

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Jun	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
01/01/2021	01/02/2021	01/03/2021	01/04/2021	01/05/2021	01/06/2021	01/07/2021	01/08/2021	01/09/2021	01/10/2021	01/11/2021	01/12/2021
02/01/2021	02/02/2021	02/03/2021	02/04/2021	02/05/2021	02/06/2021	02/07/2021	02/08/2021	02/09/2021	02/10/2021	02/11/2021	02/12/2021
03/01/2021	03/02/2021	03/03/2021	03/04/2021	03/05/2021	03/06/2021	03/07/2021	03/08/2021	03/09/2021	03/10/2021	03/11/2021	03/12/2021
04/01/2021	04/02/2021	04/03/2021	04/04/2021	04/05/2021	04/06/2021	04/07/2021	04/08/2021	04/09/2021	04/10/2021	04/11/2021	04/12/2021
05/01/2021	05/02/2021	05/03/2021	05/04/2021	05/05/2021	05/06/2021	05/07/2021	05/08/2021	05/09/2021	05/10/2021	05/11/2021	05/12/2021
06/01/2021	06/02/2021	06/03/2021	06/04/2021	06/05/2021	06/06/2021	06/07/2021	06/08/2021	06/09/2021	06/10/2021	06/11/2021	06/12/2021
07/01/2021	07/02/2021	07/03/2021	07/04/2021	07/05/2021	07/06/2021	07/07/2021	07/08/2021	07/09/2021	07/10/2021	07/11/2021	07/12/2021
08/01/2021	08/02/2021	08/03/2021	08/04/2021	08/05/2021	08/06/2021	08/07/2021	08/08/2021	08/09/2021	08/10/2021	08/11/2021	08/12/2021
09/01/2021	09/02/2021	09/03/2021	09/04/2021	09/05/2021	09/06/2021	09/07/2021	09/08/2021	09/09/2021	09/10/2021	09/11/2021	09/12/2021
10/01/2021	10/02/2021	10/03/2021	10/04/2021	10/05/2021	10/06/2021	10/07/2021	10/08/2021	10/09/2021	10/10/2021	10/11/2021	10/12/2021
11/01/2021	11/02/2021	11/03/2021	11/04/2021	11/05/2021	11/06/2021	11/07/2021	11/08/2021	11/09/2021	11/10/2021	11/11/2021	11/12/2021
12/01/2021	12/02/2021	12/03/2021	12/04/2021	12/05/2021	12/06/2021	12/07/2021	12/08/2021	12/09/2021	12/10/2021	12/11/2021	12/12/2021
13/01/2021	13/02/2021	13/03/2021	13/04/2021	13/05/2021	13/06/2021	13/07/2021	13/08/2021	13/09/2021	13/10/2021	13/11/2021	13/12/2021
14/01/2021	14/02/2021	14/03/2021	14/04/2021	14/05/2021	14/06/2021	14/07/2021	14/08/2021	14/09/2021	14/10/2021	14/11/2021	14/12/2021
15/01/2021	15/02/2021	15/03/2021	15/04/2021	15/05/2021	15/06/2021	15/07/2021	15/08/2021	15/09/2021	15/10/2021	15/11/2021	15/12/2021
16/01/2021	16/02/2021	16/03/2021	16/04/2021	16/05/2021	16/06/2021	16/07/2021	16/08/2021	16/09/2021	16/10/2021	16/11/2021	16/12/2021
17/01/2021	17/02/2021	17/03/2021	17/04/2021	17/05/2021	17/06/2021	17/07/2021	17/08/2021	17/09/2021	17/10/2021	17/11/2021	17/12/2021
18/01/2021	18/02/2021	18/03/2021	18/04/2021	18/05/2021	18/06/2021	18/07/2021	18/08/2021	18/09/2021	18/10/2021	18/11/2021	18/12/2021
19/01/2021	19/02/2021	19/03/2021	19/04/2021	19/05/2021	19/06/2021	19/07/2021	19/08/2021	19/09/2021	19/10/2021	19/11/2021	19/12/2021
20/01/2021	20/02/2021	20/03/2021	20/04/2021	20/05/2021	20/06/2021	20/07/2021	20/08/2021	20/09/2021	20/10/2021	20/11/2021	20/12/2021
21/01/2021	21/02/2021	21/03/2021	21/04/2021	21/05/2021	21/06/2021	21/07/2021	21/08/2021	21/09/2021	21/10/2021	21/11/2021	21/12/2021
22/01/2021	22/02/2021	22/03/2021	22/04/2021	22/05/2021	22/06/2021	22/07/2021	22/08/2021	22/09/2021	22/10/2021	22/11/2021	22/12/2021
23/01/2021	23/02/2021	23/03/2021	23/04/2021	23/05/2021	23/06/2021	23/07/2021	23/08/2021	23/09/2021	23/10/2021	23/11/2021	23/12/2021
24/01/2021	24/02/2021	24/03/2021	24/04/2021	24/05/2021	24/06/2021	24/07/2021	24/08/2021	24/09/2021	24/10/2021	24/11/2021	24/12/2021
25/01/2021	25/02/2021	25/03/2021	25/04/2021	25/05/2021	25/06/2021	25/07/2021	25/08/2021	25/09/2021	25/10/2021	25/11/2021	25/12/2021
26/01/2021	26/02/2021	26/03/2021	26/04/2021	26/05/2021	26/06/2021	26/07/2021	26/08/2021	26/09/2021	26/10/2021	26/11/2021	26/12/2021
27/01/2021	27/02/2021	27/03/2021	27/04/2021	27/05/2021	27/06/2021	27/07/2021	27/08/2021	27/09/2021	27/10/2021	27/11/2021	27/12/2021
28/01/2021	28/02/2021	28/03/2021	28/04/2021	28/05/2021	28/06/2021	28/07/2021	28/08/2021	28/09/2021	28/10/2021	28/11/2021	28/12/2021
29/01/2021		29/03/2021	29/04/2021	29/05/2021	29/06/2021	29/07/2021	29/08/2021	29/09/2021	29/10/2021	29/11/2021	29/12/2021
30/01/2021		30/03/2021	30/04/2021	30/05/2021	30/06/2021	30/07/2021	30/08/2021	30/09/2021	30/10/2021	30/11/2021	30/12/2021
31/01/2021		31/03/2021		31/05/2021		31/07/2021	31/08/2021		31/10/2021		31/12/2021

Figure n°10 : Fonctionnement du RIVERWATCHER_année 2021

En 2021, la parabole de la liaison internet a été tordue (dégradation volontaire vraisemblablement). Heureusement, après redressement, cela a été sans conséquence par rapport au bon fonctionnement de la liaison internet. A noter, qu'il s'agit de la première fois que le matériel de la station a été dégradé.

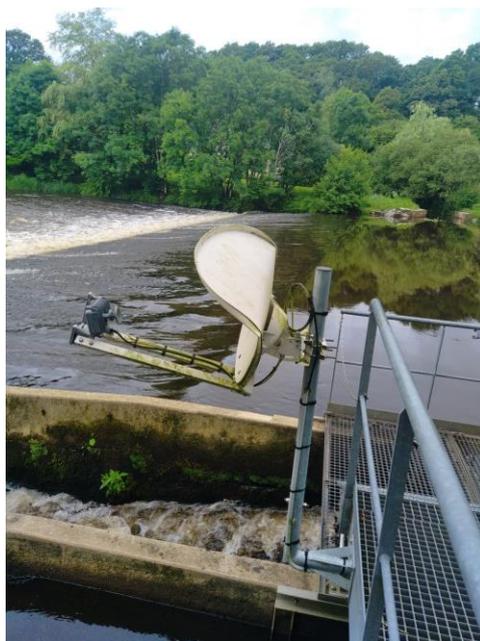


Photo n°11 : Vue de la parabole (liaison internet par satellite)_juillet 2021

A ces jours de dysfonctionnement, il faut ajouter 3,5 jours d'entretien du scanner et de nettoyage du tunnel d'enregistrement. Ces interventions nécessitant d'arrêter le fonctionnement du dispositif.



Photo n° 12 : nettoyage du RIVERWATCHER

Cela a été nécessaire 4 fois sur l'ensemble de l'année. Ces interventions étant liée au développement de biofilm sur les surfaces réfléchissantes du tunnel essentiellement. Ces interventions sont différentes de l'entretien courant (nettoyage des grilles de l'entonnement côté aval du dispositif_réalisé par un bénévole de l'AAPPMA de Chateauneuf du Faou) qui ne nécessite pas d'arrêter le dispositif.

Ainsi, sur l'année 2021, le fonctionnement du dispositif aura été effectif 99,97 % du temps. Le tableau ci-dessous présente le taux de fonctionnalité du dispositif depuis sa mise en route.

Année	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Taux de fonctionnalité du Riverwatcher	80,60%	0,00%	83,15%	80,54%	43,44%	99,97%

Figure n°11 : Analyse du fonctionnement du RIVERWATCHER_année 2016/2017/2018/2019/2020/2021

Comme indiqué précédemment, une liaison internet est effective avec le dispositif depuis mars 2018. La gestion des paramètres du compteur peut donc se faire à distance via le logiciels *Teamviewer*.



Figure n°12 : Capture d'écran de l'ordinateur du RIVERWATCHER via Teamviewer

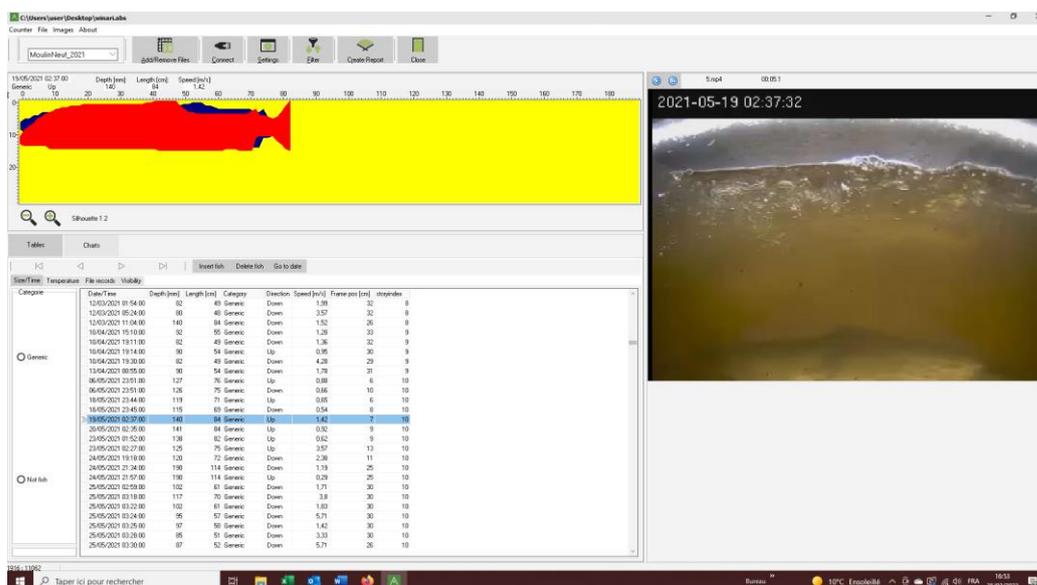
Ainsi, il est possible, lors de certaine période, de modifier les paramètres qui déclenchent l'acquisition de données (*depth, visibility*). Cela a permis de diminuer le nombre d'enregistrement et de faciliter leur traitement.

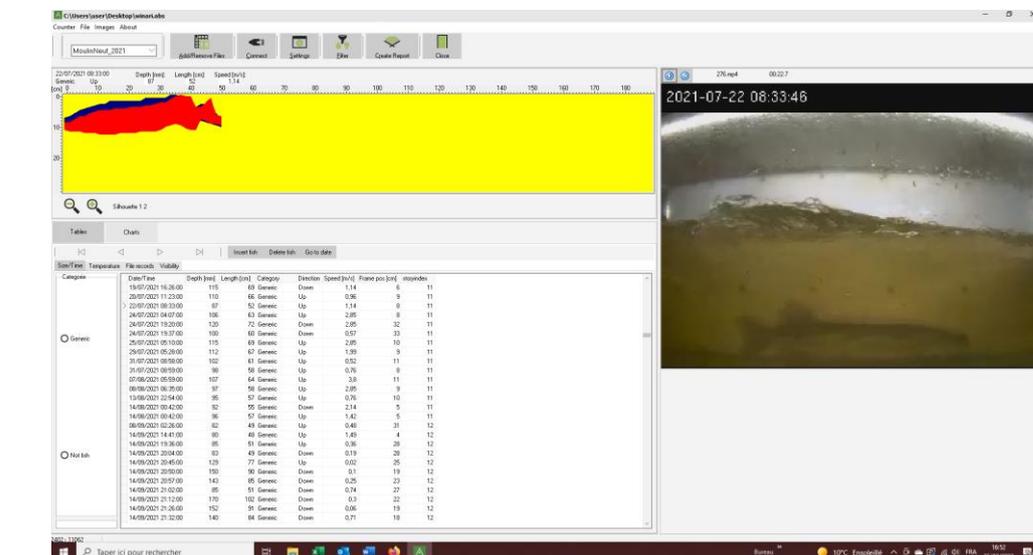
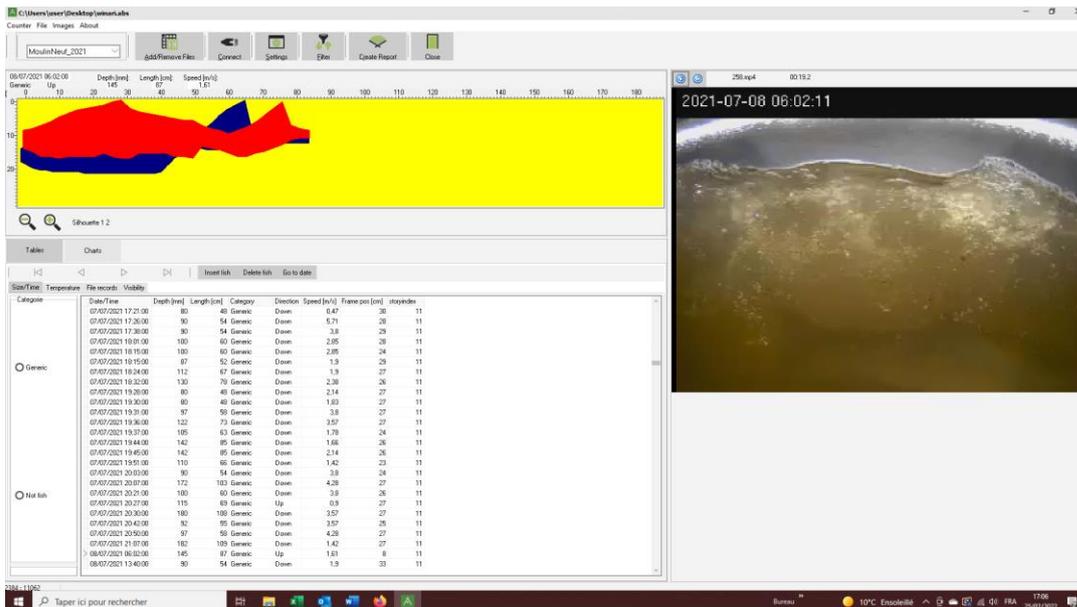
En outre, les données sont également directement récupérées via la liaison internet ; ce qui a limité les déplacements sur site. Cela n'était pas le cas auparavant, les données devant être récupérées sur place via une clé USB.

3.2 Comptage des migrations de poissons

3.2.1 Espèces observées

Au cours de l'année 2021, deux espèce de poisson a pu être clairement identifiées par le dispositif de comptage. Il s'agit du saumon atlantique (*Salmo Salar*) et du brochet commun (*Esox Lucius*).





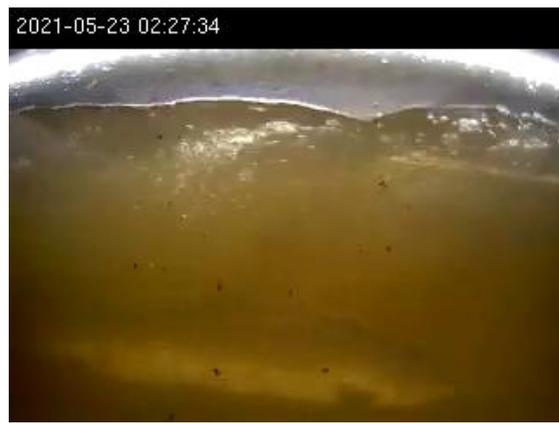
Figures n°13, 14 et 15 : Capture d'écran Winari_2 saumons atlantiques et brochet_ mai et juillet 2021

3.2.2 Bilan des passage de saumons atlantiques

➔ Effectifs et rythme migratoire des saumons atlantiques en montaison

Dans le cadre de cette étude, l'objectif recherché est de compter le nombre de saumons adultes en migration de montaison vers les zones de frayères de l'Aulne rivière. Le logiciel permet un traitement UP (montaison) et DOWN (dévalaison) en fonction du sens de passage du saumon dans le compteur. Ainsi, afin d'avoir le nombre de saumons en migration de montaison, il a fallut retirer du total des passages enregistrés les évènements DOWN.

Au final, **41 saumons atlantiques** en migration de montaison ont été comptés en 2021 au Moulin Neuf sur l'Aulne rivière.



Figures n°16 à 23 : Capture d'écran WINARI_galerie de saumons atlantiques_2021

Sur les différents clichés, page ci-contre, on peut observer l'évolution de la couleur de l'écaillure des saumons migrants. Les clichés d'octobre et décembre montrent des individus « colorés », signe d'une présence marquée en eau douce.

Le premier saumon atlantique en migration de montaison est compté le 07/05/2021 et le dernier le 08/01/2022.

La migration de montaison, compté au Moulin Neuf en 2021, est tri-modale avec 3 périodes de passages plus concentrés : 2^{ème} quinzaine de mai (18/05-28/05), 1^{ère} quinzaine de juillet (02/07-12/07) et les tout premiers jours d'octobre (02/10-07/10).

Cela accrédite l'hypothèse d'une migration groupée.

On distingue également 2 périodes « creuses » sans comptage.

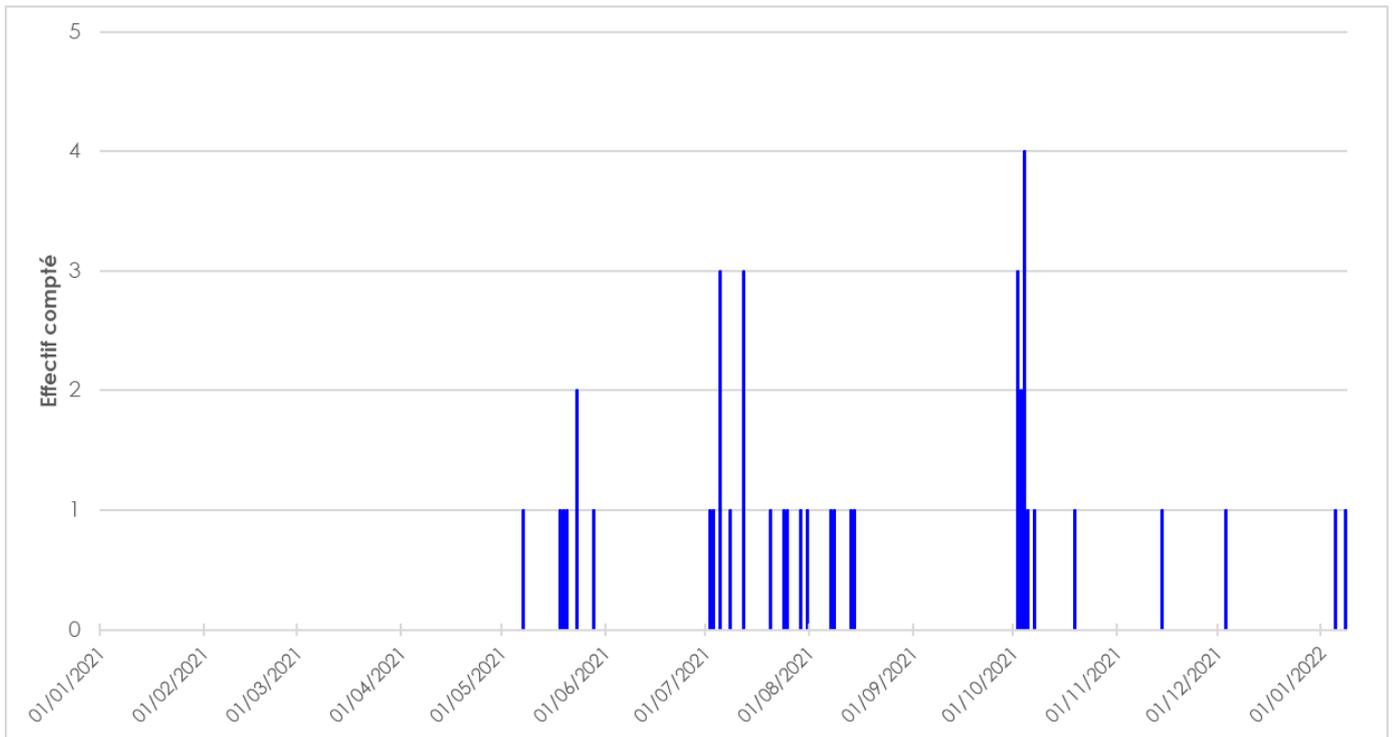
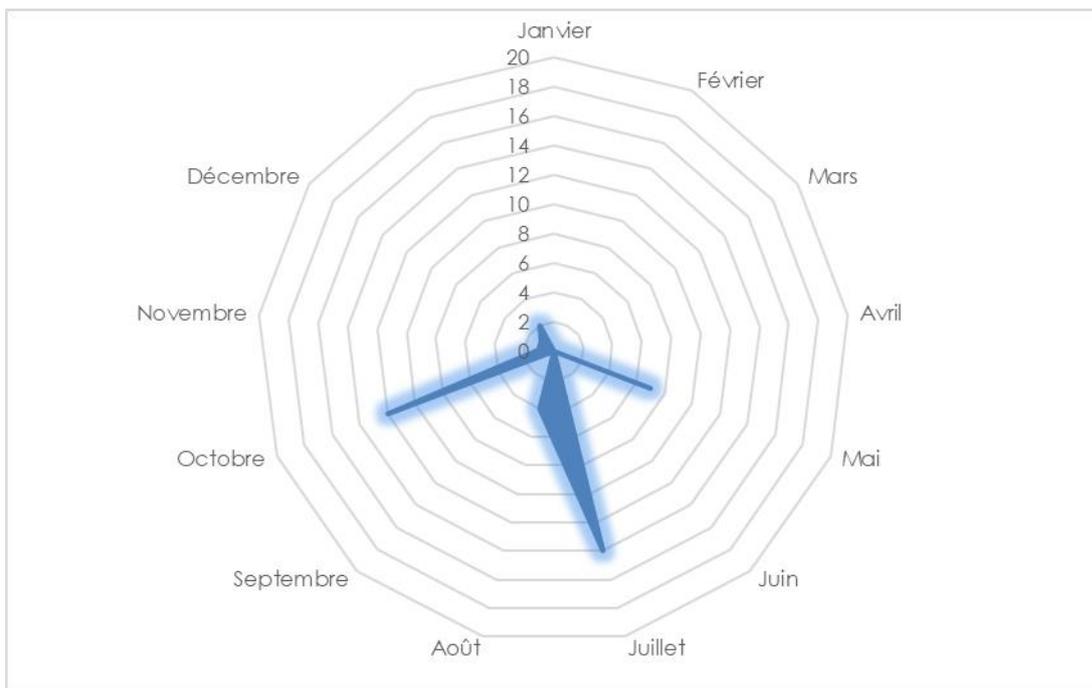
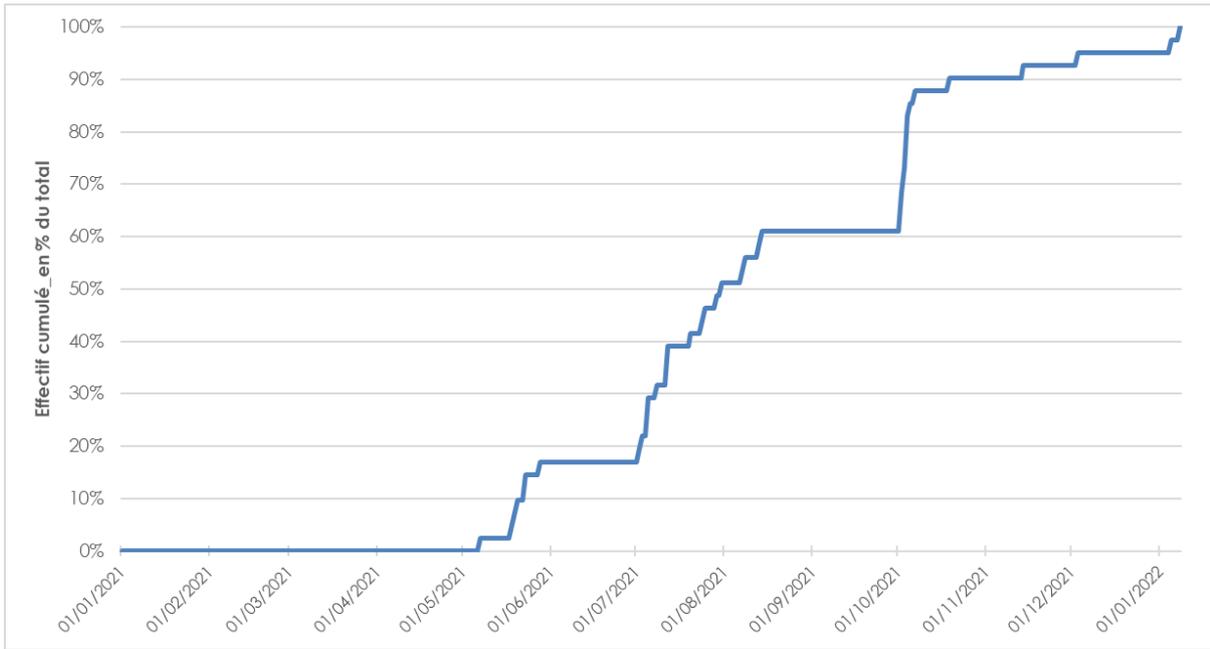


Figure n°24 : Evolution de la migration en montaison de saumon atlantique_2021

Les graphiques ci-dessous illustrent bien les trois périodes actives de migration de montaison.



Figures n°25 et 26 : Rythme de la migration en montaison de saumon atlantique_2021

On observe que, comme en 2020, le dernier individu compté l'est très tard (08/01/2022, précédé d'un autre poisson le 05/01/2022). A un moment où la reproduction avait certainement commencé.

	2016	2018	2019	2020	2021
Date de passage du 1er SAT	18/06/2016	28/06/2018	03/06/2019	09/09/2020	07/05/2021
Date de passage de 50% de l'effectif	18/10/2016	24/08/2018	23/09/2019	03/12/2020	30/07/2021
Date de passage du dernier SAT	19/11/2016	18/12/2018	13/10/2019	30/12/2020	08/01/2022

Figure n°27 : Dates « repères » de la migration en montaison de saumon atlantique_2016/2018/2019/2020/2021

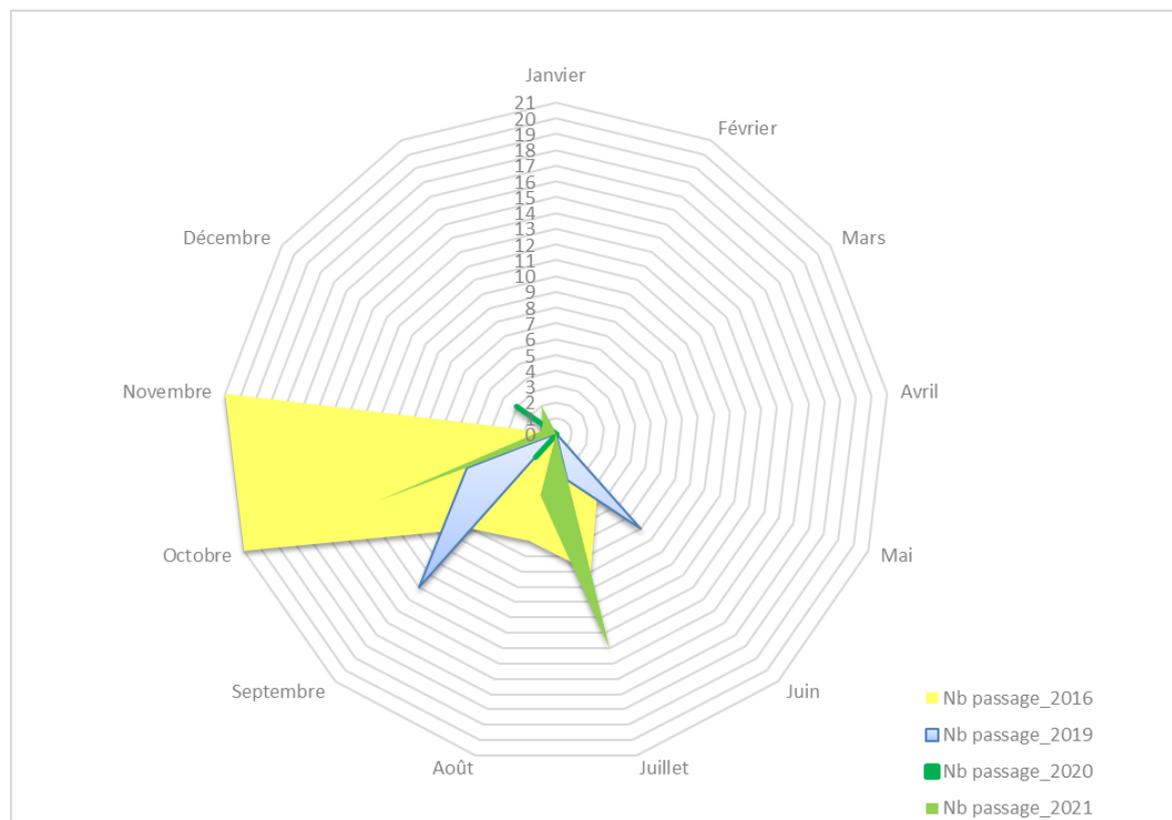


Figure n°28 : Rythme de la migration en montaison de saumon atlantique_2016/2019/2020/2021

Depuis 2019, la migration de montaison est très segmentée comme le montre le graphique ci-dessus.

La migration de montaison du saumon se déroule généralement en 3 phases : un mouvement plus ou moins rapide vers l'amont, une phase de stabilisation puis une reprise de migration avant la période de fraie (Baglinière, Porcher_1994). Cette migration en eau douce est influencée par certains paramètres dont les plus importants restent la période de jour, le débit et la température notamment.

Dans l'analyse de la migration au niveau du Moulin Neuf, deux paramètres sont pris en compte. D'une part les débits à partir des données collectées par la DREAL (<http://www.hydro.eaufrance.fr/>). D'autre part, la température via une sonde externe Hobo.

Le graphique ci-dessous met en parallèle l'évolution des débits et le rythme de migration.

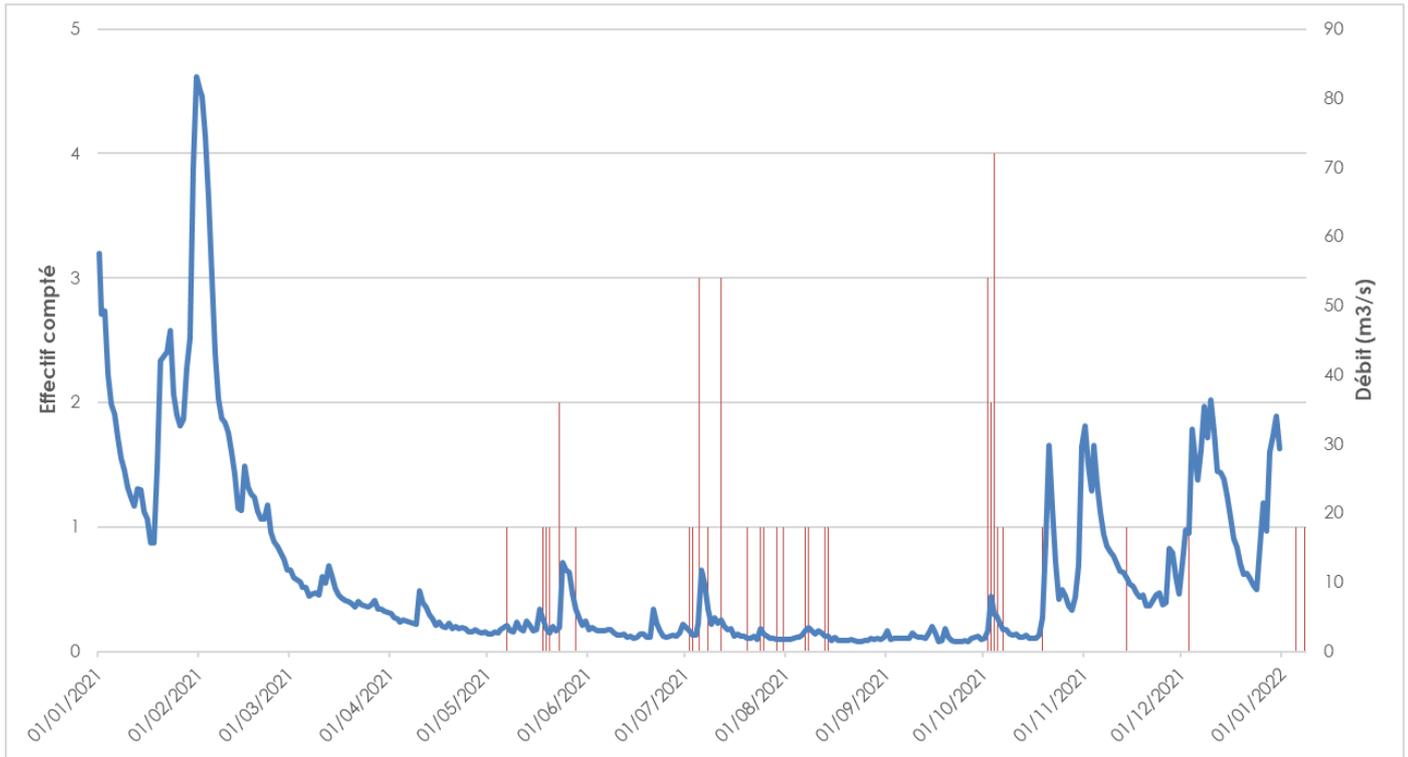


Figure n°29 : Rythme de migration et débits journaliers (m3/s)_2021

On observe une certaine concordance la dynamique des passages et la survenue d'épisodes d'augmentation du débit. Ces augmentations, qui restent cependant dans une certaine gamme, interviennent durant des périodes de débit relativement stable. Elles peuvent donc être un élément déclencheur de la migration de montaison des saumons. A l'étude du graphique, on voit que ce ne sont pas forcément les hausse de débits les plus fortes (novembre/décembre) qui entraînent des mouvements de poissons. Cette constatation sera à confirmer les années prochaines.

L'exploitation des données de température de l'eau a été effectuée, cette année, via une sonde externe Hobo.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la température de l'eau en 2021 et le rythme migratoire, pendant la période de fonctionnement du dispositif.

Le rectangle vert (figure n°33) représente la plage optimale de température de l'eau pour le franchissement d'obstacle (LOGRAMI_2013).

	Franchissement d'obstacle	Fraie	Incubation	Croissance printanière	Croissance estivale et automnale
Période	de mars à novembre	novembre/décembre	décembre/janvier février/mars	avril/mai/juin	juillet/août/ septembre/octobre
Température optimale (°C)	9 à 17	7,5 à 12,5	< 10	16 à 20	16 à 20
	Cohendet (1993)	Beall (1983)	Crisp (1993)	Jonsson (2001)	Jonsson (2001)
Seuil létal (°C)	> 27,5	> 27,5	> 16	> 25	> 25
	Mills (1991)	Mills (1991)	Ojanguren (1999)	Crisp (1993)	Crisp (1993)

Figure n°30 : Seuils de températures_cycle de vie du saumon_LOGRAMI

Le seuil de 20°C est considéré comme inhibiteur de la migration de montaison (Baglinière, Porcher_1994).



Figure n°31 : Rythme de migration et température de l'eau_2021

Par rapport au paramètre température de l'eau, on observe que la hausse des températures au-delà d'un certain seuil (seuil optimal par rapport au franchissement d'obstacle) a pu bloquer la migration. Cela pourrait correspondre aux 2 périodes « creuses » identifiées sur le mois de juin et sur la période allant de mi-août à fin septembre.

On observe que la reprise de la migration (début octobre) correspond à une baisse de la température qui réintègre progressivement la plage optimale pour la migration et le franchissement des obstacles.

On peut donc émettre l'hypothèse que la hausse de température ralentit le rythme de migration et bloque les saumons dans des zones en aval du Moulin Neuf. Zones moins propices à leur survie ; notamment sur la partie canalisée de l'axe.

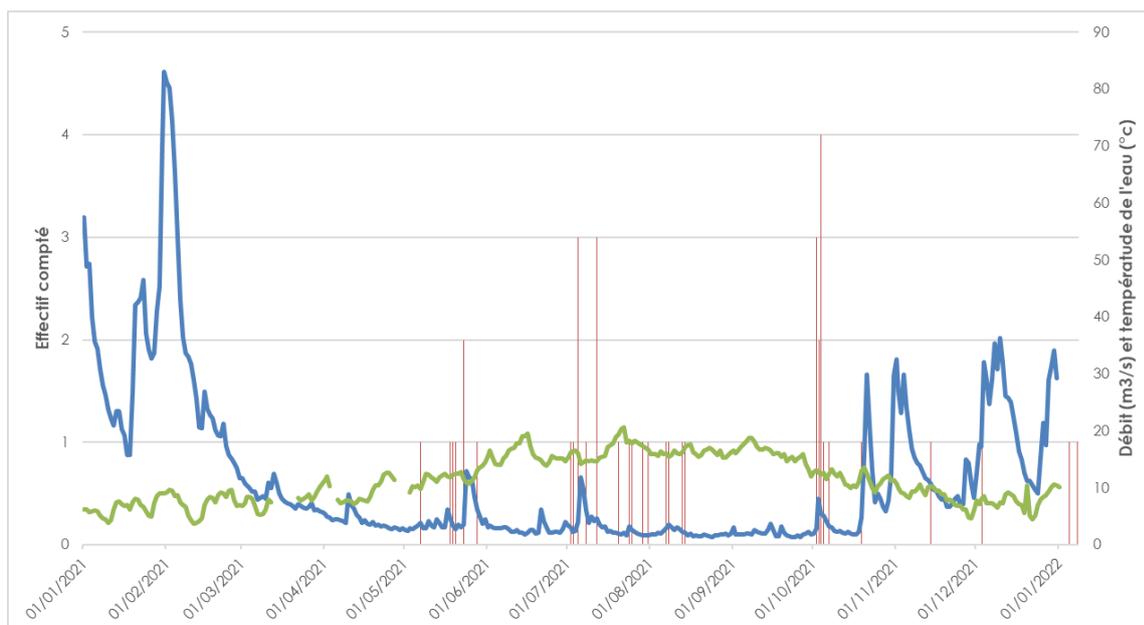


Figure n°32 : Rythme de migration, débits journaliers (m3/s) et température de l'eau_2021

Pour conclure par rapport aux paramètres environnementaux étudiés, il semble donc bien que débit et température influencent, positivement ou négativement, la migration. Cette influence ne se faisant sentir pas forcément de façon simultanée.

La distribution horaire (heure GMT + 1) des passages montre une activité influencée par la luminosité ambiante. En effet, la plage horaire nocturne « 22h00/07h00 » prédomine avec 71 % des individus comptés. Cette activité nocturne est assez similaire à celle observée sur l'Elorn au niveau de la station de Kerhamon (SCEA Dartiguelongue, rapport 2021). De même, avec le raccourcissement des jours, les passages sont majoritairement « diurnes ». Ainsi les 4 derniers individus comptés entre le 14/11/2021 et le 08/01/2022 l'ont été entre 12h00 et 15h00.

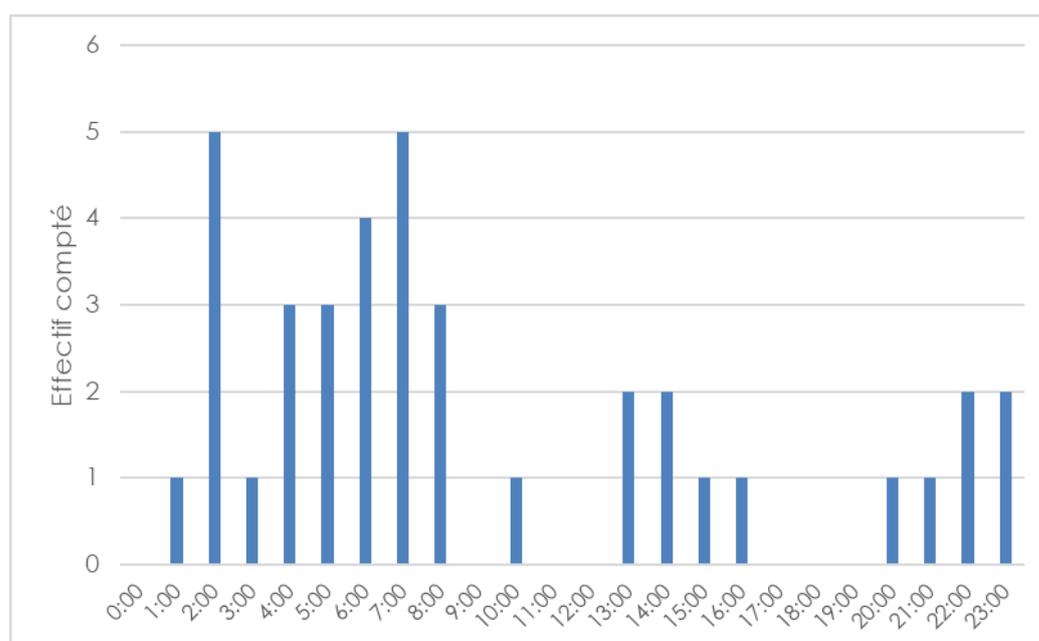


Figure n°33 : Distribution horaire de la migration en montaison de saumon atlantique_2021

➤ Taille des saumons atlantiques migrants

Le dispositif mesure une taille totale de chaque poisson enregistré en fonction de la hauteur de son profil (hauteur de faisceaux LED interrompus par le poisson) et de sa vitesse de franchissement des deux rampes de LED du scanner.

Bien que la caméra du dispositif soit située près de la vitre du tunnel, des imprécisions de l'ordre de quelques centimètres peuvent être possible ; notamment en fonction de la position du poisson dans le tunnel du compteur.

Le graphique ci-dessous présente la distribution par classe de taille pour les 41 saumons comptés en migration de montaison.

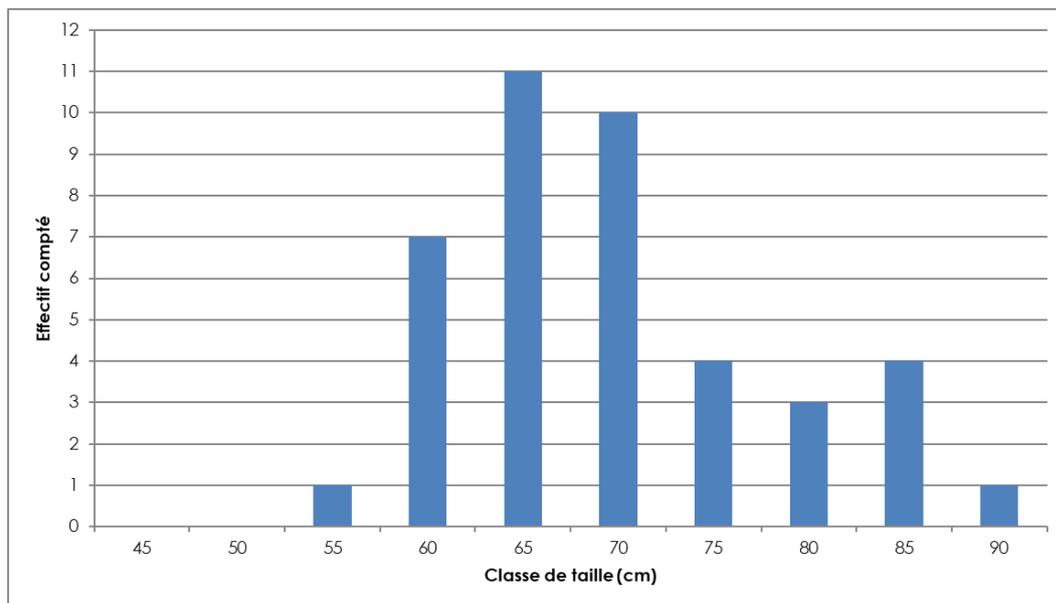


Figure n°34 : Distribution par classe de taille des saumons atlantiques_2021

Le plus grand saumon compté mesurait 87 cm et le plus petit 54 cm.

Ce sont les classes de taille entre 60 et 70 cm qui sont prédominantes (50% de l'effectif compté). L'évolution observée de la baisse de la taille des saumons induit, depuis 2013, une distinction entre saumon de 1 hiver de mer (1HM) et saumons de plusieurs hivers de mer (PHM) pour un seuil de 67,5 cm.

Si l'on applique cette valeur aux saumons migrants comptés par le Riverwatcher, 39% (16 individus sur 41) de ces derniers sont à classer parmi les saumons de plusieurs hivers de mer. Ce pourcentage est plus élevé que celui observé à la station de Chateaulin. En effet, en 2021, les saumons PHM représentent 29% (89 individus sur 306) du total compté (données brutes_ Région Bretagne, 2022)

	2016	2019	2021
Taille moyenne SAT 1HM	58,40	56,95	61,76
Taille moyenne SAT PHM	74,22	75,42	76,18
% SAT 1HM	13	23	39
% SAT PHM	87	77	61
Nb de SAT comptés en montaison	70	30	41

Figure n°35 : Comparaison de la structure de taille des saumons atlantiques_2016/2019/2021

Si on met en perspective les 3 années avec des comptages significatifs, on observe que le pourcentage de saumon PHM compté a tendance à croître au détriment des 1HM. On peut émettre l'hypothèse que les saumons PHM profiteraient de meilleures conditions environnementales de migration (hydrologie, température,...).

Lorsqu'on regarde les rythmes de migration pour ces 3 mêmes années, on observe que la migration est globalement plus précoce. Peut-être est-ce à mettre en relation avec une proportion plus importante de saumon PHM dans le stock de l'Aulne. Si cela se vérifie, il importe donc de mettre en œuvre des mesures favorables pour faire migrer plus facilement cette partie du stock de saumons de l'Aulne.

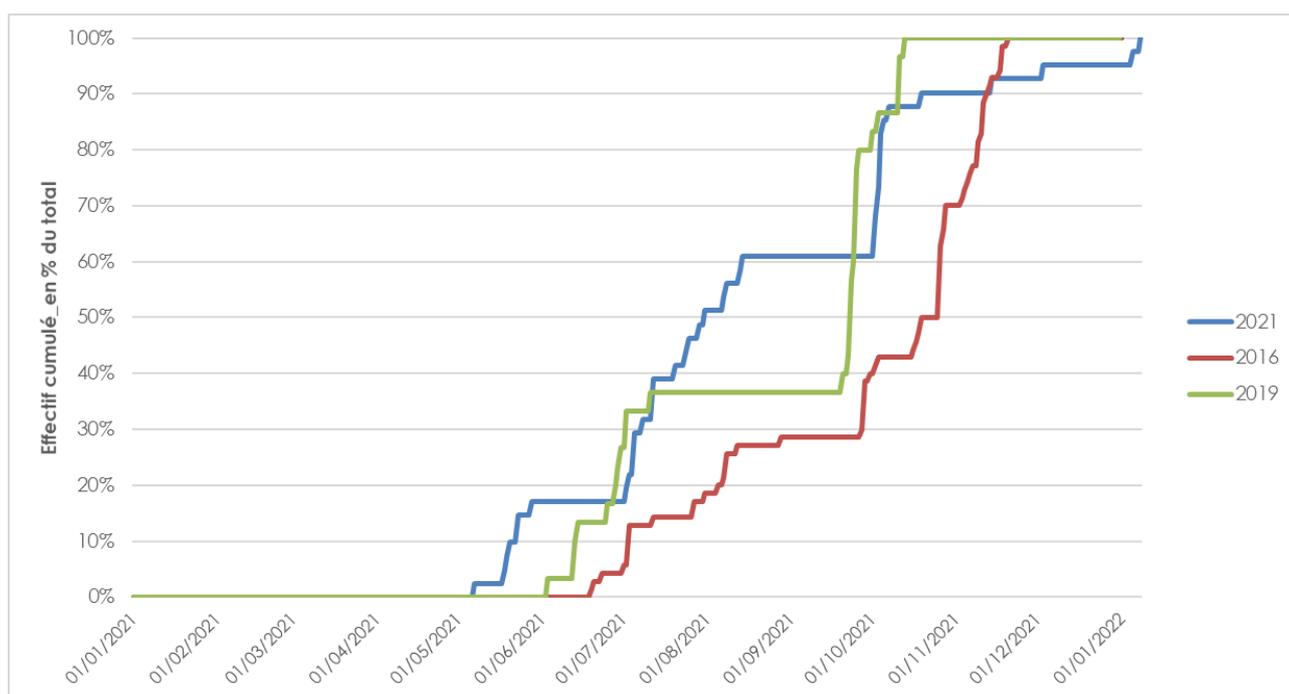


Figure n°36 : Comparaison des rythmes migratoires des saumons atlantiques_2016/2019/2021

➔ Origine des saumons atlantiques migrants

Suite à l'abandon du soutien d'effectifs en saumons atlantiques, 2019 était la dernière année où des saumons de plusieurs hivers de mer, issus du programme de repeuplement, pouvaient être comptés.

En 2021, l'ensemble des saumons comptés sont donc normalement issus de la reproduction naturelle.

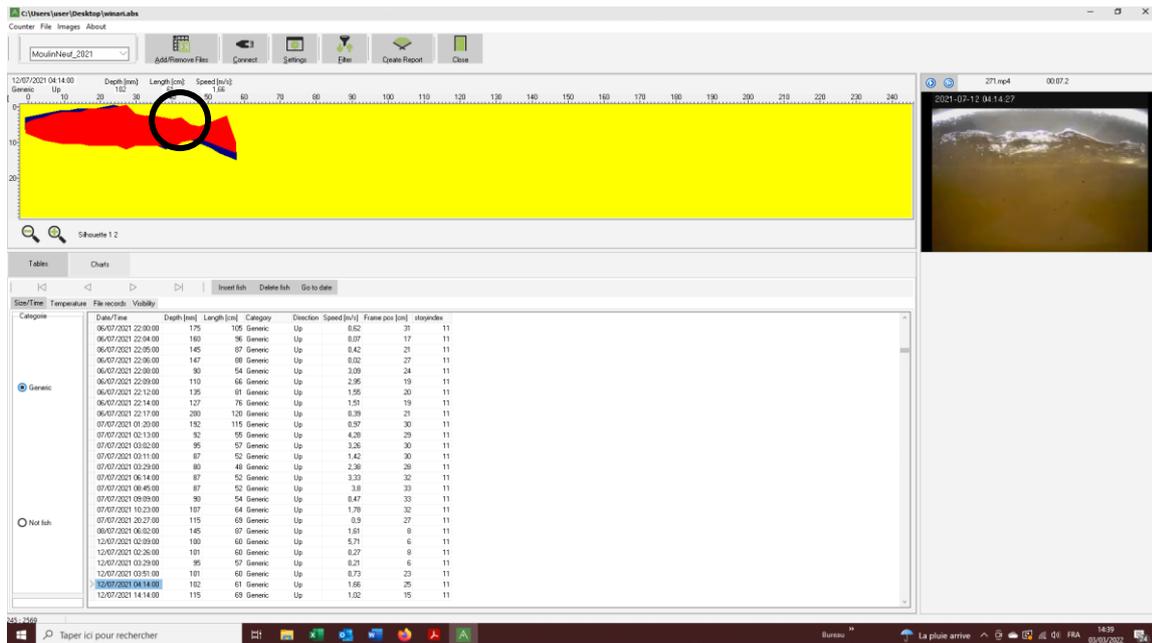


Figure n°37 : Silhouette de saumon d'origine « reproduction naturelle » (avec nageoire adipeuse)

L'analyse des données graphiques du Riverwatcher permet de constater que 38 des 41 saumons comptés avaient une nageoire adipeuse (cercle noir sur la silhouette ci-dessus). Les 3 silhouettes restantes ne permettaient pas d'identifier ou non la présence de nageoire adipeuse. Ce qui confirme l'origine « reproduction naturelle » des saumons comptés.

➔ Expérimentation d'ouverture des pertuis

Depuis 2014, une expérimentation d'ouvertures des pertuis des barrages de l'Aulne canalisée est mise en œuvre pour favoriser la migration des poissons migrateurs. Deux ondes sont réalisées. L'une au printemps pour les 5 premiers ouvrages à partir du barrage de Coatigrac'h du 17 au 27 mai. La seconde à l'automne pour l'ensemble des ouvrages jusqu'à la confluence avec l'Aulne rivière du 11 octobre au 17 décembre. Le graphique ci-dessous présente la répartition des passages au Moulin Neuf en y ajoutant la période couverte par les ondes d'ouvertures de vannes (traits verts)

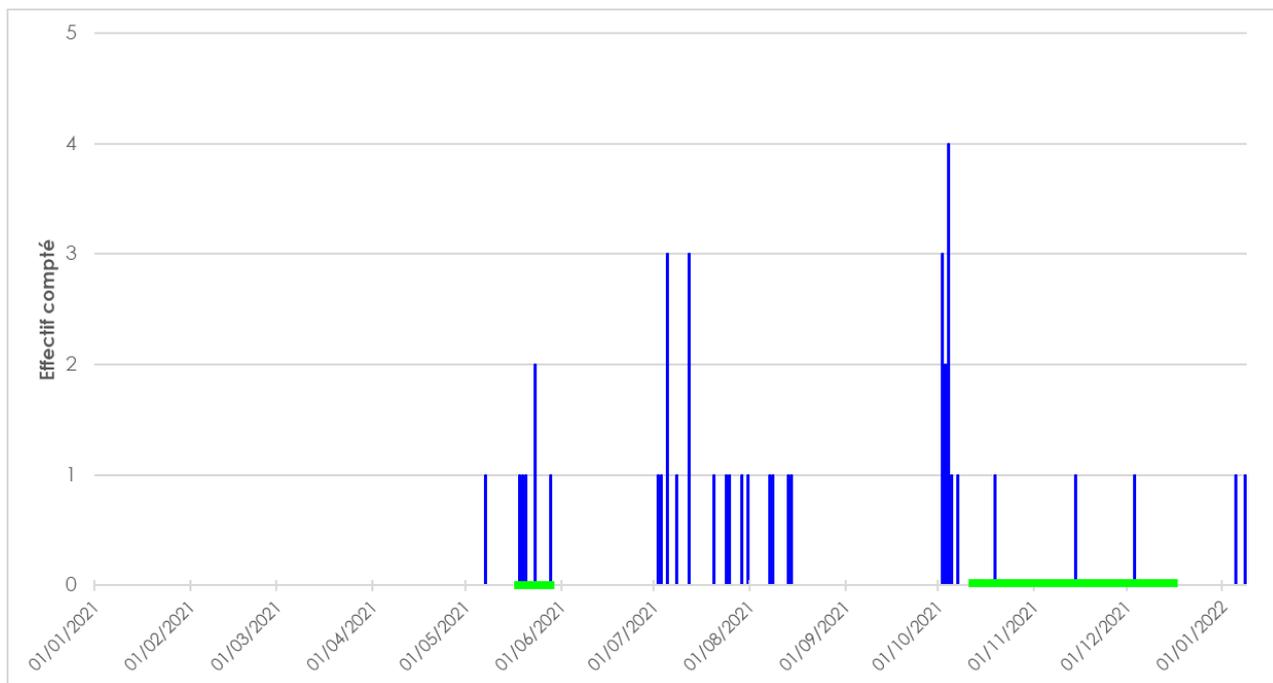


Figure n°38 : Evolution de la migration en montaison de saumon atlantique_périodes d'ouverture des vannes (trait vert)_2021

Pour l'onde de printemps, il est difficile d'estimer son effet étant donné que seules les 5 premières vannes sont ouvertes et que les individus comptés au Moulin Neuf l'ont été au même moment. Pour celle d'automne, il est possible qu'elle ait pu bénéficier à quelques poissons.

Toutefois, au minimum, il faut souligner que ces opérations peuvent relancer des dynamiques de migration.

➔ Mise en relation avec le suivi par vidéocomptage de Chateaulin (Région Bretagne)

Si on rapporte le chiffre de 41 saumons migrants comptés au Moulin Neuf avec les 306 individus de la cohorte 2021 enregistrés à la station de vidéocomptage de Chateaulin (*données brutes_ Région Bretagne, 2022*), il correspond à 13,39 % de ce total.

Cette estimation est largement supérieure à celle réalisée en 1999/2000. Une étude de radiopistage avait conclu au fait que seulement 4,3 % des saumons arrivant à l'entrée de l'Aulne à Chateaulin parvenaient à atteindre l'Aulne rivière (*Croze et al, 2000*) en situation « barrée ».

4. Conclusion

2021 est la sixième année de fonctionnement du Riverwatcher sur le site du Moulin Neuf. Cependant, il ne s'agit que de la 3^{ème} année pleine de suivi.

Cette année, deux espèces de poisson ont pu être clairement identifiées par le dispositif de comptage. Il s'agit du saumon atlantique (*Salmo Salar*) et du brochet commun (*Esox Lucius*).

En ce qui concerne le saumon atlantique, le suivi de la migration de montaison par le Riverwatcher aura permis d'avoir les informations suivantes :

- 41 individus ont été comptés (cela représente 13,39 % du total compté_306 individus en montaison à Chateaulin),
- le premier saumon atlantique en migration de montaison est enregistré le 07/05/2021 et le dernier le 08/01/2022,
- Le plus petit individu enregistré mesurait 54 cm et le plus grand 87 cm,
- Ce sont les classes de taille entre 60 et 70 cm qui sont prédominantes (50% de l'effectif compté),
- La migration de montaison, comptée au Moulin Neuf en 2021, est tri-modale avec 3 périodes de passages plus concentrées : 2^{ème} quinzaine de mai (18/05-28/05), 1^{ère} quinzaine de juillet (02/07-12/07) et les tout premiers jours d'octobre (02/10-07/10).
- La migration semble influencée par la survenue d'épisode d'augmentation du débit,
- La plage horaire 22h00/07h00 concentre 71 % des comptages,
- 50 % de la migration totale comptée était atteinte dès le 31/07/2021,
- 39% (16 individus sur 41) des individus comptés sont à classer parmi les saumons de plusieurs hivers de mer (taille > 67,5 cm). Ce pourcentage est plus élevé que celui observé à la station de Chateaulin. En effet, en 2021, les saumons PHM représentent 29% (89 individus sur 306) du total compté (*données brutes_ Région Bretagne, 2022*),
- 17,9% des individus PHM observés à la station de Chateaulin ont été comptés à Moulin Neuf contre seulement 11,5% des individus IHM.

Au vu des données collectées, le dispositif de comptage du Moulin Neuf reste un outil pertinent pour évaluer la colonisation de l'Aulne rivière (75% des zones de frayères du bassin versant) par les géniteurs de saumons atlantiques.