

## 5 > Elargissement local des embouchures

Marcelo Leite Ribeiro, Koen Blanckaert, Jean-Louis Boillat et Anton Schleiss

*Lorsque les zones de confluence de deux cours d'eau ont une morphologie proche de l'état naturel, la connectivité des cours d'eau est maximale. La présente fiche explique comment l'élargissement local des embouchures accroît la diversité des habitats et la connectivité longitudinale des cours d'eau. Ces mesures sont souvent peu onéreuses car elles ne sont mises en œuvre que localement.*

### Diminution de l'interconnexion des cours d'eau canalisés

Dans les régions alpines, la correction des cours d'eau a souvent transformé en canaux les grands cours d'eau avec leurs multiples affluents et leurs bancs alternants. La plupart des cours d'eau corrigés, comme le cours supérieur du Rhône en Suisse, présentent en effet une diversité structurelle insuffisante: on n'y observe plus ni bancs de gravier, ni îles, ni alternance de tronçons à fort et à faible débit. Les cours d'eau principaux et les embouchures de leurs affluents ont été aménagés et canalisés. Sur le Rhône par exemple, de nombreux affluents ont été transformés en canaux au fond plat avec des murs de rives, qui pénètrent perpendiculairement ou inclinés dans le fleuve avec un seuil artificiel. L'objectif de ces

travaux était d'optimiser le régime de charriage des affluents du Rhône. Or, ces interventions ont fortement réduit la connectivité des cours d'eau et leur valeur écologique. Une étude portant sur 21 points de confluence avec le Rhône a démontré que leur écomorphologie et leur connectivité longitudinale sont insuffisantes (fig. 1; Bourgeois 2006). Le potentiel de revitalisation est important: grâce à la mise en œuvre de mesures locales, ces embouchures peuvent retrouver leur morphologie et leur connectivité d'origine.



Confluence de la Borgne avec le Rhône (VS).

Photo: Marcelo Leite Ribeiro

### Une petite intervention pour de grands résultats

A l'état naturel, les embouchures sont les points névralgiques des cours d'eau.

- > Du point de vue hydrologique: la dynamique complexe des cours d'eau et les différents régimes de charriage créent des zones d'alluvions et d'érosion, qui évoluent régulièrement avec les crues.
- > Du point de vue écologique: pour les cours d'eau, il est important que soient garanties la connectivité latérale et la connectivité longitudinale, ainsi que le charriage de matériaux et d'alluvions. Dans une zone de confluence se développent, sur un espace restreint, des écosystèmes très variés que l'on ne retrouve nulle part ailleurs. Ces spécificités sont dues aux interactions entre les débits, les régimes de charriage, l'apport d'alluvions et la morphologie.
- > Du point de vue paysager: les embouchures constituent des repères importants dans les paysages fluviaux. Lorsque leur état naturel est conservé ou restauré, elles constituent souvent des zones de détente appréciées.

Un projet de revitalisation ne peut pas atteindre pleinement son but écologique si la connectivité latérale et la connectivité longitudinale sont interrompues (fiche 4 Connectivité des cours d'eau). Des mesures prises à petite échelle sur un confluent peuvent ainsi avoir un impact positif sur une large zone du cours d'eau principal, voire sur l'ensemble du bassin versant (fig. 2, encadré 1).

### Elargissement des embouchures

Face à la méconnaissance des processus hydrodynamiques et morphologiques aux points de confluence des cours d'eau alpins présentant un fort régime de charriage, des modélisations ont été élaborées dans le cadre du projet «Gestion intégrale des zones fluviales». L'étude a porté sur les interactions entre l'espace ménagé au niveau des embouchures, le régime de charriage et la morphologie. Les chercheurs ont notamment analysé les différences de morphologie en fonction de l'élargissement des embouchures et du débit (cours d'eau secondaires et principaux). Ils se sont basés sur un élargissement rectangulaire de longueur  $L_w$ , dans le sens du courant, et de largeur  $B_w$ , fonction de la largeur  $B_i$  de l'affluent (fig. 3) où:

- >  $L_w = 3 \cdot B_i$  et  $B_w = 2 \cdot B_i$  (petit élargissement)
- >  $L_w = 3 \cdot B_i$  et  $B_w = 3 \cdot B_i$  (moyen élargissement)
- >  $L_w = 4 \cdot B_i$  et  $B_w = 3 \cdot B_i$  (grand élargissement)

Les résultats ont mis en évidence une morphologie diversifiée dès le petit élargissement (fig. 4). Dans le cours d'eau principal, les chercheurs n'ont pas constaté de dépôts sédimentaires néfastes directement à la sortie de l'affluent. Par conséquent, l'élargissement des embouchures n'accroît pas le danger lié

### > Encadré 1: Objectifs écologiques réalisables grâce à l'élargissement local des embouchures

#### Accroissement de la variabilité de la profondeur de l'eau, de la vitesse d'écoulement et du substrat:

- > en développant des habitats (invertébrés, poissons, plantes, etc.)
- > en créant des refuges utilisables en cas de crue et d'exploitation par éclusées

#### Aménagement des berges:

- > en renforçant la diversité des espèces animales et végétales
- > en créant des centres de biodiversité

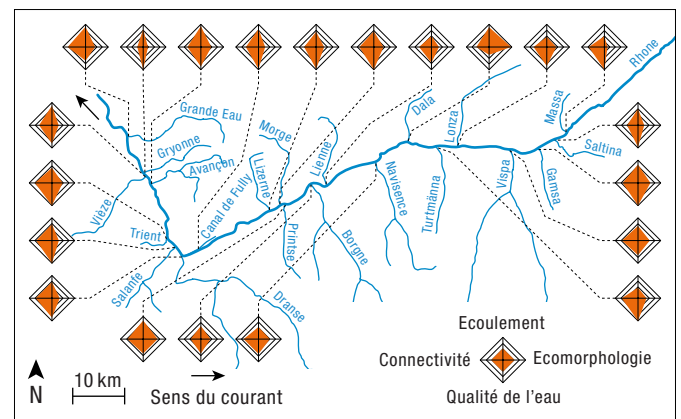


Fig. 1 Etat des lieux des affluents du Rhône en fonction des critères suivants: écoulement, écomorphologie, qualité de l'eau et connectivité longitudinale (CH), d'après Bourgeois (2006). La zone orange indique l'état actuel par rapport à un état sans atteinte (carré). Illustration d'après Bourgeois 2006

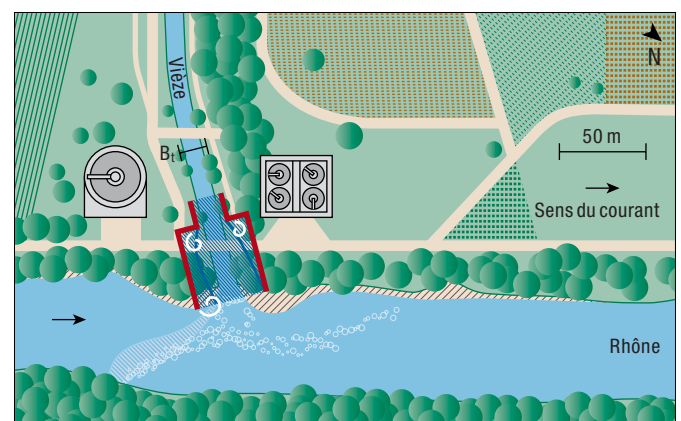


Fig. 2 Elargissement d'une embouchure (Vièze et Rhône, VS).  $B_i$ : largeur du cours d'eau. Illustration d'après Marcelo Leite Ribeiro

aux crues dans le cours d'eau principal. Cela est dû aux conséquences mêmes de l'élargissement: la capacité limitée de charriage est rapidement compensée par un léger rehaussement du fond du lit et le déplacement du chenal du canal principal.

L'élargissement d'une embouchure peut créer un angle naturel de confluence. Sur les cours d'eau secondaires alpins, cet angle est de 60 à 80 degrés. Lorsqu'une embouchure est canalisée, les modélisations laissent apparaître un net déplacement du fond du lit entre le cours d'eau principal et son affluent. Ce phénomène, qui s'observe aussi à l'état naturel sans qu'il y ait eu construction d'un seuil, entrave fortement la connectivité longitudinale des cours d'eau. Lorsque le débit de crue est suffisamment important pour modeler le lit du cours d'eau (débit entre  $HQ_2$  et  $HQ_5$ ), le fond du lit se déplace malgré l'élargissement de l'embouchure. En revanche, lorsque les débits de crue sont faibles, il se crée dans l'embouchure un flux qui améliore considérablement la connectivité longitudinale jusqu'à la rendre pratiquement optimale. Lorsque les débits sont élevés (1<sup>er</sup> cas), il se crée dans l'embouchure un couloir de débit principal, des bancs de sable et de gravier émergés ainsi que des zones d'eaux stagnantes. Les différents débits et profondeurs (fig. 4) améliorent considérablement la diversité des habitats. En cas de crue du cours d'eau principal, les bancs de sable et de gravier de l'embouchure sont régulièrement recouverts par les eaux.

L'élargissement local d'un affluent dans sa zone de confluence accroît donc la variabilité des paramètres nécessaires à la restauration des habitats, tels que la profondeur de l'eau (fig. 4), la vitesse d'écoulement et le substrat du fond du lit (fig. 3).

### Recommandations pratiques

L'élargissement des embouchures est une mesure intéressante dans le cadre d'un projet de revitalisation: il permet en effet de restaurer la diversité des structures morphologiques tout comme la connectivité des cours d'eau. De plus, cette mesure est relativement peu coûteuse car elle est mise en œuvre localement.

Les modélisations permettent de formuler les recommandations suivantes:

- > Un élargissement de 3 fois la largeur de l'affluent ( $B_w = 3 \cdot B_i$ ) sur 4 fois la largeur de l'affluent ( $L_w = 4 \cdot B_i$ ) est suffisant pour atteindre les objectifs de revitalisation. Cette modification n'accroît pas le danger dû aux crues du cours d'eau principal.
- > Les expériences en laboratoire n'ont porté que sur des élargissements simples, de forme rectangulaire. Bien que les résultats soient déjà positifs, un élargissement en trapèze s'avère plus fonctionnel (Bidaud 2010).

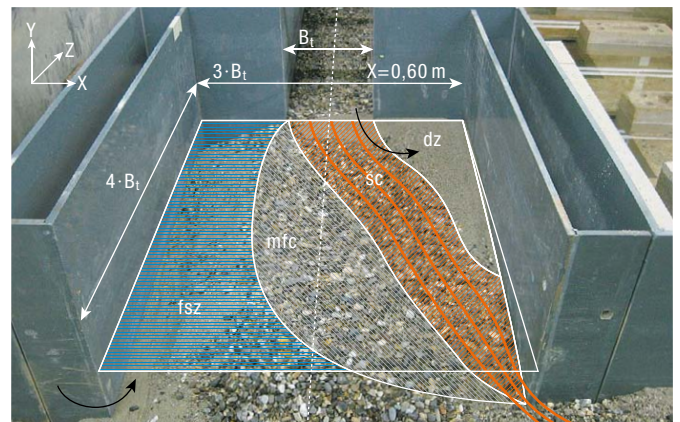


Fig. 3 Observation, dans le cadre d'une modélisation, du développement morphologique d'une zone de confluence élargie (éléments de calcul voir p. 2;  $B_i$ : largeur du cours d'eau). On constate l'apparition de bancs de sable et de gravier fin (dz) qui émergent ici et là, d'une zone d'eaux dormantes (fsz), d'un corridor d'évacuation (mfc) ainsi que d'une zone de transport des sédiments (sc). Illustration d'après Leite Ribeiro et al. 2011

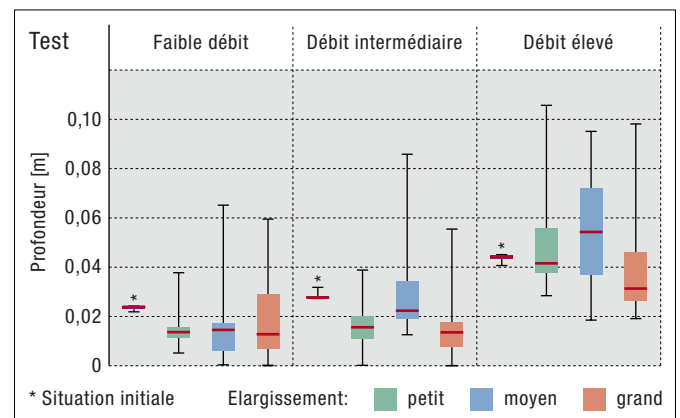


Fig. 4 Différences de profondeurs au point de confluence d'un cours d'eau et de son affluent. Comparaison entre trois types d'élargissement différents (petit, moyen, grand) pour trois types de débit différents (faible, intermédiaire, élevé; défini par le rapport entre le débit de l'affluent  $Q_i$  et celui du cours d'eau principal  $Q_m$ :  $Q_i/Q_m = 0,11$  (faible),  $0,15$  (intermédiaire) et  $0,20$  (élevé). Illustration d'après Leite Ribeiro et al. 2011

- > Dans les affluents canalisés, des dépotoirs à alluvions ont souvent été construits afin de limiter le charriage des alluvions et de renforcer la protection contre les crues. Dans ce cas, il convient de contrôler les mesures qui restaurent le régime de charriage correspondant à la dynamique morphologique du débit.

## Bibliographie

Benda, L., Poff, LN., Miller, D., Dunne, T., Reeves, G., Pess, G., Pollock, M., 2004: The Network Dynamics Hypothesis: How Channel Networks Structure Riverine Habitats. *BioScience* 54(4): p. 413–427.

Bidaud, L., 2010: Etude morphologique de confluences alpines. Application à la jonction du Rhône et de la Borgne, Travail de master, LCH-EPFL.

Bourgeois, M., 2006: Accroissement de la valeur naturelle de la vallée du Rhône par un raccordement optimal des affluents du Rhône, Travail de master, LCH-EPFL.

Leite Ribeiro, M., Blanckaert, K., Boillat, J.-L., Schleiss, A., 2011: Elargissement local de l'affluent dans une zone de confluence – Comportement morphologique et potentiel écologique. *Eau énergie air*: 3/2011, p. 235–242.

## Impressum

### Concept

Dans le cadre du présent projet, des spécialistes en aménagement des cours d'eau, des écologues et des représentants des autorités fédérales et cantonales ont été invités à élaborer des solutions conjointes visant à supprimer les déficits relevés au niveau des cours d'eau. Les intervenants ont ainsi exploré les possibilités de réaliser des habitats dynamiques et interconnectés, et développé des concepts innovants pour la mise en œuvre des mesures d'aménagement des cours d'eau. Pour plus d'informations: [www.rivermanagement.ch](http://www.rivermanagement.ch)

### Projet

Financé par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), le projet a été mené sous l'égide des quatre institutions suivantes:

Armin Peter, Eawag, Ecologie et évolution des poissons, Seestrasse 79, 6047 Kastanienbaum, [www.eawag.ch](http://www.eawag.ch)

Christoph Scheidegger, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Biodiversité et écologie de la conservation, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, [www.wsl.ch](http://www.wsl.ch)

Anton Schleiss, EPF Lausanne, Laboratoire de constructions hydrauliques LCH-EPFL, Station 18, 1015 Lausanne, [www.lch.epfl.ch](http://www.lch.epfl.ch)

Roland Fähr, EPF Zurich, Laboratoire de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW/ETHZ), Gloriastrasse 37/39, 8092 Zurich, [www.vaw.ethz.ch](http://www.vaw.ethz.ch)

### Coordination

Sonia Angelone, Manuela Di Giulio

### Suivi technique

OFEV: Paul Dändliker, Manuel Epprecht, Werner Göggel, Susanne Haertel-Borer, Daniel Hefti, Jean-Pierre Jordan, Stephan Lussi, Olivier Overney, Markus Thommen  
Cantons: Lorenz Jaun (UR), Vinzenz Maurer (BE), Sandro Peduzzi (TI), Markus Zumsteg (AG)

Projet: Sonia Angelone, Tobias Buser, Manuela Di Giulio, Roland Fähr, Armin Peter, Christopher Robinson, Christoph Scheidegger, Anton Schleiss

### Edition

Office fédéral de l'environnement (OFEV).

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

### Rédaction

Manuela Di Giulio, Sonia Angelone

### Traduction et suivi linguistique

Aude Thalmann, Anne-Catherine Trabichet

### Référence bibliographique

Leite Ribeiro, M., Blanckaert, K., Boillat, J.-L., Schleiss, A., 2012:

Elargissement local des embouchures. In: Fiches sur l'aménagement et l'écologie des cours d'eau, OFEV, Berne. Fiche 5.

### Conception et illustrations

anamorph.ch: Marcel Schneeberger (AD), Patrik Ferrarelli

### Téléchargement au format PDF

[www.bafu.admin.ch/uw-1211-f](http://www.bafu.admin.ch/uw-1211-f)

Cette publication est également disponible en allemand (original) et en italien.

© OFEV 2012



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV