

Projet Saumon Meuse



*Le retour du saumon
atlantique dans le
bassin Mosan*



2026

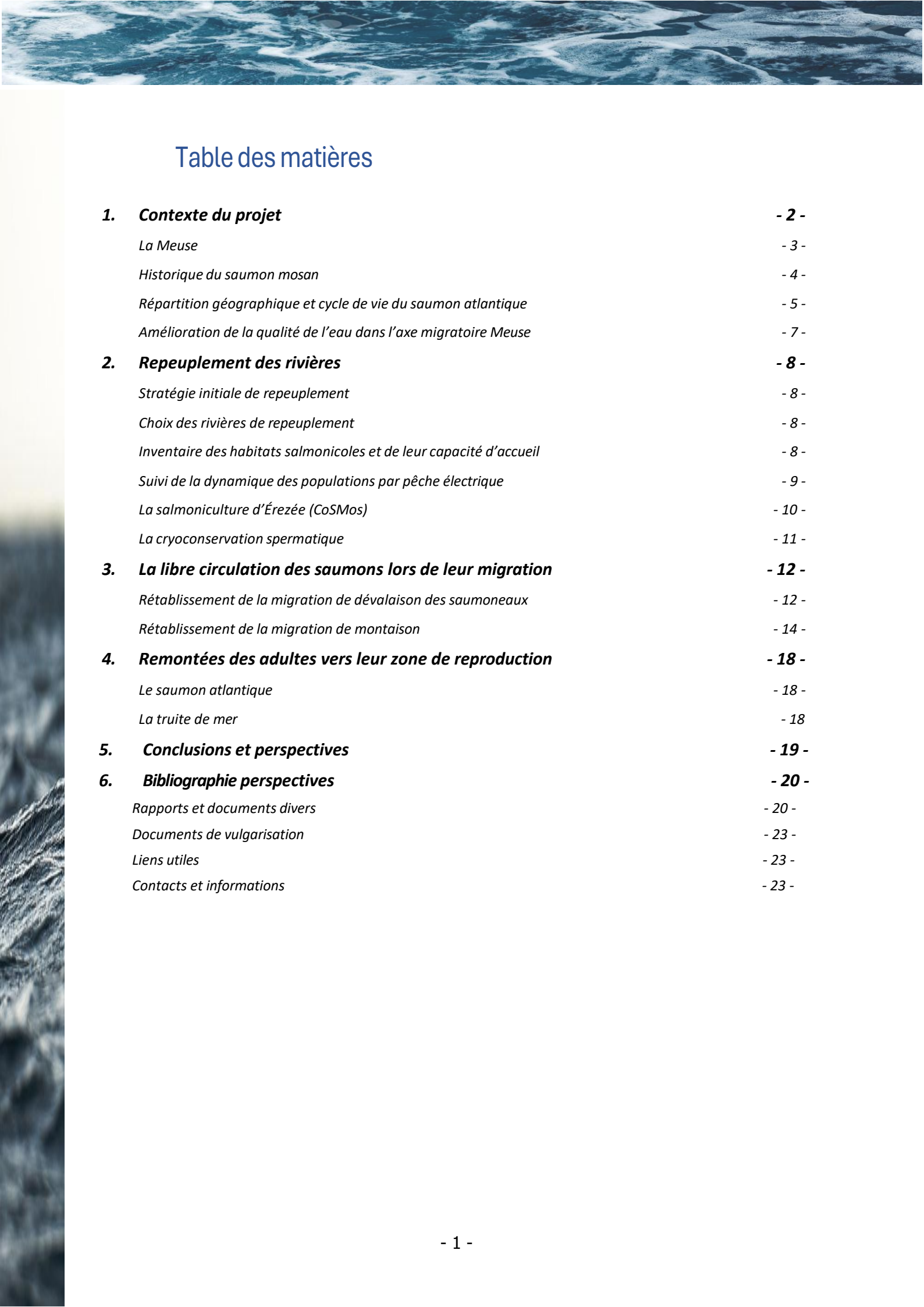


Table des matières

1. Contexte du projet	- 2 -
<i>La Meuse</i>	- 3 -
<i>Historique du saumon mosan</i>	- 4 -
<i>Répartition géographique et cycle de vie du saumon atlantique</i>	- 5 -
<i>Amélioration de la qualité de l'eau dans l'axe migratoire Meuse</i>	- 7 -
2. Repeuplement des rivières	- 8 -
<i>Stratégie initiale de repeuplement</i>	- 8 -
<i>Choix des rivières de repeuplement</i>	- 8 -
<i>Inventaire des habitats salmonicoles et de leur capacité d'accueil</i>	- 8 -
<i>Suivi de la dynamique des populations par pêche électrique</i>	- 9 -
<i>La salmoniculture d'Érezée (CoSMos)</i>	- 10 -
<i>La cryoconservation spermatique</i>	- 11 -
3. La libre circulation des saumons lors de leur migration	- 12 -
<i>Rétablissement de la migration de dévalaison des saumoneaux</i>	- 12 -
<i>Rétablissement de la migration de montaison</i>	- 14 -
4. Remontées des adultes vers leur zone de reproduction	- 18 -
<i>Le saumon atlantique</i>	- 18 -
<i>La truite de mer</i>	- 18 -
5. Conclusions et perspectives	- 19 -
6. Bibliographie perspectives	- 20 -
<i>Rapports et documents divers</i>	- 20 -
<i>Documents de vulgarisation</i>	- 23 -
<i>Liens utiles</i>	- 23 -
<i>Contacts et informations</i>	- 23 -

1. Contexte du projet

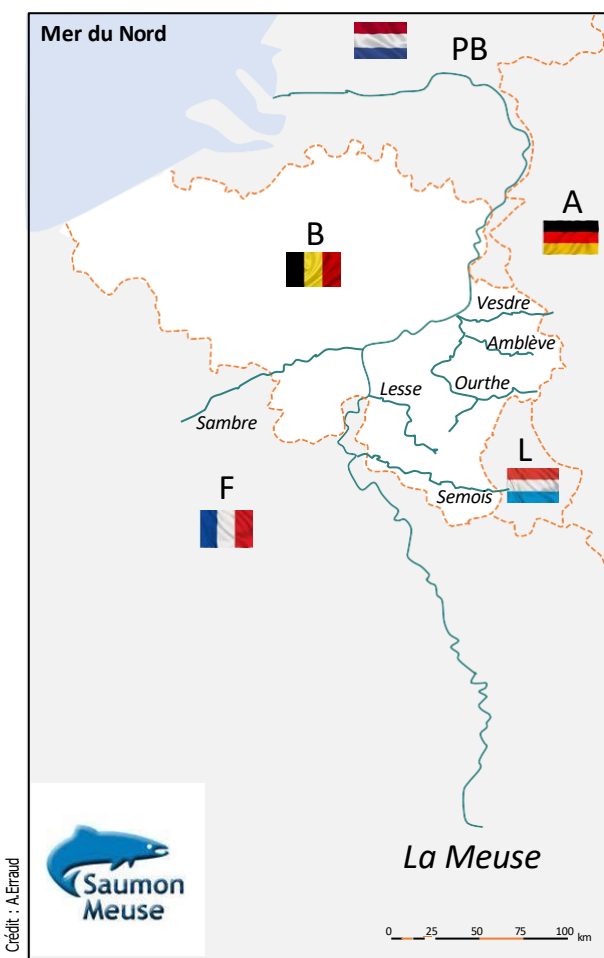
Le saumon atlantique est une espèce emblématique de nos cours d'eau et pourtant en déclin en Europe occidentale ainsi que dans tout l'Atlantique Nord. L'espèce est ainsi référencée dans la catégorie «quasi menacée» de la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN, 2023). A l'origine, le saumon était présent dans 2615 rivières de 19 pays, mais sa distribution s'est fortement restreinte et l'espèce aurait totalement disparu de 294 rivières, et serait également en voie de disparition dans 403 autres et ses populations seraient en état critique dans 236 d'entre elles (WWF, 2001). Six pays ont subi l'extinction du saumon atlantique : l'Allemagne, les Pays-Bas, la Suisse, la Slovaquie, la République tchèque, Pologne et la Belgique (IUCN, 2023). L'activité humaine est en grande partie responsable de son extinction, en raison notamment de la surpêche (*i.e.* commerciale et braconnage), de l'aménagement des rivières (*e.g.* barrages, seuils, destruction de l'habitat), ou encore de la pollution des cours d'eau.

Dans ce contexte, un vaste programme d'actions internationales a été mené afin de préserver le saumon atlantique sauvage en tentant de reconstituer ses populations éteintes. Ainsi, plusieurs grands bassins fluviaux européens tels que la Tamise, la Garonne-Dordogne, la Seine, le Rhin, l'Elbe, la Vistule, le Weser et la Meuse font l'objet de programmes de repeuplement. De par son aménagement pour la navigation et la production d'hydroélectricité, la Meuse est depuis les années 1840 équipée de nombreux barrages. Entre l'estuaire aux Pays-Bas et Monthermé en France, on dénombre aujourd'hui 36 ouvrages importants. Les cinq pays qui font partie du bassin hydrographique mosan (France, Belgique, Allemagne, Luxembourg et Pays-Bas) ont dès lors développé un partenariat depuis 1994 nommé Commission Internationale de la Meuse (CIM). Cette commission a pour objectif d'organiser la gestion coordonnée de l'eau dans le district hydrographique de la Meuse telle que définie par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) de l'Union européenne (2000/60/CE).

Dans ce contexte, le projet « Saumon Meuse » initié en 1987 (année européenne de l'environnement), vise à restaurer durablement les habitats et la population du saumon pour qu'il soit à terme de nouveau capable de se reproduire naturellement tout en maintenant un stock sans exercice d'empoisonnement, et en ne bénéficiant d'aucune aide humaine. Il est également important d'insister sur le fait que les actions menées pour le saumon atlantique dans le bassin de la Meuse, améliorent parallèlement le statut des autres espèces de poissons mosans. Ce projet s'articule donc autour de plusieurs axes d'activités comprenant (1) le repeuplement et le suivi des populations réimplantées, (2) la restauration hydromorphologique des habitats, (3) la construction de passes à poissons modernes pour la migration de montaison dans la Meuse et ses affluents, (4) l'adoption de mesures visant à faciliter la migration de dévalaison sur les sites hydroélectriques, (5) le développement d'une écloserie de saumon dotée d'installations permettant la reproduction artificielle sur des adultes de retour, (6) la mise en place d'un réseau international de collaboration, (7) la sélection des meilleures souches basée sur la génétique des adultes de retour et le processus de smoltification, (8) l'ouverture d'écluses du Haringvliet dans l'estuaire de la Meuse aux Pays-Bas.



- *La Meuse*



Le district hydrographique mosan représente une surface de 34 548 km² avec une population de près de neuf millions d'habitants. La Meuse prend sa source en France sur le plateau de Langres, traverse la Belgique de Givet à Visé puis poursuit sa trajectoire aux Pays-Bas pour finalement se mélanger aux eaux du Rhin avec lequel elle forme un large delta qui se jette en Mer du Nord. Cela représente un parcours total de 925 km à travers forêts, terres agricoles, zones industrielles et villes. Le climat du district hydrographique mosan est de type tempéré océanique avec un profil météorologique très contrasté d'une année à l'autre. La Meuse est un fleuve principalement alimenté par les précipitations sur les bassins versants de ses affluents majeurs, la Semois, la Lesse, la Sambre et l'Ourthe. Le débit de la Meuse est largement influencé par les caractéristiques géomorphologiques du fleuve. De sa source à Charleville-Mézières, le substrat rocheux est principalement constitué de roches calcaires et poreuses. L'eau de pluie s'infiltre donc en sous-sol, ce qui limite la vitesse d'écoulement dans cette section. De

Charleville-Mézières à Liège, les caractéristiques géomorphologiques changent avec la présence de roches très résistantes et compactes entraînant une augmentation de la largeur du bassin versant et soumettant la Meuse, en cas de fortes précipitations, à des hausses rapides du niveau d'eau. Il est important de noter que, jusqu'à Namur, le parcours dit de la « Haute - Meuse » a conservé son aspect sauvage avec une industrialisation et une urbanisation faible. En revanche, un profil tout autre est observé à partir de Namur jusqu'à Liège où des aménagements importants du cours principal de la Meuse, principalement établis pour le rendre navigable, lui donnent un caractère industriel et urbanisé. De Liège à l'embouchure aux Pays-Bas, la Meuse s'étale sur une vaste plaine argileuse. Toute cette section mosane est navigable, ce qui limite le caractère naturel du lit mineur et réduit de façon importante la dynamique fluviale. Cette région est également caractérisée par une population humaine dense, une agriculture intensive et de nombreuses installations industrielles.



Source de la Meuse



Meuse à Monthermé



Meuse à Namur



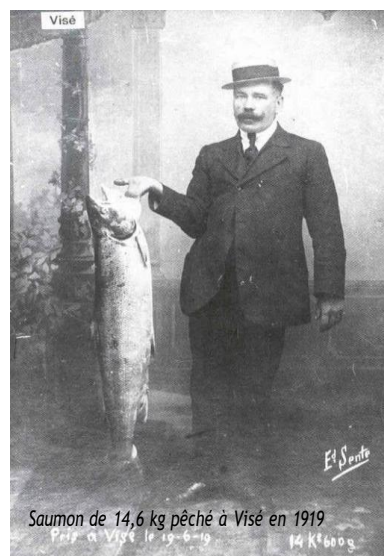
Meuse à Liège

• Historique du saumon mosan

Jusqu'en 1840, le saumon atlantique était très abondant et présent jusqu'à Monthermé en France. A la fin du 19ème siècle, de 21 600 à 104 000 saumons étaient capturés chaque année dans l'estuaire commun du Rhin et de la Meuse néerlandaise. Toutefois, une diminution du nombre de captures de saumons en Meuse belge fut constatée à partir de 1885.

Un effort de protection avait pourtant été entrepris cinq années auparavant (1880) par les pouvoirs publics belges et hollandais. Les actions principales de remédiation visaient alors à :

- la construction de prototypes d'échelles à poissons dès 1880 (i.e. échelles à poissons DENIL) ;
- la modification des lois régissant la pêche en 1883.



Pêche commerciale du saumon au filet devant le déversoir du barrage de Visé construit en 1857

Malgré ces mesures, le stock de saumon mosan ne cessa de décliner en Belgique pour atteindre seulement six poissons capturés en 1932. Quelques saumons furent encore prélevés jusqu'en 1942, date à laquelle le dernier spécimen aurait été pêché dans la région de Visé.

Une lueur d'espoir rejaillit lorsque en 1983, quatre truites de mer adultes sont capturées dans la basse Berwinne à Lixhe. Cette espèce, proche parente du saumon atlantique, effectue également des migrations entre l'eau douce et la mer. Sa réapparition, en majeure partie favorisée par l'amélioration de la qualité d'eau de la Meuse, fit émerger l'idée de restaurer, grâce à des repeuplements appropriés, le cycle du saumon atlantique dans le bassin mosan. C'est le défi qu'un groupe de chercheurs des Universités de Namur et de Liège, avec l'aide du Service Public de Wallonie, ont voulu relever en lançant le projet initialement intitulé « Meuse Saumon 2000 ». Proposé et sélectionné dans le cadre de l'Année Européenne de l'Environnement en octobre 1987, ce projet avait pour but premier la réhabilitation du saumon atlantique, disparu de nos rivières et le renforcement démographique de la truite de mer. Ce projet deviendra par la suite le « Projet Saumon Meuse ».

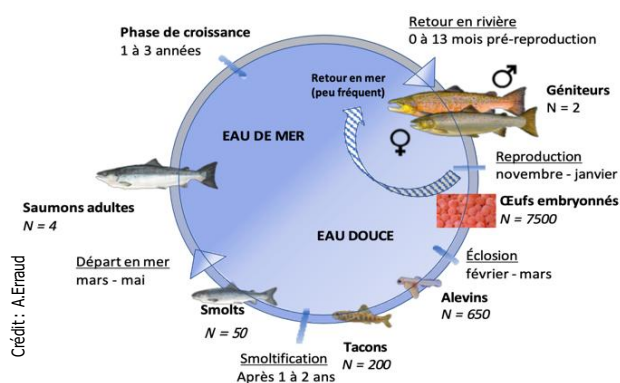
• Répartition géographique et cycle de vie du saumon atlantique

Le saumon atlantique est un poisson grand migrateur amphihalin anadrome. Sa phase de croissance est située dans l'Atlantique Nord et sa reproduction se déroule dans les rivières situées en Europe occidentale, depuis le nord-ouest de la Russie (Baltique comprise) jusqu'au Portugal, en passant par les Îles britanniques, l'Islande et le Groenland, mais aussi par la côte-est de l'Amérique, depuis le Labrador (Canada) jusqu'au Connecticut (USA).



Dynamique de migrations du saumon atlantique

Crédit : A.Eraud



Cycle de vie du saumon atlantique

Crédit : A.Eraud

Le saumon atlantique est une espèce au cycle de vie complexe. Sa reproduction a lieu en eau douce dans des eaux peu profondes, rapides et bien oxygénées. Celle-ci se déroule durant l'automne ou l'hiver contrairement à une grande majorité des autres poissons d'eau douce, qui se reproduisent au printemps ou en été.

Sur la frayère, la femelle creuse un nid pour y déposer ses œufs¹ après fécondation par un mâle dominant. Quelques mâles subordonnés peuvent également contribuer à la fécondation. Il s'agit d'autres saumons adultes subordonnés ou de petits mâles au stade tacon, sexuellement matures (10 à 20 cm). Les embryons se développent pendant l'hiver et les alevins éclosent au printemps suivant.



Œufs embryonnés

Source : Projet Saumon Meuse 2000



Alevins avec vésicule vitelline

Les embryons comme les alevins en incubation ont besoin d'un flux d'eau continu afin de bénéficier de suffisamment d'oxygène tout en emportant les déchets métaboliques qu'ils génèrent. Un substrat à granulométrie grossière non colmaté est également requis afin de ne pas blesser les alevins par abrasion et de ne pas les bloquer dans le nid à l'émergence (gravier de 5 mm à 2 cm ou galet de 2 à 5 cm). Les alevins restent pendant quelques semaines dans le substrat, se nourrissant de leurs réserves contenues dans le sac vitellin². Lorsque celui-ci est presque entièrement consommé, les alevins émergent des graviers et commencent à s'alimenter avec de la nourriture exogène. C'est à ce moment précis que survient une grande partie de la mortalité naturelle résultant de la difficulté à s'alimenter de manière autonome.

¹ 1000 à 2000 œufs / kg de masse corporelle

² Annexe embryonnaire localisée sous le ventre des alevins leur permettant de s'alimenter avant qu'ils ne soient capables de se sustenter par eux-mêmes

Peu après l'émergence, l'alevin grandit, se disperse, occupe et défend un territoire, on le nomme alors tacon. Il colonise la rivière en occupant des habitats de type radier³. Les stries verticales et mouchetures rouges le long de ses flancs apparaissent au début de l'été. Ce camouflage lui permet de se dissimuler des nombreux prédateurs (i.e. poissons ou oiseaux piscivores).



Source: Yann Neus

Tacons



Source : @SaumonNeus

Smolt

Après une à deux années de vie en rivière, les tacons se métamorphosent en smolts afin de se préparer à la transition d'eau douce vers la mer prévue pour le printemps. L'ensemble de ce processus est appelé « Smoltification »⁴. C'est également durant

cette phase que les jeunes saumons acquièrent les mécanismes de reconnaissance de leur rivière natale (phénomène d'imprégnation), qui leur permettra d'y revenir et d'y frayer lors de leur retour en eau douce (phénomène de homing). Un timing précis de la dévalaison, appelée fenêtre physiologique, permet l'arrivée simultanée en mer des smolts des différentes populations au pic de smoltification au moment le plus propice à leur survie (McCormick et al., 1998).

Pendant la phase marine, les saumons adultes présentent une coloration argentée, leur conférant ainsi un camouflage de jour dans la zone pélagique. Ils grandissent rapidement dans l'océan Atlantique pendant 1 à 4 ans, autour du Groenland, où ils se nourrissent abondamment de crustacés et de petits poissons. Les saumons qui ont passé plusieurs hivers dans l'océan peuvent ainsi atteindre plus de 10 kilos pour une taille avoisinant les 80 à 100 cm.

Au terme de cette migration océanique de plusieurs milliers de kilomètres, les saumons finissent par revenir sur l'estuaire de leur rivière natale et remontent les rivières jusqu'à atteindre leur zone de frai. De retour en eau douce, la coloration argentée s'estompe au fil des jours pour laisser apparaître des reflets rouges-oranges. Après la reproduction, épuisés par leur longue migration ainsi que par les activités liées à la ponte et à la défense du territoire autour du nid, la plupart des saumons meurent. Un petit nombre survit néanmoins, on les appelle « charognards » à cause de leur mauvais état physique. Ils redescendent alors ensuite en mer, reconstituent leurs réserves et se préparent pour une nouvelle migration de reproduction la saison suivante. Cette capacité, pour certains individus de saumon atlantique, à se reproduire plusieurs fois au cours de leur vie leur octroie le qualificatif d'espèce « itéropare », au contraire des saumons du Pacifique qui, eux, sont qualifiés de « sémelpares » car ils ne se reproduisent qu'une seule et unique fois au cours de toute leur existence. Ces derniers meurent après la reproduction.



Source: @SaumonNeus

Géniteur capturé à Lixhe

³ Caractérisé par une vitesse de courant rapide, une faible profondeur d'eau et un substrat de cailloux et de blocs

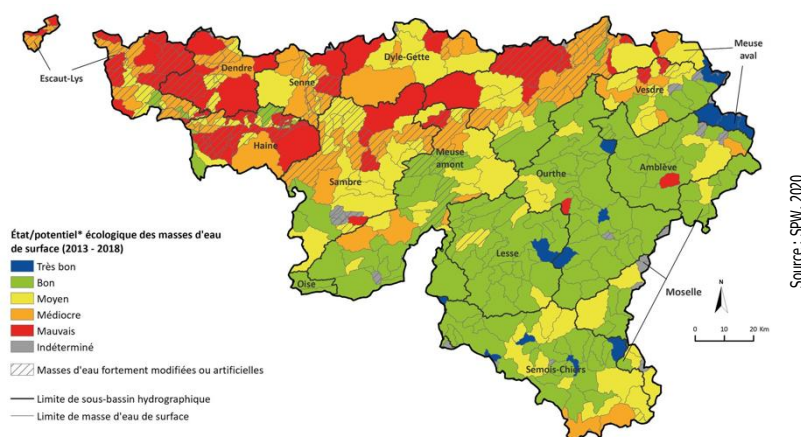
⁴ Modifications physiologiques, morphologiques et comportementales

- *Amélioration de la qualité de l'eau dans l'axe migratoire Meuse*

Le retour du saumon en Meuse au début des années 2000 s'inscrivait dans une démarche européenne visant à atteindre un bon état chimique et écologique des masses d'eau (ME) dulcicoles (Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE).

La Wallonie ne cesse de progresser en vue d'atteindre le bon état chimique et biologique. Les évaluations réalisées pour une période de 2013 à 2018 indiquent ainsi que 44% des masses d'eau de surfaces sont en bon ou très bon état écologique (146/354) (SPW, 2020).

État biologique des masses d'eau de surface en Wallonie (2013-2018)



Station d'épuration de la Vesdre à Wégnez

Ces résultats sont prometteurs. On constate également qu'ils sont en partie corrélés à une diminution de certaines pollutions ponctuelles et diffuses, à l'augmentation du taux d'épuration des eaux usées, en particulier en zone rurale, à la re-naturalisation de certains cours d'eau, et encore à la lutte contre les espèces exotiques.

Des efforts considérables ont été menés pour la Meuse liégeoise et le bassin de l'Ourthe (stations d'épuration de la Meuse à Oupeye, Ourthe à Angleur et Vesdre à Wégnez). Néanmoins, des problèmes subsistent notamment, dans le district hydrographique de l'Escaut et dans quelques sous-bassins mosans (Sambre, Meuse amont, Meuse aval et Vesdre). Le mauvais état des masses d'eau est donc essentiellement lié aux activités domestiques et de services (assainissement insuffisant des eaux usées), aux activités agricoles (nitrates, pesticides) et aux activités industrielles. La mise en œuvre des mesures prévues dans le deuxième cycle des Plans de Gestion des Districts Hydrographiques (PGDH) devrait permettre une amélioration progressive vers le bon état exigé par la Directive-Cadre sur l'Eau 2000/60/CE à l'échéance ultime de 2027.



Station d'épuration de Oupeye

2. Repeuplement des rivières

• Stratégie initiale de repeuplement



Source : Projet Saumon Meuse 2000

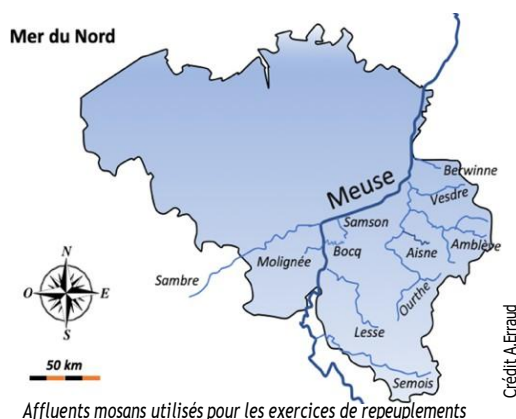
Boîte Vibert

Dans un premier temps, une stratégie de repeuplement d'alevins de diverses origines étrangères (écossaise, irlandaise, française) a été adoptée. Les œufs étaient incubés puis les larves élevées quelques mois dans les piscicultures du Service de la pêche du département de la nature et des forêts pour que *in fine* les juvéniles soient relâchés en rivière. Afin d'identifier une ou plusieurs population(s) de saumons adaptée(s) au bassin mosan, des tests par empreintes génétiques ont été réalisés dès 2002 sur les saumons adultes recapturés. C'est à partir de 2007 que la souche originaire du bassin de la Loire a été sélectionnée. Plus récemment, une étude a comparé l'effet de la

température et de la photopériode sur la smoltification de deux souches (Irlandaise et Loire-Allier) élevés dans les conditions de la Meuse belge. Cette étude a démontré la plus grande adaptabilité de la souche Loire-Allier aux conditions mosanes.

• Choix des rivières de repeuplement

Dès 1988, plusieurs rivières furent sélectionnées pour réaliser des repeuplements expérimentaux : l'Ourthe et ses affluents (Aisne, basse Amblève et basse Vesdre à titre expérimental depuis 2004), la Semois, la Chiers et leurs affluents (Antrogne, Les Alleines et Ruisseau de Fays les Veneurs), ainsi que la Lesse, le Samson, le Bocq, la Molinee et son affluent le Flavion et enfin, la Berwinne en Meuse liégeoise.

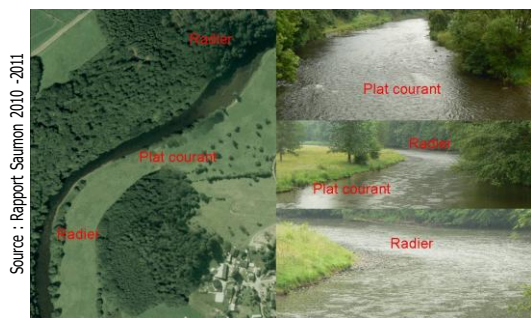


Affluents mosans utilisés pour les exercices de repeuplements

Crédit A.Eraud

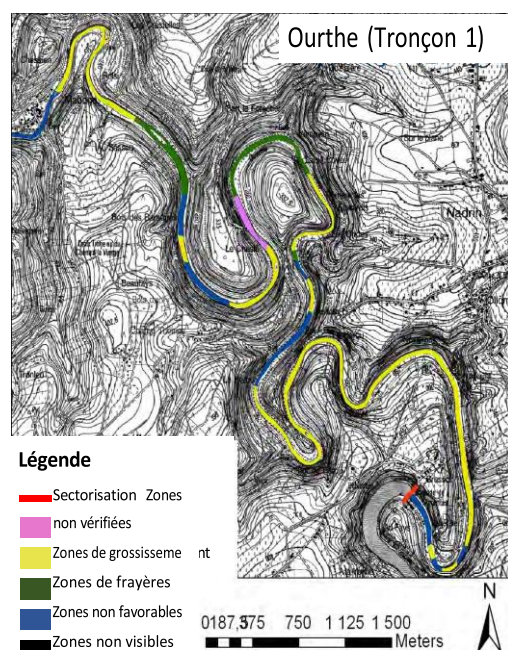
• Inventaire des habitats salmonicoles et de leur capacité d'accueil

Les habitats spécifiques du saumon ont été inventoriés sur l'Ourthe, l'Amblève et le Samson afin d'optimiser les alevinages au mieux de la capacité d'accueil du milieu. L'identification des différents faciès lotiques et l'estimation de leur superficie ont été réalisées sur la base de corrélations entre des vues aériennes (fournies par le SPW) et des vérifications *in situ*. Ces informations ont abouti à la création de cartes faisant une description générale de chaque section.



Source : Rapport Saumon 2010 - 2011

Faciès, rapide et plat courant, de l'Amblève en amont de la confluence avec la Lienne (photographies et orthophotoplan)



Légende

Sectorisation Zones non vérifiées
Zones de grossissement
Zones de frayères
Zones non favorables
Zones non visibles

0 187,5 750 1 125 1 500 Meters

Inventaire des habitats spécifiques du bassin de l'Ourthe

Source : Rapport Saumon 2010 - 2011

Pour l'estimation de la capacité d'accueil de la rivière, il n'a été pris en compte que les faciès les plus favorables aux saumons⁵. La superficie [m²] des différents habitats favorables a ensuite été estimée pour chaque secteur. Une estimation de la capacité d'accueil des différents habitats a été proposée sur différents tronçons selon trois hypothèses de production (faible, moyenne et haute) :

- Hypothèse basse : 1 ♀ pour 100 m² de frayère, 5 alevins 0+ et 1 smolt pour 100 m² de zone de grossissement
- Hypothèse moyenne : 2 ♀ pour 100 m² de frayère, 25 alevins 0+ et 5 smolts pour 100 m² de zone de grossissement
- Hypothèse haute : 3 ♀ pour 100 m² de frayère, 50 alevins 0+ et 10 smolts pour 100 m² de zone de grossissement

Estimation de la capacité d'accueil des différentes stations de la Meuse selon trois hypothèses de production

Stations	Hypothèse faible (N / 100 m2)			Hypothèse moyenne (N / 100 m2)			Hypothèse haute (N / 100 m2)		
	♀	Alevins (0+)	Smolt	♀	Alevins (0+)	Smolt	♀	Alevins (0+)	Smolt
Ourthe	815	54278	10856	1630	271388	54278	2445	542775	108555
Amblève	1752	44745	8949	3504	223725	44745	5256	447450	89490
Samson	28	1253	251	56	6263	1253	84	12527	2505
Total	2595	100276	20056	5190	501376	100276	7785	1002752	200550

Sur la base des résultats, ces trois cours d'eau permettraient d'accueillir jusqu'à 8000 femelles pour la reproduction, ainsi qu'environ 1 000 000 d'alevins 0+ ou encore jusqu'à 200 000 smolts.

• *Suivi de la dynamique des populations par pêche électrique*

Chaque année, des pêches scientifiques à l'électricité sont réalisées à l'automne dans les stations repeuplées afin de suivre l'évolution (survie, croissance) des populations. De façon générale, les jeunes saumons réintroduits s'adaptent bien à leur nouveau milieu mais présentent des réponses biologiques très variables selon les conditions environnementales. L'abondance des populations de jeunes saumons reconstituées varie selon la mise en charge de départ (nombre de tacons déversés pour 100 m²) et les caractéristiques physiques de l'habitat (vitesse du courant, profondeur de l'eau et composition granulométrique du substrat).



Crédit : Valérie Cornet

Pêche électrique sur l'Aisne

⁵ Zones où la vitesse du courant est rapide (supérieur à 0.4 m/s), la hauteur d'eau est faible et l'écoulement a un aspect turbulent ou très turbulent

- *La salmoniculture d'Érezée (CoSMos)*

L'enjeu prioritaire de ces dix dernières années était d'accroître l'efficacité des repeuplements en jeunes saumons. Ainsi, le SPW a aménagé à Érezée, en bordure de l'Aisne (affluent de l'Ourthe), une salmoniculture moderne. L'objectif était de produire annuellement un effectif de 50 000 smolts et de 200 000 tacons à partir d'œufs acquis à l'étranger et appartenant à la souche Loire-Allier fournis par la pisciculture de Chanteuges (en France).



Source : @SaumonNeuse

CoSMos

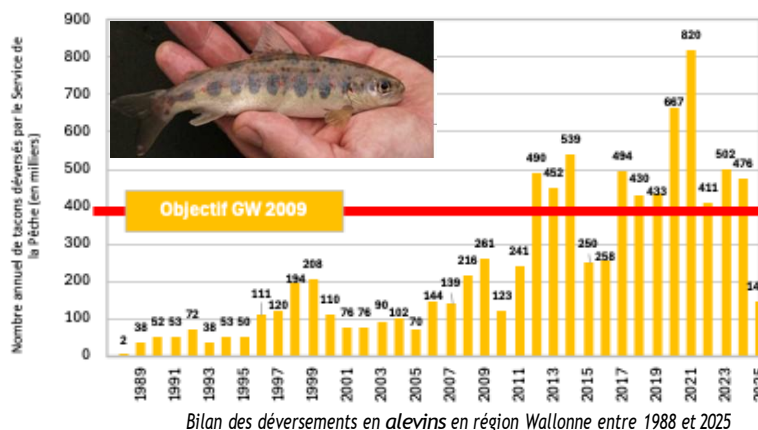


Source : laprovoube

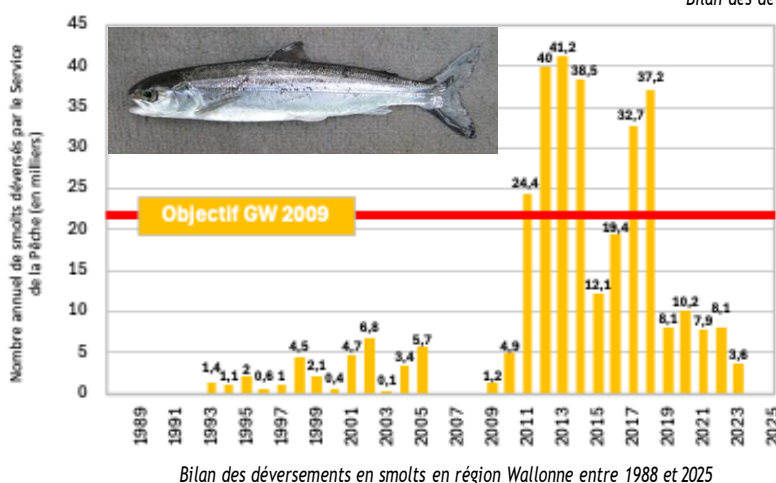
Installations de la salmoniculture CoSMos

La salmoniculture régionale d'Érezée a été conçue sur le modèle de celle du Conservatoire National du saumon Sauvage de Chanteuges sur l'Allier. L'infrastructure à Érezée, comprend actuellement 1 000 m³ de bassins sur un terrain de 3 ha, 5 unités fonctionnelles distinctes concernant le reconditionnement des géniteurs sauvages et des géniteurs enfermés, l'incubation des œufs, la production de tacons et smolts en régime thermorégulé.

La production d'alevins est en augmentation ces dernières années : de 123 000 individus en 2010, elle est ainsi passée à 820 000 en 2020. Depuis septembre 2009, environ sept millions de tacons ont été élevés à Érezée et à Emptinne pour ensuite être déversés dans les rivières wallonnes.



Crédit : A. Erraud, J.P. Benitez & M. Poignet

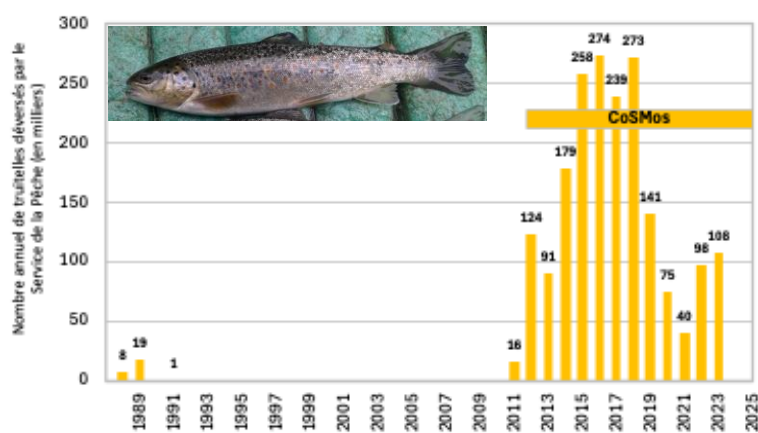


Crédit : A. Erraud, J.P. Benitez & M. Poignet

Depuis la mise en place de CoSMos⁶, le nombre de smolts produits a été multiplié par 7 entre 2010 et 2018 passant de 4 900 à 37 200. Par la suite, la stratégie de déversement a été recentrée sur les juvéniles (alevins à vésicules résorbées), afin d'optimiser leur adaptation au milieu naturel.

⁶ Conservatoire du saumon Mosan inauguré le 19 septembre 2015 comprenant un espace didactique afin de sensibiliser le public à la réhabilitation de cette espèce dans le bassin mosan

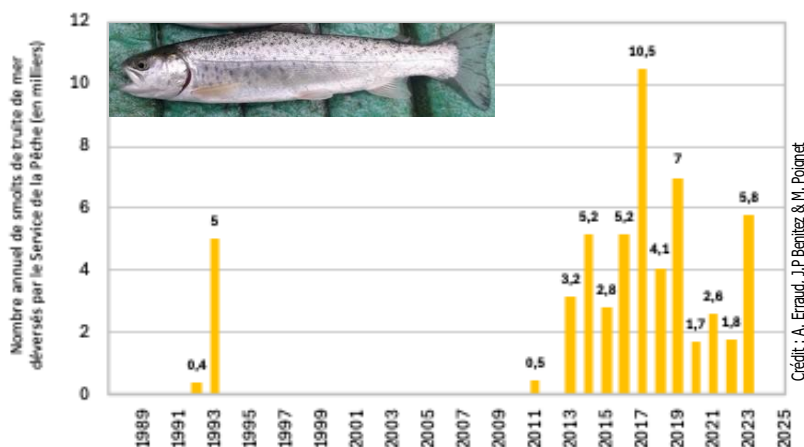
Parallèlement aux efforts conséquents menés pour la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin mosan. CoSMos est également en charge de la production de truites de mer à des fins de rempoissonnement à différents stades (truitelles et smolts).



Bilan des déversements de truitelles de mer en région Wallonne entre 1988 et 2025

Aucun objectif n'a été défini par le gouvernement wallon pour le rempoissonnement en truitelles de mer. Quelques repeuplements ont tout de même été menés à des fins expérimentales début des années 1990 dans le Samson. Il faut attendre la mise en place de la salmoniculture pour voir augmenter la quantité de truites de mer déversée dans les affluents de la Meuse. Depuis 2015, une moyenne de 167 000 truitelles sont rempoissonnées annuellement au début du mois de mars dans le bassin mosan.

Quelques expérimentations ont également été menées avec des smolts de truites de mer au début des années 1990. Toutefois, le rempoissonnement actif a réellement débuté en 2010. Ces derniers sont issus en majorité de la pisciculture de Chanxhe avec des alevins originaire d'Érezée. Ces déversements sont le fruit d'une collaboration entre le Service de la Pêche et les pêcheurs. À l'exception de 2012, une moyenne de 4 200 smolts sont relâchés chaque année depuis 2011.



Bilan des déversements de smolts de truite de mer en région Wallonne entre 1988 et 2025

• La cryoconservation spermatique



Source : cravalon.be

Cuve de cryopréservation

Parallèlement aux repeuplements, un protocole de cryoconservation spermatique a été mis en place en 2010 et actualisé en 2019. Les objectifs sont (i) de soutenir la reproduction en cas de remontée insuffisante de géniteurs et, (ii) de pallier un sex-ratio⁷ toujours en faveur des femelles. Récemment, la cryorésistance spermatique de mâles adultes et de tacons précoces et le pouvoir fécondant de leur semence ont été investigués. Cette étude a démontré l'intérêt de travailler majoritairement avec de la semence cryopréservée d'adultes. À terme, l'objectif est le stockage de 8 000 paillettes de 0,5 mL ce qui permettra de répondre aux besoins de fécondations d'environ 180 femelles de saumon avec +/- 7 000 œufs par individu.

⁷ Rapport des sexes représentant le nombre de mâles / nombre de femelles

3. La libre circulation des saumons lors de leur migration

- Rétablissement de la migration de dévalaison des saumoneaux
 - Impact des centrales hydroélectriques

De nombreux barrages sur la Meuse sont équipés de centrales hydroélectriques. Les smolts sont alors bloqués en amont de ces derniers et contraints à un passage forcé dans les turbines. Celles-ci s'avèrent parfois meurtrières pour les smolts. Le risque d'être blessé (*e.g.* cisaillements, fractures, dommages au niveau des organes), ou encore tué lors du passage par ces voies, peut-être grand et est fortement dépendant du modèle de turbine. De plus, le stress et la désorientation à la sortie constituent également une aubaine pour les prédateurs piscicoles ou avicoles. Enfin, l'impact cumulé de l'ensemble des centrales hydroélectriques rencontrées induit un retard dans la dévalaison.

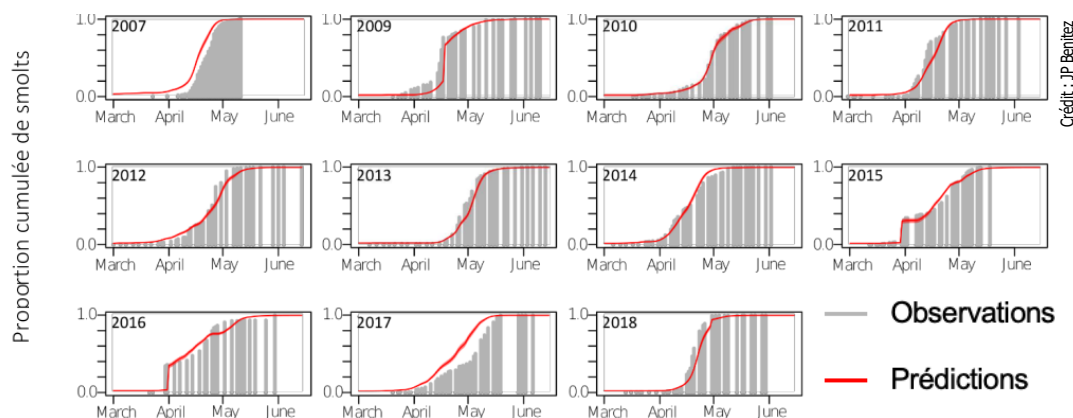


Crédit A.Enraud

Tacons après passage dans la turbine hydroélectrique de Monsin

- **Caractérisation de la phénologie de la dévalaison des smolts et mise au point d'un modèle prédictif**

En 2007, un dispositif expérimental de capture a été installé à la sortie de l'exutoire de la centrale hydroélectrique de Méry afin d'intercepter des smolts en migration de dévalaison. Celui-ci fait depuis l'objet d'un monitoring annuel de mars à juin. Les captures historiques, couplées aux conditions environnementales associées, ont permis de développer en 2019 un modèle prédictif de dévalaison des smolts de la Meuse. Celui-ci est le fruit d'un partenariat avec EDF-R&D, le Museum d'Histoire Naturelle (station de biologie marine de Dinard) et l'Unité BOREA de Sorbonne Université. Les prévisions de ce modèle fournissent des informations de gestion décisives pour identifier les périodes sensibles pendant lesquelles des mesures d'atténuation (*e.g.* arrêt de turbine hydroélectrique, gestion des débits des rivières) devraient être prises pour favoriser la dévalaison et la survie des smolts. Enfin, ce modèle prédictif de la phénologie est utilisé pour explorer les changements potentiels dans le calendrier de migration des smolts dans le cadre de futurs scénarios de changements climatiques.



Proportion cumulée de smolts migrateurs (barres grises) capturés sur le site hydroélectrique de Méry pour chaque saison de migration, entre mars 2007 et juin 2018. Les lignes rouges indiquent les prédictions du modèle phénologique à l'aide de deux prédicteurs environnementaux : les unités photo-thermiques (degré jour au-dessus de 7°C x la durée du jour) et les pics de débit printaniers (Qpeak). La saison de migration 2018 a été utilisée comme période indépendante pour évaluer les performances prédictives du modèle (Teichert et al., 2020).

- Dérivation des saumoneaux au niveau du complexe Monsin - canal Albert

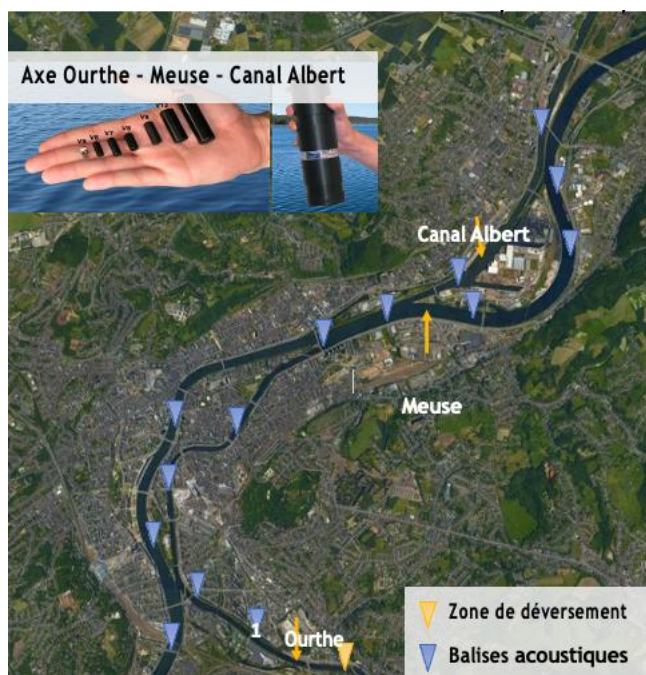


Complexe du barrage de Monsin et du canal Albert

Les saumoneaux en dévalaison dans la Meuse liégeoise sont également confrontés à une zone complexe offrant plusieurs voies de migration au niveau du barrage de Monsin et de l'embranchement du canal Albert. Le canal Albert, long de 130 km, comprend six écluses pour une dénivellation de 56 m entre le port autonome de Liège et le port d'Anvers. Chaque année, 40 millions de tonnes de marchandises transitent par le canal Albert. Pour se faire, un débit minimum compris entre 40 et 80 m³.s⁻¹ doit impérativement être maintenu la journée. Ainsi, durant la période de bas niveau de la Meuse, le débit plus élevé du canal Albert désoriente les smolts et constitue ainsi une voie de migration attractive mais peu favorable.

- **Suivi par télémétrie acoustique de la migration des smolts dans l'axe Ourthe-Meuse-Canal Albert**

En 2014, dans le cadre de cette étude, 18 balises acoustiques⁸ ont été installées sur la Basse Ourthe, la Meuse, et le canal Albert. Entre 2014 et 2016, 72 smolts ont été marqués et déversés en aval du barrage des Grosses Battes sur l'Ourthe à Angleur. Les suivis par télémétrie acoustique ont largement démontré l'attractivité importante du canal Albert⁹. Ces études ont également permis d'observer un fort taux de mortalité par épuisement et recherche intensive des voies de passages dans l'axe Ourthe-Meuse-canal Albert. Sur les 72 smolts déversés, neuf saumoneaux, soit 6,6 % seulement, sont parvenus à franchir le barrage de Monsin et de Lixhe et à poursuivre leur migration en Meuse vers les Pays-Bas et la Mer du Nord (Renardy, 2021).



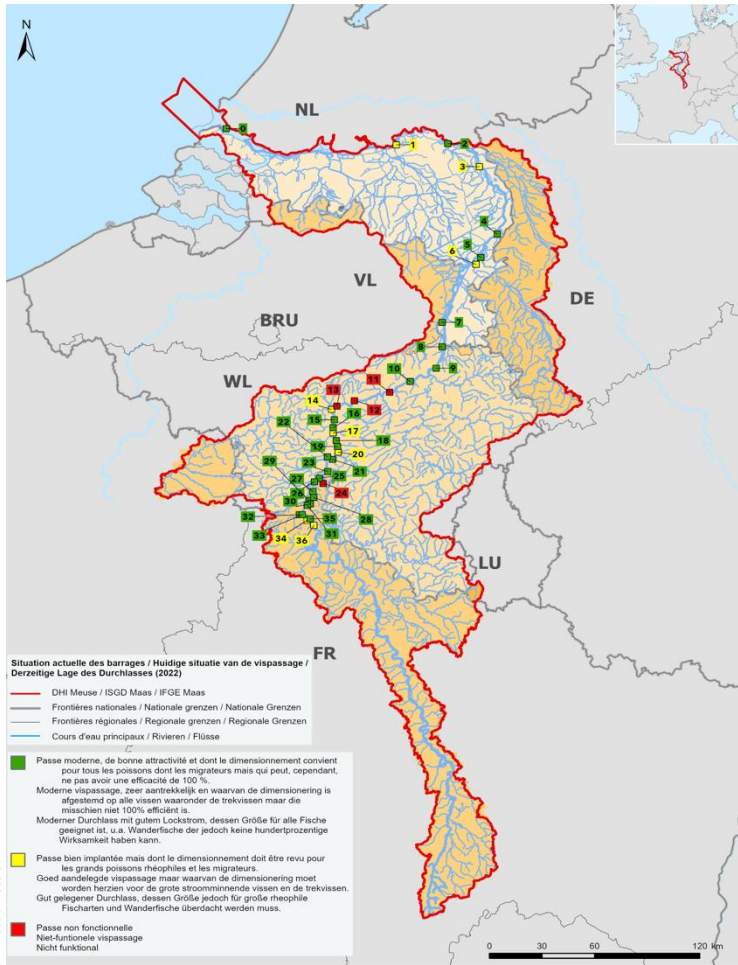
Localisation des balises acoustiques sur l'axe Ourthe - Meuse - canal Albert

Ces résultats sont préoccupants bien que les années 2014 et 2015 soient caractérisées par de faibles débits inhibant ainsi l'apparition d'une lame d'eau déversante, voire l'ouverture complète des vannes du barrage de Monsin. Depuis 2021, le changement de répartition des débits entre la Meuse et le canal Albert a permis la mise en place d'une lame d'eau déversante durant le printemps sur une des vannes afin d'améliorer la situation générale grâce au projet de recherche Life4Fish (<https://www.life4fish.be/fr>).

⁸ Balise VR2 de chez Vemco, Canada

⁹ 55 % de l'effectif marqué a été détecté à l'entrée du Canal dont 28 % seulement est ensuite retourné en Meuse

• Rétablissement de la migration de montaison



Source : meuse-mass.be

Les obstacles à la migration de montaison sur la Meuse sont également nombreux. Chaque barrage mosan a donc été rapidement équipé d'une ou de plusieurs passes à poissons¹⁰. Néanmoins, il s'avère que les premiers ouvrages manquaient d'attractivité. Certaines passes nécessitaient impérativement d'être totalement remplacées, d'autres passes nécessitaient, quant à elles, des modifications pour être rendues pleinement fonctionnelles. Un plan de priorisation a donc été mis en place afin de permettre la construction de passes à poissons modernes sur les obstacles majeurs de la Meuse dans un ordre logique. L'objectif est de permettre progressivement aux saumons de remonter dans toute la Meuse belge.

État des lieux de la fonctionnalité des passes à poisson dans l'axe Meuse

Notons, à cet égard, qu'un projet de modernisation est en étude pour le barrage de Lith, Sambeek et Linne. La construction d'une passe à poissons à Andenne et à Namur est en étude et devrait voir le jour en 2025 et 2026. Il sera également question d'améliorer les échelles à poissons construites dans les années 1970 sur les barrages mobiles de la Haute Meuse namuroise à La Plante et à Hun.

Localisation	2024	Prévu	Localisation	2024	Prévu
0. Haringvliet	■		19. Dinant	■	
1. Lith	■	*	20. Anseremme	■	
2. Grave	■		21. Waulsort	■	
3. Sambeek	■	*	22. Hastière	■	
4. Belfeld	■		23. Givet	■	
5. Roermond	■		24. Chooz	■	
6. Linne	■	*	25. Ham-sur-Meuse	■	
7. Borgharen	■		26. Mouyon	■	
8. Lixhe	■		27. Montigny	■	
9. Monsin	■		28. Fepin	■	
10. Ivoz-Ramet	■		29. Vanne-Alcorps	■	
11. Ampsin-Neuville	■		30. Uf	■	
12. Andenne	■	2025	31. Saint Joseph	■	
13. Grands-Malades	■	2026	32. Saint Nicolas	■	
14. La Plante	■	2027	33. Orzy	■	
15. Tailfer	■		34. Dames-De-Meuse	■	2024-2025
16. Rivière	■		35. Petite Commune	■	
17. Hun	■	2025	36. Monthermé	■	
18. Houx	■				

Source : meuse-mass.be

* Une étude de planification pour l'optimisation sera lancée en 2024.

Légende : vert = passe moderne, jaune = passe bien implantée avec dimension à revoir, rouge = passe non fonctionnelle

¹⁰ Dispositif de franchissement d'obstacles (barrages, seuils) pour poissons

À cela s'ajoute l'aménagement et l'ouverture, en 2024, d'une rivière de contournement au niveau du barrage d'Ampsin, une première en Wallonie. Longue de 700 mètres, cette rivière artificielle permet aux poissons migrateurs, et en particulier au saumon atlantique, de franchir l'obstacle du barrage et de poursuivre leur remontée vers les zones de reproduction. Ce nouvel ouvrage s'inscrit comme un élément clé dans la restauration de la continuité écologique du bassin de la Meuse, indispensable au retour durable du saumon.



Rivière de contournement d'Ampsin

Source : J.P. Benitez

○ Axe Mer du Nord - bassin de l'Ourthe



Passe à poisson de Lixhe

Source liegetourisme.be

L'objectif prioritaire fixé par la Décision Benelux de 1996 était de rétablir pour 2002 la libre circulation des poissons venant de la mer du Nord au bassin de l'Ourthe. De nouvelles passes à poissons furent alors construites en Meuse liégeoise par le ministère de l'Équipement et des Transports (MET¹¹) aux barrages de Lixhe (1998) et Monsin (2001). L'aménagement du barrage des Grosses Battes¹² en 2009 a ouvert l'accès de la Meuse vers l'Ourthe pour les saumons.

L'ajout d'une seconde passe à poissons en 2021 a renforcé la continuité écologique du site, facilitant encore davantage leur remontée. Notons également qu'un projet de piégeage ainsi qu'un transport en amont de la cascade de Coo est mis en place depuis 2021 afin de rendre accessible de nombreux sites propices au saumon sur l'Amblève. A l'échelle internationale, l'aménagement du barrage de Borgharen – Maastricht en 2007 est venu finaliser l'opération « Zalm terug in onze rivieren » débutée en 1992. Il est maintenant question de rendre accessible le grand bassin Ourthe-Vesdre–Amblève.

En novembre 2018, au niveau de l'estuaire de la Meuse, une nouvelle gestion des vannes du barrage du Haringvliet¹³ a été mise en place. Ce barrage construit entre 1956 et 1970, long d'un kilomètre, est constitué d'une série d'écluses assurant le maintien d'un niveau d'eau constant afin de protéger l'arrière-pays des inondations maritimes. En conséquence, avant l'automne 2018, le Haringvliet contenait quasi-exclusivement de l'eau douce. Or, le barrage sera dorénavant partiellement ouvert, permettant les échanges d'eau douce et d'eau salée favorisant ainsi la libre circulation d'espèces telles que le saumon. La décision d'ouverture du Haringvliet fait donc naître l'espoir de voir augmenter le nombre de saumons adultes en Belgique.



Barrage anti-tempête Haringvliet du delta du Rhin et de la Meuse

Source : salmoncomeback.org

¹¹ Devenu maintenant la Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques (DGO2)

¹² Obstacle majeur sur la basse Ourthe à Liège-Angleur

¹³ Barrages anti-tempêtes du Plan Delta dans l'estuaire de la Meuse aux Pays-Bas très difficilement franchissables par les poissons

- Efficacité multi-espèces des passes à poissons

- **Piégeage et observations**

Historiquement et dans le but de tester l'efficacité des nouvelles échelles ou passes à poissons, deux techniques étaient utilisées : le piégeage systématique des poissons dans une cage de capture et le comptage (avec possibilité de filmer) des remontées à travers une vitre latérale d'observation.

Source : Projet Saumon Meuse 2000



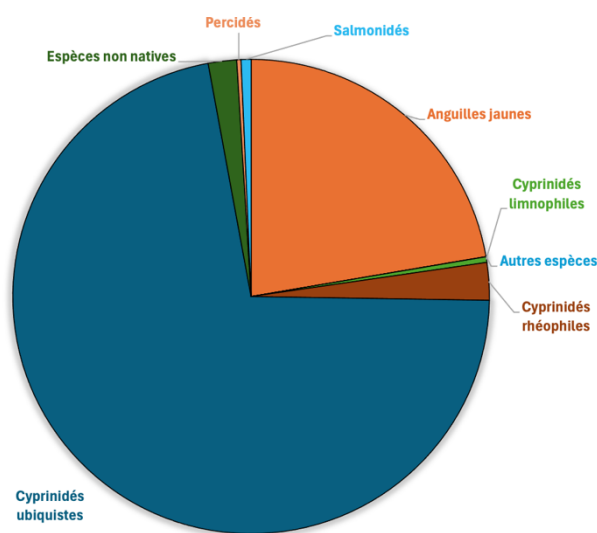
Station d'observation du barrage de Lixhe, brème commune (*Abramis brama*)



Source : Projet Saumon Meuse 2000

Dispositif de piégeage

Crédit : J.P. Benítez



Captures à Lixhe par catégories écologiques pour le dispositif de piégeage

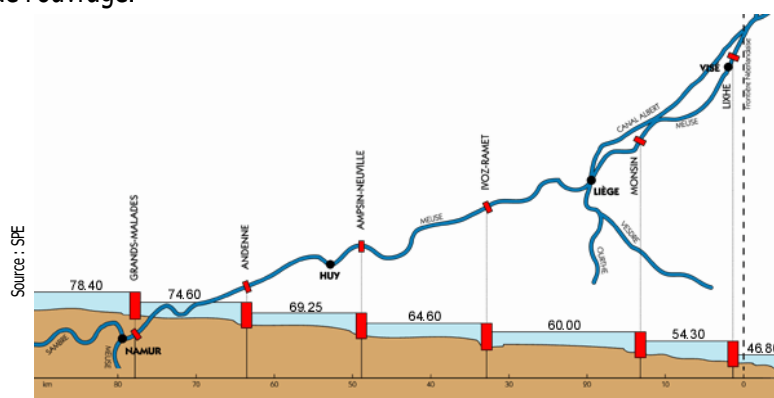
Le piégeage a été principalement employé à la passe migratoire de Lixhe sur la basse Meuse. De 1999 à 2023, 89 542 poissons Mosans ont été capturés. Ces captures constituent donc un bon reflet de la faune piscicole mosane. Ces poissons appartiennent à toutes les catégories écologiques, on rencontre notamment des espèces rhéophiles¹⁴ (*e.g.* saumons, truites, barbeaux, chevaines, hotus, ablettes spiralin) et limnophiles¹⁵ (*e.g.* brèmes communes et bordelières, gardons, ablettes communes, tanches et carpes). On retrouve également des jeunes anguilles en migration de remontée depuis l'océan Atlantique.

¹⁴ Espèce affectionnant les eaux rapides et agitées

¹⁵ Espèce affectionnant les eaux calmes et stagnantes

Programme de suivi RFID en Meuse liégeoise

Afin de bien identifier la dynamique de migration de remontée depuis Lixhe vers la Meuse amont et l'Ourthe, un réseau de stations de détections automatiques RFID¹⁶ a été progressivement installé en région liégeoise. Ainsi, les stations de détections de l'échelle de Lixhe-Visé, Monsin-Liège, Ivoz-Ramet et Grosses Battes sur l'Ourthe ont été installées entre 2010 et 2012. Une seconde antenne a également été installée à l'entrée de l'échelle sur l'ensemble des sites afin de caractériser le « succès de franchissement » de l'ouvrage.



Localisation des barrages de navigation + centrales hydroélectriques sur la Meuse wallonne entre Visé et Namur



Station de détection de Monsin - Liège

Source : Université de Liège-LDPH

A l'exception du saumon atlantique dont les individus capturés ont directement été transférés au CoSMos, 3 180 poissons de diverses espèces ont été marqués individuellement de 2010 à 2023 au moyen d'une puce électronique lors de leur capture à Lixhe pour être ensuite relâchés en amont du barrage. Leurs migrations ont ensuite été suivies de manière automatisée par des antennes placées dans les échelles à poissons amont.

Bilan des poissons marqués et de leur détection sur l'axe Monsin - Grosse Battes entre 2010 et 2023

Espèces	Marqués à Lixhe (2010-2023)	N individus détectés (2010-2023)				
		Monsin	Ivoz	GB	N amont Lixhe	% amont Lixhe
Barbeau	179	56	7	55	87	48,6
Chevaïne	261	176	45	78	197	75,5
Hotu	161	60	9	4	61	37,9
Truite	50	18	2	12	20	40,0
Truite aec	5	3	1	2	2	40,0
Aspe	234	47	5	1	50	21,4
Espèces rhéophiles	890	360	69	152	417	46,9
Idé	26	7	0	0	7	26,9
Carpe	41	3	0	3	5	12,2
Carpe koi	1	1	0	0	1	100,0
Carassin	3	2	0	0	2	66,7
Tanche	6	0	0	1	1	16,7
Brème c.	122	35	14	1	38	31,1
Gardon	100	6	1	2	6	6,0
Rotengle	1	0	0	0	0	0,0
Brochet	7	3	0	0	3	42,9
Perche	3	1	0	0	1	33,3
Silure	158	37	2	3	38	24,1
Espèces non rhéophiles	468	95	17	10	102	21,8
Anguille	1822	528	90	71	564	31,0
Total	3180	983	176	233	1083	34,1

Crédit : J.P. Benitez

Les résultats démontrent que des espèces de poissons potamodromes se déplacent tout au long de l'année sur un linéaire important de la Meuse et exploitent les échelles à poissons construites dans le cadre du projet Saumon Meuse. Le rétablissement de la continuité piscicole profite donc à un large panel de poissons. Après leur passage au barrage de Monsin, les espèces rhéophiles ont une forte tendance à bifurquer vers les Grosses Battes dans l'Ourthe (86,9%) alors que le choix de la Meuse vers Ivoz-Ramet représente, quant à lui, une plus faible proportion de poissons (13,1%).

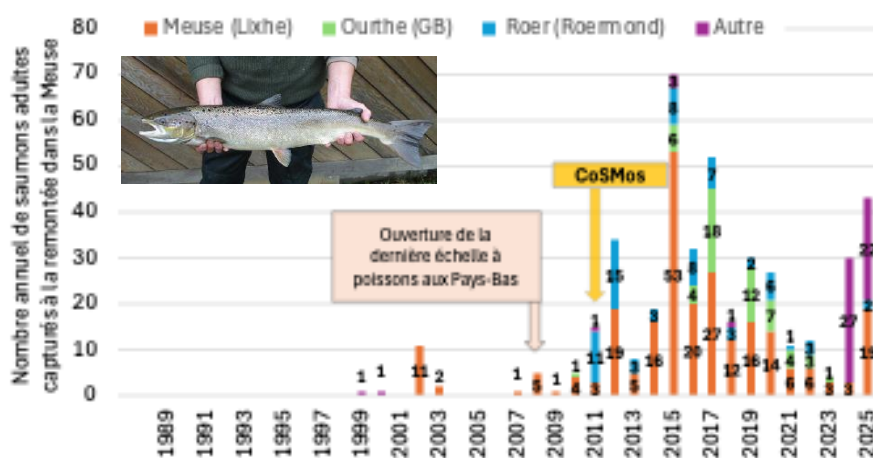
¹⁶ Méthode RFID d'identification des poissons porteurs d'une puce électronique par radiofréquence

4. Remontées des adultes vers leur zone de reproduction

Afin d'évaluer l'efficacité du repêchage mis en place à la fin des années 1980, le contrôle de la remontée de futurs géniteurs a été évaluée sur différents points stratégiques de l'axe Mer du Nord – bassin de l'Ourthe.

• Le saumon atlantique

Des saumons adultes ont été de nouveau capturés en Meuse néerlandaise à la fin des années 1990. Il faudra néanmoins attendre les années 2000 pour voir réapparaître le saumon en Wallonie, notamment dans l'échelle à poissons du barrage de Lixhe ; ce qui n'avait plus été observé depuis plus de 70 ans. Depuis l'aménagement en 2007 de la passe à poissons de Borgharen aux Pays-Bas, des captures de saumons sont observées chaque année en Meuse. Il a d'ailleurs été clairement établi que l'effort de repeuplement en tacons et smolts de saumons atlantiques issus de la production de la salmoniculture d'Érezée influence positivement la remontée des adultes. Fin 2025, c'est un total de 430 saumon atlantique qui ont été interceptés en Meuse.

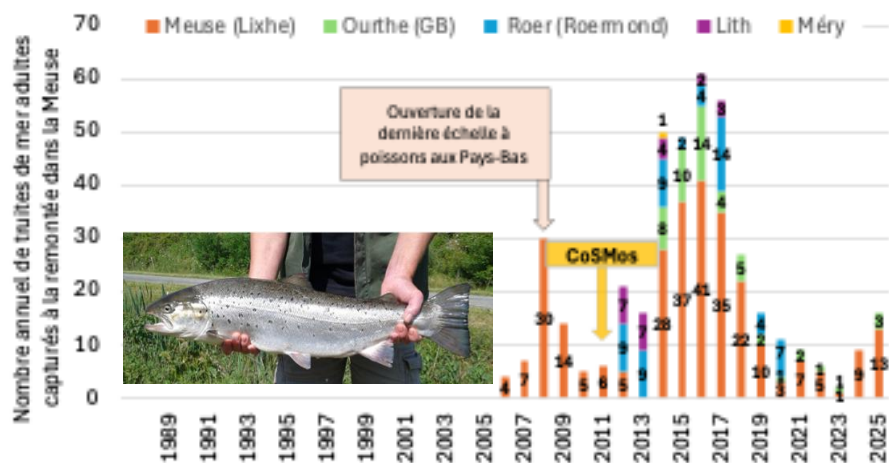


Bilan des remontées de saumons adultes en région Wallonne entre 1988 et 2025

Crédit : A. Eraud, J.P. Benitez & M. Poignet

• La truite de mer

Bien que la truite de mer n'ait jamais totalement disparu du bassin mosan, les premiers spécimens capturés à Lixhe l'ont été en 2006, soit 7 ans après la mise en service du piège. Depuis l'ouverture de la salmoniculture en 2010 et les premiers déversements effectués en 2011, le nombre de truites de mer capturé dans les différents pièges présents en Meuse est en augmentation. Depuis 2010, 360 individus ont été capturés et transférés à la salmoniculture pour faire l'objet de reproduction à des fins de repêchage.



Bilan des remontées de truitelles de mer en région Wallonne entre 1988 et 2025

Crédit : A. Eraud, J.P. Benitez & M. Poignet



5. Conclusions et perspectives

L'objectif premier du projet était de favoriser le retour du saumon atlantique dans le bassin mosan. Grâce à l'engagement constant et à la collaboration de nombreux partenaires, ce défi ambitieux est devenu une réalité tangible. Entre 2002 et fin 2023, 357 saumons sauvages et 390 truites de mer en montaison ont été capturés dans les pièges installés sur la Meuse. Si les remontées de géniteurs ont progressé au fil des années, elles demeurent néanmoins en deçà du seuil nécessaire pour assurer une population pleinement autonome et durable, estimé à un minimum de 200 saumons adultes par an. Depuis 2015, une diminution du nombre de saumons en migration est toutefois observée, avec un recul particulièrement marqué à partir de 2021. Cette tendance met en lumière la vulnérabilité de l'espèce et les nombreux obstacles rencontrés au cours de son cycle de vie, notamment en mer. Ce phénomène, qui affecte également d'autres régions européennes, notamment certaines rivières françaises, pourrait s'expliquer en partie par les modifications des courants océaniques, la diminution des ressources alimentaires ou encore les effets du changement climatique. Cette situation illustre la complexité des enjeux liés à la restauration durable du saumon atlantique.

Pour autant, le projet a généré de nombreux impacts positifs dépassant largement le seul cas du saumon. L'amélioration et la construction de nouvelles échelles à poissons, la création d'une rivière de contournement d'Ampsin, la lutte contre diverses formes de pollution, la gestion écologique des chantiers, la restauration des habitats aquatiques, ainsi que les adaptations législatives, notamment dans le cadre du Code de l'eau, ont contribué à rétablir la continuité écologique et à renforcer la biodiversité du bassin. Par ailleurs, l'adaptation progressive des ouvrages hydrauliques pour les rendre ichtyocompatibles, tout comme les études visant à améliorer la dévalaison, bénéficient à l'ensemble des espèces migratrices et aux communautés aquatiques.

Les efforts pour augmenter la production de la souche mosane et améliorer le succès de la migration de dévalaison, tout en optimisant les dispositifs de montaison, seront poursuivis. Parallèlement, les collaborations internationales, déjà solides avec les Pays-Bas, seront intensifiées afin de renforcer les mesures de protection du saumon atlantique et d'améliorer la connectivité entre les pays riverains. La mise en place d'un programme commun de repeuplement des affluents salmonicoles de la Meuse en France, en Wallonie, en Allemagne et aux Pays-Bas, à partir de la souche mosane, pourrait également constituer une avancée majeure.

Ainsi, malgré les défis persistants, les résultats obtenus et les bénéfices écologiques plus larges soulignent l'importance et la pertinence de poursuivre ce programme. Ils démontrent aussi la capacité collective à restaurer durablement des écosystèmes complexes, au profit du saumon atlantique et de l'ensemble de la biodiversité du bassin mosan.

6. Bibliographie

- *Rapports et documents divers*

BENELUX, 1996. Décision du Comité de Ministres de l'Union économique Benelux relative à la libre circulation des poissons dans les réseaux hydrographiques Benelux M (96)5, 2 pages.

Darwall, W.R.T. 2023. *Salmo salar*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2023: e.T19855A67373433. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T19855A67373433.en>. Accessed on 19 January 2025.

Dierckx, A., Benitez, J.P., Philippart, J.C., Bernard, B., Mandiki, R., Evrard, A., Kestemont, P. and Ovidio, M., 2017. Rapport final annuel 2017 au Service Public de Wallonie (DGARNE/DNF-SP) de la Subvention 2016-2017 relative au suivi scientifique de la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse. Université de Liège et Université de Namur, 144 pages (78p)

MET, 1992. Évaluation des travaux nécessaires à la libre circulation des poissons sur la Meuse et l'Ourthe. Rapport de la Commission interministérielle 'Échelles à Poissons'. Ministère de l'Équipement et des Transports (MET) de la Région wallonne, Bruxelles, 26 p.

Micha, J. C., Fossion, P., & Delforge, D. (2004). Convention d'études pour le suivi scientifique de la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse. Projet Meuse Saumon 2000-Rapport annuel (partie FUNDP), période février 2004-janvier 2005, 44 pp.

Micha, J. C., Malbrouck, C., & Fossion, P. (2006). Convention d'études pour le suivi scientifique de la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse. Projet Meuse Saumon 2000; rapport annuel (partie FUNDP), période février 2005-janvier 2006, 63 pp.

Ovidio, M., Dierckx, A., Benitez, J. P., Nzau Matondo, B., Philippart, J. C., Bernard, B., ... & Kestemont, P. (2015). Convention relative à la réhabilitation du Saumon atlantique dans le bassin de la Meuse (Rapport 2014-2015).

Ovidio, M., Dierckx, A., Benitez, J.-P., Nzau Matondo, B., Philippart, J.-C., Bernard, B., Mandiki, R., Evrard, A., and Kestemont, P., 2016. Rapport final annuel 2016 au Service Public de Wallonie (DGARNE/DNF-SP) de la Subvention 2015-2016 relative au suivi scientifique de la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse. Université de Liège et Université de Namur, 175 pp

Philippart, J. C., Rimbaud, G., Neus, Y., Dierckx, A., Ovidio, M., Poncin, P., ... & Evrard, A. (2010). Subvention 2009-2010 relative au suivi scientifique de la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse. Rapport final 2009-2010.

Philippart, J. C., Ovidio, M., Rimbaud, G., Dierckx, A., Poncin, P., Kestemont, P., ... & Evrard, A. (2011). Subvention 2010-2011 relative au suivi scientifique de la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse. Rapport final 2010-2011.

Philippart, J.C., B. Bernard, A. Dierckx, A. Evrard, P. Kestemont, R. Mandiki, M. Ovidio, P. Poncin, G. Rimbaud, 2013. Rapport final annuel 2012 au Service Public de Wallonie (DGARNE/DNF-SP) de la Subvention 2012-2013 relative au suivi scientifique de la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse. Université de Liège et Université de Namur, 177 pages (avril 2013).

Philippart, J. C., Dierckx, A., Nzau Matondo, B., Benitez, J. P., Poncin, P., Kestemont, P., ... & Ovidio, M. (2014). Rapport final annuel 2014 au Service Public de Wallonie (DGARNE/DNF-SP) de la Subvention 2013-2014 relative au suivi scientifique de la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse.

SPW - DGO3 - DEMNA - DEE, 2017. Rapport sur l'état de l'environnement wallon 2017 (REEW 2017). SPW Éditions : Jambes, Belgique. En ligne. <http://etat.environnement.wallonie.be>

WWF. (2001). The status of wild Atlantic salmon: A river by river assessment



Baras, E., H. Lambert & J.C. Philippart, 1994. A comprehensive assessment of the failure of *Barbus barbus* (L.) migrations through a fish pass in the canalized River Meuse (Belgium). *Aquatic Living Resources*, 7(3) : 181-189.

Benitez, J.P., Dierckx, A., Nzau Matondo, B., Rollin, X., Ovidio, M., 2018. Movement behaviours of potamodromous fish within a large anthropised river after the reestablishment of the longitudinal connectivity. *Fisheries Research* 207, 140-149.

Benitez, J-P., Nzau Matondo, B., Dierckx, A., Ovidio, M., 2015. An Overview Of Potamodromous Fish Upstream Movements In Medium-Sized Rivers, By Means Of Fish Passes Monitoring. *Aquatic Ecology*. 49, 481-497.

Bernard, B., Sobandi, K. C., Darras, V., Rollin, X., Mandiki, S. N., & Kestemont, P., 2018. Influence of strain origin on osmoregulatory and endocrine parameters of two non-native strains of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *General and comparative endocrinology*, 258, 205-212.

Bernard, B., Duchatel, V., Rollin, X., Mandiki, S. N., & Kestemont, P., 2019. A temperature shift on the migratory route similarly impairs hypoosmoregulatory capacities in two strains of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts. *Fish Physiol & Biochem*, 2019, in press.

Bernard, B., Leguen, I., Mandiki, S. N., Cornet, V., Redivo, B., & Kestemont, P. (2020). Impact of temperature shift on gill physiology during smoltification of Atlantic salmon smolts (*Salmo salar* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 110685.

Micha, J.-C. & S. Pilette, 1988 : « L'impact de l'homme sur l'écosystème Meuse ». Presses universitaires de Namur, 141 p.

Ovidio, M., 1999. Cycle annuel d'activité de la truite commune (*Salmo trutta* L.) adulte: étude par radio-pistage dans un cours d'eau de l'Ardenne belge. *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture* 352: 1-18.

Ovidio, M. & J.C. Philippart, 2002. The impact of small physical obstacles on upstream movements of six species of fish. . Synthesis of a five years telemetry study in the River Meuse Basin. *Hydrobiologia*, 483: 55-69.

Ovidio, M., C. Birtles, E. Baras, J.C. Philippart, 1996. A preliminary telemetry investigation on the obstacles to anadromous Salmonids migration in spawning streams of the Belgian Ardennes (river Meuse bassin). In "Proceedings of the Second IAHR Symposium on Habitat Hydraulics, Ecohydraulique 2000 " (Leclerc, M. et al., eds.) : 83-88. INRS-Eau, Quebec.

Ovidio, M. 1999. Cycle annuel d'activité de la truite commune (*Salmo trutta* L.) adulte: étude par radio-pistage dans un cours d'eau de l'Ardenne belge. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 352: 1-18.

Ovidio, M. & J.C. Philippart, 2002. The impact of small physical obstacles on upstream movements of six species of fish. . Synthesis of a five years telemetry study in the River Meuse Basin. *Hydrobiologia*, 483: 55-69.

Ovidio, M., Sonny, D., Dierckx, A., Watthez, Q., Bourguignon, S., de la Court, B., Detrait O., Benitez, JP. The use of behavioural metrics to evaluate fishway efficiency. *River Research and Application* 33, 1484-1493

Ovidio, M., Dierckx, A., Bunel, S., Grandry, L., Spronck, C., Benitez, J.P., (2017) Poor performance of a retrofitted downstream bypass 2 revealed by the analysis of approaching behaviour in combination with a trapping system. *River Research and Application* 33, 27- 36.

Philippart, J.C., 2005. The reconstruction of an atlantic salmon population in the Belgian River Meuse. Communication au Colloque Fish and Diadromy in Europe. Ecology, Management, Conservation. Bordeaux, France, 29 mars-1 avril 2005.

Philippart, J.C. 2003. Restauration de la Biodiversité : le cas des poissons migrateurs dans la Meuse. Actes du Symposium International Biodiversity Day. Dix ans après Rio : Quel avenir pour la biodiversité en Belgique. Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie 73-Suppl.: 75-84.



Philippart, J.C., 1988. La restauration des populations de poissons : le programme 'barbeau' et le projet 'saumon', pp. 107-121. Dans : Micha, J.-C. et S. Pilette : « L'impact de l'homme sur l'écosystème Meuse ». Presse universitaire de Namur, 141 p.

Philippart, J.C., 1987. Histoire de l'extinction et problématique de la restauration des salmonidés migrateurs dans la Meuse, pp. 125-137. In : Thibault M. et R. Billard (Ed.). La restauration des rivières à saumons. Collection Hydrobiologie et Aquaculture, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, 444 pages.

Philippart, J.C., 1983. Note sur la redécouverte de « truites de mer » dans un affluent de la Meuse liégeoise en 1983. Cahiers d'Ethologie appliquée, 3 (1) :105-114.

Philippart, J.C. et A. Gillet, 1990. La réintroduction du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse. État d'avancement du projet en juin 1990. Tribune de l'Eau, Vol 43 (n° 544), n° 2 de juillet 1990 : 19-26.

Philippart, J.C. & D. Sonny. 2003. Vers une production d'hydroélectricité plus respectueuse du milieu aquatique et de sa faune. Compte-rendu du colloque Hydroécologie, Liège octobre 2002, Tribune de l'eau, N° 5-6, Vol. 55 – N° 619-620 ; N° 1, Vol. 56 – N° 621: 165-175.

Philippart, J.C., A. Gillet & J.C. Micha, 1988. Fish and their environment in large European river ecosystems. The River Meuse. Sciences de l'eau, 7 (1) :115-154.

Philippart, J.C., D. Sonny, V. Raemakers. 2003. Impact mécanique des prises d'eau et turbines sur les poissons en Meuse liégeoise. Comptes-rendus du colloque Hydroécologie, Liège octobre 2002, Tribune de l'eau, N° 5-6, Vol. 55 – N° 619-620 ; Vol. 56 – N° 621: 98-110.

Philippart, J.C., J.C. Micha, A. Gillet, G. Rimbaud, W. Delvingt, 1990. La restauration démographique des salmonidés migrateurs (truite de mer et saumon atlantique) dans le bassin de la Meuse. Etat d'avancement du projet à l'automne 1989. In Actes du colloque « Gérer la Nature ? ». Travaux de la Conservation de la Nature, 15/2 : 747-758.

Philippart, J.C., J.C. Micha, E. Baras, C. Prignon, A. Gillet & S. Joris, 1994. The Belgian Project « Meuse Salmon 2000 ». First results, problems and future prospects. Water Science and Technology, 29 (3) : 315-317.

Prignon, C. et J.C. Micha, 1996. Effet du micromarquage nasal sur des juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar*). Aquatic Living Resources 9, 107-112.

Prignon, C., J.C. Micha & A. Gillet, 1998. Ch. 8. Biological and environmental characteristics of fish passage at the Tailfer Dam on the Meuse River, Belgium, pp. 69-84. In : Jungwirth, M.S., S. Schmutz & S. Weiss (ed.), Fish Migration and Fish Bypasses. Fishing News Books-Blackwell Science, Oxford, 438 pages.

Prignon, C., J.C. Micha, G. Rimbaud & J.C. Philippart, 1999. Rehabilitation efforts for Atlantic salmon in the Meuse basin area: Synthesis 1983-1998, pp. 69-77. In: Garnier J. & J.M. Manchel (eds). Man and River Systems, Hydrobiologia, 410-69-77.

Renardy, S., Benitez, J. P., Tauzin, A., Dierckx, A., Matondo, B. N., & Ovidio, M. (2020). How and where to pass? Atlantic salmon smolt's behaviour at a hydropower station offering multiple migration routes. Hydrobiologia, 847(2), 469-485.

Sonny, D., F.R. Knudsen, P.S. Engers, T. Kvernstuen & O. Sand, 2006. Reactions of cyprinids to infrasound in a lake and at the cooling water inlet of a nuclear power plant. Journal of Fish Biology.

WWF. (2001). The status of wild Atlantic salmon: A river by river assessment.

• Documents de vulgarisation

Philippart, J.C., 2006. Le retour du saumon en Meuse. Natagora, n° 11, janvier-février 2006 : 11-15.

Prignon, C., J.C. Micha, J.-C., Philippart, 1997. La réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse, projet Meuse Saumon 2000. Probio revue, 2-3, 111 - 120.

Vassen F., Micha J.-C., 1995. Des truites et des saumons : compétition en rivière. Production de l'Unité d'Ecologie des eaux Douces et du Centre Audio-Visuel des Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur, Belgique. 22 min.

Une nouvelle échelle à poissons au barrage de Lixhe. Dépliant du MET, série Ouvrages d'art n°16, 1999.

Les barrages d'Hastière et de Waulsort. Dépliant du MET, série Ouvrages d'art n°26, 2004.

Le barrage d'Ivoz-Ramet. Dépliant du MET, série Rénovation des ouvrages d'art en Wallonie n°9, 1993.

Modernisation du canal Albert. Dépliant du MET, série Rénovation des ouvrages d'art en Wallonie n°10, 2000.

La réintroduction du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse : synthèse et résultats. Région wallonne, 2007.

• Liens utiles

Commission Internationale de la Meuse (CIM) : <https://meuse-maas.be/Accueil.aspx>

Atlantic Salmon Federation : <https://www.asf.ca/>

North Atlantic Salmon Conservation Organization: <http://www.nasco.int/>

Atlantic Salmon Trust: <http://www.atlanticsalmontrust.org/>

• Contacts et informations

Université de Namur

Prof. P. Kestemont, Coordinateur

Dr. A. Erraud & Dr. M. Poignet, Chercheurs

F. D'halluin, Technicien halieute

Institute of Life, Earth & Environment, Unité de Recherche en Biologie Environnementale et Evolutive (URBE)

61 rue de Bruxelles, 5000 Namur

Université de Liège

Prof. M. Ovidio, Coordination scientifique générale

Dr. J. P. Benitez, Chercheur

A. Dierckx, Technicien

Laboratoire de Démographie des Poissons et d'Hydroécologie (LDPH) unité de gestion des ressources aquatiques et aquacultures (UGRAA)

UR-FOCUS – Freshwater and Oceanic Science Unit of Research

22 quai E. Van Beneden, 4020 Liège

Service Public de Wallonie

B. Thirionet, Directeur

O. Detrait

Service Public de Wallonie Agriculture, Ressources Naturelles, environnement

Département de la Nature et des Forêts, Direction de la Chasse et de la Pêche

Conservatoire du Saumon Mosan (CoSMos), 7 rue du Val d'Aisne, 6997 Erezée

15, Avenue Prince de Liège, 5100 Jambes

Citation : Erraud, A., Poignet, M., Benitez, J. P., Ovidio, M., Kestemont, P., 2026. Le retour du saumon atlantique (*Salmo salar*) dans le bassin Mosan. SPW – Département de l'Environnement et de l'Eau, Namur, 1-23