

FRAGMENTATION DES COURS D'EAU EN NORMANDIE

► **PRESSION**

ÉTAT

RÉPONSE

CHIFFRES-CLÉS

- **Un obstacle à l'écoulement tous les 3 km** en Normandie en 2020
- La Normandie est la **3^e région de France métropolitaine ayant la plus forte densité d'ouvrages faisant obstacle à l'écoulement** en 2020
- **41 %** du linéaire de cours d'eau normand utilisé pour ce calcul⁽¹⁾ a un taux d'étagement supérieur à 30 %⁽²⁾ en Normandie en 2020
- **23 %** du linéaire de cours d'eau normand utilisé pour ce calcul⁽³⁾ a un taux de fractionnement supérieur à 0,6 ‰ en Normandie en 2020
- **4 943 obstacles à l'écoulement en Normandie** en 2020⁽⁴⁾, dont **50 % n'ont aucun usage ou un usage obsolète** pour les activités humaines

CE QU'IL FAUT RETENIR

4 943 obstacles⁽⁴⁾ sont recensés en Normandie, dont **82 % sont des seuils en rivière** et **50 % n'ont aucun usage ou leur usage est obsolète** et pourraient donc être détruits sans impacts sur l'activité humaine.

Avec une densité de 35 obstacles à l'écoulement pour 100 km de cours d'eau en 2020, soit **un obstacle tous les 3 km**, la région Normandie est la **3^e région de France métropolitaine ayant la plus forte densité d'ouvrages faisant obstacle à l'écoulement**.

La fragmentation des rivières s'apprécie également au travers du taux d'étagement des cours d'eau, qui traduit l'« effet retenue », c'est-à-dire la rupture de l'écoulement naturel engendrée par les obstacles [10]. Ainsi, 41 % du linéaire de cours d'eau normand utilisé pour ce calcul⁽¹⁾ présente un taux d'étagement supérieur à 30 %⁽²⁾, ce qui place **la Normandie à la 5^e place des régions métropolitaines ayant le plus fort taux d'étagement régional. Ce taux d'étagement élevé met en danger les peuplements piscicoles** de ces cours d'eau et pourrait être résolu en restaurant les continuités écologiques.

Pour compléter le taux d'étagement, le taux de fractionnement est couramment utilisé. De façon similaire à la densité d'obstacles à l'écoulement, le taux de fractionnement traduit l'« effet barrière » des ouvrages sur un cours d'eau, c'est-à-dire « dans le cas de la faune piscicole, l'altération des conditions de circulation longitudinale dans les deux sens, vers l'amont ou vers l'aval » [10]. En Normandie, 23 % du linéaire de cours d'eau normand utilisé pour ce calcul⁽³⁾ a un taux de fractionnement supérieur à 0,6 ‰, plaçant la Normandie comme la **6^e région de France métropolitaine ayant le taux de fractionnement le plus faible**.

Des solutions existent pour supprimer ou réduire l'impact de ces obstacles sur la biodiversité ou sur le transport de sédiments : effacer les ouvrages, les abaisser, installer des dispositifs de franchissement piscicole, etc.



Point sur l'exhaustivité de la donnée utilisée

Le référentiel des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement utilisé dans ce document n'est pas exhaustif et ne recense pas tous les obstacles à l'écoulement de France (ni de Normandie), malgré les efforts déployés ces dernières années pour le rendre le plus complet possible.

C'est cependant le seul référentiel couvrant la France entière, nous l'utiliserons donc comme base de données de référence pour ce travail. Pour la Normandie, le référentiel des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement est exhaustif sur 65 masses d'eau cours d'eau en Normandie (sur 591) d'après l'Office français de la biodiversité (OFB). Pour la France métropolitaine et les départements d'outre-mer, on estime à 120 000 le nombre total d'obstacles à l'écoulement d'après l'Observatoire National de la Biodiversité, contre 100 174⁽⁴⁾ obstacles recensés au moment de la rédaction de ce document.

De plus, le référentiel des cours d'eau SYRAH-CE utilisé ici ne couvre que 47 % de l'ensemble des cours d'eau de Normandie référencés dans la BD TOPAGE®.

⁽¹⁾Cours d'eau de la base de données SYRAH-CE agrégés par rang de Strahler, auxquels on a enlevé les cours d'eau de rang 1 (cours d'eau allant de la source à sa première confluence)

⁽²⁾Taux d'étagement maximal défini par le SDAGE Seine-Normandie 2016-2021 pour les masses d'eau naturelles visées par le plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI)

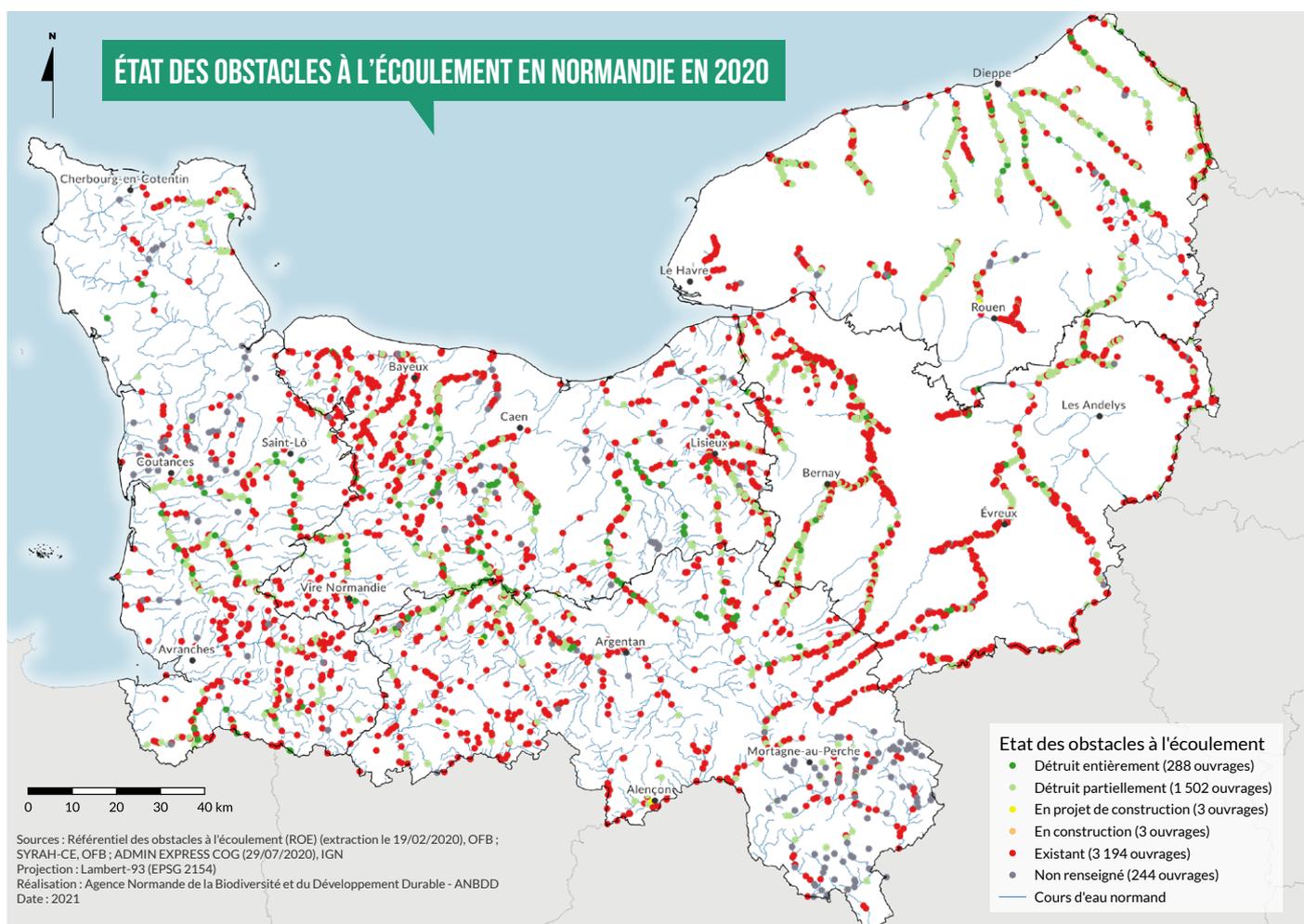
⁽³⁾Cours d'eau de la base de données SYRAH-CE agrégés par rang de Strahler

⁽⁴⁾Obstacles validés et soit existants, soit en construction soit détruits partiellement d'après le référentiel des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement

La **fragmentation des cours d'eau** est le phénomène d'altération de la continuité écologique par les obstacles à l'écoulement. La continuité écologique, pour les milieux aquatiques, se définit par la circulation des espèces et par le bon déroulement du transport des sédiments.

Elle a une dimension amont-aval, impactée par les ouvrages transversaux comme les seuils et barrages, et une dimension latérale, impactée par les ouvrages longitudinaux comme les digues et les protections de berges*.

ÉTAT ET TYPES DES OBSTACLES À L'ÉCOULEMENT EN NORMANDIE EN 2020



En Normandie, **4 943 obstacles à l'écoulement**** sont recensés en 2020. Le nombre d'obstacles n'est pas le seul facteur à prendre en compte, leur localisation est également à considérer.

À titre d'exemple, un seul ouvrage impactant à la connexion terre-mer est généralement plus impactant que 4 ou 5 ouvrages localisés au niveau des sources aussi bien en matière de franchissement par les poissons migrateurs que d'altération des habitats car la pente y est plus faible. Il faut également être attentif aux espèces impactées : pour reprendre l'exemple ci-dessus, les espèces non amphihalines ne seront pas affectées par ce même ouvrage terre-mer.

Mis à part ces 4 943 obstacles à l'écoulement, 3 ouvrages sont en projet de construction et **288 obstacles sont détruits entièrement** (du fait ou non d'une intervention humaine), **et n'engendrent donc plus d'impact sur la biodiversité et les habitats.**



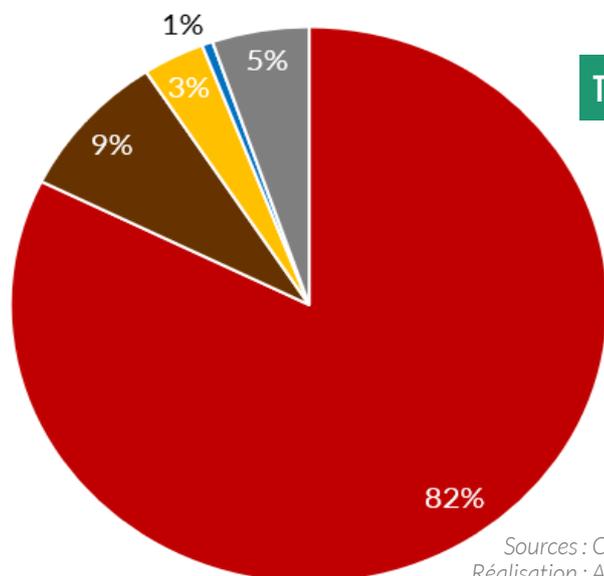
Vanne de décharge sur un cours d'eau normand. Photo : A. Dudouble.

Dans la suite de ce document, nous ne considérerons plus que les ouvrages existants, détruits partiellement ou en construction.

*Circulaire du 25/01/10 relative à la mise en œuvre par l'État et ses établissements publics d'un plan d'actions pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau.

**Obstacles validés et soit existants, soit en construction soit détruits partiellement d'après le référentiel des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement

TYPES D'OUVRAGES FAISANT OBSTACLE À L'ÉCOULEMENT



- Seuil en rivière
- Obstacle induit par un pont
- Barrage
- Autre*
- Non renseigné

* Dignes, épis en rivière ou grilles de pisciculture

Sources : Ouvrages faisant obstacle à l'écoulement - OBS (extraction datant du 19/02/2021)
Réalisation : Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable – ANBDD, 2021

Parmi les ouvrages qui ne sont pas entièrement détruits, le type d'ouvrage est connu pour 95 % des obstacles.

La grande majorité (82 %) sont des seuils en rivière, suivis loin derrière par les obstacles induits par un pont (9 %) puis en troisième place par les barrages (3 %).

Historiquement, ces obstacles ont été construits pour remplir un but bien précis (irrigation, industrie, hydroélectricité, navigation...). Qu'en est-il aujourd'hui ? **50 % des obstacles n'ont aucun usage ou leur usage est obsolète, leur destruction n'influerait donc pas sur l'activité humaine.** 13 % des obstacles ont un usage actuel, dont les plus courants sont :

- la production d'énergie et d'hydroélectricité (4 %)
- les loisirs et sports aquatiques (2 %)
- les activités aquacoles (2 %)
- la sécurité et biens des personnes (1 %)

Toutefois, pour 37 % des obstacles le type d'usage est inconnu ou n'est pas renseigné, ce qui amène à considérer ces résultats avec prudence.

La problématique de la fragmentation des cours d'eau est multiple et déterminante pour **les espèces de poissons grands migrateurs**. Ces espèces vivent alternativement en eau douce et en eau salée soit pour se reproduire (espèces potamotiques : **Saumon atlantique, Truite de mer, Aloses, Lamproie marine et fluviatile**), soit pour leur croissance (espèce thalassotique : **Anguille européenne**). Les frayères (zones de reproduction) notamment doivent donc être accessibles et par conséquent, les ouvrages doivent pouvoir être franchis.

Bien que tous les ouvrages n'empêchent pas le passage des poissons, **seuls 6 % des obstacles disposent d'un dispositif de franchissement piscicole en 2020** d'après le référentiel des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement. D'après la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006 (article 6), les cours d'eau classés en liste 2 ont la nécessité d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs.

Ces cours d'eau classés en liste 2 couvrent 4 006 km des 20 872 km de linéaire de cours d'eau présents en Normandie d'après la BD TOPAGE®. Bien que certains ouvrages n'empêchent pas le passage des sédiments ni des poissons, 30 % du linéaire de cours d'eau classé en liste 2 a des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement qui ne sont pas équipés de dispositifs de franchissement piscicole.

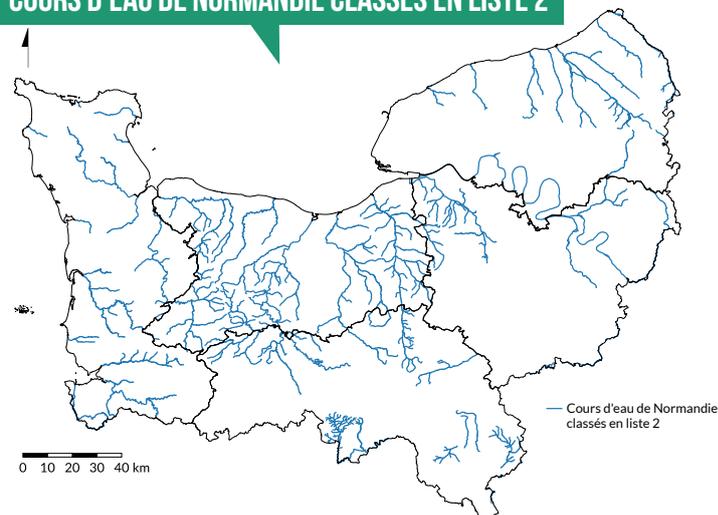
Parmi les 6 % d'obstacles disposant d'un dispositif de franchissement piscicole, les plus courants sont :

- les passes à ralentisseurs (2 %)
- les passes à bassins successifs (1 %)
- les autres types de passes (à anguilles non incluses) (1 %)
- les rivières de contournement (1 %)
- autres types de dispositifs de franchissement piscicole (1 %)

Cependant, de nombreux dispositifs de franchissement piscicoles sont anciens et ne permettent pas de répondre à la réglementation actuelle. De plus, 23 % des obstacles n'ont pas de dispositif de franchissement piscicole, et il n'est pas renseigné ou il est inconnu pour 71 % des obstacles, ce qui amène à considérer ces résultats avec prudence.

Globalement, plutôt que la mise en place ou la restauration de dispositifs de franchissement piscicole, la majeure partie des aménagements sur les dernières années concernent des renaturations ou des effacements d'ouvrage, ce qui reste la solution privilégiée dans les projets de restauration de la continuité écologique des cours d'eau.

COURS D'EAU DE NORMANDIE CLASSÉS EN LISTE 2

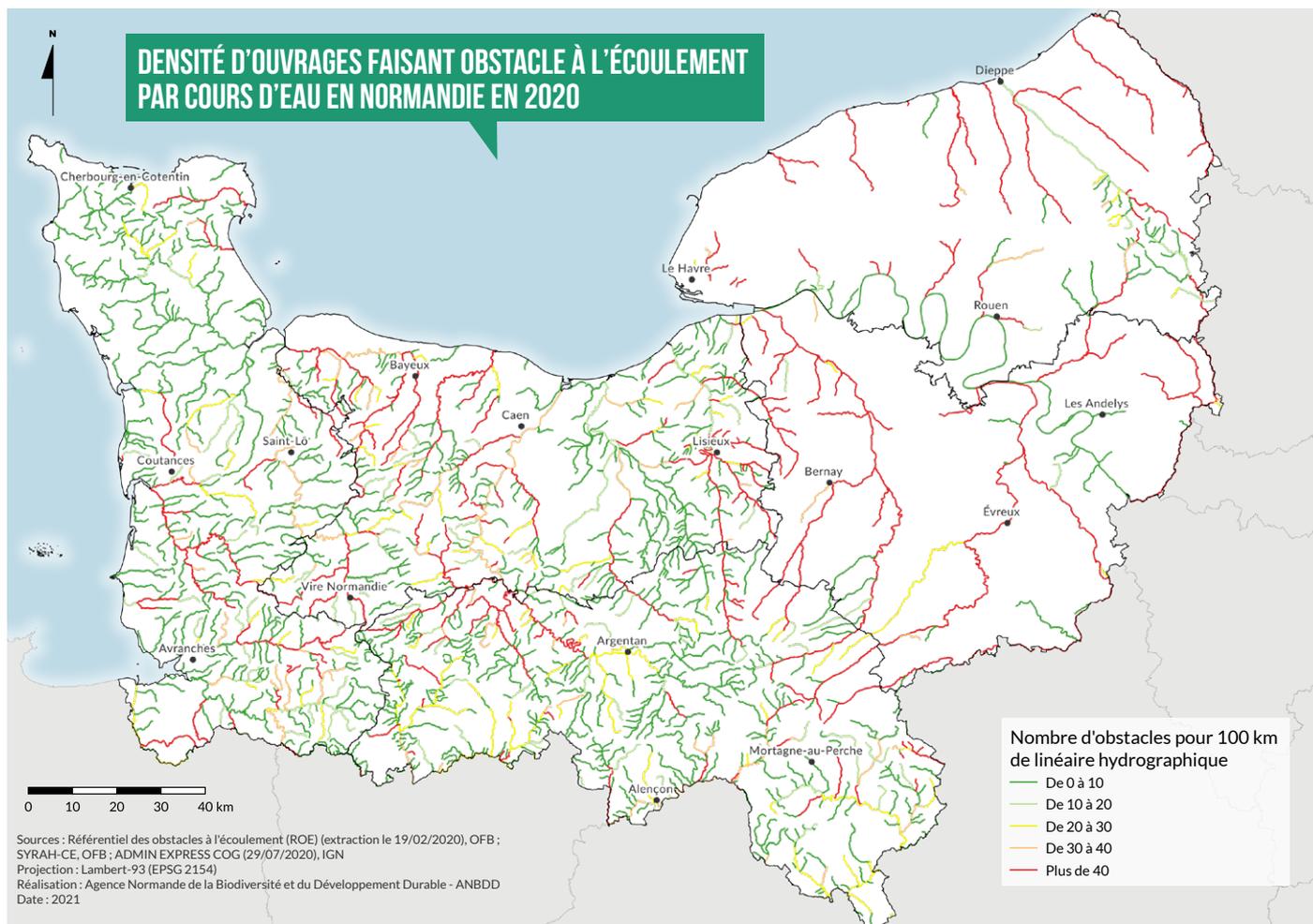


Sources : cours d'eau classés en liste 2 au titre de l'article L.214-17 dans les bassins Seine-Normandie et Loire-Bretagne. DRIEAT Île-de-France, DREAL Centre-Val-de-Loire ; ADMIN EXPRESS COG (29/07/2020), IGN. Réalisation ANBDD, 2021.

Sur les 20 872 km de linéaire de cours d'eau présents en Normandie d'après la BD TOPAGE®, 9 782 km sont référencés dans le système SYRAH-CE. Les trois sous-indicateurs suivants ont donc été calculés sur cette base (à l'exception du taux d'étagement, calculé uniquement sur les cours d'eau de rang de Strahler 2 ou plus, soit 4 513 km de cours d'eau).

DENSITÉ D'OUVRAGES FAISANT OBSTACLE À L'ÉCOULEMENT EN NORMANDIE EN 2020

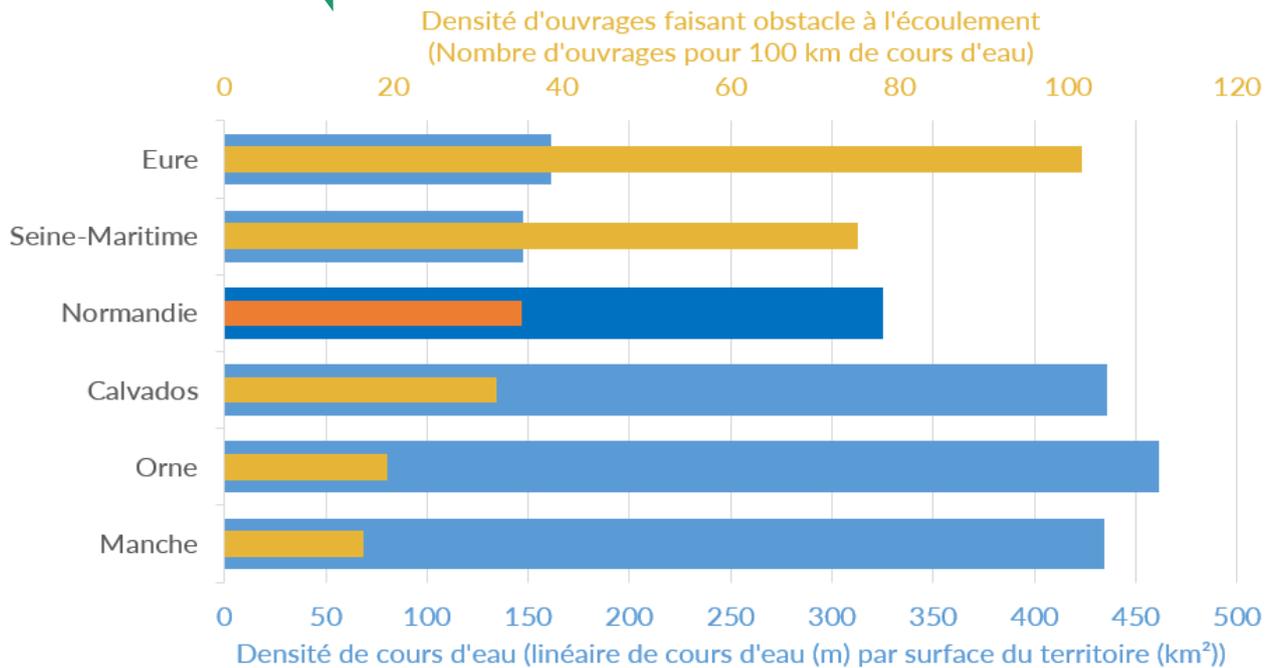
La densité représente l'effet barrière des ouvrages sur un cours d'eau, c'est-à-dire « dans le cas de la faune piscicole, l'altération des conditions de circulation longitudinale dans les deux sens, vers l'amont ou vers l'aval » [10]. La densité correspond au nombre total d'ouvrages sur un linéaire donné, rapporté à la longueur de ce linéaire.



En terme de longueur de cours d'eau, les densités supérieures à 40 obstacles pour 100 km de cours d'eau se trouvent majoritairement dans le Calvados (692 km de cours d'eau), dans l'Eure (663 km de cours d'eau) et dans l'Orne (493 km de cours d'eau).



DENSITÉ D'OUVRAGES FAISANT OBSTACLE À L'ÉCOULEMENT ET DENSITÉ DE COURS D'EAU PAR DÉPARTEMENT NORMAND



Sources : Ouvrages faisant obstacle à l'écoulement - OBS (extraction datant du 19/02/2021)
 Réalisation : Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable – ANBDD, 2021

On constate un grand écart entre la densité des obstacles à l'écoulement du Calvados, de l'Orne et de la Manche par rapport à celle de l'Eure et de la Seine Maritime.

Ceci s'explique d'une part par le grand nombre d'obstacles à l'écoulement répertoriés dans ces deux départements (988 obstacles dans l'Eure et 697 en Seine-Maritime contre 784 dans le Calvados, 548 dans l'Orne et 432 dans la Manche) et d'autre part par un plus faible linéaire de cours d'eau présent dans l'Eure et en Seine Maritime.

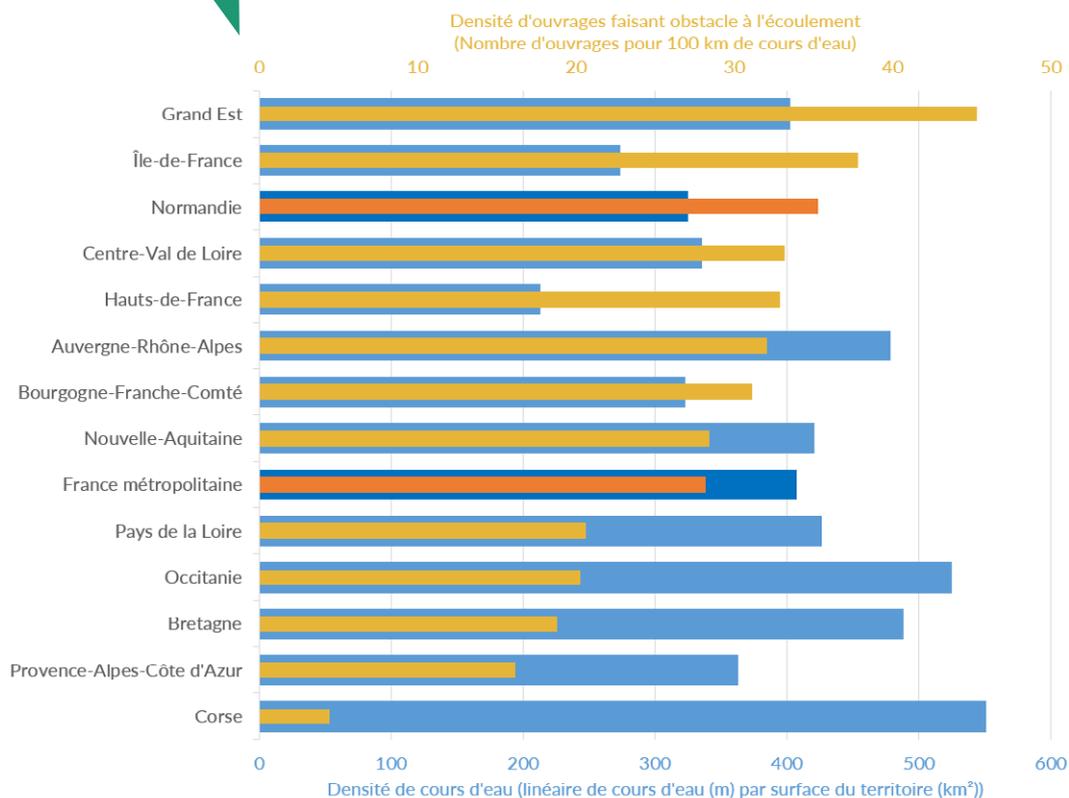
Le contexte hydrographique est également très différent entre ces deux groupes de départements, les cours d'eau d'ex Haute-Normandie ayant des rivières calcaires particulièrement propices à l'usage de la force hydraulique.



L'Orne à Mutrécy (Calvados). Photo : A. Dudouille.

DENSITÉ D'OUVRAGES FAISANT OBSTACLE À L'ÉCOULEMENT DES COURS D'EAU NORMANDS EN 2020

DENSITÉ D'OUVRAGES FAISANT OBSTACLE À L'ÉCOULEMENT ET DENSITÉ DE COURS D'EAU PAR RÉGION



Sources : Ouvrages faisant obstacle à l'écoulement - OBS (extraction datant du 19/02/2021) ; BD TOPAGE®
Réalisation : Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable - ANBDD, 2021

La Normandie est la 3^e région de France métropolitaine ayant le plus d'obstacles pour 100 km de rivière avec **35 obstacles pour 100 km de cours d'eau soit un obstacle tous les 3 km** contre un obstacle tous les 4 km en moyenne en France métropolitaine. **C'est donc une région métropolitaine ayant une des plus fortes densité d'obstacles par linéaire de cours d'eau.**

La Normandie est de plus la 4^e région ayant le moins de densité de cours d'eau (325 m de cours d'eau par km²), ce qui signifie que **la région est relativement peu dense en cours d'eau par rapport à la moyenne de France métropolitaine** (423 m de cours d'eau par km²). Ces moyennes masquent cependant une très forte hétérogénéité selon les territoires.



Les seuils constituent un obstacle pour la biodiversité et les sédiments. Photo : A. Dudouble.

TAUX D'ÉTAGEMENT EN NORMANDIE EN 2020

Les obstacles à l'écoulement transversaux comme les barrages et les seuils, en particulier s'ils sont hauts et/ou nombreux, peuvent, par effet cumulé, induire un changement radical des communautés biologiques animales et végétales ainsi que des processus écologiques : cycles du carbone et de l'azote, rendement épuratoire et relargage de toxiques, etc.[3].

Le nombre et la densité d'ouvrages faisant obstacle à l'écoulement ne sont pas toujours les indicateurs les plus appropriés ni les plus couramment utilisés pour définir les impacts sur les milieux et les espèces. Le **taux d'étagement** mesure l'« effet retenue », c'est-à-dire la rupture de l'écoulement naturel engendré par les obstacles [10] et traduit mieux la réalité en renseignant à la fois sur le niveau de fragmentation et d'artificialisation, sur l'altération morphologique des cours d'eau et sur la transparence migratoire.

Le taux d'étagement est le rapport entre la somme des hauteurs de chutes artificielles créées en étiage par les obstacles transversaux et le dénivelé naturel du cours d'eau. Il n'est pas calculé, car non pertinent, pour les cours d'eau de rang de Strahler 1 (cours d'eau allant de la source à sa première confluence) étant donné la forte variabilité de pente au sein d'un tronçon pour ce type de cours d'eau.

Le taux d'étagement traduit l'altération morphologique des cours d'eau imputable aux ouvrages transversaux (homogénéisation des faciès d'écoulement, blocage des sédiments, blocage de la dynamique latérale du lit).

Cet indicateur physique vise globalement la perte de fonctionnalité induite par les ruptures artificielles de continuité longitudinale sur les cours d'eau [6].

Le taux d'étagement aurait un impact sur l'état biologique des cours d'eau indiqué par les peuplements piscicoles, en particulier dans les secteurs amont et central des cours d'eau (zones à truite, omble et barbeau). **En d'autres termes, on observe que plus l'étagement est important, plus la qualité des peuplements piscicoles est dégradée** [1].

Un taux d'étagement proche de 100 % signifie que la quasi-totalité du linéaire de cours d'eau se caractérise par des habitats aquatiques typiques de « retenue d'eau ».

Inversement, un taux d'étagement proche de 0 % signifie que la quasi-totalité du linéaire se caractérise par des habitats aquatiques typiques de « cours d'eau » (en l'absence d'autres facteurs d'altération)[5].

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Seine-Normandie 2016-2021 a fixé à une fourchette de 20 à 40 % un taux d'étagement maximal acceptable (30 % pour les rivières à grands migrateurs concernées par le plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI)) tandis que le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Loire-Bretagne 2010-2015 propose un taux d'étagement maximal de 40 % au-delà duquel l'atteinte du bon état écologique serait fortement compromise.

Ces seuils de 40 % ou même 30 % peuvent cependant être encore très impactants pour la vie piscicole, notamment à cause de la perte d'habitat par remous d'ouvrage, qui modifie les caractéristiques physico-chimiques des habitats et entraîne une perte de biodiversité.

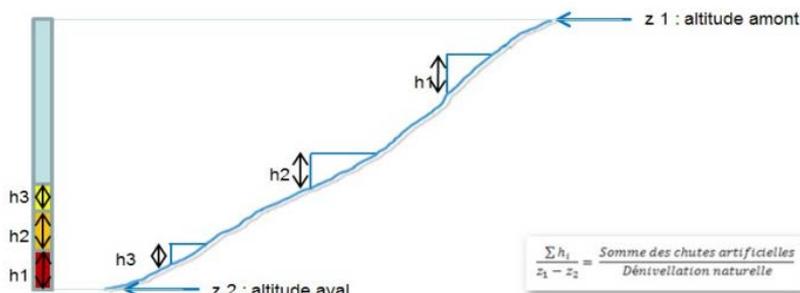
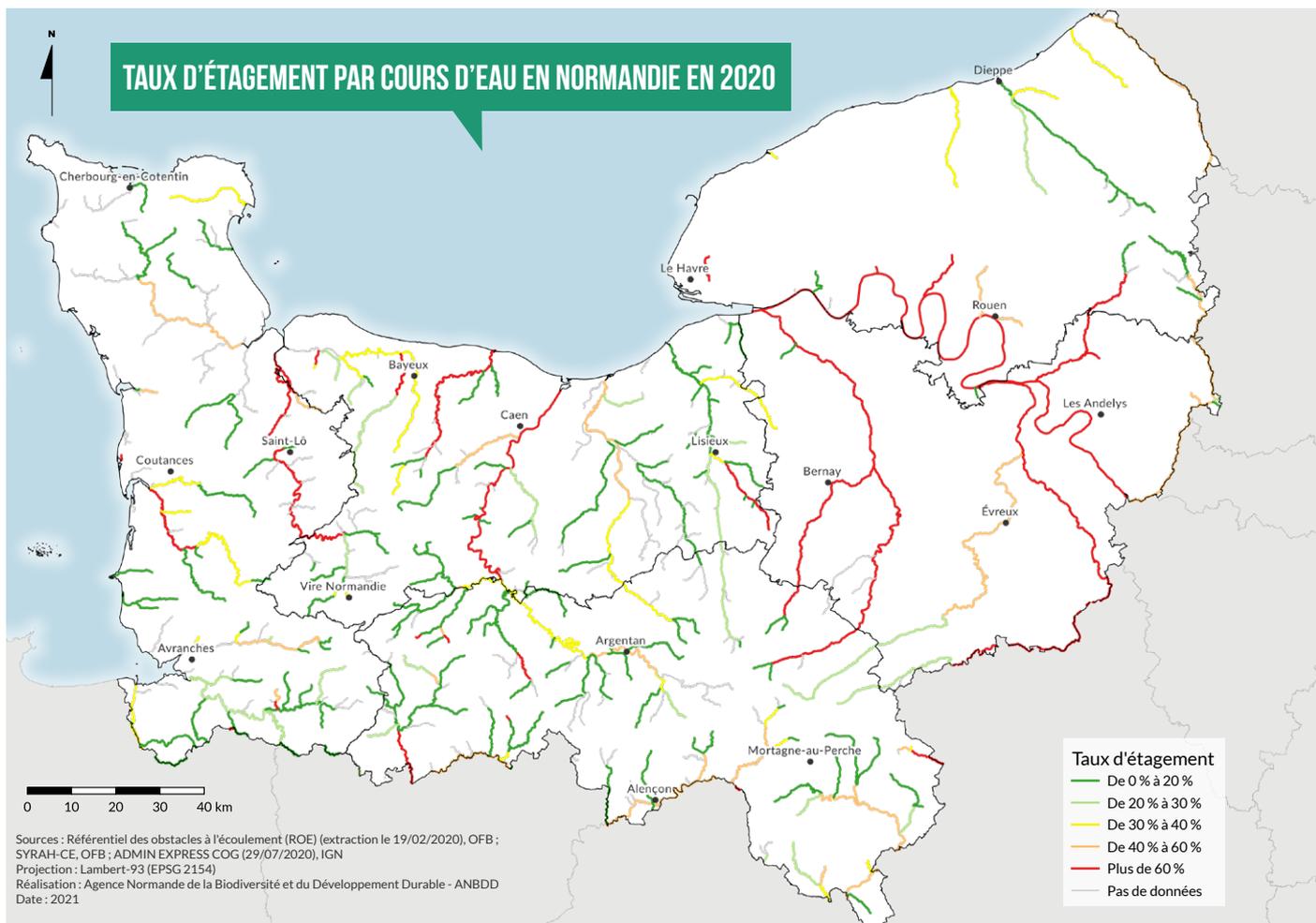


Schéma du taux d'étagement.

Source : Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Centre-Val de Loire Bassin Loire-Bretagne, Agence Française pour la biodiversité, Fiche d'aide à la lecture du SDAGE Loire-Bretagne : Utilisation des indicateurs de pression imputable aux ouvrages transversaux : taux d'étagement et taux de fractionnement, 16/06/2017



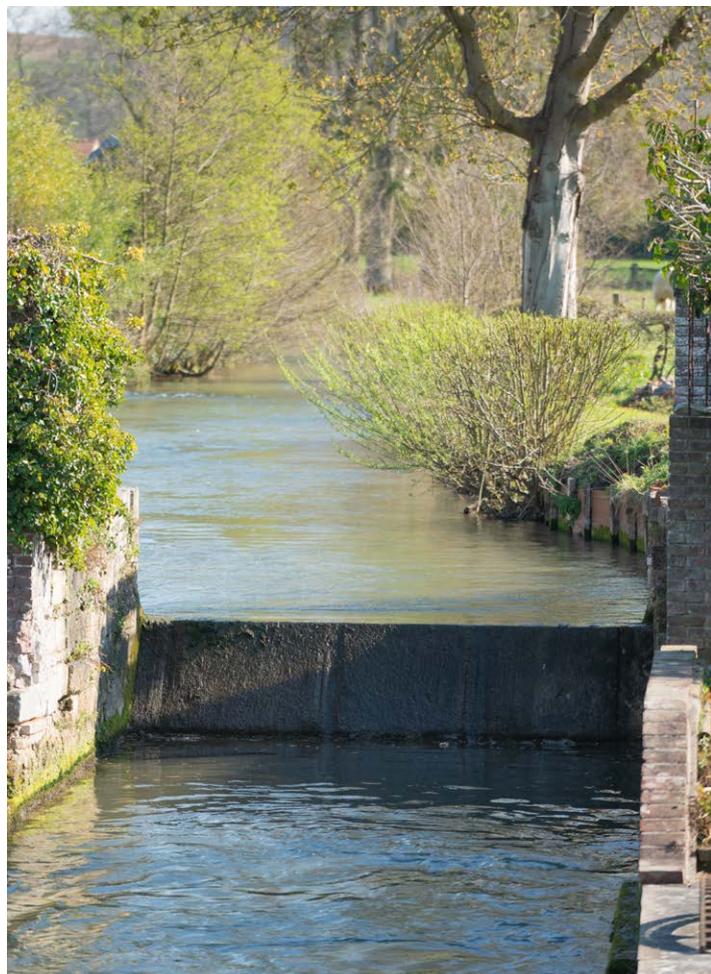
Un taux d'étagement de 0 % peut favoriser la biodiversité. Photo : A. Dudouble.



En terme de longueur de cours d'eau, les taux d'étagement supérieurs ou égaux à 30 % (taux d'étagement maximal défini par le SDAGE Seine-Normandie 2016-2021 pour les masses d'eau naturelles visées par le plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI)) se retrouvent majoritairement dans l'Eure (505 km de cours d'eau), dans le Calvados (399 km de cours d'eau) et dans l'Orne (351 km de cours d'eau).

Ces trois départements sont également ceux avec les plus mauvaises densités d'ouvrages faisant obstacle à l'écoulement. On remarque que la Seine, par exemple, qui n'a pas de fortes contraintes quand on regarde uniquement la densité d'obstacles, a, en revanche, de fortes contraintes lorsque l'on s'intéresse au taux d'étagement, à cause d'obstacles peu nombreux mais très impactants en terme de hauteur de chute du fait du faible dénivelé de la Seine en Normandie.

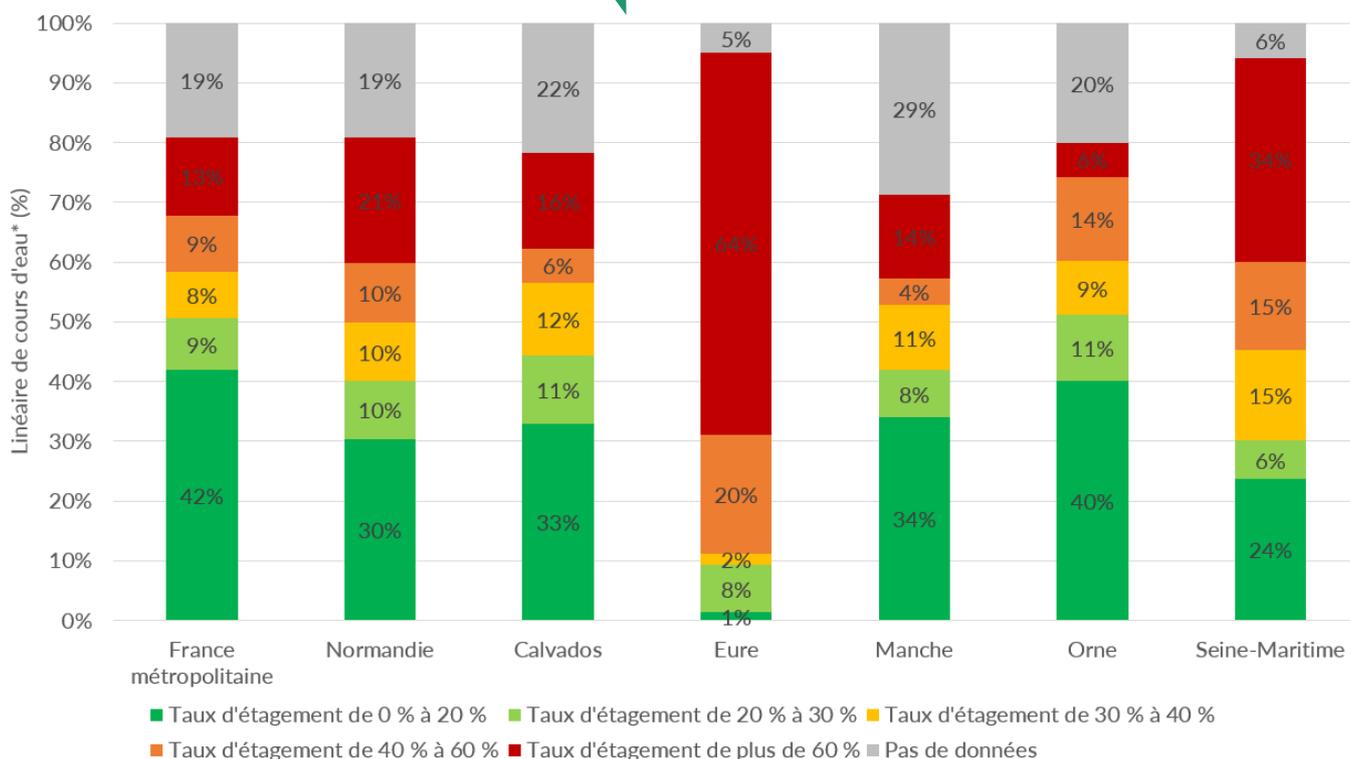
Pour les cours d'eau où il a pu être calculé*, le taux d'étagement moyen en Normandie est de 21 %, ce qui est bien au-dessus de la moyenne nationale (8 %). **Cela place la Normandie à la 5^e place des régions métropolitaines ayant le plus fort taux d'étagement régional.**



Seuil de déversoir en rivière. Photo : A. Dudouble.

*Cours d'eau de la base de données SYRAH-CE agrégés par rang de Strahler, auxquels on a enlevé les cours d'eau de rang 1 (cours d'eau allant de la source à sa première confluence) et ceux où le calcul du taux d'étagement n'a pas été possible

TAUX D'ÉTAGEMENT PAR DÉPARTEMENT NORMAND EN 2020



*Cours d'eau de la base de données SYRAH-CE agrégés par rang de Strahler, auxquels on a enlevé les cours d'eau de rang 1 (cours d'eau allant de la source à sa première confluence)

Sources : Référentiel des obstacles à l'écoulement (ROE) (extraction le 19/02/2020), OFB ; SYRAH-CE, OFB

Réalisation : Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable – ANBDD, 2021

Le taux d'étagement est calculé pour 81 % du linéaire des cours d'eau de Normandie*, le calcul étant impossible sur les cours d'eau sans obstacles recensés et sur les cours d'eau de dénivelé nul. **41 % du linéaire de cours d'eau normand utilisé pour ce calcul* a un taux d'étagement supérieur à 30 %**, contre seulement 30 % en France métropolitaine.

L'Orne est le département normand ayant le pourcentage de taux d'étagement inférieur à 30 % le plus important (51 % du linéaire de cours d'eau de l'Orne). C'est le seul département normand se plaçant au niveau de la moyenne métropolitaine. À l'inverse, l'Eure est le département normand ayant le pourcentage de taux d'étagement supérieur à 30 % le plus élevé (86 % du linéaire de cours d'eau de l'Eure) traduisant par-là de fortes contraintes sur les cours d'eau de ce département, avec pour conséquences des effets néfastes pour la vie aquatique.



Des seuils élevés génèrent des remous causant la perte d'habitats. Photo : A. Dudouble.

* Cours d'eau de la base de données SYRAH-CE agrégés par rang de Strahler, auxquels on a enlevé les cours d'eau de rang 1 (cours d'eau allant de la source à sa première confluence)

TAUX DE FRACTIONNEMENT EN NORMANDIE EN 2020

Comme la densité d'ouvrages, le taux de fractionnement représente l'« effet barrière » et est donc proportionnel au nombre d'ouvrages présents [10].

Le taux de fractionnement est le rapport entre le cumul de la hauteur de chute artificielle et la longueur du cours d'eau.

Il vient compléter l'information du taux d'étagement pour décrire plus spécifiquement la pression des obstacles sur la continuité longitudinale du cours d'eau. C'est un indicateur physique de continuité [7], essentiellement biologique. En d'autres termes, le taux de fractionnement correspond à la densité d'obstacles pondérée par leur hauteur de chute sur tout ou partie du cours d'eau.

En termes d'impacts biologiques, le taux de fractionnement est une expression linéaire de l'effet barrière des ouvrages.

Contrairement au taux d'étagement, il est particulièrement impactant dans les cours d'eau de tête de bassin où la dynamique physique se restaure rapidement du fait de l'énergie, et dans les cours d'eau de très faible pente pour lesquels les ajustements physiques sont naturellement extrêmement réduits par manque de puissance [3].

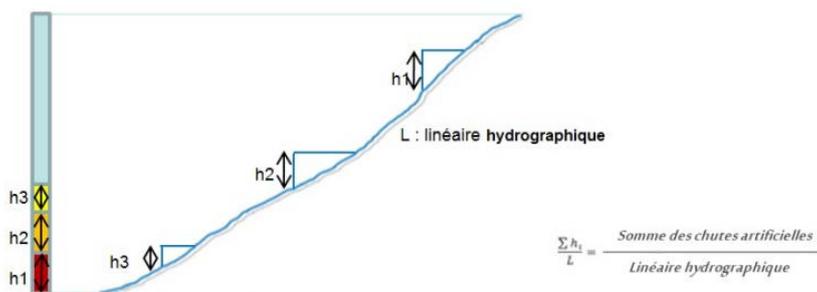
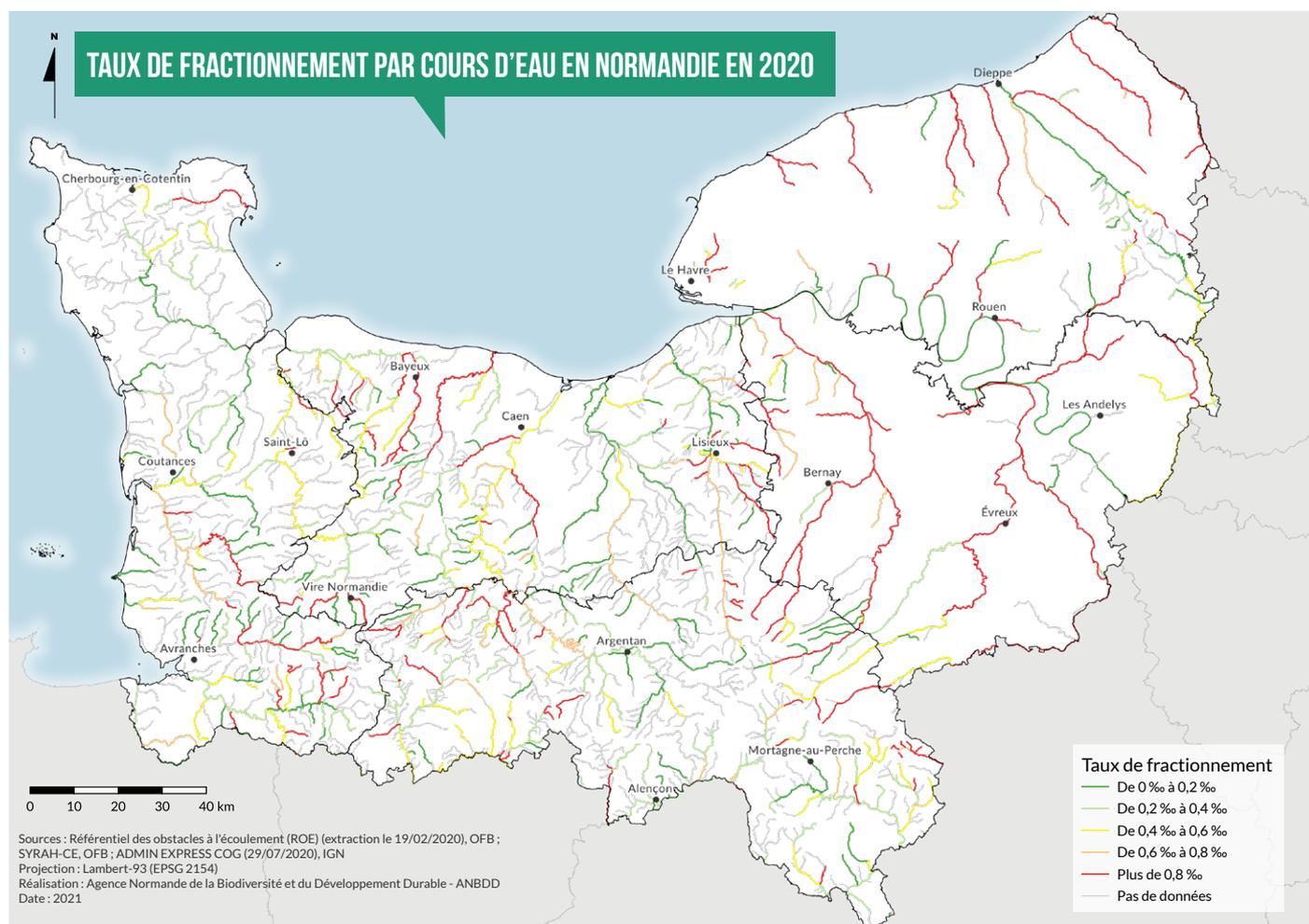


Schéma du taux de fractionnement.

Source : Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Centre-Val de Loire Bassin Loire-Bretagne, Agence Française pour la biodiversité, Fiche d'aide à la lecture du SDAGE Loire-Bretagne : Utilisation des indicateurs de pression imputable aux ouvrages transversaux : taux d'étagement et taux de fractionnement, 16/06/2017



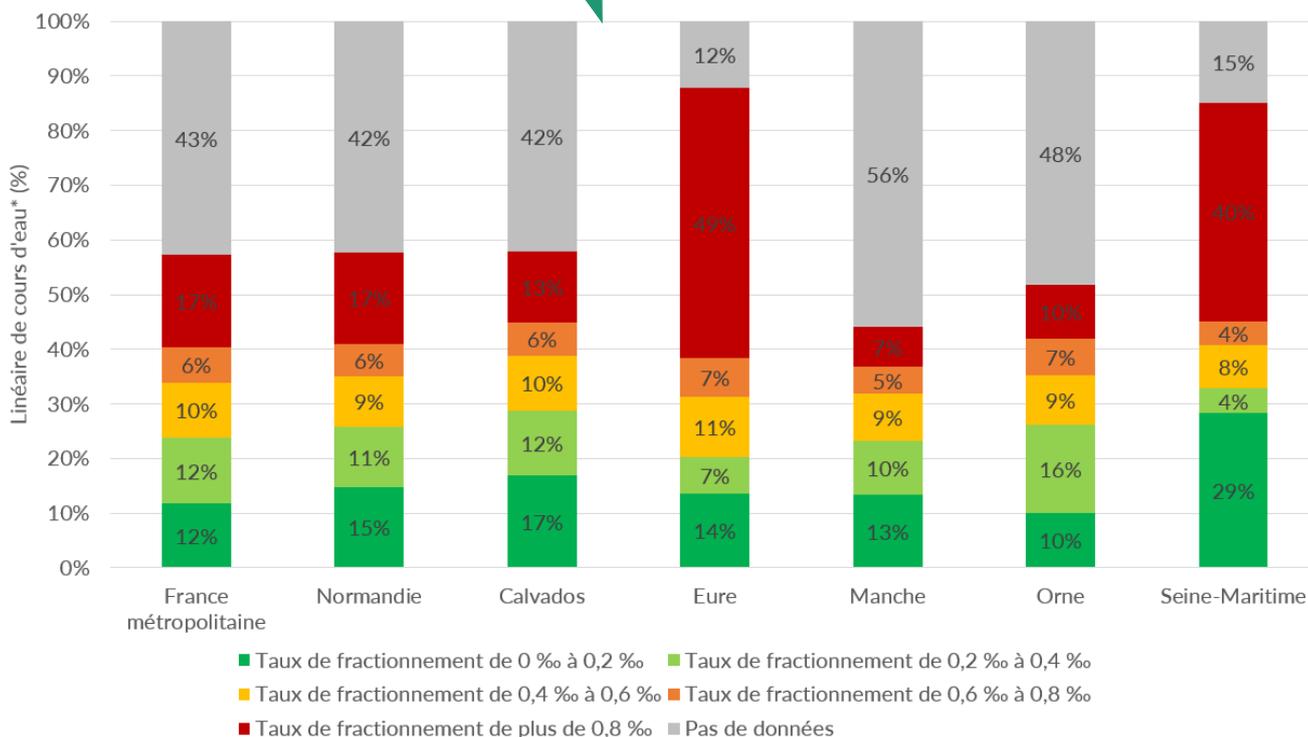
Globalement, le taux de fractionnement laisse voir des contraintes fortes sur les mêmes cours d'eau que le taux d'étagement, mis à part la Seine où les pressions sont plus mises en valeur par le taux d'étagement (dénivelé) plutôt que par le taux de fractionnement (linéaire de cours d'eau).

En terme de longueur de cours d'eau, les taux de fractionnement supérieurs à 0,6 % se retrouvent majoritairement dans l'Eure (550 km de cours d'eau), dans l'Orne (466 km de cours d'eau) et dans le Calvados (465 km de cours d'eau).

Pour les cours d'eau où il a pu être calculé*, **le taux de fractionnement moyen en Normandie est de 0,6 %, ce qui est en-dessous de la moyenne nationale (0,8 %).** Cela place la Normandie comme la 6^e région ayant le taux de fractionnement le plus faible de France métropolitaine.

*Cours d'eau de la base de données SYRAH-CE agrégés par rang de Strahler, auxquels on a enlevé les cours d'eau où le calcul du taux de fractionnement n'a pas été possible.

TAUX DE FRACTIONNEMENT PAR DÉPARTEMENT NORMAND EN 2020



* Cours d'eau de la base de données SYRAH-CE agrégés par rang de Strahler

Sources : Référentiel des obstacles à l'écoulement (ROE) (extraction le 19/02/2020), OFB ; SYRAH-CE, OFB

Réalisation : Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable - ANBDD, 2021

Le taux de fractionnement n'est calculé que pour 57 % du linéaire des cours d'eau de Normandie*, le calcul étant impossible sur les cours d'eau sans obstacles recensés pour le calcul de ce taux. **23 % du linéaire de cours d'eau normand utilisé pour ce calcul* a un taux de fractionnement supérieur à 0,6 ‰**, plaçant la Normandie au même niveau que la France métropolitaine.

L'Eure et la Seine-Maritime sont les départements où il y a le plus de données en pourcentage du linéaire de cours d'eau, mais sont aussi les départements avec le plus haut pourcentage de taux de fractionnement supérieur à 0,6 ‰ (respectivement 56 % et 44 % de leur linéaire de cours d'eau), traduisant par-là de fortes contraintes sur la continuité longitudinale des cours d'eau de ces départements.

* Cours d'eau de la base de données SYRAH-CE agrégés par rang de Strahler



Seuils successifs sur la Saône à Gueures (Seine-Maritime). Photo : A. Dudouble.

EXEMPLE DE PROJET DE RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE : RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE SUR L'ORNE

Depuis le lancement en 2010 du plan d'action national pour la restauration de la continuité écologique, de nombreuses opérations ont été engagées sur l'Orne.

Ce fleuve côtier Normand est fréquenté par les espèces migratrices amphihalines, tels le **Saumon atlantique**, la **Truite de mer**, la **Lamproie marine**, l'**Anguille européenne** et la **Grande Alose**.

La dernière opération de grande envergure se situe en plein cœur de la Suisse Normande à proximité du bourg de Thury-Harcourt (commune nouvelle du Hom, dans le Calvados). La microcentrale hydroélectrique du Hom a cessé de produire en 2012 mais les impacts induits par le seuil implanté en travers de l'Orne ont perduré. Cet ouvrage constituait en effet une barrière à la remontée des poissons migrateurs et perturbait le transit des sédiments essentiels au bon fonctionnement écologique du fleuve.

Face à ce constat, la Fédération du Calvados pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique s'est portée maître d'ouvrage des travaux d'effacement du seuil, et la commune du Hom a fait l'acquisition du site.

Grâce à ce partenariat exemplaire, les travaux ont pu débuter à l'été 2020. En plus de l'effacement du barrage, des travaux importants ont dû être réalisés au niveau de la confluence entre l'Orne et son affluent le Vingt-Bec, cours d'eau reconnu pour sa qualité et la remontée de nombreuses truites de mer en période de migration. Suite à l'abaissement du niveau de l'eau, conséquence de l'effacement du seuil du Hom, le pont communal enjambant le Vingt-Bec s'est retrouvé « perché », formant ainsi un obstacle infranchissable pour les espèces migratrices. Le pont a en conséquence été remplacé par un nouvel ouvrage bien dimensionné.



L'agence d'eau Seine-Normandie a accompagné techniquement et financièrement ce projet de la phase étude jusqu'aux travaux. L'ensemble de l'opération, y compris l'acquisition du site, a été financé par l'agence de l'eau pour un montant total d'aide de 960 000 €.

Illustration du projet après réalisation - Photomontage



ETAT ACTUEL



ETAT PROJET

Photo montage : BET BIOTEC (2019)

Crédits de rédaction pour cet article (10/11/2020) : Agence de l'Eau Seine-Normandie
[Restauration de la continuité écologique sur l'Orne](#)

RÉGLEMENTATION

Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) des bassins Seine-Normandie et Loire-Bretagne : visent à assurer le rétablissement de la continuité écologique au sein des bassins hydrographiques pour atteindre les objectifs environnementaux des masses d'eau.

Articles R436-45 et R436-46 du Code de l'environnement : mise en place d'un plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI) qui fournit le cadre juridique aux mesures nécessaires à la pérennité des espèces migratrices et à leur exploitation à travers un encadrement de la pêche dans les différents départements du bassin et des prescriptions particulières concernant la protection et la restauration des habitats, le rétablissement de la libre circulation, le suivi des populations et la communication, pendant une durée de 5 ans.

Loi de modernisation de l'action publique territoriale et l'affirmation des métropoles (MAPTAM) du 27 janvier 2014 : attribue au bloc communal une compétence exclusive et obligatoire relative à la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI).

Arrêté du 25 janvier 2010 modifié par l'arrêté du 7 août 2015 : établit le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement.

Circulaire du 25 janvier 2010 : relative à la mise en œuvre par l'État et ses établissements publics d'un plan d'actions pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau.

Loi Grenelle I, ou loi du 3 août 2009 de programmation à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement : enjoint, dans son article 29, de préserver et de remettre en bon état les continuités écologiques des milieux nécessaires à la réalisation de l'objectif d'atteindre ou de conserver, d'ici à 2027 au plus tard, le bon état écologique ou le bon potentiel pour les masses d'eau superficielles. En Normandie, 225 ouvrages sont prioritaires « Grenelle ».

Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006 (article 6) : création de l'article L214-17 du Code de l'environnement, qui adjoint d'établir deux listes de cours d'eau, pour lesquels :

- Cours d'eau classés en liste 1 : aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.
- Cours d'eau classés en liste 2 : nécessité d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

Directive Cadre sur l'eau (DCE) du 23 octobre 2000 : objectif de bon état des eaux superficielles en 2015, avec des reports de délai prévus jusqu'en 2027.

DÉFINITIONS*

Barrage : un barrage est un ouvrage qui barre plus que le lit mineur d'un cours d'eau permanent ou intermittent ou un thalweg. On peut aussi dire qu'il barre un bassin versant. Mais un barrage peut être en dehors d'un cours d'eau. La retenue qu'il constitue à son amont est alimentée entre autres par les eaux du bassin versant, par gravité. Le corps d'un barrage peut être construit en remblai, en maçonnerie, en béton, en bois, en métal, etc. Par abus de langage, les barrages en terre sont quelquefois appelés digues. Chaque barrage est identifié par un code national unique. Un barrage est composé de différents organes.

Digue : la digue est un ouvrage continu longitudinal par rapport au sens de l'écoulement de l'eau, généralement de grande longueur, surélevé par rapport au terrain naturel et destiné à s'opposer au passage de l'eau ou à la canaliser. Chaque digue est divisée en tronçons relativement homogènes.

Épis en rivière : un épi est un ouvrage hydraulique rigide construit au bord de l'océan ou sur une berge de rivière pour freiner les courants d'eau et limiter les mouvements de sédiments.

Grille de pisciculture : grille en amont et en aval des cours d'eau abritant des zones de pisciculture. Ces grilles permettent de délimiter la zone de pisciculture, empêchant la libre circulation des poissons entre l'exploitation et le cours d'eau d'implantation.

Obstacle à l'écoulement : un obstacle à l'écoulement est un ouvrage lié à l'eau qui est à l'origine d'une modification de l'écoulement des eaux de surface (dans les talwegs, lits mineurs et majeurs de cours d'eau et zones de submersion marine). Seuls les obstacles artificiels (provenant de l'activité humaine) sont pris en compte.

Obstacle induit par un pont : ouvrage permettant de franchir une dépression topographique ou toute entité qui entrave le passage (cours d'eau, mer, voie de communication, etc.).

Seuil en rivière : un seuil en rivière est un ouvrage, fixe ou mobile, qui barre tout ou partie du lit mineur contrairement au barrage qui, lui, barre plus que le lit mineur. La présence d'un seuil crée une surélévation de la ligne d'eau en amont du seuil, une section de contrôle hydraulique au niveau du seuil, pouvant conduire à la création d'un petit plan d'eau à l'amont de l'ouvrage, suivi d'une zone de rapides sur le parement aval. Un seuil peut être un ouvrage artificiel en béton, en maçonnerie, en gabions, en enrochements, en bois, en métal, etc. Il permet dans certains cas d'alimenter un canal de dérivation, d'exploiter la force motrice de l'eau, de prélever de l'eau dans de meilleures conditions, grâce à la surélévation de la ligne d'eau en amont du seuil.

NB : Par abus de langage, les ouvrages communément dénommés « barrages au fil de l'eau » et « barrages à aiguilles » sont à considérer comme des seuils et non pas comme des barrages.

Les seuils en rivière recensés dans le Référentiel des Obstacles à l'écoulement sont uniquement ceux d'origine anthropique. Un seuil peut être composé d'un dispositif d'auscultation permettant de mesurer le débit d'un cours d'eau.

* définitions majoritairement issues du dictionnaire de données de description des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement et du référentiel nomenclature du Sandre.

CONTEXTE DANS LEQUEL S'INSCRIT L'INDICATEUR

Thème	III – Comment évoluent les pressions que notre société fait peser sur la biodiversité ?
Sous-thème	1/ Comment évolue la dégradation des habitats naturels et semi-naturels ?
Nature de l'indicateur	Pression
Indices	<ul style="list-style-type: none"> • État et type des obstacles à l'écoulement en Normandie en 2020 • Densité d'ouvrages faisant obstacle à l'écoulement en Normandie en 2020 • Densité d'ouvrages faisant obstacle à l'écoulement des cours d'eau par région en 2020 • Taux d'étagement en Normandie en 2020 • Taux de fractionnement en Normandie en 2020
Origine	SNB 2004-2010 : Fragmentation des cours d'eau et milieux humides
Indicateur national correspondant	Fragmentation des cours d'eau https://naturefrance.fr/indicateurs/fragmentation-des-cours-deau
Échelle de restitution	Région/départements
Production indicateur	Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable - ANBDD

DONNÉES UTILISÉES

Donnée n°1 : Ouvrages faisant obstacle à l'écoulement – OBS

Niveau d'accessibilité de la donnée	Publique
Source	Office Français de la Biodiversité - OFB
Description	Ce référentiel recense les obstacles à l'écoulement en France métropolitaine en leur associant des informations restreintes (code national unique, localisation, typologie) mais communes à l'ensemble des acteurs de l'eau et de l'aménagement du territoire.
Format	SIG (shapefile)
Étendue temporelle	19/02/2021
Généalogie (méthode d'acquisition)	Les données proviennent de l'application Géobs (Géoréférenceur des observations) pilotée par l'OFB et sont mises à jour quotidiennement.
Emprise	France métropolitaine, Réunion, Martinique
Résolution spatiale (cas SIG)	1/50 000 ^e
Fréquence d'actualisation de la donnée	Ponctuelle

DONNÉES UTILISÉES

Donnée n°2 : SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau (SYRAH-CE)

Niveau d'accessibilité de la donnée	Publique
Sources	Ministère en charge de l'Écologie Agences de l'Eau Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - INRAE (ex IRSTEA) Office Français de la Biodiversité - OFB (ex ONEMA)
Description	<p>SYRAH-CE (SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau) est un système d'aide à la décision dont le développement méthodologique a été initié en 2006 par le Ministère en charge de l'Écologie et les Agences de l'Eau, mené alors techniquement par l'Irstea puis par le Pôle Irstea/Onema de Lyon à la création de l'Onema.</p> <p>Dans le cadre de l'actualisation des états des lieux 2013 pour les cours d'eau, la démarche SYRAH -CE a été positionnée comme socle commun national pour l'évaluation harmonisée des pressions hydromorphologiques et des risques d'altération des cours d'eau qui en découlent. Elle répond en cela à la recommandation 5 sur le suivi de la morphologie des cours d'eau du rapport de l'Inspection Générale de l'Environnement de 2006 « évaluation des états des lieux des bassins métropolitains, 1^{ère} phase de la mise en œuvre de la DCE ».</p> <p>Le système comprend 2 types de données :</p> <p>(1) une composante géographique et cartographique permettant l'évaluation des pressions s'exerçant sur les cours d'eau et réalisée à partir de données disponibles à l'échelle nationale</p> <p>(2) une composante statistique et probabiliste permettant l'évaluation des risques d'altération hydromorphologique à partir des pressions</p>
Format	SIG (shapefile), tableur
Étendue temporelle	2013 (données ponctuelles), décennies (rang de Strahler et tracé des cours d'eau)
Généalogie (méthode d'acquisition)	SYRAH-CE (SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau) est un système d'aide à la décision dont le développement méthodologique a été initié en 2006 par le Ministère en charge de l'Écologie et les Agences de l'Eau, mené alors techniquement par l'Irstea puis par le Pôle Irstea/Onema de Lyon à la création de l'Onema.
Emprise	France métropolitaine
Résolution spatiale (cas SIG)	Résolution métrique
Fréquence d'actualisation de la donnée	Tous les six ans

DONNÉES UTILISÉES

Donnée n°3 : Hydroécotémoins de niveau 1 (HER-1)

Niveau d'accessibilité de la donnée	Publique
Sources	Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - INRAE (ex IRSTEA) - Gpt de Lyon - Laboratoire d'hydroécologie quantitative
Description	<p>Entité spatiale homogène du point de vue des déterminants physiques qui contrôlent l'organisation et le fonctionnement global des écosystèmes aquatiques.</p> <p>À l'échelle du bassin, les déterminants primaires universellement reconnus du fonctionnement écologique des cours d'eau sont la géologie, le relief et le climat.</p> <p>Ce concept s'inspire des théories de contrôle hiérarchique des hydrosystèmes, et repose particulièrement sur l'emboîtement des échelles physiques, du bassin jusqu'au micro-habitat. L'IRSTEA (ex CEMAGREF) a défini les Hydroécotémoins pour la France métropolitaine. Il a développé le cadre conceptuel de la régionalisation par « Hydroécotémoins » et les aspects généraux de la méthode, l'objectif étant de définir et caractériser les Hydroécotémoins pour la France métropolitaine.</p> <p>On distingue deux niveaux pour les hydroécotémoins (HER) : le niveau 1 et le niveau 2.</p> <p>Au total, 22 Hydroécotémoins de niveau 1 (HER-1) ont été identifiés sur des critères combinant la géologie, le relief et le climat, considérés de manière universelle comme les déterminants primaires du fonctionnement des écosystèmes d'eaux courantes à l'échelle du 1/1 000 000^e.</p>
Format	SIG (shapefile)
Étendue temporelle	/
Généalogie (méthode d'acquisition)	Données produites par l'INRAE (ex Cemagref) Lyon dans le cadre de l'appui à la mise en place de la DCE
Emprise	France métropolitaine
Résolution spatiale (cas SIG)	1/1 000 000 ^e
Fréquence d'actualisation de la donnée	/

DONNÉES UTILISÉES

Donnée n°4 : Cours d'eau classés en liste 2 au titre de l'article L.214-17 dans les bassins Seine-Normandie et Loire-Bretagne

Niveau d'accessibilité de la donnée	Publique
Sources	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports - DRIEAT Île-de-France Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement - DREAL Centre-Val de Loire
Description	<p>La première loi imposant des obligations pour la libre circulation des poissons migrateurs date de 1865. Aujourd'hui, le dispositif réglementaire pour la restauration de la continuité écologique est basé sur deux listes de cours d'eau, définies par l'article L.214-17 du Code de l'environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la liste 1, qui vise la non-dégradation de la continuité écologique, par l'interdiction de création de nouveaux obstacles à la continuité ; • la liste 2, qui vise la restauration de la continuité écologique, par l'obligation de restaurer la circulation des poissons migrateurs et le transport suffisant des sédiments, dans un délai de 5 ans après l'arrêté de classement. Ce délai peut faire l'objet d'une prolongation, sous certaines conditions. <p>Les arrêtés de classement des cours d'eau en liste 1 et en liste 2 au titre de l'article L.214-17 du Code de l'environnement ont été signés le 4 décembre 2012 par le Préfet coordonnateur de bassin Seine-Normandie et publiés au journal officiel le 18 décembre 2012.</p> <p>Dans le bassin Loire-Bretagne, les arrêtés définissant les cours d'eau classés en liste 1 et 2 ont été pris, après des concertations départementales, le 10 juillet 2012, et publiés au journal officiel le 22 juillet 2012. La procédure de classement prévoyait aussi une étude de l'impact sur les usages.</p>
Format	SIG (shapefile)
Étendue temporelle	À partir de 2012
Généalogie (méthode d'acquisition)	Expertise locale des comités de bassins
Emprise	Bassin Seine-Normandie, Bassin Loire-Bretagne
Résolution spatiale (cas SIG)	Résolution métrique
Fréquence d'actualisation de la donnée	/

DONNÉES UTILISÉES

Donnée n°5 : ADMIN EXPRESS

Niveau d'accessibilité de la donnée	Publique
Sources	Institut national de l'information géographique - IGN
Description	<p>Le produit ADMIN EXPRESS décrit l'ensemble des informations présentes dans la base de données interne de l'IGN sur le territoire métropolitain et les départements d'outre-mer à la date d'extraction des données.</p> <p>Le produit ADMIN EXPRESS décrit le découpage administratif du territoire métropolitain et ultra-marin. Sa géométrie est celle de la BD CARTO®. Il permet d'effectuer des croisements avec d'autres sources de données dans le but de construire des représentations thématiques du territoire selon une granularité administrative.</p>
Format	SIG (shapefile)
Étendue temporelle	29/07/2020
Généalogie (méthode d'acquisition)	Dérivé de la Base de Données Cartographiques (BD CARTO®) pour sa partie géométrique, et de la Base de Données Administratives pour sa partie descriptive.
Emprise	France métropolitaine
Résolution spatiale (cas SIG)	50 mètres
Fréquence d'actualisation de la donnée	Périodique

• État et type des obstacles à l'écoulement en Normandie en 2020

Cartographie des obstacles à l'écoulement par état d'ouvrage (obstacles dont le statut est validé uniquement) et diagramme des obstacles à l'écoulement par type d'ouvrage (obstacles dont le statut est validé et soit existants, soit détruits partiellement, soit en construction) d'après le référentiel des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement (OBS).

Prétraitement et sélection des données pour les indicateurs suivants :

- 1) Agrégation des tronçons SYRAH par rang de Strahler
- 2) Sélection des ouvrages du référentiel des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement :
 - Statut validé.
 - Hauteur de chute strictement supérieure à 0 (la hauteur de chute des ouvrages pour lesquels elle n'est pas renseignée sera estimée par une moyenne par hydroécorage de niveau 1 (HER-1)).
 - L'ouvrage doit avoir une donnée de hauteur de chute ou bien une donnée à la fois sur le type d'ouvrage et sur l'état de l'ouvrage, afin de pouvoir calculer une moyenne de hauteur de chute en fonction du type d'ouvrage et en s'assurant que l'ouvrage en question n'est ni détruit entièrement ni en projet.
 - Si l'ouvrage est une digue, sa hauteur de chute doit être renseignée et strictement supérieure à 0.
 - On ne retient ni les grilles de pisciculture, ni les épis en rivière.
 - État existant, détruit partiellement ou en construction.
- 3) Estimation de la hauteur de chute des ouvrages quand elle n'est pas renseignée à partir des valeurs de hauteur de chute des ouvrages où elle est renseignée, par type d'ouvrage (barrage, seuil en rivière ou obstacle induit par un pont) et par hydroécorage de niveau 1 (HER-1).

Méthode de calcul

• Densité d'ouvrages faisant obstacle à l'écoulement en Normandie en 2020

Cartographie :

- 1) Calcul du nombre d'obstacles à l'écoulement par cours d'eau en croisant la couche de répartition des obstacles à l'écoulement (filtrée selon les critères décrits plus haut) et la couche des tronçons SYRAH (avec les rangs de Strahler 1 et à laquelle on a ajouté un tampon de 70m).
- 2) Calcul du linéaire des cours d'eau SYRAH.
- 3) Calcul de la densité d'obstacles par cours d'eau en faisant le rapport entre les résultats des 2 calculs précédents.
- 4) Cartographie de la densité d'obstacles.

Histogrammes :

Reprise des étapes 1 à 3 utilisées pour la cartographie mais par département (ainsi que pour la Normandie et la France métropolitaine) plutôt que par cours d'eau, puis réalisation de l'histogramme à partir de ces données.

• Densité d'ouvrages faisant obstacle à l'écoulement des cours d'eau par région en 2020

- 1) Calcul du nombre d'obstacles par région en croisant la couche de répartition des obstacles à l'écoulement (filtrée selon les critères décrits plus haut) et la couche REGION d'ADMIN EXPRESS.
- 2) Calcul du linéaire de cours d'eau SYRAH par région.
- 3) Calcul des densités d'obstacles pour 100 km de linéaire de cours d'eau pour chaque région en faisant le rapport entre les résultats des 2 calculs précédents.
- 4) Calcul du linéaire de cours d'eau rapporté à la surface régionale.
- 5) Réalisation de l'histogramme comportant, pour chaque région et pour la France métropolitaine, le nombre d'obstacles pour 100 km de rivière et la densité de cours d'eau.

MÉTHODOLOGIE DE CRÉATION DE L'INDICATEUR

Méthode de calcul	<ul style="list-style-type: none"> ● Taux d'étagement en Normandie en 2020 <p>Cartographie :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Calcul de la somme de hauteur de chute des obstacles à l'écoulement par cours d'eau en croisant la couche de répartition des obstacles à l'écoulement (filtrée selon les critères décrits plus haut) et la couche des tronçons SYRAH (sans les rangs de Strahler 1 et à laquelle on a ajouté un tampon de 70m). 2) Calcul du dénivelé des cours d'eau SYRAH agrégés par rang de Strahler. 3) Calcul du taux d'étagement par cours d'eau en faisant le rapport entre les résultats des 2 calculs précédents. 4) Cartographie du taux d'étagement. <p>Graphique :</p> <p>À partir des données utilisées pour la cartographie correspondante, découpage des cours d'eau par département normand (ainsi que par la Normandie et par la France métropolitaine) et calcul du linéaire de cours d'eau selon les différentes classes de taux d'étagement par territoire.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Taux de fractionnement en Normandie en 2020 <p>Cartographie :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Calcul de la somme de hauteur de chute des obstacles à l'écoulement par cours d'eau en croisant la couche de répartition des obstacles à l'écoulement (filtrée selon les critères décrits plus haut) et la couche des tronçons SYRAH (avec les rangs de Strahler 1 et à laquelle on a ajouté un tampon de 70m). 2) Calcul du linéaire des cours d'eau SYRAH. 3) Calcul du taux de fractionnement par cours d'eau en faisant le rapport entre les résultats des 2 calculs précédents. 4) Cartographie du taux de fractionnement. <p>Graphique :</p> <p>À partir des données utilisées pour la cartographie correspondante, découpage des cours d'eau par département normand (ainsi que par la Normandie et par la France métropolitaine) et calcul du linéaire de cours d'eau selon les différentes classes de taux de fractionnement par territoire.</p>
-------------------	--

Date de création	05/2013
Date de diffusion	2021
Référent (s) technique/scientifique	Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB) Office Français de la Biodiversité (OFB) Région Normandie SEINORMIGR
Fréquence d'actualisation de l'indicateur	2013, 2020, puis tous les cinq ans

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Centre-Val de Loire Bassin Loire-Bretagne, Agence Française pour la biodiversité, 16/06/2017, *Fiche d'aide à la lecture du SDAGE Loire-Bretagne : Utilisation des indicateurs de pression imputable aux ouvrages transversaux : taux d'étagement et taux de fractionnement*
http://www.centre-val-de-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/sdage_fiche7_1c2_1d4_etagement_fractionnement.pdf
- [2] Alterre Bourgogne-Franche-Comté, décembre 2019, *Fragmentation des cours d'eau*,
<https://www.alterrebουργognefranchecomte.org/f/mediatheque/11534/fragmentation-des-cours-d-eau/>
- [3] Comité de bassin Loire-Bretagne, 20/12/2019, *État des lieux du bassin Loire-Bretagne établi en application de la directive cadre sur l'eau*
<https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home/projet-de-sdage-preparer-la-re-1/les-documents-du-sdage-2022-2027/etat-des-lieux-2019.html>
- [4] Comité de bassin Loire-Bretagne, 18/11/2009, *Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) du bassin Loire-Bretagne 2010-2015*
https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/files/live/sites/sdage-sage/files/Planification-gestion%20des%20eaux/Sdage/PUBLI_Sdage-LB2010-2015.pdf
- [5] Comité de bassin Loire-Bretagne, 18/11/2015, *Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021*
<https://donnees-documents.eau-loire-bretagne.fr/home/documents/sdage-sage/sdage-2016-2021.html>
- [6] Comité de bassin Seine-Normandie, 04/12/2019, *État des lieux 2019 du bassin de la Seine et des cours d'eaux côtiers normands*
<http://www.eau-seine-normandie.fr/domaines-d-action/sdage/etat-des-lieux>
- [7] Comité de bassin Seine-Normandie, 05/11/2015, *Le SDAGE 2016-2021 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2015*
<http://www.eau-seine-normandie.fr/domaines-d-action/sdage>
- [8] Comité de gestion des poissons migrateurs du bassin Seine-Normandie, 21/06/2016, *Plan de gestion des poissons migrateurs du bassin Seine-Normandie*
<https://www.seinormigr.fr/fr/rapports-scientifiques-d8d6>
- [9] Comité de gestion des poissons migrateurs pour les cours d'eau bretons, 14/08/2018, *Plan de gestion des poissons migrateurs 2018-2023*
<https://www.observatoire-poissons-migrateurs-bretagne.fr/cadre-de-gestion-et-de-restauration-des-poissons-migrateurs/le-plan-de-gestion-des-poissons-migrateurs>
- [10] Miguet, P., 2017, *Vers des indicateurs de continuité DCE : Présentation d'indicateurs existants, méthodes de calcul, confrontation et perspective d'exploitation.*
- [11] Office Français de la Biodiversité, Dataviz, décembre 2019, *Mieux connaître les ouvrages qui jalonnent nos cours d'eau*
<https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-dataviz/dataviz-mieux-connaître-ouvrages-qui-jalonnent-nos-cours-deau>
- [12] ONEMA, mai 2011, *Les obstacles à l'écoulement : identification des « points noirs » dans les études de restauration de la continuité*
<https://www.migrateurs-loire.fr/download/les-obstacles-a-lecoulement-identification-des-points-noirs-dans-les-etudes-de-restauration-de-la-continue/>
- [13] Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, 2004, *Stratégie nationale pour la biodiversité*
http://dev.naturefrance.espaces-naturels.fr/sites/default/files/fichiers/ressources/pdf/indicateurs_biodiversite_snb2004_metropole.pdf



L'Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable a pour ambition de contribuer à la reconquête de la biodiversité

normande. Pour cela, elle se positionne en facilitateur et mobilise des acteurs régionaux aux profils divers (collectivités, entreprises, gestionnaires d'espaces naturels, etc.).

Pour répondre à cette mission, l'agence normande de la biodiversité est structurée en 3 pôles :

- **Connaissance**, dont le but est de développer et partager la connaissance sur la biodiversité normande.
- **Reconquête**, en animant des réseaux d'acteurs et en favorisant l'émergence de projets.
- **Valorisation**, en produisant des médias permettant la généralisation des bonnes pratiques régionales.

PARTENAIRES ET FINANCEURS :



ANBDD.FR
BIODIVERSITE.NORMANDIE.FR

