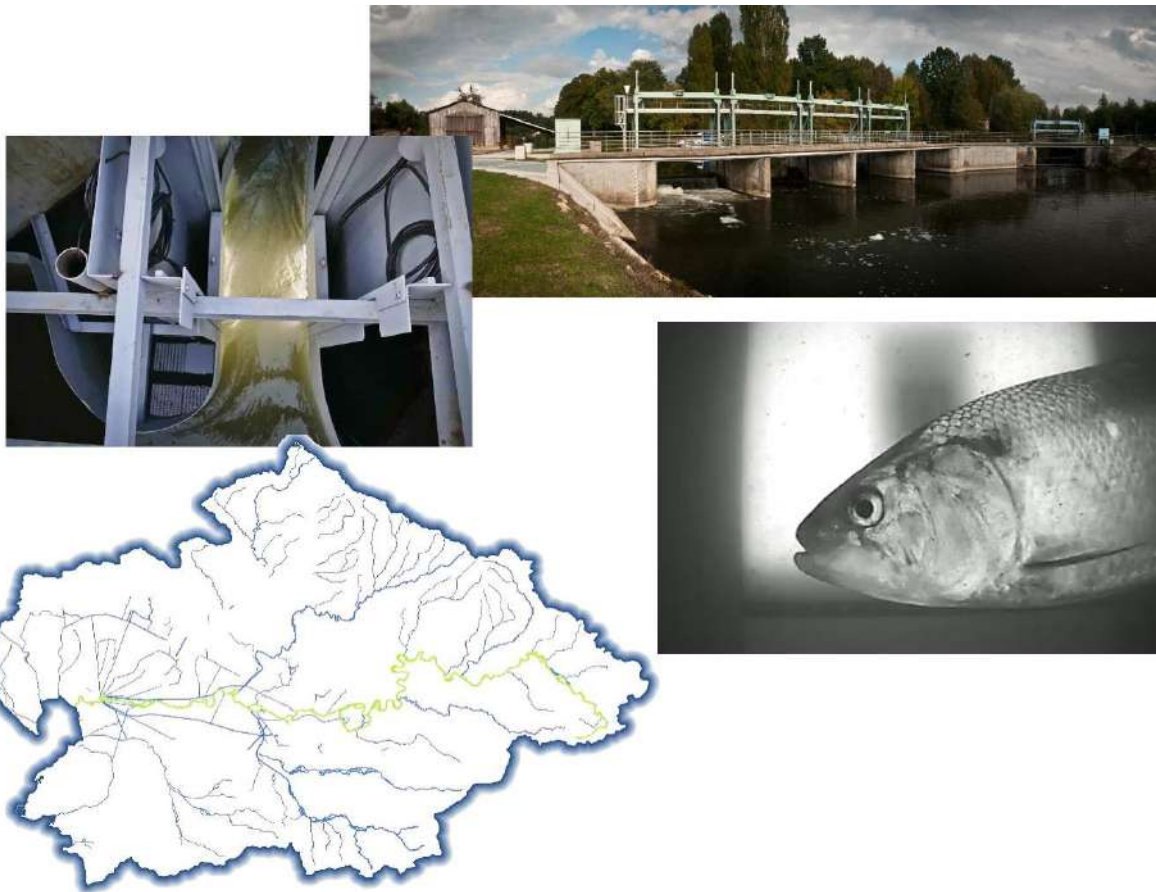


# SUIVI DE LA MIGRATION 2019 ET 2020 DES ALOSES PAR VIDEOCOMPTAGE SUR LA SEVRE NIORTAISE AU NIVEAU DE LA PASSE A POISSONS DU BARRAGE DE LA SOTTERIE (79)

## RAPPORT INTERMEDIAIRE : RESULTATS 2019



# SOMMAIRE

<b>1. Contexte et objectifs de l'étude.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Matériel et méthodes .....</b>	<b>2</b>
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
<b>3. Conditions environnementales / efficacité du dispositif.....</b>	<b>9</b>
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 .....	11
3.3.1 Fonctionnement et entretien de la passe à poissons .....	11
3.3.2 Fonctionnement du dispositif d'acquisition.....	12
<b>4. Résultats du suivi par vidéo-comptage de la passe à poissons de la Sotterie .....</b>	<b>16</b>
4.1 Résultats pour les aloses .....	16
4.1.1 Caractérisation des mouvements migratoires des aloses sur la saison de migration.....	17
4.1.2 Comportements des aloses dans la passe à poissons.....	19
4.1.3 Conditions de débit et température lors des franchissements d'aloses .....	20
4.1.4 Brèves comparaisons avec le suivi par vidéo-comptage de la passe à poissons du Marais Pin .....	24
4.2 Cortège d'espèces observé à la passe à poissons de la Sotterie.....	26
<b>5. Conclusions.....</b>	<b>29</b>
<b>6. Références.....</b>	<b>31</b>
<b>7. Annexes.....</b>	<b>32</b>

## 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 à la Tiffardière et statistiques caractéristiques de débits (module, étiage, Q moyen mensuel calculé sur la période 1993-2018, Q moyen mensuel 2019). .....	10
Figure 9 : Températures moyennes journalières de la Sèvre Niortaise en entre le 01/03/2019 et le 15/17/2019 en rapport avec les exigences écologiques de l'Alose. ....	11
Figure 10 : évolution du nombre de séquences enregistrées entre le 09/03/2019 et le 15/07/2019 sur le site de la Sotterie (gris), des débits moyens journaliers (bleu) et des températures moyennes journalières (rouge).....	14
Figure 11 : Captures d'écran illustrant les principaux éléments responsables des sur-déclenchements .....	15
Figure 12 : Captures d'écran illustrant les difficultés à identifier le sens de passage de certains individus .....	17
Figure 13 : Répartitions des effectifs d'aloses migrantes par jour et par semaine entre le 15 mars et le 15 juillet.....	18
Figure 14 : Répartition des heures de passages effectifs d'aloses migrantes sur la période de suivi 2019.....	18
Figure 15 : Franchissement des aloses filmées par les 3 caméras du chenal de visualisation	20
Figure 16 : Evolution journalière des passages d'aloses à la Sotterie, des températures de l'eau et du débit moyen de la Sèvre niortaise .....	21
Figure 17 : Répartition des effectifs d'aloses migrantes en fonction du débit moyen journalier (QmJ) sur la période du suivi 2019 de la passe à poissons de la Sotterie.....	22
Figure 18 : 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 .....	22

Figure 19 : Répartition des effectifs d’aloses migrantes en fonction de la température de l’eau sur la période du suivi 2019 de la passe à poissons de la Sotterie ..... 23

Figure 20 : Répartition des effectifs d’aloses migrantes en fonction des variations de température moyenne journalière de l’eau sur la période du suivi 2019 de la passe à poissons de la Sotterie ..... 24

Figure 21 : Barrage du Marais Pin sur la Sèvre niortaise (images Google Earth)..... 25

Figure 22 : Captures d’écran d’anguilles observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019..... 27

Figure 23 : Captures d’écran de lamproies fluviatiles et marines observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019 ..... 28

Figure 24 : Captures d’écran de truites de mer observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019..... 28

**Liste des tableaux**

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

Tableau 2 : Récapitulatif des événements ayant engendrés des interruptions du système d’acquisition sur le site de la Sotterie en 2019 ..... 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 ..... 26

## 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'île de Ré au large de l'embouchure de la Gironde pour l'aloise 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 réalisée 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 intermédiaires de ce suivi pour la saison de migration 2019.

## 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 km<sup>2</sup>.

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 12<sup>ème</sup> siècle avec d'importants travaux d'assèchement des terres, afin de les rendre productibles et habitables. L'aménagement s'est encore intensifié au 18<sup>ème</sup> 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 (maîtrise 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 de Niort (la plus représentative par rapport au site d'étude), le module interannuel est de 11.9 m<sup>3</sup>/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 hydraulité et à forte hydraulité. 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 une 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 dont une passe à poissons toutes espèces est en cours de construction. 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 2008 et équipé d'un système de vidéo-comptage.

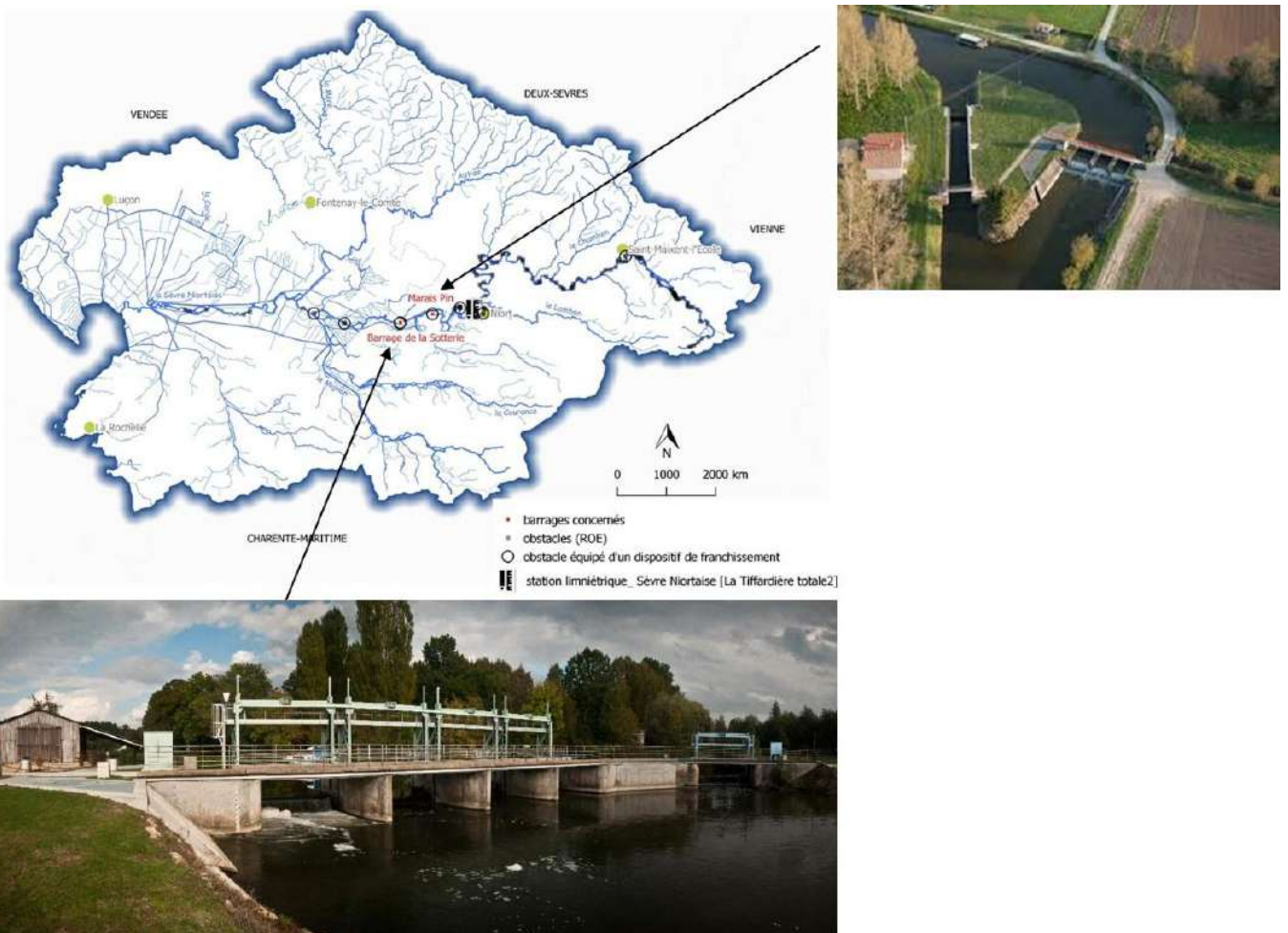


Figure 1 : localisation du site d'étude sur le bassin de la Sèvre Niortaise. (Photographie du barrage de la Sotterie (Coulon, 79). ©AS Bazile)

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 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  $k = 1.5$

$V = 1.15 \text{ m/s}$

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

### 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).

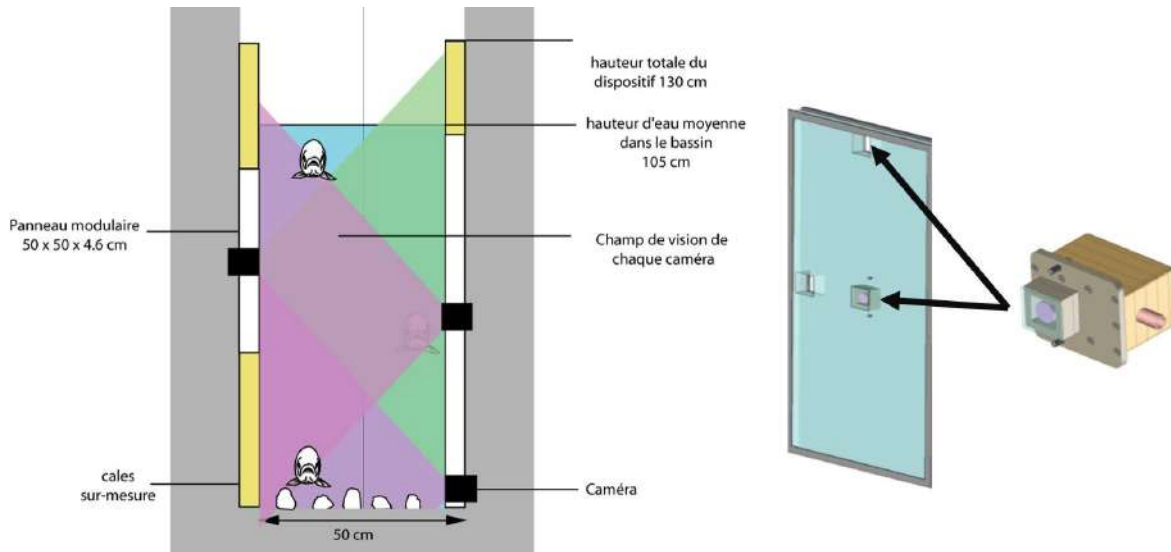


Figure 3 : Schéma type d'un module d'éclairage (gauche), d'un module caméra (centre) et illustration d'une installation (droite) sur une passe à bassins. (©HIZKIA).

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'aloès.

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 paramètres 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

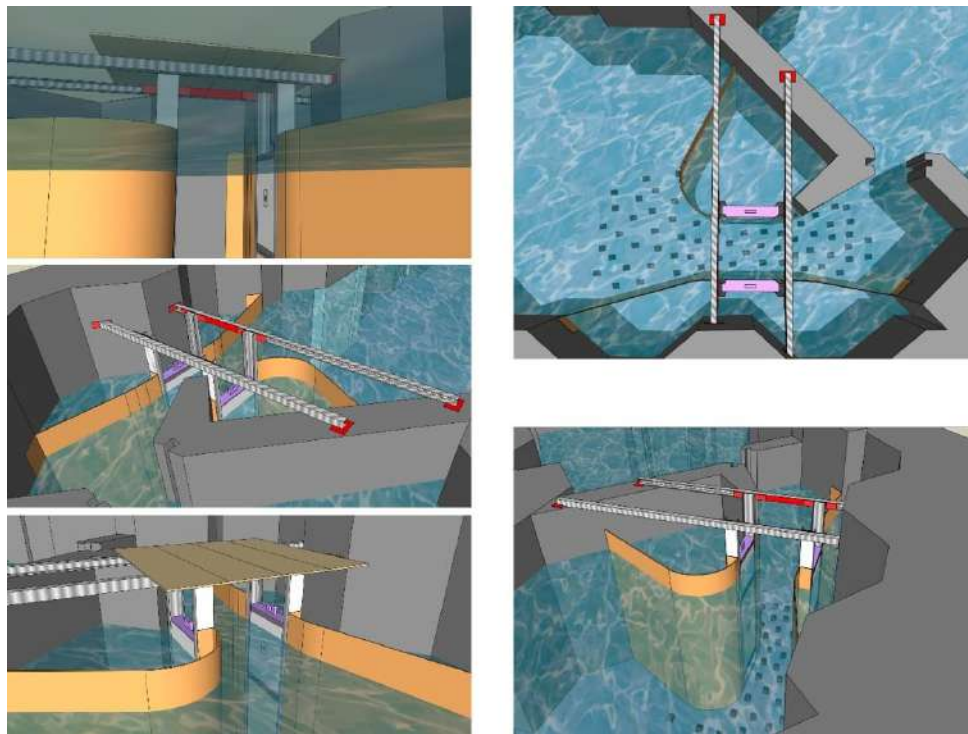
L'intégration d'un dispositif de vidéo-comptage dans la passe à poissons de la Sotterie a constitué un vrai défi technique, l'ouvrage n'ayant pas été conçu dans la perspective d'intégrer un tel dispositif.

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'aloise 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 dérives des géniteurs en montaison (effet retard voire blocage).

#### 3.1 Le débit

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

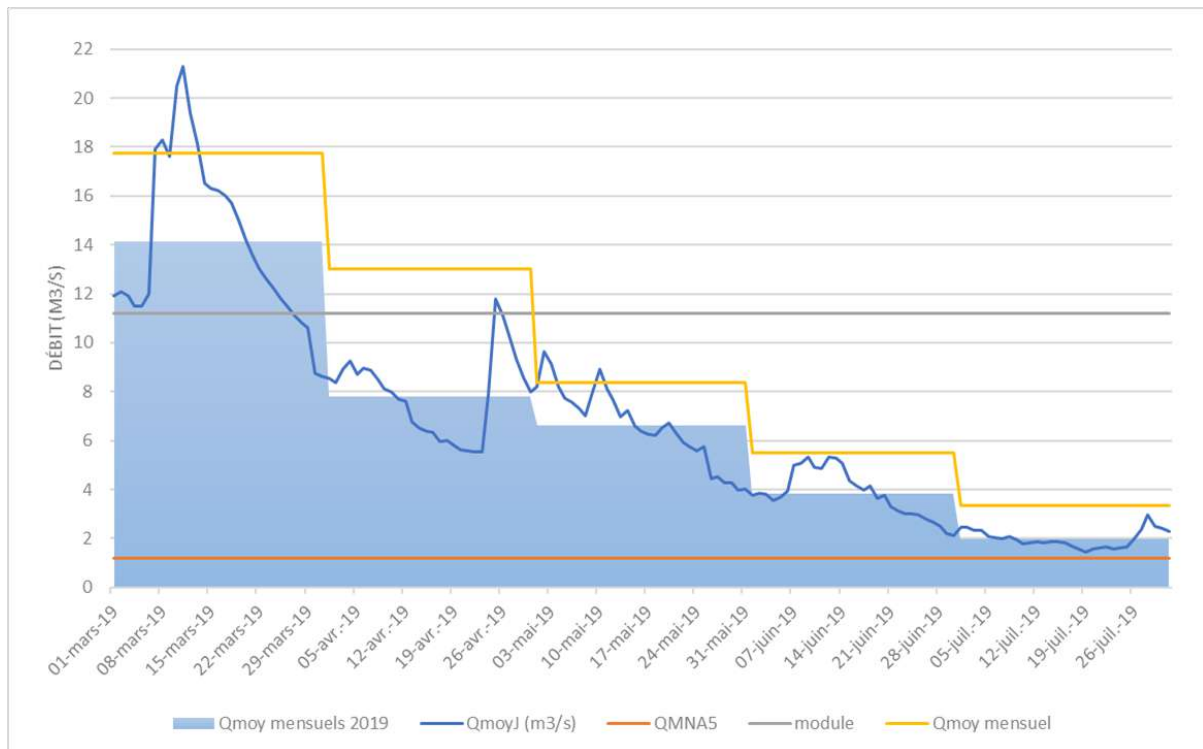


Figure 8 : débits moyens journaliers de la Sèvre Niortaise en 2019 à la Tiffardière et statistiques caractéristiques de débits (module, étiage, Q moyen mensuel calculé sur la période 1993-2018, Q moyen mensuel 2019).

A la lecture de la Figure 8, il est constaté que 2019 est une saison déficitaire du point de vue hydrologique. Les débits moyens mensuels calculés en 2019 sont tous inférieurs aux moyennes mensuelles calculées sur la période 1993-2018 (Tableau 1). En moyenne sur la période de mars à juillet, il est ainsi observé une baisse des débits de 14% par rapport à la période 1993-2018. Les mois les plus impactés sont avril (-39.9%) et juillet (-40.4%).

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

	Débits moyens mensuels (m <sup>3</sup> /s)					
	mars	avril	mai	juin	juillet	moyenne
<b>Moyenne 1993-2018</b>	17,75	13,01	8,37	5,5	3,34	9,594
<b>Moyenne 2019</b>	14,14	7,82	6,62	3,85	1,99	6,884
<b>Différence par rapport à la moyenne interannuelle</b>	-3,61	-5,19	-1,75	-1,65	-1,35	-1,35
<b>% baisse</b>	-20,3%	-39,9%	-20,9%	-30,0%	-40,4%	-14,1%

Sur la période de suivi (mars à juillet), on n’enregistre aucun évènement hydrologique ayant pu jouer un rôle structurant sur le déroulé de la migration. A l’exception de 2 faibles hausses des débits (autour du 10 mars puis du 30 avril), on a assisté à une baisse progressive des débits tout au long de la saison. La majorité de la migration a eu lieu avec un débit moyen journalier en-deçà du module interannuel.



### 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.

Le seuil théorique de déclenchement de la migration des aloses (11°C) est atteint le 15 mars 2019 soit au moment du démarrage effectif du suivi de la passe à poissons de la Sotterie (Figure 9).

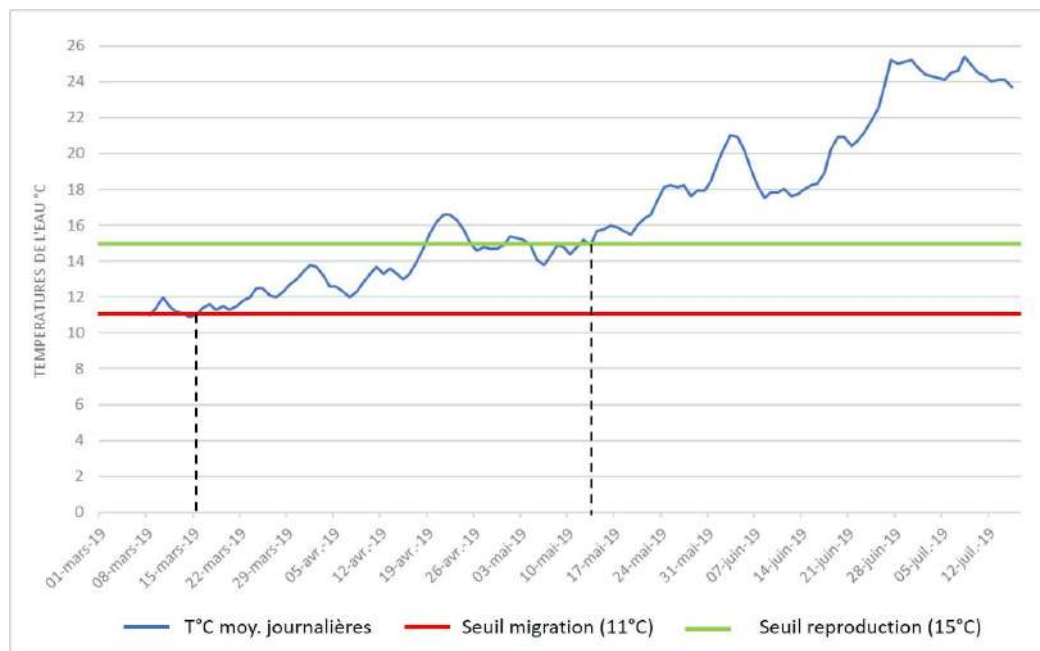


Figure 9 : Températures moyennes journalières de la Sèvre Niortaise en entre le 01/03/2019 et le 15/17/2019 en rapport avec les exigences écologiques de l’Alose.

On observe par la suite une augmentation lente et progressive des températures jusqu’à atteindre le seuil théorique de déclenchement de la reproduction (15°C) autour du 20 avril. Ceci étant, en lien avec des épisodes pluviométriques sur le bassin versant, la température de l’eau redescend rapidement en dessous de ce seuil. Elle ne le dépassera réellement qu’à partir du 15 mai, date à partir de laquelle on assiste à une augmentation rapide des températures de l’eau. Fin mai, les températures dépassent 18°C, on se situe alors dans l’optimum thermique pour la reproduction des géniteurs.

Au vu de ces informations, il peut être considéré que les conditions thermiques rencontrées par les aloses sur la Sèvre niortaise ont été plutôt fraîches, notamment en début de saison, et ce malgré des débits globalement faibles.

### 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 et devra donc être maintenue en l'état lors de la poursuite du suivi en 2020.

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 trois référents de la gestion de l'acquisition vidéo (Sophie Der Mikaélian, Yann Abdallah, Marc-Antoine Colleu).
- 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 chaîne 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 connectée, 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 événements enregistrés lors du suivi 2019 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.

Tableau 2 : 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	problème 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
<b>durée total suivi</b>	<b>2 928:00:00</b>	
<b>entretien</b>	<b>10:47:03</b>	
<b>problème batterie</b>	<b>0:25:00</b>	
<b>perte communication caméra</b>	<b>9:10:00</b>	
<b>problème d'acquisition stats vidéo</b>	<b>19:03:18</b>	
<b>total interruptions</b>	<b>39:25:21</b>	

La durée totale du suivi est de 2 928 heures. On totalise par ailleurs 39h25 de coupure du logiciel d'acquisition donc de perte d'informations. **Cela signifie que le logiciel a fonctionné correctement pendant plus de 98.5% du temps.**

Près du tiers des coupures est expliqué par les entretiens hebdomadaires du système vidéo. 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.

## 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.

De nouvelles pistes de traitement des images ont été testées durant le suivi, notamment basées sur l’apprentissage profond. Les résultats de ces tests sont abordés plus loin.

Depuis la mise en service du dispositif de vidéo-comptage jusqu’à l’arrêt du suivi (15 juillet 2019), 557 883 séquences vidéo ont été enregistrées par le logiciel d’acquisition. Cela représente une moyenne de 4 463 séquences par jour, contre une moyenne de 750 envisagée à l’origine du projet.

Sur la Figure 10, on peut constater une forte variabilité inter-journalière du nombre de séquences enregistrées. Toutes les journées disposant de moins de 2 000 séquences enregistrées sont corrélées à des périodes d’augmentation ponctuelle du débit de la Sèvre niortaise. A l’inverse, les journées avec un nombre de séquences supérieur voire largement supérieur à 2 000 séquences sont enregistrées pour des débits faibles et surtout des températures plutôt hautes ou en cours d’augmentation.

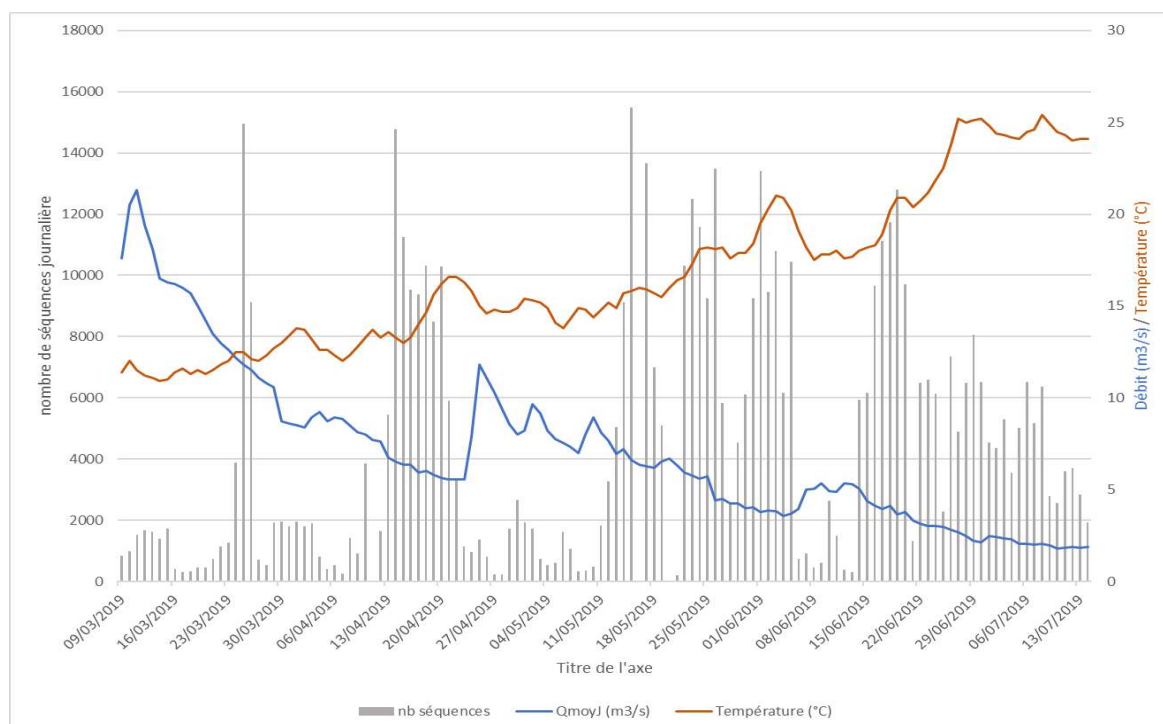


Figure 10 : évolution du nombre de séquences enregistrées entre le 09/03/2019 et le 15/07/2019 sur le site de la Sotterie (gris), des débits moyens journaliers (bleu) et des températures moyennes journalières (rouge)

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 mais l’exercice s’est révélé particulièrement complexe du fait de la nature des éléments responsables de ces nombreux enregistrements.

Les deux principaux éléments responsables des sur-enregistrements sont (Figure 11) :

- 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 11 : Captures d’écran illustrant les principaux éléments responsables des sur-déclenchements

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 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. 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.

A ce jour, il n’existe donc pas de solution efficace pour traiter les stagnations de chevesnes sans perdre d’information sur les aloses.

Au-delà de ce problème de sur-déclenchement, on constate sur la période de suivi 2019 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 x2.

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. 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). 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.

## 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.

Sur 128 jours effectifs de suivi en 2019, **567 aloses ont été comptabilisés en montaison à la passe à poissons de la Sotterie.**

**67 aloses ont par ailleurs été identifiés à la vidéo mais n'auraient finalement pas franchi la passe à poissons.** Parmi ces individus, certains avaient complètement franchi la passe à poissons avant de la redévaler ensuite. Il faut souligner ici que ce chiffre reste une estimation qui comporte probablement un certain niveau d'imprécision, ce pour 2 raisons : 1/ la configuration des caméras ne couvrant pas 100% de la colonne d'eau, certains passages en montaison ou dévalaison ont pu se produire dans cette zone non-filmée. Il est possible que certains passages aient été manqués, on relèvera également que pour quelques cas, le sens de passage n'a pu être renseigné (Figure 12) ; 2/ pour les dévalants, il est possible qu'une certaine partie d'entre eux aient pu remonter la passe à poissons par la suite pour la franchir complètement. Ceci étant, en l'absence d'éléments physiques permettant l'identification de l'individu (blessure, écaillage, 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. La comptabilisation des 567 aloses en montaison est en ce sens potentiellement surévaluée de quelques individus, certaines ayant pu être comptabilisées 2 fois (cas d'une dévalaison de la passe à poissons et d'un nouveau franchissement quelques heures voire quelques jours après cette dévalaison). Ceci étant, ce cas de figure est marginal à l'échelle du suivi et n'impacte donc pas la véracité des analyses présentés ci-après (et pour lesquelles seules les 567 aloses comptabilisées en montaison ont été intégrées).



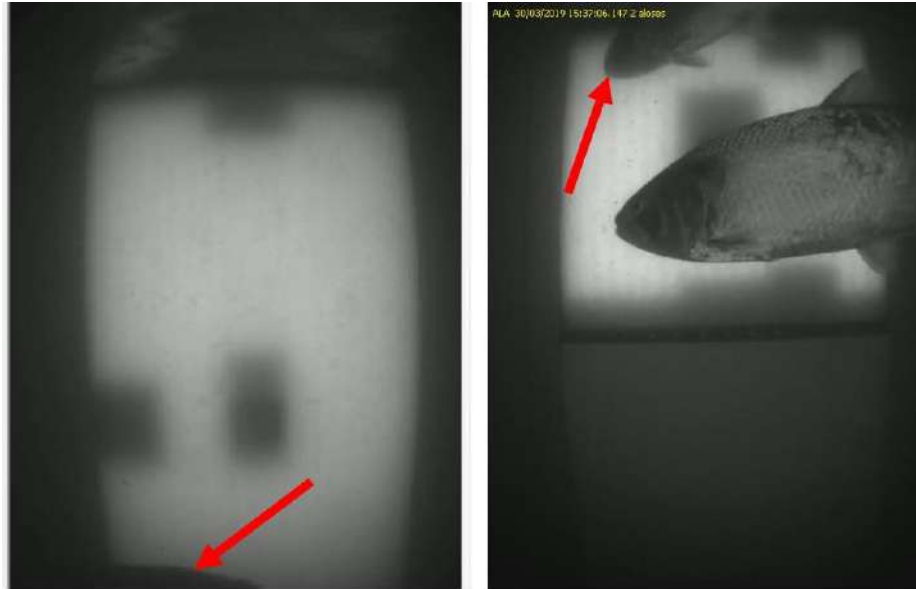


Figure 12 : Captures d'écran illustrant les difficultés à identifier le sens de passage de certains individus

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

##### A l'échelle de la saison :

L'aloise 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 (Arahamian *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. 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 franchit 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.

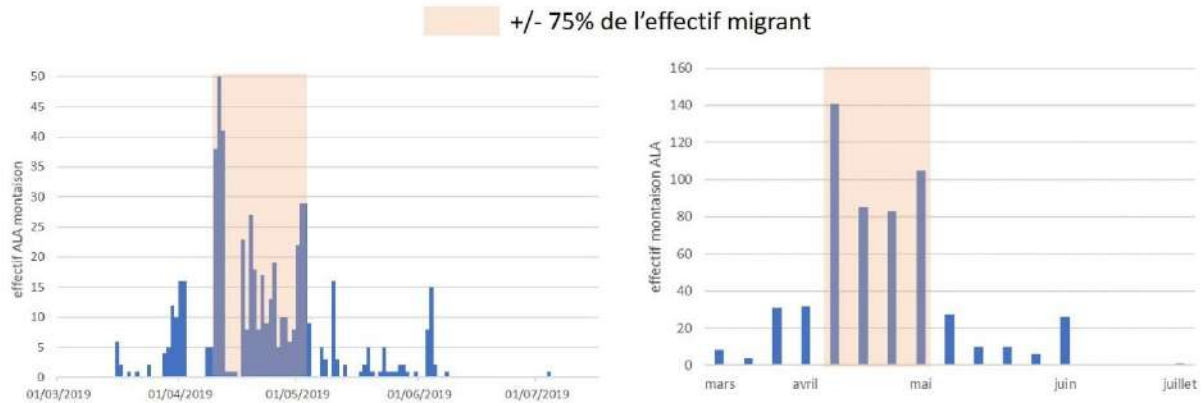


Figure 13 : Répartitions des effectifs d'aloès migrantes par jour et par semaine entre le 15 mars et le 15 juillet

Compte-tenu des conditions hydroclimatiques favorables à la progression des géniteurs et au faible risque de déroutement 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'aloès.

### 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'aloès sur le site de la Sotterie. Les passages nocturnes représentent moins de 10% des passages totaux.

La fenêtre optimale d'activité des aloses est globalement comprise entre 12 et 19 heures. Le nombre de passages augmente au cours de la journée avec une intensification sur l'après-midi, le pic d'activité étant enregistré sur la tranche horaire de 17 heures.

Les aloses ont une activité très liée aux températures de l'eau et il est probable que cette augmentation de l'activité de franchissement au cours de la journée soit corrélée à une augmentation, ne serait-ce que très légère, de la température de l'eau avec un maximum atteint en fin d'après-midi.

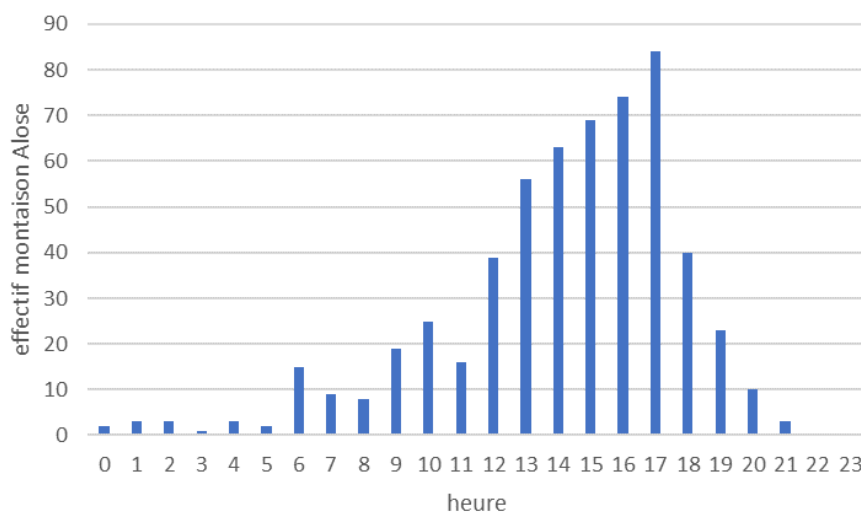


Figure 14 : Répartition des heures de passages effectifs d'aloès migrantes sur la période de suivi 2019

#### 4.1.2 Comportements des aloses dans la passe à poissons

L'aloise est une espèce dont les mœurs d'utilisation des différents ouvrages de franchissement sont encore mal décrites. Il est toutefois bien connu que l'aloise 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 dans les observations réalisées en 2019 ;
- Les passages composés de nombreux allers-retours, généralement espacés de quelques secondes mais pouvant s'étaler sur plusieurs minutes.

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 15). Mais en majorité, ce sont les caméras « milieu » et « haut » qui ont permis de détecter le plus d'aloses en montaison.



Figure 15 : 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'aloise 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'alooses

##### Le débit :

Il a été décrit précédemment que la saison de migration 2019 s'était déroulée dans des conditions de faible hydraulité. Sur la Sèvre niortaise, ce cas de figure se traduit de façon un peu théorique 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 dérouté 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.

Enfin, en conditions de faibles hydrologies, on peut également s’attendre à une détectabilité plus marquée de l’entrée de la passe à poissons de la Sotterie, faiblement concurrencée par les surverses au barrage.

Ces éléments descriptifs sont relativement bien confirmés par les résultats obtenus en 2019 par le suivi de la passe à poissons de la Sotterie. Ainsi, on a observé une arrivée particulièrement précoce des aloses avec plusieurs géniteurs observés dès les premiers jours de suivi (Figure 16).

Le principal pic de remontées, du 10 au 12 avril (129 aloses) peut également être considéré précoce par rapport aux observations réalisées depuis 2012 à la station du Marais Pin. A noter que ce pic intervient tout juste 1 mois après le principal pic du débit enregistré sur la période de suivi (35 m<sup>3</sup>/s le 11 mars). Il est probable que ce pic ait favorisé les remontées d’aloses, à la fois par l’attractivité hydrologique en zone d’embouchure et par des conditions de gestion du barrage des Enfreneaux favorables au franchissement rapide des aloses.

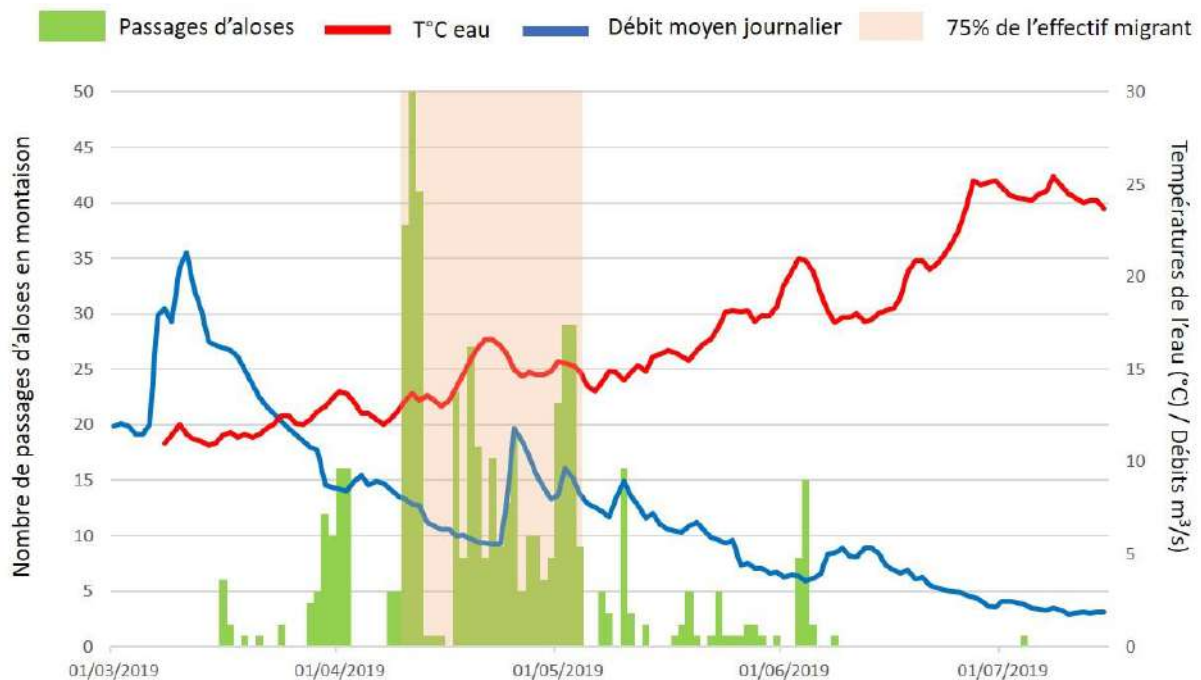


Figure 16 : Evolution journalière des passages d’aloses à la Sotterie, des températures de l’eau et du débit moyen de la Sèvre niortaise

La seconde augmentation du débit enregistrée cette saison, de moindre amplitude (11 m<sup>3</sup>/s le 25 avril 2019), semble également suivie par le second pic de remontée des aloses à la Sotterie, enregistré les 2 et 3 mai (60 aloses). On relève ici un décalage de 7-8 jours entre l’augmentation de débit et le pic de passages d’aloses.

Parallèlement, les franchissements ont été observés dans une fenêtre hétérogène de débits comprise entre 1,78 et 16,2 m<sup>3</sup>/s (Figure 17). 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).

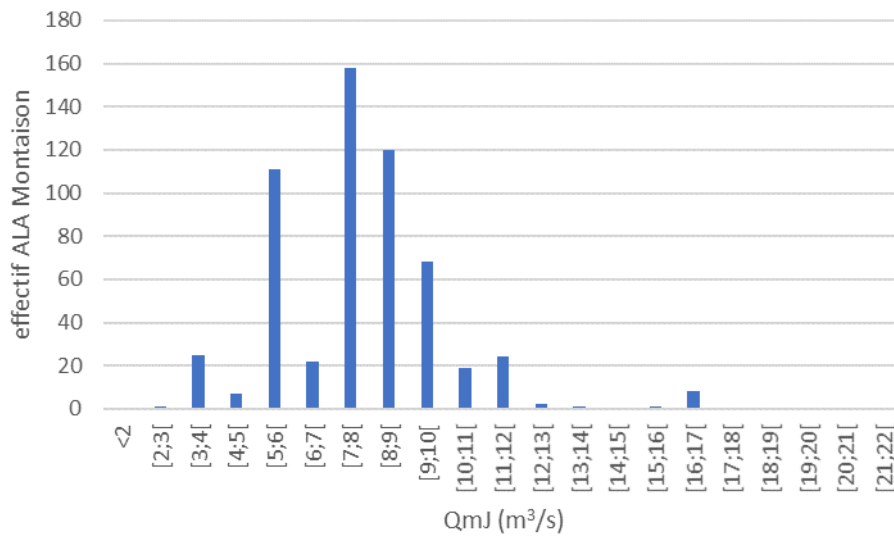


Figure 17 : Répartition des effectifs d’aloses migrantes en fonction du débit moyen journalier (QmJ) sur la période du suivi 2019 de la passe à poissons de la Sotterie

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 18 que la grande majorité des franchissements a lieu lorsque le débit est stable d’un jour à l’autre. 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.

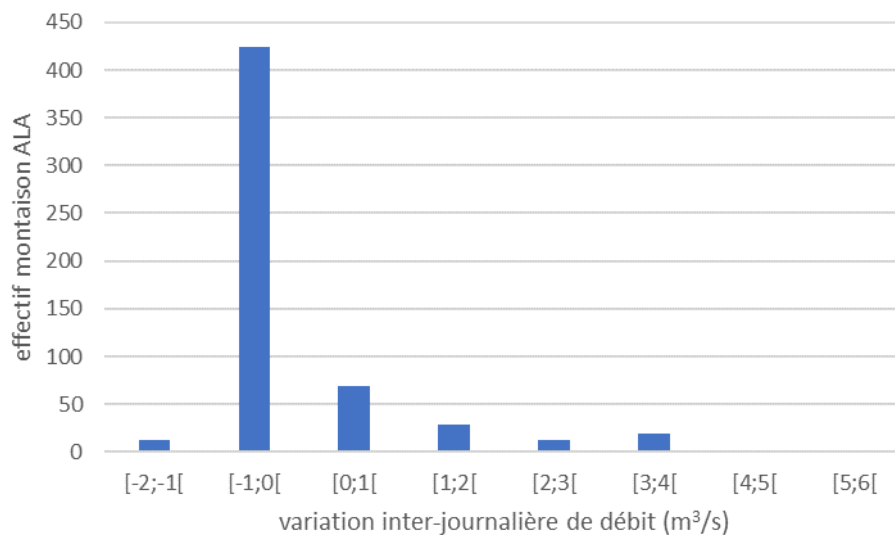


Figure 18 : Répartition des effectifs d’aloses migrantes en fonction des variation inter-journalière du débit moyen journalier (QmJ) sur la période du suivi 2019 de la passe à poissons de la Sotterie

Les résultats du suivi vidéo de la passe à poissons de la Sotterie en 2019 mettent donc bien en évidence le rôle déclencheur et structurant du débit dans la migration de reproduction des aloses. Ces éléments, qui devront être confortés par le suivi 2020, sont importants dans la bonne compréhension des mécanismes migratoires chez l’alose et dans l’intégration de ces mécanismes dans les modes de gestion en place sur la Sèvre niortaise.



### 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.

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. 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 comprise entre 11.2 et 24.2 °C (Figure 19). Ceci étant, la nette majorité des passages a lieu pour des températures comprises entre 12 et 18 °C.

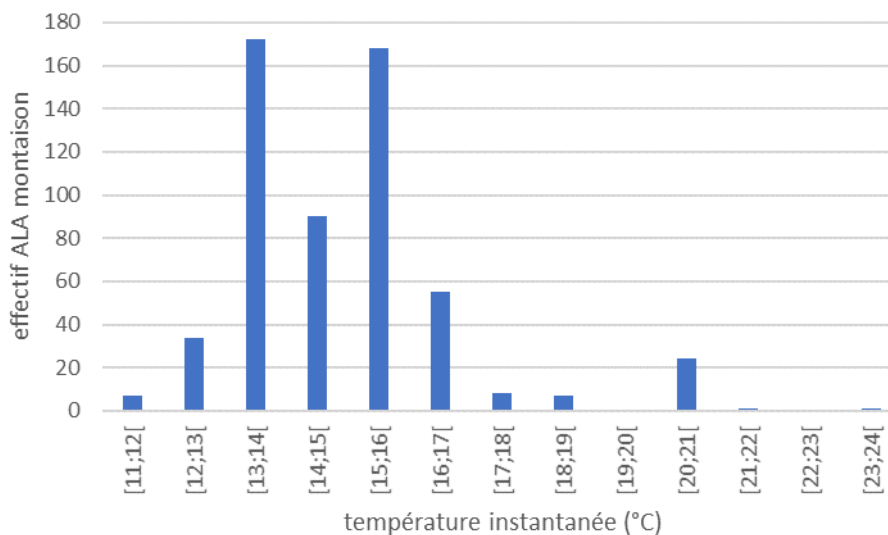


Figure 19 : Répartition des effectifs d'aloses migrantes en fonction de la température de l'eau sur la période du suivi 2019 de la passe à poissons de la Sotterie

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 20 que plus de 50% des passages ont eu lieu lorsque la température augmentait d'une journée sur l'autre. Ce constat peut également être vérifié sur la Figure 16 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.

**En 2019, 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.**

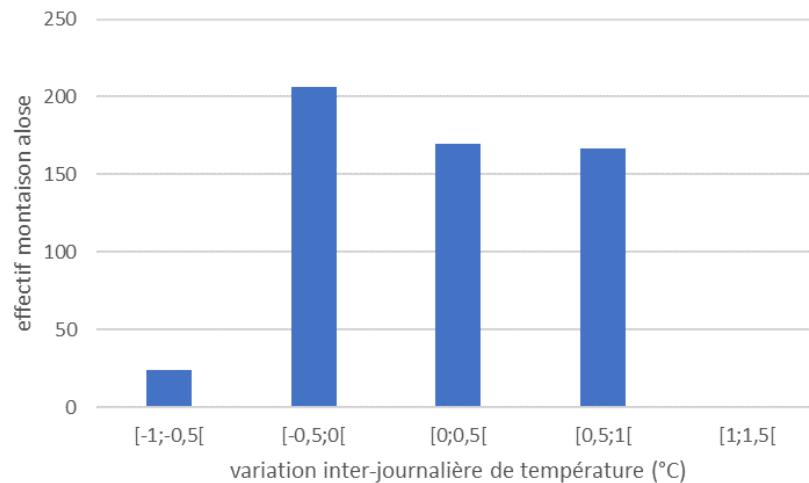


Figure 20 : Répartition des effectifs d’aloses migrantes en fonction des variations de température moyenne journalière de l’eau sur la période du suivi 2019 de la passe à poissons de la Sotterie

#### 4.1.4 Brèves comparaisons avec le suivi par vidéo-comptage de la passe à poissons du 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 2008) 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 21). Ce type de configuration est aujourd’hui bien connu comme étant susceptible d’engendrer des retards de migration important voire des blocages si les débits concurrentiels à la passe à poissons sont importants (Der Mikaelian *et al.*, 2014).

Au Marais Pin, sauf en période de faible débit (<2 m<sup>3</sup>/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 21 : Barrage du Marais Pin sur la Sèvre niortaise (images Google Earth)

En 2019, 294 aloses ont été comptabilisées à la station du Marais Pin contre 567 à la Sotterie. On a donc assisté à une érosion d'environ 48-50 % de l'effectif migrant entre les 2 ouvrages. Ce niveau d'érosion peut être considéré particulièrement important compte-tenu des éléments de contexte précédemment décrits, et compte-tenu des faibles débits enregistrés en 2019 qui ont plutôt tendance à favoriser la détectabilité de l'entrée de la passe par les aloses.

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. Dans la configuration de 2019, on peut affirmer que plus de la moitié de l'effectif migrant (dans la mesure où le barrage de la Sotterie doit également engendrer une certaine érosion) s'est reproduite sur des habitats atypiques, nommés « frayères forcées ». La conséquence de ces reproductions sur frayères atypiques est généralement un succès reproducteur sensiblement inférieur à celui qu'aurait permis la même activité de reproduction sur des habitats favorables (Le Gurun *et al.*, 2008). *In fine*, on minimise la qualité du recrutement annuel pour une quantité de géniteurs donnée, ce qui signifie qu'on impacte durablement la dynamique de la population.

Il reste cependant nécessaire de conforter ces résultats avec *a minima* une nouvelle migration sur l'année 2020. Quoi qu'il en soit, au regard du type d'ouvrage concerné et des caractéristiques dimensionnelles de la Sèvre niortaise (débit, largeur du lit mouillé en particulier), le pourcentage d'efficacité de la passe à poissons du Marais Pin devrait être de l'ordre de 75 à 80%.

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

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'aloise venant compléter cette liste. Toutes les autres espèces utilisent la passe à poissons avec des flux de passages faibles (anguille, perche, mulot, 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 intimement 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 mullet 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 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 22).



Figure 22 : 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 23).



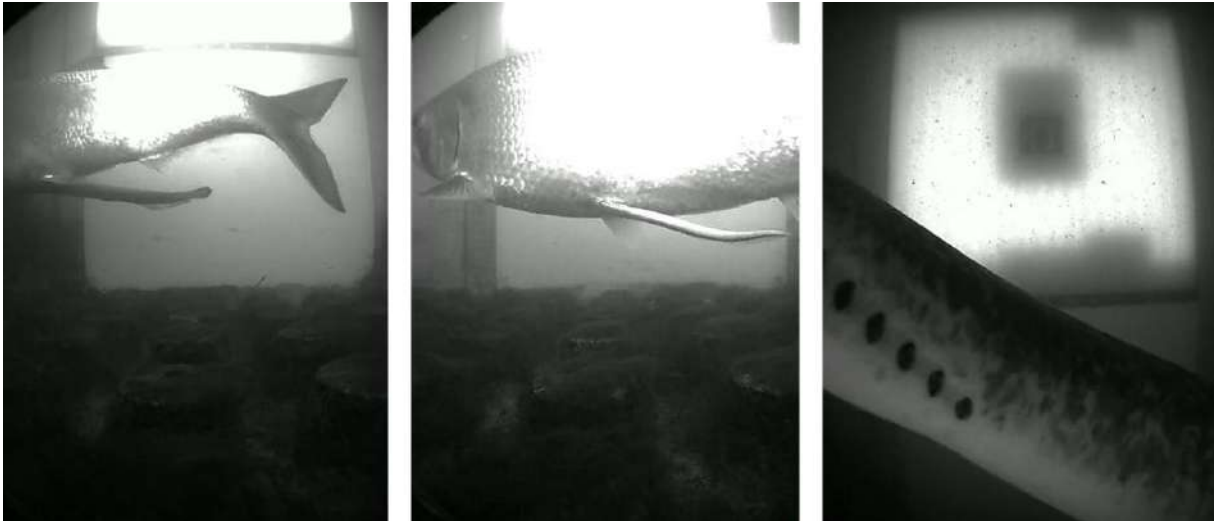


Figure 23 : Captures d'écran de lamproies fluviales et marines observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019

Enfin, 4 truites de mer ont été filmées en montaison ainsi qu'un 1 smolt de truite de mer en dévalaison (Figure 24).



Figure 24 : Captures d'écran de truites de mer observées dans la passe à poissons de la Sotterie en 2019



## 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 2019**. Le système de vidéo-comptage a **fonctionné 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 mais cela ne pourra être réalisé pour la poursuite du suivi en 2020.

**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.

La migration 2019 s'est déroulée dans un contexte de **faible hydraulité printanière** avec 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.

Parallèlement, **22 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. 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**.

Le suivi de la passe à poissons de la Sotterie **sera reprogrammé en 2020 dans les mêmes conditions**. Ce suivi viendra conforter les résultats obtenus pour cette première année de suivi. Il sera particulièrement important **de regarder le niveau d'érosion de l'effectif migrant** entre la Sotterie et le Marais Pin. Les résultats des suivis 2019-2020 devront servir de base de **réflexion pour la programmation de la gestion de la continuité piscicole** sur l'axe Sèvre niortaise pour les années futures.

## 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 Mickaëlian 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

Planche photo des espèces observées à la passe à poissons de la Sotterie en 2019

### 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**



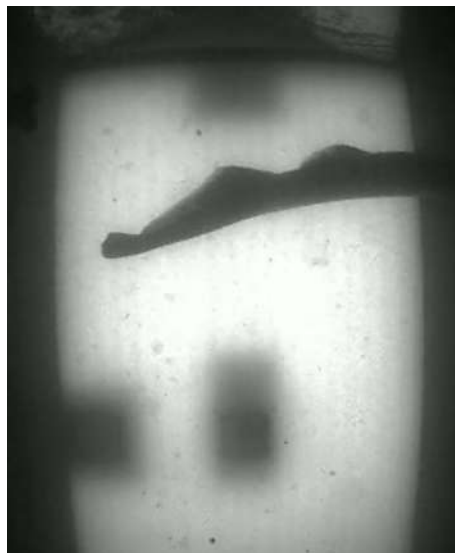
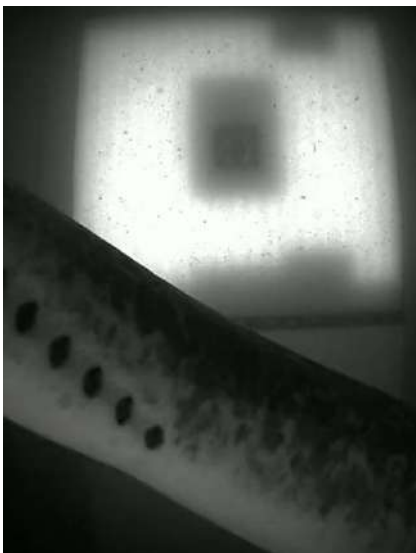
**Le goujon**



**La lamproie fluviatile (parasitisme sur alose)**



**La lamproie marine**



**Le mullet porc**



**La perche commune**



**La perche soleil**



**Le sandre**



**Le silure glane**



**La truite arc-en-ciel**



**La truite de mer**

