

Quelles sont les pressions et menaces qui pèsent sur la biodiversité régionale ?

FRAGMENTATION DES COURS D'EAU DE PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR > 2025

La fragmentation d'un cours d'eau se définit comme le morcellement en plusieurs fragments, dû à des obstacles naturels ou artificiels (tels que des barrages, des seuils, des digues, etc.), qui peut entraîner une rupture de la continuité écologique et empêcher la libre circulation des espèces ou le bon déroulement du transport des sédiments (d'après l'Office Français de la Biodiversité et l'Office international de l'Eau).

Les organismes aquatiques doivent, pour accomplir leur cycle biologique, pouvoir se déplacer entre différents habitats pour assurer, par exemple, leur reproduction ou leur croissance. Le transit sédimentaire (le transport des cailloux, graviers, sables et limons) de l'amont vers l'aval a aussi un rôle majeur pour les milieux aquatiques dans la création d'habitats, l'épuration des eaux et la dissipation de l'énergie du cours d'eau.

La présence d'ouvrages transversaux (seuil, barrage, etc.) impacte la libre circulation des organismes aquatiques, perturbe les possibilités de migration des espèces (en particulier pour les poissons amphihalins), cloisonne les populations d'espèces entre elles et compromet en conséquence le brassage génétique, tout en modifiant l'hydromorphologie des cours d'eau et dégradant la qualité des milieux (altération de la dynamique fluviale, perte de diversité d'écoulements et d'habitats, développement des processus d'eutrophisation, interception et évaporation des écoulements d'étiage..).

L'indicateur de fragmentation des cours d'eau prend en compte la pression exercée par **les ouvrages artificiels transversaux** ou obstacles à l'écoulement.

Il est évalué au travers de 3 descripteurs :

- Le **taux de fractionnement** qui caractérise l'effet « barrière » des ouvrages et représente l'altération des conditions de circulation des espèces aquatiques.
- Le **taux d'étagement** qui caractérise l'effet « retenue » des ouvrages c'est-à-dire la perte d'écoulement naturel engendrée par le remous des obstacles.

Ces deux taux évaluent la pression cumulée des obstacles sur un tronçon de cours d'eau en mesurant la somme de leurs hauteurs de chute.

- Ils sont complétés par le calcul de la **densité d'ouvrages** (distribution longitudinale des obstacles pris en compte).



OBSTACLES À L'ÉCOULEMENT

» Qu'est-ce qu'un 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 (d'après Sandre – EauFrance).

» En Provence-Alpes-Côte d'Azur, 3 365 ouvrages sont identifiés en 2024 dans le référentiel national des obstacles à l'écoulement ; parmi eux, **1 847 obstacles transversaux**¹ - existants ou détruits partiellement - génèrent une **chute artificielle**.

¹ identifiés sur le réseau hydrographique utilisé et pris en compte pour le calcul des indices suivants

LES OBSTACLES À L'ÉCOULEMENT EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Source : OFB - Fond de carte : ESRI - ©IGN Admin Express
Extraction du 26/05/2024 - Réalisation : ARBE - 2025



Légende

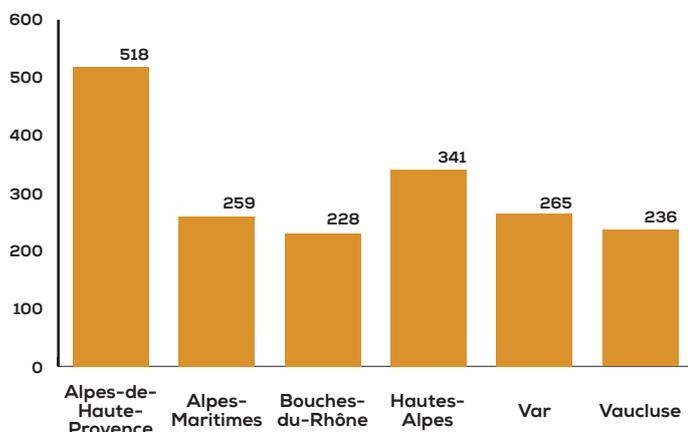
- Inconnu
- Barrage
- Digue
- Obstacle induit par un pont
- Seuil en rivière
- Autres obstacles à l'écoulement (ROE 09/2024)
- Cours d'eau SYRAH
- Limite régionale

AGENCE RÉGIONALE
BIODIVERSITÉ
ENVIRONNEMENT
Naturellement Sud





NOMBRE D'OBSTACLES À L'ÉCOULEMENT EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

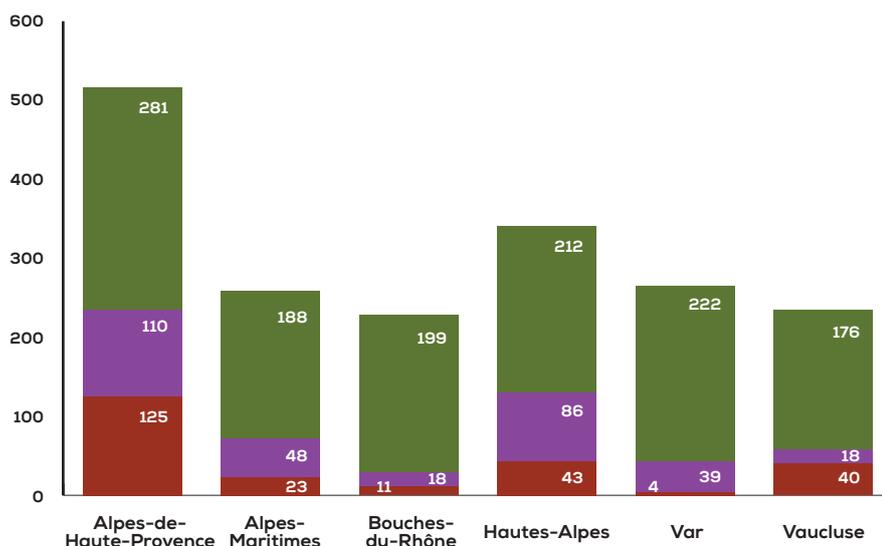


L'ensemble des cours d'eau régionaux est concerné qu'ils se situent en plaine ou en zone montagneuse.

> **69 %** des obstacles transversaux recensés (1 278 obstacles) sont des **seuils en rivière**.

Le territoire des Alpes-de-Haute-Provence recense le plus grand nombre d'obstacles à l'écoulement connus (518) suivi par les Hautes-Alpes (341).

TYPES D'OUVRAGES FAISANT OBSTACLE À L'ÉCOULEMENT



Légende

- Obstacle induit par un pont
- Barrage
- Seuil en rivière

+4 digues avec hauteur de chute (2 dans le Vaucluse et 2 dans les Alpes-de-Haute-Provence, non affichées ci-contre.)

Ces obstacles à l'écoulement induisent des perturbations et des impacts sur la continuité écologique des cours d'eau plus ou moins importants selon leur hauteur de chute, leur emplacement (de l'embouchure à la source), la longueur de remous qu'ils induisent et selon l'effet cumulé de leur succession. Ainsi, un impact important sur un cours d'eau peut être engendré à la fois par **un unique ouvrage très pénalisant ou par le cumul de petits ouvrages le long du cours d'eau.**

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, **3 espèces de poissons migrateurs amphihalins** (qui effectuent des migrations entre la mer et l'eau douce pour réaliser leur cycle de vie) sont présentes dans les cours d'eaux : l'Anguille européenne, l'Alose feinte de Méditerranée et la Lamproie marine. Ces espèces patrimoniales sont classées menacées d'extinction (Anguille et Lamproie marine) et quasi-menacée (Alose feinte de Méditerranée) dans la liste rouge des poissons menacés de France métropolitaine. Elles sont, entre autres, impactées par les obstacles à l'écoulement qui entravent leurs circulations et l'accès aux zones de reproduction ou de croissance.

Dans le plan de gestion des poissons migrateurs du bassin Rhône Méditerranée, 90 ouvrages prioritaires sont considérés à enjeu pour les poissons migrateurs amphihalins en région Provence-Alpes-Côte d'Azur et pour lesquels des mesures de restauration de la continuité écologique devront être poursuivies ou mises en place.



© C. Roehly - ARBE

Le référentiel cours d'eau utilisé (SYRAH) couvre 44,15 % de linéaire du réseau hydrographique régional, les trois indices suivants sont calculés sur cette base*.

(11 481 km pris en compte sur les 26 003 Km référencés dans la BD TOPAGE 2023).

*Pour le taux d'étagement, seuls les tronçons de rang de Strahler 2 ou plus sont pris en compte soit 4 135 km.

Pour mieux prendre en compte les spécificités des 2 grands cours d'eau régionaux et éviter de lisser leurs variations de profils en long, la Durance et le Verdon ont été redécoupés :

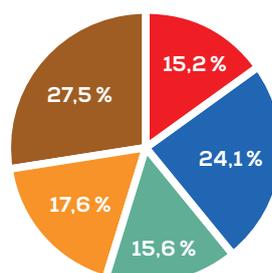
- en 4 tronçons de 70 km pour la Durance à la place d'un unique tronçon de 280 km dans le référentiel SYRAH ;
- en 3 tronçons pour le Verdon à la place de 2 tronçons dans le référentiel SYRAH, le tronçon allant de la confluence avec le Jabron à la confluence avec le Colostre a été découpé au niveau du barrage de Gréoux-les-Bains.

DENSITÉ D'OBSTACLES À L'ÉCOULEMENT

La densité des obstacles à l'écoulement recense le nombre d'ouvrages sur un tronçon de cours d'eau. Il complète les indices suivants en donnant une vision de la répartition linéaire de l'effet barrière.

PROPORTION DU LINÉAIRE DE COURS D'EAU PAR CLASSE DE DENSITÉ

- La densité moyenne est de 1 obstacle à l'écoulement tous les 2 km de cours d'eau en Provence-Alpes-Côte d'Azur. (1 obstacle à l'écoulement tous les 4,16 km de cours d'eau en moyenne au niveau national en 2023).
- 15,2 % du linéaire hydrographique étudié a la densité la plus forte : plus d'1 ouvrage pour 1,5 km.



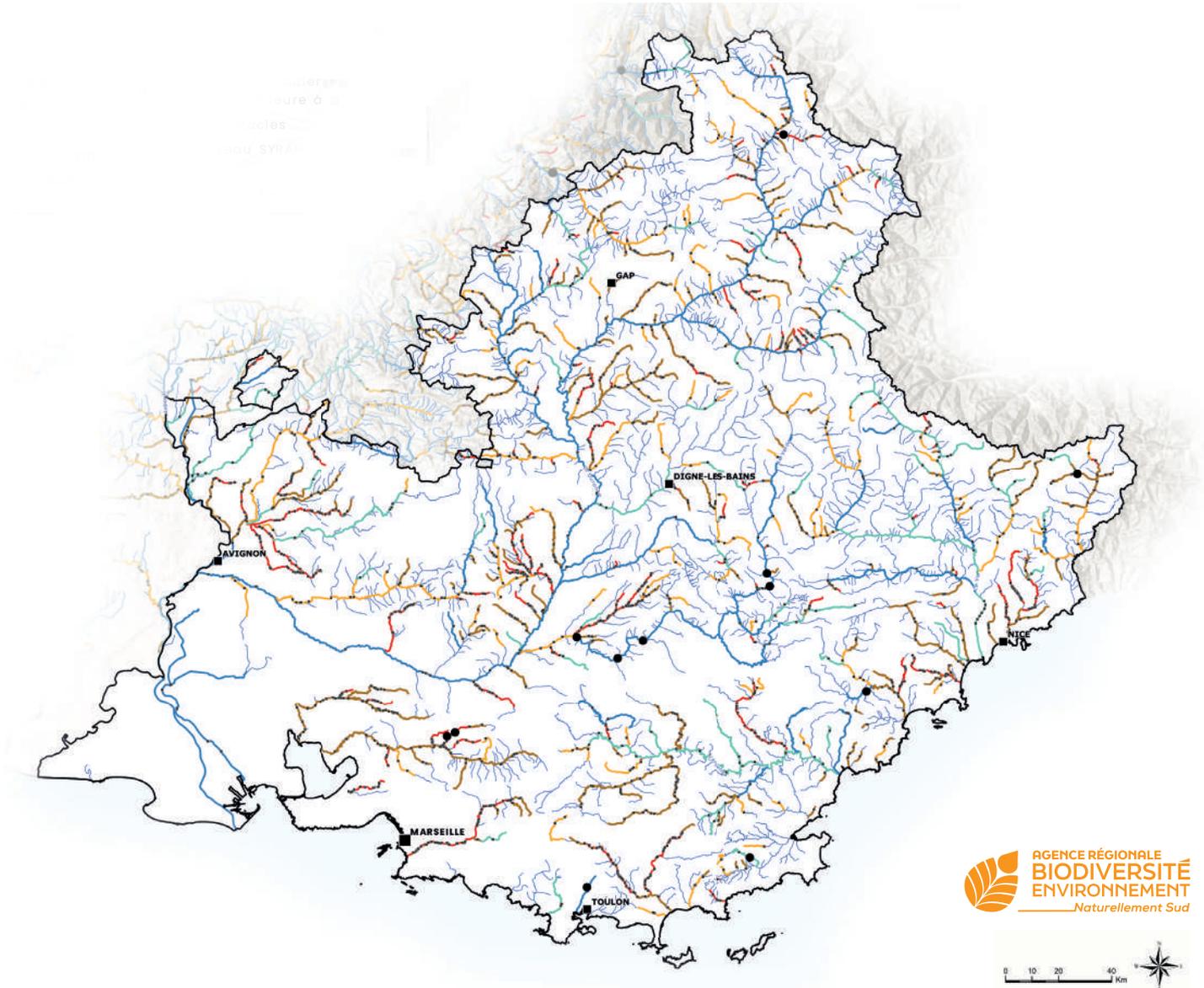
Légende

- Moins d'1 ouvrage pour 9 km
- 1 ouvrage tous les 6 à 9 km
- 1 ouvrage tous les 4 à 6 km
- 1 ouvrage tous les 1,5 à 4 km
- Plus d'un ouvrage pour 1,5 km



DENSITÉ DES OBSTACLES À L'ÉCOULEMENT EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Source : OFB - Fond de carte : ESRI - ©IGN Admin Express
Extraction du 26/05/2024 - Réalisation : ARBE - 2025



Légende

- Moins d'1 ouvrage pour 9 km
- 1 ouvrage pour 6 à 9 km
- 1 ouvrage pour 4 à 6 km
- 1 ouvrage pour 1,5 à 4 km
- Plus d'un ouvrage pour 1,5 km
- Autres obstacles à l'écoulement avec une hauteur supérieure à 30m
- Autres obstacles
- Cours d'eau SYRAH sans obstacle connu
- Limite régionale

Les densités sont variables d'un linéaire de cours d'eau à l'autre : les affluents de la rive droite de la moyenne Durance, les Sorgues et l'Auzon, les affluents de l'étang de Berre, l'Issole et la plupart des cours d'eau côtiers présentent les densités d'obstacles les plus fortes.

La Durance et le Verdon sont globalement moins impactés : la pression en nombre d'ouvrages se situant plus sur leurs affluents en tête de bassin versant.

A noter - L'évolution suivante n'a pas encore été référencée dans la base de données utilisée : arasement de 5 seuils sur le Colostre dans le cadre de travaux de restauration hydromorphologique.



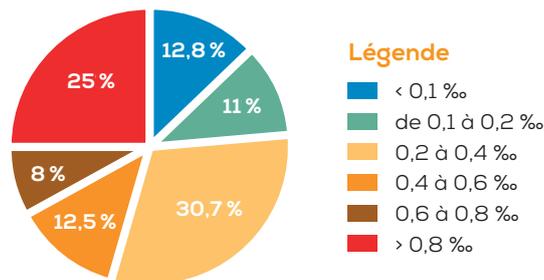
TAUX DE FRACTIONNEMENT NET

Le taux de fractionnement caractérise l'effet « barrières » des ouvrages et indique l'altération des conditions de circulation longitudinale des espèces aquatiques.

Les cours d'eau régionaux pris en compte sont beaucoup plus impactés par l'effet barrière des ouvrages que par l'effet retenue (cf. indice suivant), la pression de fractionnement se distribue autant en zone de plaine que de piémonts ou de montagne.

➤ 33 % du linéaire de cours d'eau pris en compte ont des taux de fractionnement les plus forts d'au moins 0,6 ‰ (dont 25 % à plus de 0,8 ‰)

PROPORTION DU LINÉAIRE DE COURS D'EAU PAR CLASSE DE TAUX DE FRACTIONNEMENT

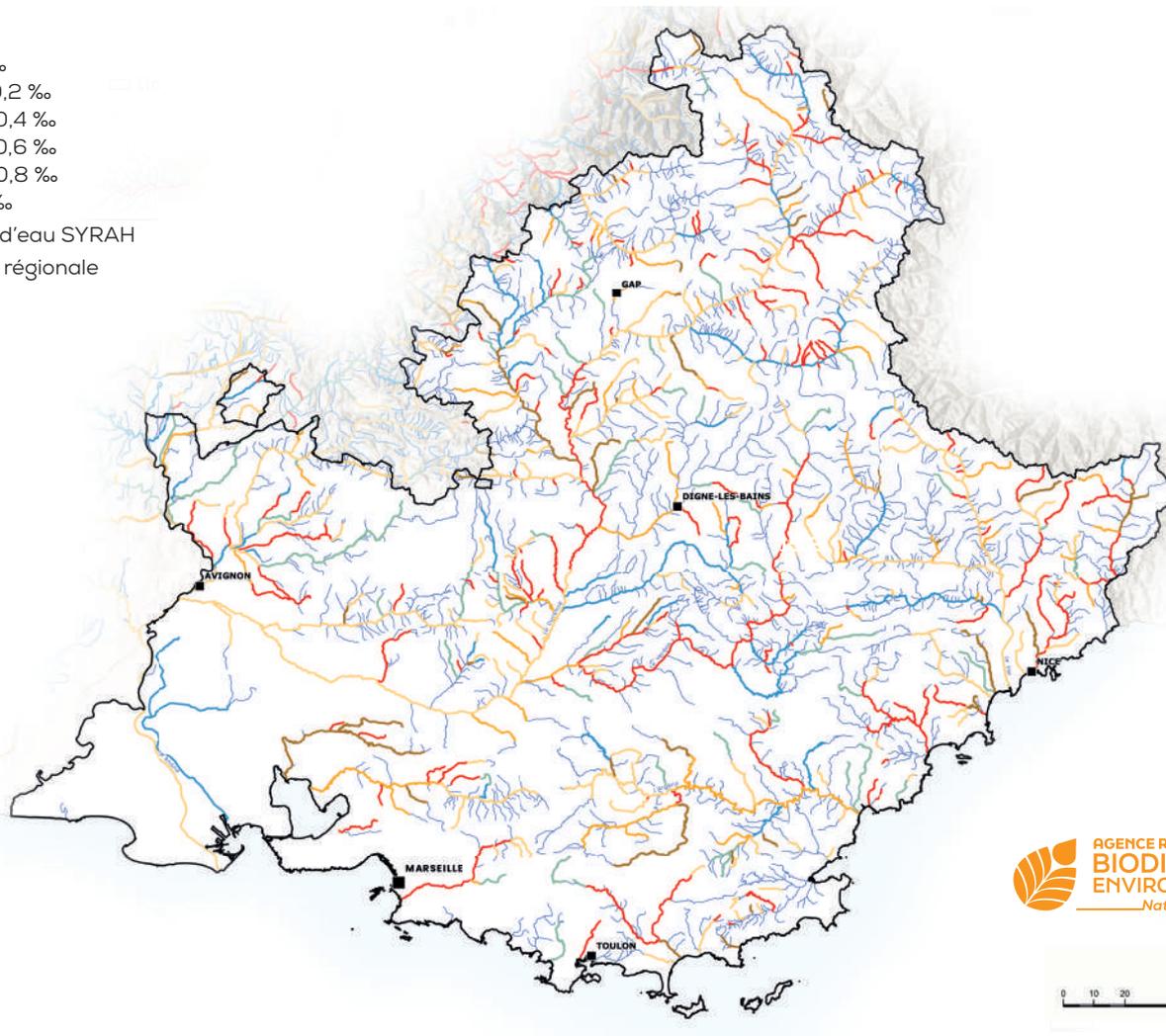


TAUX DE FRACTIONNEMENT NET EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Source : OFB - Fond de carte : ESRI - ©IGN Admin Express
Extraction du 26/05/2024 - Réalisation : ARBE - 2025

Légende

- < 0,1 ‰
- 0,1 à 0,2 ‰
- 0,2 à 0,4 ‰
- 0,4 à 0,6 ‰
- 0,6 à 0,8 ‰
- > 0,8 ‰
- Cours d'eau SYRAH
- Limite régionale





Les pressions de fractionnement les plus importantes se distribuent au niveau du Verdon, du Colostre, de la Touloubre, de l'Huveaune, du Gapeau, du Réal-Martin, de l'Issole, de la Siagne, de la Nartuby amont, de la Cagne, de la Vésubie, du Buech aval, et des Paillons.

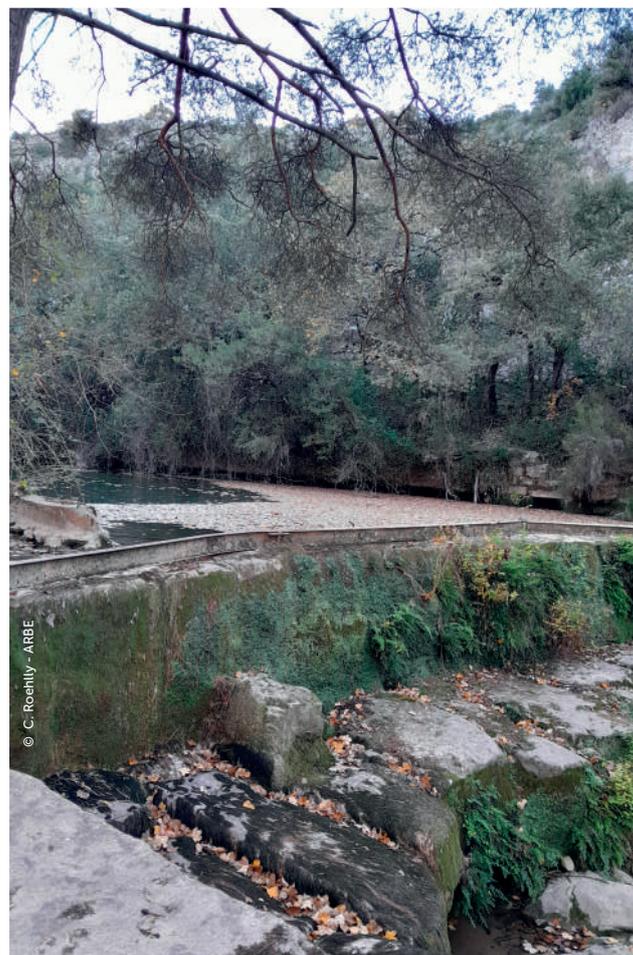
Certains cours d'eau font l'objet d'études en vue d'arraser des seuils (Réal-Martin par exemple) ou de mettre en œuvre des passes à poissons (Gapeau par exemple).

➤ A noter - Les évolutions suivantes ne sont pas encore référencées dans la base de données utilisée : équipements par des passes à poissons toutes espèces ou par des passes anguilles sur l'Argens au niveau des ouvrages du Mui/pont de l'autoroute, du seuil SNCF et du barrage d'Entraignes.

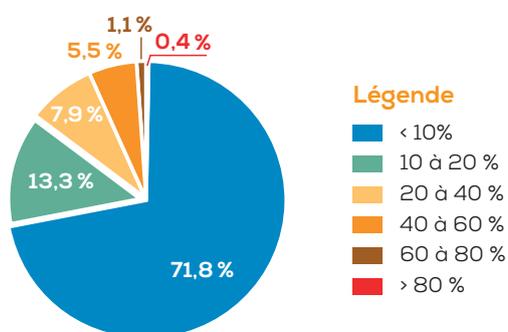
TAUX D'ÉTAGEMENT

Il caractérise l'effet « retenue » des ouvrages et la perte d'écoulement engendrée par les obstacles et leurs hauteurs. Il correspond à la part du linéaire de cours d'eau dont les conditions d'écoulement sont modifiées par l'effet remous en amont d'obstacles.

Les obstacles transversaux, en créant une modification de l'écoulement, diminuent la vitesse d'écoulement des eaux et transforment les eaux courantes en une succession de plan d'eau à écoulement lentique. La création de ces retenues d'eau impacte la température de l'eau (réchauffement) et sa teneur en oxygène (eutrophisation), et fait disparaître des zones d'habitats ou de frayères. Les habitats aquatiques sont ainsi modifiés et deviennent moins ou plus du tout adaptés aux espèces aquatiques censées y vivre ou les coloniser. **Plus un cours d'eau est étagé, plus les peuplements piscicoles sont dégradés.**



PROPORTION DU LINÉAIRE DE COURS D'EAU PAR CLASSE DE TAUX D'ÉTAGEMENT



Les taux d'étagement les plus forts (à partir de 40 %) concernent 7 % du linéaire de cours d'eau pris en compte.

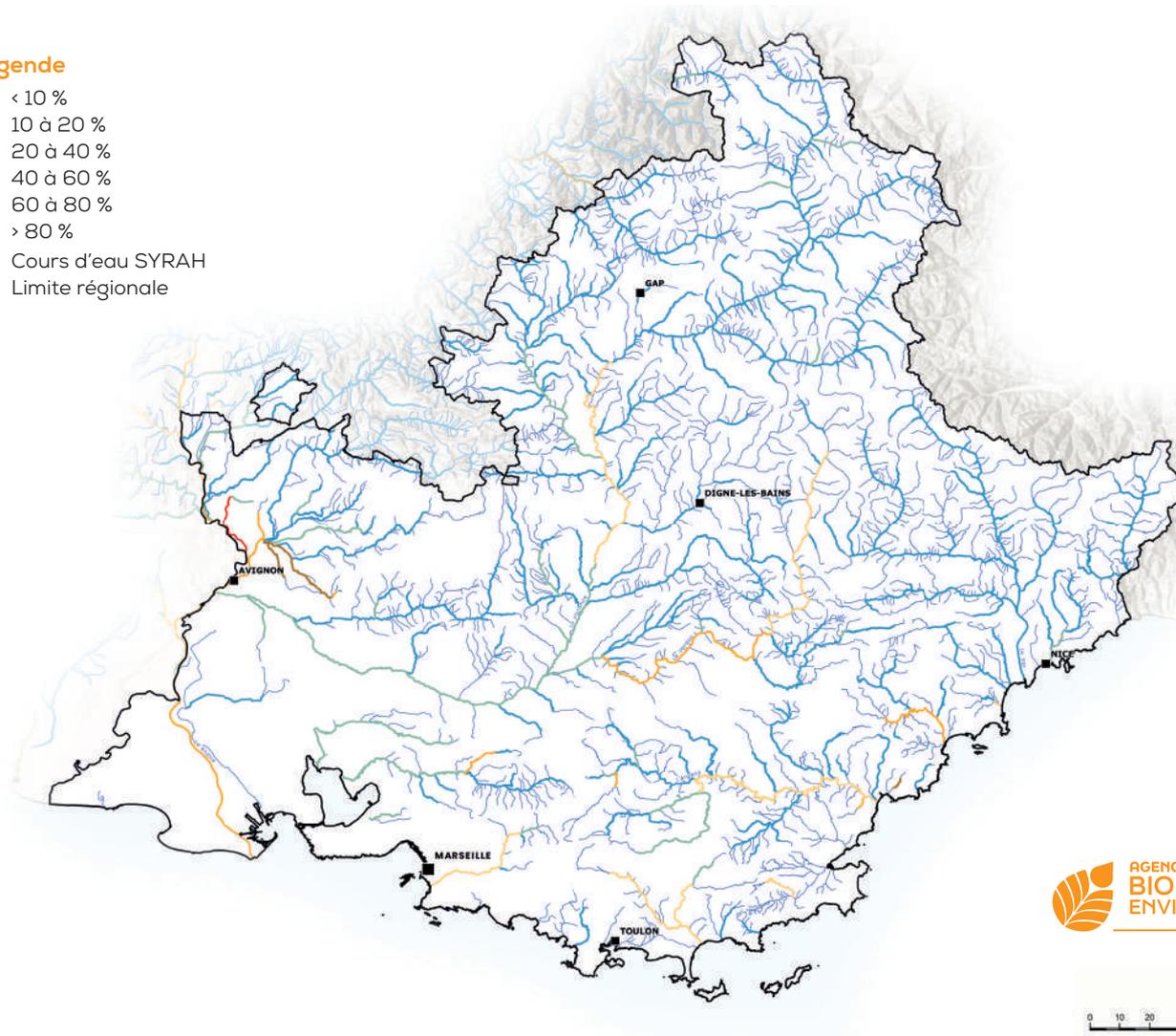


TAUX D'ÉTAGEMENT EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

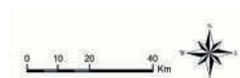
Source : OFB - Fond de carte : ESRI - ©IGN Admin Express
Extraction du 26/05/2024 - Réalisation : ARBE - 2025

Légende

- < 10 %
- 10 à 20 %
- 20 à 40 %
- 40 à 60 %
- 60 à 80 %
- > 80 %
- Cours d'eau SYRAH
- Limite régionale



AGENCE RÉGIONALE
BIODIVERSITÉ
ENVIRONNEMENT
Naturellement Sud



Les cours d'eau régionaux semblent moins affectés par la pression d'étagement. Ce constat est à relier à la topographie régionale, il montre que la **pression d'étagement est corrélée au profil en long des cours d'eau** : plus la pente du cours d'eau est faible (faible dénivelé du tronçon considéré) plus la pression d'étagement a tendance à augmenter. Les cours d'eau les plus impactés se situent ainsi plus en **plaine** : moyenne vallée de la Durance, haut et moyen Verdon, plaine de Vaucluse (les Sorgues, Seille et Meyne), vallée de l'Argens, Gapeau, Réal-Martin et Siagne.

Le taux d'étagement n'est pas calculé sur les cours d'eau en tête de bassin versant où l'augmentation de la pente rend le calcul de l'indicateur moins pertinent.



L'état des lieux partiel de la fragmentation des cours d'eau régionaux (44,15 % du réseau hydrographique pris en compte) montre que le réseau étudié apparaît **fortement impacté par la pression de fractionnement** : 15,2 % ont plus d'1 ouvrage pour 1,5 km et 33 % ont des taux de fractionnement très forts d'au moins 0,6 ‰. Certains cours d'eau ont beaucoup d'obstacles à l'écoulement sur leur tracé et ont alors une densité forte et un taux de fractionnement important ; d'autres ont des densités plus faibles mais des taux de fractionnement forts qui sont liés à la présence de quelques ouvrages très pénalisants avec des hauteurs de chute importantes sur leurs tracés.

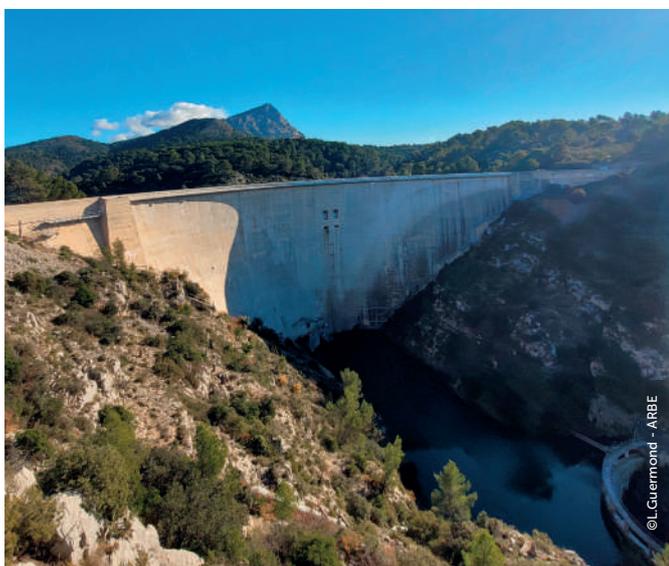
L'effet retenue mesuré par la pression d'étagement apparaît **moins étendu** sur le tracé étudié, il est **corrélé aux cours d'eau de plaine** dont la pente est faible.

La **restauration de la continuité écologique des cours d'eau** est un élément essentiel au rétablissement de la circulation des espèces aquatiques et du transit sédimentaire. Elle conditionne l'atteinte de l'objectif de bon état des cours d'eau et constitue un des axes de travail prioritaires des outils de planification pour les milieux aquatiques (notamment le Schéma directeur de gestion des eaux du bassin SDAGE Rhône Méditerranée Corse et le Plan de gestion des poissons migrateurs PLAGEPOMI Rhône Méditerranée).

Des solutions sont déjà mises en œuvre et concernent la suppression d'ouvrages (arasement ou abaissement de seuils), des aménagements pour les rendre franchissables (passes à poissons, rivières de contournement) ou des plans de gestion de l'ouvrage (ouverture temporaire des vannes pour le transport des sédiments).



©C. Roehly - ARBE



©L.Guérmond - ARBE



© seuil avec passe à poissons - C. Roehly - ARBE



MÉTHODE

Données sources, mode de calcul / signification possible des tendances de l'indicateur

Les données ouvrages sont issues de l'application GéoOBS de l'OFB qui rassemble 3 outils : le Référentiel des obstacles à l'écoulement (ROE), le protocole ICE (information sur la continuité écologique) et la BDOe (base de données des obstacles à l'écoulement) :

- Pour les hauteurs de chute de chaque ouvrage, c'est la donnée la plus précise et datée qui est sélectionnée.
- Pour les ouvrages dont la hauteur de chute n'est pas renseignée, une modélisation est effectuée. C'est la valeur médiane des hauteurs de chute par type, par état et par hydro-écorégion de rang 1 qui est attribuée.
- Seuls les types d'ouvrages transversaux qui génèrent une chute artificielle (seuils, barrages etc.) ont été conservés pour le calcul des indices. Les digues non caractérisées par une hauteur de chute, les épis en rivière et les grilles de pisciculture qui ne provoquent pas de chute ne sont pas pris en compte. Les rangs de Strahler de niveau 1 sont conservés.

Les données cours d'eau proviennent du référentiel SYRAH-CE de l'IRSTEA : système relationnel d'audit de l'hydromorphologie des cours d'eau, agrégés par rang de Strahler homogène - entités spatiales qui sont des portions de cours d'eau géomorphologiquement homogènes.

- Le calcul des indices de pressions est réalisé sur la base des tronçons SYRAH agrégés par rang de Strahler homogène. La classification de Strahler permet de hiérarchiser les branches du réseau hydrographique en attribuant à chacune une valeur entière qui caractérise son importance.
- Pour la Durance et le Verdon, qui ont des rangs de Strahler identiques sur de longs tronçons, le calcul a été adapté afin d'éviter de trop lisser leurs variations de profils en long et de mieux illustrer l'effet retenue (le taux d'étagement dépendant de la pente moyenne du linéaire évalué).

La densité d'obstacle à l'écoulement correspond au nombre d'obstacles recensés sur le profil en long du cours d'eau, divisé par la longueur du linéaire pris en compte. X ouvrages tous les x mètres ou km du cours d'eau. Cet indice est insensible à l'importance de la pression : un ouvrage franchissable à la même incidence qu'un obstacle infranchissable, en matière de densité.

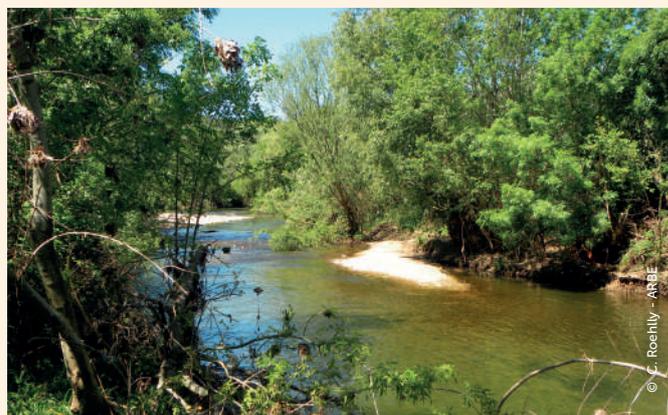
Le **taux de fractionnement** correspond au rapport entre la somme des hauteurs de chutes artificielles connues à l'étiage et la longueur du cours d'eau. Il s'exprime en ‰ ou somme des obstacles rencontrés le long d'un axe hydrographique (ou d'une partie de cours d'eau) en pondérant l'effet barrière de chaque obstacle par sa hauteur de chute. Les rangs de Strahler de niveau 1 sont conservés, c'est-à-dire les tronçons les plus en amont (cours d'eau allant de sa source à sa première confluence). La prise en compte des ouvrages équipés (passes à poissons) et des avis techniques positifs des autorités compétentes distinguent les taux de fractionnement brut et net. Un ouvrage disposant d'un dispositif de franchissement de type passe à poissons fonctionnel aura une hauteur de chute considérée comme nulle. Les résultats présentés dans cette fiche concernent le **taux de fractionnement net**.

Le **taux d'étagement** est calculé en faisant le rapport entre le cumul des hauteurs de chutes artificielles et le dénivelé du profil en long du cours d'eau. Il s'exprime en pourcentage. Les cours d'eau de rang 1 sont enlevés du référentiel SYRAH pour le calcul car la variabilité de la pente sur ces tronçons est trop importante. La présence de passe à poissons n'est pas prise en compte, car elle ne réduit pas l'effet retenue d'un ouvrage. Le taux d'étagement varie uniquement à la suite d'une modification de hauteur de chute (arasement d'un seuil par exemple).

Densité d'ouvrages = Nombre d'ouvrages / Longueur du tronçon (m)

Taux d'étagement (%) = Somme des hauteurs de chute (m) / Dénivelé naturel (m)

Taux de fractionnement (‰) = Somme des hauteurs de chute (m) / Longueur du tronçon (m)





FIABILITÉ

Limites en termes d'utilité et de précision

Les résultats sont dépendants de la complétude des bases de données utilisées et de la mise à jour des données de bases, en particulier sur l'inventaire des ouvrages et sur la connaissance des hauteurs de chute.

➤ A l'échelle nationale, 34 % des ouvrages n'ont pas de hauteur de chute renseignée. En Provence-Alpes-Côte d'Azur, la **connaissance des hauteurs de chute est très hétérogène** d'un département à l'autre : de très bien ou bien connue (Vaucluse, Alpes-Maritimes), moyennement connue (Bouches-du-Rhône, Alpes-de-Haute-Provence) à peu connue (Hautes-Alpes et Var où beaucoup de hauteurs de chute ont été modélisées).

➤ Les résultats sont fortement conditionnés **par le tracé et le découpage de la couche cours d'eau utilisée** pour le calcul des taux et ne montre qu'un **état incomplet** : le référentiel SYRAH couvre 44,15 % du réseau hydrographique référencé dans la BD Topage. L'utilisation de la BD Topage n'est pour le moment pas possible en raison de l'absence d'informations sur les rangs de Strahler.

Malgré le découpage effectué, des ouvrages transversaux peuvent ne pas avoir été pris en compte, particulièrement sur des cours d'eau, rivières en tresse dont le lit mineur est large.

➤ La précision est moindre sur les petits cours d'eau en tête de bassin versant (moins de connaissances sur les ouvrages) et bonne pour les drains aval (connaissances des ouvrages prioritaires et des pressions qu'ils exercent sur l'hydromorphologie et la continuité aquatique).

➤ Le développement par l'Office Français de la Biodiversité et les Agences de l'eau d'un nouvel outil « Phrymo » sur l'évaluation des pressions hydromorphologiques permettra d'intégrer le calcul du taux d'étagement et de densité d'obstacles à l'écoulement à partir de méthodologies différentes de celles présentées dans la présente fiche.

Références (Sources d'information)

Vierron A., Steinbach P. (2023). Valorisation de la connaissance des obstacles à l'écoulement – méthode de calcul des descripteurs de pression ouvrages de l'état des cours d'eau, rapport mis à jour, OFB, 30 p.

Vierron A., Steinbach P. (2020). Valorisation de la connaissance des obstacles à l'écoulement – calcul de trois indicateurs hydromorphologiques complémentaires de pression des cours d'eau, rapport final, OFB, 94 p.

Plan de gestion des poissons migrateurs [2022-2027] – bassin Rhône Méditerranée (2022), DREAL, secrétariat technique du COGEPOMI, 140 p.



Rédaction, analyse et traitement géomatique

Septembre 2024 – Corinne DRAGONE et Xavier BRAY (ARBE)

Relecture

Anthony Vierron – OFB Direction Régionale Centre Val de Loire
Sarah Jeanroy, Olivier Nalbone – Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur

Lysa Laviolle – DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur

Mathieu Clair – OFB Direction Interrégionale Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse

Phillipe Pierron et Isabelle Chouquet – Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

Ces résultats ont été présentés aux membres du Réseau régional des gestionnaires de milieux aquatiques (RRGMA) en juin 2024.



22, rue Sainte-Barbe - 13205 Marseille Cedex 01

www.arbe-regionsud.org - 04 42 90 90 65

Siret 251 301 099 00049 - APE 8411 Z

