

La dynamique fluviale, à l'origine de la biodiversité et du bon état écologique

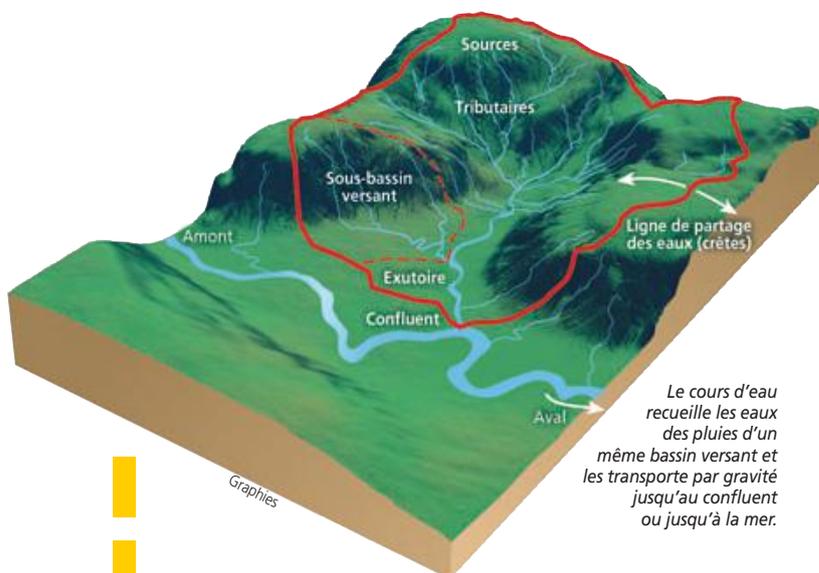
L'essentiel...

- Les rivières sont des milieux hétérogènes, dynamiques et mobiles dans l'espace et dans le temps.
- Le bon fonctionnement du cours d'eau est à la base des services rendus par les écosystèmes : régulation des inondations, fertilisation des plaines alluviales, biodiversité, etc.
- Au niveau des habitats, plus l'hétérogénéité est grande dans l'espace et dans le temps, plus la diversité biologique est grande, et plus la résistance spontanée aux modifications et aux agressions, aussi appelée « résilience », est importante.
- Le respect de la dynamique du cours d'eau contribue à l'atteinte du bon état écologique requis par la directive cadre sur l'eau.

En parcourant un cours d'eau de l'amont vers l'aval, au fil des saisons ou à plusieurs années d'intervalle, on observe une modification du paysage et des milieux associés. S'expliquant par des phénomènes physiques et biologiques, les évolutions de la forme des rivières et de leurs habitats sont appelées « dynamique fluviale ». La compréhension de la dynamique fluviale est essentielle pour préserver ces phénomènes qui sont un des moteurs de la biodiversité de l'hydrosystème.

La rivière, un système physique énergétique

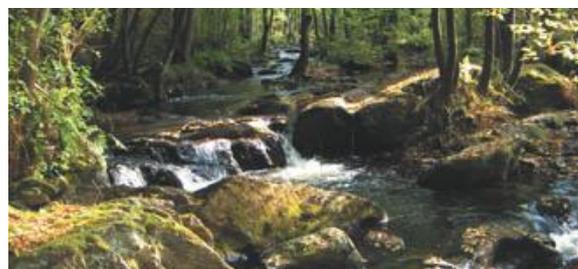
Un cours d'eau est un système qui recueille et transporte vers l'aval, sous l'effet de la gravité, les eaux des pluies et des sources d'un même bassin versant. La pente et le débit en font un système énergétique. La grande diversité morphologique des rivières n'est nullement le fruit du hasard. Elle dépend du climat, de la géologie et du relief.



Le cours d'eau recueille les eaux des pluies d'un même bassin versant et les transporte par gravité jusqu'au confluent ou jusqu'à la mer.



Corinne Forst - Onema



Sébastien Marnie - Onema



Arnaud Richard - Onema



Corinne Forst - Onema

Exemples de morphologie de cours d'eau, des sources vers la mer. De haut en bas : l'Ain (Jura) rivière de tête de bassin à lit en gorge; la Hulle (Ardenne) rivière de zone intermédiaire à lit sinueux; la Touques (Calvados) rivière de plaine à lit méandriforme; la Drôme (Drôme) rivière de plaine à lit en tresse.

La forme des rivières n'est pas figée, elle évolue dans l'espace et dans le temps. Les précipitations (conditionnées par le climat), la nature géologique du substrat et la pente (dépendant du relief) sont notamment à l'origine des ajustements morphologiques du cours d'eau. La combinaison de ces trois paramètres régit la puissance spécifique du cours d'eau et caractérise sa dynamique¹.

■ Un système contrôlé par les débits liquides et solides

Tout cours d'eau peu altéré érode, transporte et dépose les matériaux solides provenant des parties amont du bassin et de ses berges soumises aux processus d'érosion latérale.

Les processus d'érosion/dépôt, sous l'effet du débit et de la pente, contribuent à donner au lit mineur sa géométrie en long et en travers ainsi que sa forme en plan (nommée *style fluvial*). Ainsi, en fonction de la quantité de matériaux transportés, de la nature plus ou moins cohésive des berges et de la puissance du cours d'eau, on aura un lit à méandres, un lit en tresses, etc.

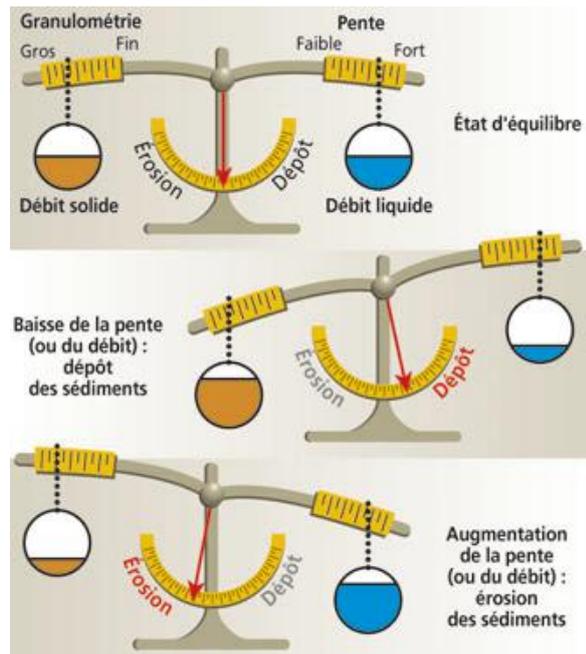
Le débit liquide (Q), qui varie au gré des saisons et des précipitations, et le débit solide (Qs), constitué de matériaux minéraux fins et grossiers, sont à l'origine des processus d'érosion/dépôt. Ils contribuent aux ajustements morphologiques du cours d'eau.

Un fonctionnement en équilibre dynamique se caractérise par une oscillation régulière entre érosion et dépôt. Ce concept est schématisé par la balance de Lane [voir ci-contre].

■ Des zones préférentielles d'érosion et de dépôts

On observe sur tous les cours d'eau des zones préférentielles d'érosion et de dépôt.

Dans les coudes des cours d'eau sinueux ou méandri-formes, la rive extérieure (dite *concave*) est une zone préférentielle d'érosion sous l'effet de la force centrifuge, tandis que la rive intérieure (dite *convexe*) est une zone préférentielle de dépôts de matériaux.



La balance de Lane (d'après E. W. Lane, et W. Borland) illustre le principe d'équilibre dynamique de la rivière. Un cours d'eau, présentant un fort débit liquide et/ou une forte pente, se charge en un point précis en matériaux solides. Quand le débit liquide baisse et/ou la pente diminue, le cours d'eau perd de l'énergie et dépose les matériaux transportés jusque-là. Les éléments fins se déposent pour un débit plus faible que les éléments grossiers. Le profil en long de la rivière est stable lorsqu'il existe un équilibre entre les sédiments qui partent et ceux qui arrivent.

Graphies

Longitudinalement, les dépôts s'effectuent dans les ruptures de pente et aux endroits où le lit du cours d'eau est élargi. Les dépôts les plus grossiers forment des faciès d'écoulement appelés *radiers* (zones courantes et peu profondes).



Corinne Forst - Onema



Henri Carmié - Onema

1 : berge extérieure, zone préférentielle d'érosion.
2 : berge intérieure, zone préférentielle de dépôt.

¹ - La puissance spécifique du cours d'eau se traduit par le produit de la pente du cours d'eau par le débit.



Thierry Claus - Onema



Arnaud Richard - Onema

Séquence répétée de radiers sur trois cours d'eau de différentes largeurs : l'Allier (Puy-de-Dôme), largeur 30 mètres ; le Drugeon (Doubs), largeur 3 m et le Lambron (Calvados), largeur 1,5 m.

Des zones de radiers et de mouilles (zones lentes et profondes situées dans les concavités) se succèdent en alternance sur la plupart des cours d'eau sinueux ou méandriformes.

Les protections de berge (enrochements, palplanches, etc.) empêchent les cours d'eau qui en ont la capacité de se recharger en matériaux. L'énergie des écoulements ne peut alors plus se dissiper par le transport de la charge de fond. Elle est reportée à l'aval, aggravant les phénomènes d'érosions sur le fond du lit ou sur les berges.

Les berges vives et la ripisylve (boisement le long d'un cours d'eau) participent à l'équilibre morpho-dynamique du cours d'eau : les berges de nature peu cohésive permettent la recharge sédimentaire tandis que la ripisylve assure leur protection contre les érosions excessives.

Pour plus d'informations sur la dynamique fluviale des cours d'eau, voir : Malavoi J.-R. (2011). «*Éléments de connaissance pour la gestion du transport solide en rivière*», Onema : 216

téléchargeable à l'adresse suivante :

<http://www.onema.fr/Elements-de-connaissance-transport-solide>

■ Un lit mineur et un lit majeur façonnés par les crues

Une crue est une augmentation plus ou moins brutale du débit d'un cours d'eau, qui se traduit généralement par une augmentation très visible du niveau d'eau. La crue est caractérisée par sa période de récurrence (ou période de retour). Par exemple, la crue biennale $Q_{2\text{ans}}$ a une chance sur deux de se produire dans l'année et la crue centennale $Q_{100\text{ans}}$ a une chance sur cent de se produire dans l'année.

Les crues morphogènes modèlent le lit de la rivière. Si les fortes crues ($Q_{50\text{ans}}$ ou plus rares) modifient fortement la morphologie du lit, ce sont cependant les crues fréquentes moins fortes (un à trois ans) qui modèlent la géométrie moyenne ou « d'équilibre », en long, en travers et en plan du cours d'eau. Les débits de ces crues correspondent sensiblement au débit de



Cours d'eau au débit de plein bord ou débit de crue morphogène.



Cours d'eau en crue débordante. La limite du lit mineur est marquée par la ripisylve.

plein bord dans un cours d'eau ayant un fonctionnement équilibré. Ce débit permet une mise en mouvement régulière et efficace des matériaux solides grossiers (la charge de fond), contribuant ainsi à la régénération des milieux alluviaux en lit mineur (fond du lit et bancs alluviaux exondés une partie de l'année).

Les crues supérieures au débit de plein bord débordent dans le lit majeur et participent au bon fonctionnement des écosystèmes de la plaine alluviale. Elles contribuent à l'alimentation en eau des annexes hydrauliques, à la reconstitution des réserves d'eau (recharge de la nappe phréatique), à l'épuration de l'eau et à l'apport de matériaux fins et d'éléments fer-

Pour plus d'informations sur les services rendus par les écosystèmes voir la fiche « Pourquoi restaurer ? - De la qualité des milieux aquatiques dépendent de nombreux services rendus à la société »

tiles dans la plaine alluviale. Cette dernière joue un rôle important en stockant les eaux de crues, réduisant ainsi le débit maximum de crue en aval.

■ Le cours d'eau, un système dynamique

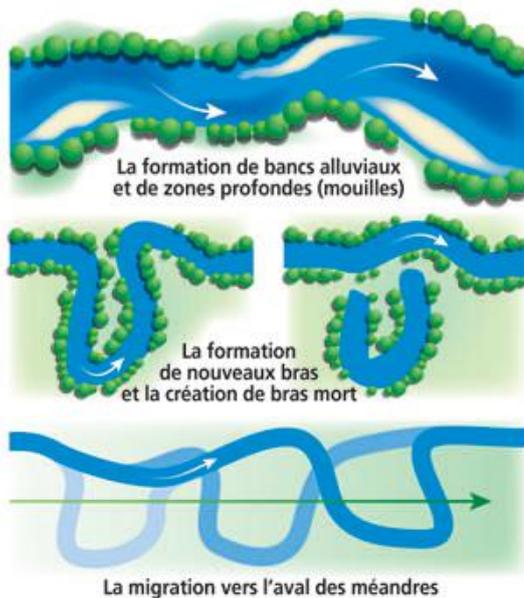
Le lit mineur du cours d'eau, sous l'influence des débits liquides et des débits solides, est souvent en cours de remaniement. Des bancs alluviaux se forment et sont remobilisés par les crues, des mouilles se créent, de nouveaux bras se forment et d'autres sont abandonnés, les méandres se déplacent. L'évolution régulière de la morphologie du lit est appelée « équilibre dynamique » et traduit le fait que le cours d'eau « se porte bien » d'un point de vue hydromorphologique. Cette mobilité naturelle varie suivant différentes échelles d'espace et de temps qu'on peut appeler dynamique spatio-temporelle [voir schéma page suivante].

De la dynamique spatio-temporelle vient la nécessité de maintenir un espace dédié au fonctionnement du cours d'eau. Cet espace est appelé espace de mobilité sur les rivières actives ou potentiellement actives, c'est-à-dire sur les rivières dont les réajustements morphologiques sont fréquents, ou espace de fonction-

Espace

Station*
Quelques dizaines
à quelques centaines de mètres

Tronçon*
Quelques kilomètres
à quelques dizaines
de kilomètres



Temps

Annuel
De quelques mois
à quelques années

Long terme
De quelques années
à quelques siècles

Graphies

nalité sur les autres. Cet espace garantit sur le long terme le bon fonctionnement de l'hydrosystème : dissipation de l'énergie du cours d'eau par ajustement de la pente, recharge en sédiments par érosion des berges, création et régénération de milieux annexes (bras morts), échanges avec la nappe, stabilité du fond du lit mineur (réduction des risques d'incision), etc.

La dynamique spatio-temporelle du cours d'eau traduisant la dynamique fluviale.



Pour plus d'informations sur l'hydromorphologie des cours d'eau : Malavoi J-R., Bravard J-P., 2010. « *Eléments d'hydromorphologie fluviale* », Onema : 224 téléchargeable à l'adresse suivante : <http://www.onema.fr/hydromorphologie-fluviale>

La rivière et son corridor, un espace de biodiversité

La morphologie de la rivière est la résultante de sa dynamique fluviale. Cette morphologie peut se traduire par une mosaïque d'habitats aquatiques et rivulaires pour de nombreuses espèces animales et végétales.

La morphologie et les régimes hydrauliques évoluent de façon très marquée de l'amont vers l'aval. Les espèces de macrophytes (plantes aquatiques), de poissons et d'invertébrés sont par conséquent très différentes dans les têtes de bassin et à l'aval du cours d'eau.

■ Le lit mineur

De l'hétérogénéité du lit mineur va dépendre la nature des peuplements biologiques dans le cours d'eau. Les poissons, selon leurs activités journalières (nourrissage, repos, reproduction) ou leurs différents stades de développement (œuf, alevin, adulte) ont souvent besoin d'un ensemble d'habitats dans le cours d'eau. Ces habitats sont essentiellement décrits par la hauteur d'eau, la vitesse d'écoulement et la taille des granulats. Ces paramètres caractérisent les faciès d'écoulements : radiers, mouilles, plats, rapides, cascades, etc. Certains poissons réalisent des déplacements quotidiens souvent de quelques dizaines à quelques centaines de mètres entre ces différents faciès. Pour la reproduction, les déplacements peuvent être nettement plus longs.

D'autre part, les bancs alluvionnaires exondés une partie de l'année constituent des habitats pour certaines espèces végétales ou animales terrestres. Ce sont par exemple des zones de repos, de nidification ou de chasse de certains oiseaux.



Arnaud Richard - Onema

Exemple d'habitat du lit mineur nécessaire à la reproduction de certaines espèces : des graviers non colmatés accueillant les œufs de truite de mer, adéquats pour l'oxygénation des œufs.



Henri Carmié - Onema

Exemple d'habitat exondé du lit mineur et des espèces pouvant y être associés à un moment de la journée : cormorans sur un banc alluvial, servant de zone de repos.

■ Les berges et la ripisylve

Les berges et la ripisylve sont source de diversification de l'habitat aquatique et rivulaire. La ripisylve favorise l'entrée dans le cours d'eau de bois mort et de matière organique. Par son système racinaire, elle offre des zones de reproduction à certains poissons et invertébrés. Dans sa partie émergée, elle est favorable aux mammifères et aux oiseaux. La berge, selon sa géologie et sa nature, peut aussi constituer un habitat, notamment pour les oiseaux comme les hirondelles de rivage ou le martin-pêcheur.



Henri Carmié - Onema

Exemple d'espèce nichant dans les berges de certains cours d'eau : l'hirondelle de rivage

■ L'interface entre le lit mineur et la berge

La rive du cours d'eau constitue une zone d'interface entre l'eau et la terre. Cette zone de transition est extrêmement riche au plan biologique. Les invertébrés qui se nourrissent de débris organiques et/ou de micro-organismes bénéficient de conditions plus favorables pour se développer, les supports faisant office d'habitats et la ressource alimentaire y étant plus abondante : racines d'arbres, bois mort, plantes aquatiques supérieures et plantes semi-aquatiques. Les poissons et les écrevisses utilisent des abris sous berges pour se cacher, évitant ainsi la prédation.

■ Les annexes hydrauliques

Les annexes hydrauliques dont la qualité est dépendante de la dynamique fluviale (débordement, connexions avec le lit mineur) sont des habitats indispensables à certaines espèces. Les prairies inondées par les crues sont aussi propices à la reproduction de certains poissons comme le brochet, mais aussi d'amphibiens comme la grenouille rousse. Ce sont également des zones exploitées par les oiseaux, notamment les migrateurs, qui trouvent dans ces zones leurs nourritures ou leurs lieux de reproduction comme le râle des genêts.



Philippe Baffie - Onema



Arnaud Richard - Onema



Philippe Baffie - Onema

Exemples d'habitats immergés du lit mineur, occupés par des espèces aquatiques à différents stades de leur développement ou de leur cycle journalier. De haut en bas : blocs constituant un abri à une écrevisse « pieds blancs » ; larve d'invertébré aquatique cherchant sa nourriture sur les graviers ; chevelu racinaire en pied de berge utilisé par une communauté de poissons pour se cacher.



Philippe Baffie - Onema

Exemple d'habitat exondé du lit mineur et espèce pouvant y être associée à un moment de la journée : une loutre à l'affût sur un embâcle.

Pour plus d'informations sur la répartition amont-aval des espèces, voir la fiche « Les typologies des cours d'eau »

■ Le corridor aquatique et rivulaire

À une échelle plus large, le cours d'eau et la bande riveraine qui l'entoure forment des corridors. Ces derniers permettent le déplacement de certaines espèces sur de longues distances par voie aquatique (poissons migrateurs, mammifères semi-aquatiques) ou par voies terrestre et aérienne (oiseaux, chauves-souris, mammifères semi-aquatiques). Ils contribuent dans ce sens à la diversité et la qualité du milieu aquatique et des terres riveraines.

Ces déplacements nécessitent de retrouver à l'échelle de l'hydrosystème (cours d'eau, corridors, plaine d'inondations) l'ensemble des conditions retrouvées localement. Le corridor rivulaire est une composante importante de la « Trame verte et bleue » de la loi « Grenelle 2 Environnement » adoptée en août 2009.



David Monnier - Onema



Michel Bramard - Onema



Emmanuel Perez - Onema



Michel Bramard - Onema

Exemples d'espèces inféodées aux milieux aquatiques, effectuant une de leurs activités vitales dans les annexes hydrauliques. De haut en bas : crapauds communs se reproduisant dans une annexe hydraulique; aesche imperator mâle se nourrissant d'un sympetrum; brocheton dans les herbiers d'une prairie alluviale; cistude (espèce menacée) se reposant sur du bois mort dans un bras mort.

Pour plus d'informations sur les corridors: CSPNB (2008). « L'arbre, la rivière et l'homme, MEDAT / D4E: 64 », téléchargeable à l'adresse suivante: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/01-66.pdf>



Les obligations de la directive cadre sur l'eau et du Grenelle de l'environnement

La directive cadre sur l'eau (DCE) vise à atteindre un bon niveau de qualité pour les eaux européennes. En plus de la qualité chimique des eaux, c'est la qualité biologique des eaux et la continuité écologique qui sont visées. Le rétablissement de l'équilibre biologique et de la biodiversité passe par le retour des systèmes aquatiques à un état fonctionnel proche de celui qu'on pourrait appeler état de référence, c'est-à-dire avant perturbation.

Les systèmes biologiques sont conditionnés par la structure du milieu physique. Le rétablissement du fonctionnement morpho-dynamique d'un cours d'eau contribuera à améliorer son état écologique comme requis par la DCE. Cela participera aussi au rétablissement de la continuité écologique dans les cours d'eau et à l'amélioration du fonctionnement des écosystèmes et écotones (zones d'interface) favorisant la biodiversité.



Retrouvez tous les termes techniques concernant les milieux aquatiques et la restauration hydromorphologique sur le glossaire du site eaufrance : <http://www.glossaire.eaufrance.fr>

