons : expertise, conception des ouvrages de franchissement. Conseil Supérieur de la Pêche. Collection Mise au Point. 301 p. + annexes

Legurun L., Abdallah Y., Vetter N., Gandrey-rety C., 2008. Suivi biologique de l'Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924) sur le Bas Vidourle. Campagne d'études 2008. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 63 p. + annexes.

PLAGEPOMI 2014-2019, Plan de gestion des poissons migrateurs 2014-2019. Bassin de la Loire, de la Sèvre Niortaise et des côtiers vendéens ; 98p.

Taverny C. et Elie P., 2001. Répartition spatio-temporelle de la grande alose *Alosa alosa* (Linné, 1766) et de l'alose feinte Alosa fallax (Lacépède, 1803) dans le golfe de Gascogne. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture ; 362/363 : 803-821.

7. ANNEXES

ANNEXE 1 : Récapitulatif des événements ayant engendrés des interruptions du système d'acquisition sur le site de la Sotterie en 2019

Date/Heure	somme coupure / jour	raison
19/03/2019	00:01:00	entretien
26/03/2019	00:57:00	entretien
29/03/2019	02:50:00	perte communication caméra
03/04/2019	00:07:00	
05/04/2019	00:35:00	entretien
12/04/2019	00:28:00	entretien
17/04/2019	00:00:00	
19/04/2019	00:20:00	entretien
26/04/2019	00:35:00	entretien
27/04/2019	02:31:00	perte communication caméra
03/05/2019	00:28:00	entretien
10/05/2019	00:34:00	entretien
13/05/2019	01:16:00	entretien
15/05/2019	00:00:21	problème d'acquisition stats vidéo
16/05/2019	07:02:57	problème d'acquisition stats vidéo
17/05/2019	00:38:03	entretien
20/05/2019	00:23:00	problème batterie
21/05/2019	11:59:57	problème d'acquisition stats vidéo
22/05/2019	00:00:03	problème d'acquisition stats vidéo
28/05/2019	00:08:00	entretien
07/06/2019	00:28:00	entretien
11/06/2019	00:02:00	probème batterie
21/06/2019	00:43:00	entretien
28/06/2019	01:57:00	entretien
05/07/2019	00:54:00	entretien
10/07/2019	03:49:00	perte de communication caméra
12/07/2019	00:45:00	entretien
entretien	**10:47:03**	
problème batterie	**0:25:00**	
perte communication caméra	**9:10:00**	
problème d'acquisition stats vidéo	**19:03:18**	
total interruptions	***39:25:21***	

ANNEXE 2: Récapitulatif des événements ayant engendrés des interruptions du système d'acquisition sur le site de la Sotterie en 2020

Date/Heure	somme coupure / jour	acquisition	entretien	traitement
01/03/2020		problème synchronisation caméras		
02/03/2020		problème synchronisation caméras		
03/03/2020		problème synchronisation caméras		
04/03/2020		problème synchronisation caméras		
05/03/2020		problème synchronisation caméras		
06/03/2020		problème synchronisation caméras		
07/03/2020		problème synchronisation caméras		
08/03/2020		problème synchronisation caméras		
09/03/2020		problème synchronisation caméras		
10/03/2020		problème synchronisation caméras		
22/03/2020		problème d'acquisition disque dur défectueux		perte images
23/03/2020		problème d'acquisition disque dur défectueux		
24/03/2020		problème d'acquisition disque dur défectueux		perte images
25/03/2020		problème d'acquisition disque dur défectueux		
26/03/2020		problème d'acquisition disque dur défectueux		
27/03/2020		changement Disque dur	nettoyage (balais)	
09/04/2020	13:04:00	journée incomplète		
10/04/2020			nettoyage (balais)	
17/04/2020			nettoyage balais	
27/04/2020			nettoyage	
05/05/2020			nettoyage	
07/05/2020			nettoyage	
13/05/2020	00:09:00	problème batterie		
15/05/2020			nettoyage	
16/05/2020	00:02:00	perte connexion avec une camera		
29/05/2020	02:07:00		nettoyage	
05/06/2020	00:26:00		nettoyage	
11/06/2020		problème synchronisation caméras		
12/06/2020			nettoyage	
18/06/2020	01:05:00		nettoyage	
26/06/2020	00:37:00		nettoyage	
03/07/2020	00:38:00		nettoyage	
04/07/2020		perte connexion avec une camera		
10/07/2020	01:46:00		nettoyage	

entretien	**6:39:00**
problème batterie	**00:09:00**
perte communication caméra	**0:02:00**
perte dique dur defectueux	**48:00:00**
total interruption	**54:50:00**

ANNEXE 3 : Planche photo des espèces observées à la passe à poissons de la Sotterie en 2019 et 2020

L'ablette

Les aloses

L'anguille européenne

Le black bass à grande bouche

La bouvière

Les brèmes

Le brochet

Les carassins

Le chevesne

L'écrevisse (américaine ou louisiane)

Le gardon

Le goujon

La lamproie fluviatile (parasitisme sur alose)

La lamproie marine

Le mulet porc

La perche commune

La perche soleil

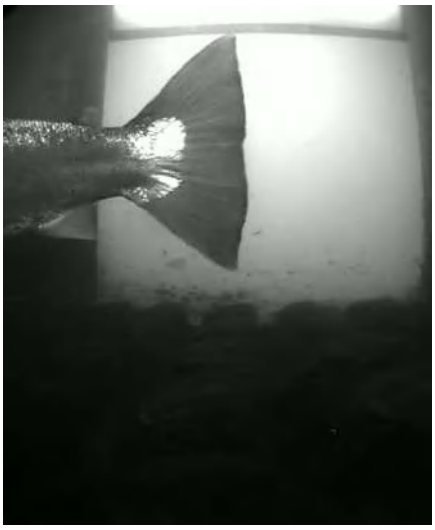
Le poisson chat

Le rotengle

Le sandre

Le silure glane

La tanche

La truite arc-en-ciel

La truite de mer