

Dynamique du charriage et des habitats

Recueil de fiches sur l'aménagement et l'écologie des cours d'eau

Abstracts

This publication expands on the factsheet entitled “Hydraulic engineering and ecology”, which was published in 2012 (FOEN 2012). It summarises the most important practical findings from the research project entitled “Bed load and habitat dynamics” 2013–2017. The topics and content were compiled in an interdisciplinary and interactive process within the framework of various sub-projects. Researchers and experts from various areas of the federal administration and associations participated in this process. The factsheets provide readers with information on the current status of research and its application and indicate further literature.

Die vorliegende Publikation ist eine Fortsetzung der Merkblatt-Sammlung «Wasserbau und Ökologie», die im Jahr 2012 erschienen ist (BAFU 2012). Sie fasst die wichtigsten praxisrelevanten Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt «Geschiebe- und Habitatsdynamik» 2013–2017 zusammen. Die Themen und Inhalte wurden in einem interdisziplinären und interaktiven Prozess im Rahmen von verschiedenen Teilprojekten erarbeitet. An diesem Prozess beteiligten sich Forschende sowie Fachleute verschiedener Bereiche aus Verwaltung und Interessensverbänden. Die Merkblätter informieren die Leserinnen und Leser über den aktuellen Stand der Forschung sowie deren Anwendung und dienen als Wegweiser zu weiterführender Literatur.

La présente publication fait suite au *Recueil de fiches sur l'aménagement et l'écologie des cours d'eau*, paru en 2012 (OFEV 2012). Elle résume les principaux résultats utiles pour la pratique qui proviennent du projet de recherche «Dynamique du charriage et des habitats», réalisé entre 2013 et 2017. Les sujets traités et les contenus ont fait l'objet d'un processus interdisciplinaire et interactif dans le cadre de divers projets partiels, auxquels ont pris part des scientifiques et des spécialistes de différents domaines issus de l'administration et d'associations professionnelles. Les lecteurs trouveront dans ces fiches les connaissances les plus récentes et des informations sur leur application ainsi que des renvois vers des ouvrages spécialisés.

La presente pubblicazione è una continuazione della raccolta «Schede tematiche sulla sistemazione e l'ecologia dei corsi d'acqua», edita nel 2012 dall'UFAM. Riassume i risultati di maggior rilievo per la pratica del progetto di ricerca «Dinamica dei sedimenti e degli habitat» 2013–2017. I temi e i contenuti sono stati elaborati nell'ambito di un processo interdisciplinare e interattivo nel quadro di diversi progetti parziali. Al processo hanno partecipato anche ricercatori ed esperti di vari settori amministrativi e di associazioni portatrici d'interesse. Le schede informano le lettrici e i lettori sullo stato attuale della ricerca dal punto di vista delle sue applicazioni e sono completate da una bibliografia a carattere orientativo per un eventuale approfondimento.

Keywords:

bed load, sediment, habitat, dynamics, reactivation, wetlands, biodiversity, networking, watercourses, discharges, erosion

Stichwörter:

Geschiebe, Sediment, Habitat, Dynamik, Reaktivierung, Auen, Biodiversität, Vernetzung, Fliessgewässer, Schüttungen, Erosion

Mots-clés :

charriage, sédiment, habitat, dynamique, réactivation, zones alluviales, biodiversité, connectivité, cours d'eau, recharge sédimentaire, érosion

Parole chiave:

materiale solido di fondo, sedimenti, habitat, dinamica, riattivazione, golene, biodiversità, connettività, corsi d'acqua, riporti di materiale, erosione

Avant-propos

La dynamique des sédiments et des écoulements détermine la morphologie des cours d'eau ainsi que leur fonctionnement écologique. Elle est pourtant gravement entravée dans nombre de rivières suisses. Ainsi, plusieurs grands cours d'eau du Plateau ne charrient presque plus de sédiments, tandis que d'autres affichent un excédent. Par ses interventions (barrages, endiguements, rectifications), l'homme a profondément perturbé les mouvements des matériaux solides, avec de nombreuses conséquences écologiques à la clé.

Le public connaît mal l'importance des sédiments pour le fonctionnement des cours d'eau, et ne prend souvent conscience de leur existence que lorsque des crues ou des laves torrentielles les font sortir des lits des rivières et qu'ils mettent alors la population, les habitations et les infrastructures en danger. La morphologie des cours d'eau naturels est pourtant étroitement liée à la mobilisation, au transport et au dépôt de galets, de gravier et de sables.

Ces matériaux participent à la formation de nouveaux habitats pour des plantes pionnières et d'autres organismes spécialisés et favorisent la biodiversité dans les cours d'eau et à leurs abords. Une dynamique des sédiments et des écoulements proche de l'état naturel est en général garante de la valeur et du bon fonctionnement écologiques d'une rivière. La réactivation de cette dynamique, et dès lors des fonctions écologiques, est une condition indispensable à la réussite des renaturations et compte parmi les grands objectifs de la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau et de la loi fédérale révisée sur la protection des eaux.

Le projet de recherche interdisciplinaire «Dynamique du charriage et des habitats» a non seulement analysé l'influence de l'homme sur l'activité sédimentaire des cours d'eau, mais aussi étudié et mis au point des mesures à même de redynamiser cette activité. Ce recueil de fiches reprend ses principaux résultats utiles pour la pratique. En présentant les découvertes scientifiques récentes, il garantit l'application rapide des nouvelles connaissances sur le terrain.

Paul Steffen, sous-directeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Dynamique des sédiments et des habitats dans les cours d'eau

La dynamique des sédiments et des écoulements, qui détermine la morphologie des cours d'eau ainsi que leur fonctionnement écologique, est fortement entravée dans nombre de rivières suisses. Sa réactivation est une condition indispensable à la réussite des renaturations et compte parmi les principaux objectifs de la loi fédérale révisée sur la protection des eaux. Le projet de recherche interdisciplinaire « Dynamique du charriage et des habitats » a examiné l'influence de l'homme sur l'activité sédimentaire des cours d'eau, et a également étudié et développé des mesures propres à redynamiser cette activité. Le présent recueil de fiches en présente les principaux résultats utiles pour la pratique.

M. Di Giulio, M. J. Franca, Ch. Scheidegger, A. Schleiss, D. Vetsch, Ch. Weber

La morphologie des cours d'eau naturels est étroitement liée à la dynamique des sédiments, c'est-à-dire à la mobilisation, au transport et au dépôt de galets, de gravier et de sable. Ces matériaux contribuent à la formation de nouveaux habitats pour des plantes pionnières et d'autres organismes spécialisés et favorisent la biodiversité dans les rivières et à leurs abords (fig. 2). Or par ses interventions (barrages, endiguements, rectifications), l'homme a profondément perturbé ces mouvements, avec à la clé de nombreuses conséquences écologiques (fig. 1).

Le public connaît mal l'importance des sédiments pour le fonctionnement des cours d'eau, et ne prend souvent conscience de leur existence que lorsque des crues ou des laves torrentielles les font sortir des lits des rivières et qu'ils viennent alors menacer la population, les habitations et les infrastructures. (Suite à la p. 8)

Programme de recherche « Aménagement et écologie des cours d'eau »

Il y a quinze ans, l'OFEV s'est joint au VAW (ETHZ), au LCH (EPFL), à l'Eawag et au WSL pour lancer le programme de recherche « Aménagement et écologie des cours d'eau ». Ce programme, auquel participent des chercheurs de différentes disciplines ainsi que des spécialistes du terrain, a pour but d'élaborer puis de diffuser sous une forme appropriée les bases scientifiques nécessaires à la résolution des questions soulevées par la pratique. Ses résultats doivent contribuer à la mise en œuvre des lois fédérales sur l'aménagement des cours d'eau et sur la protection des eaux et sont mis à la disposition des praticiens sous la forme de manuels, d'articles spécialisés et de fiches.

Le projet de recherche « Dynamique du charriage et des habitats » est le troisième mené dans le cadre du programme, après les projets « Rhône-Thur » et « Gestion intégrale des zones fluviales ». Il s'articule autour

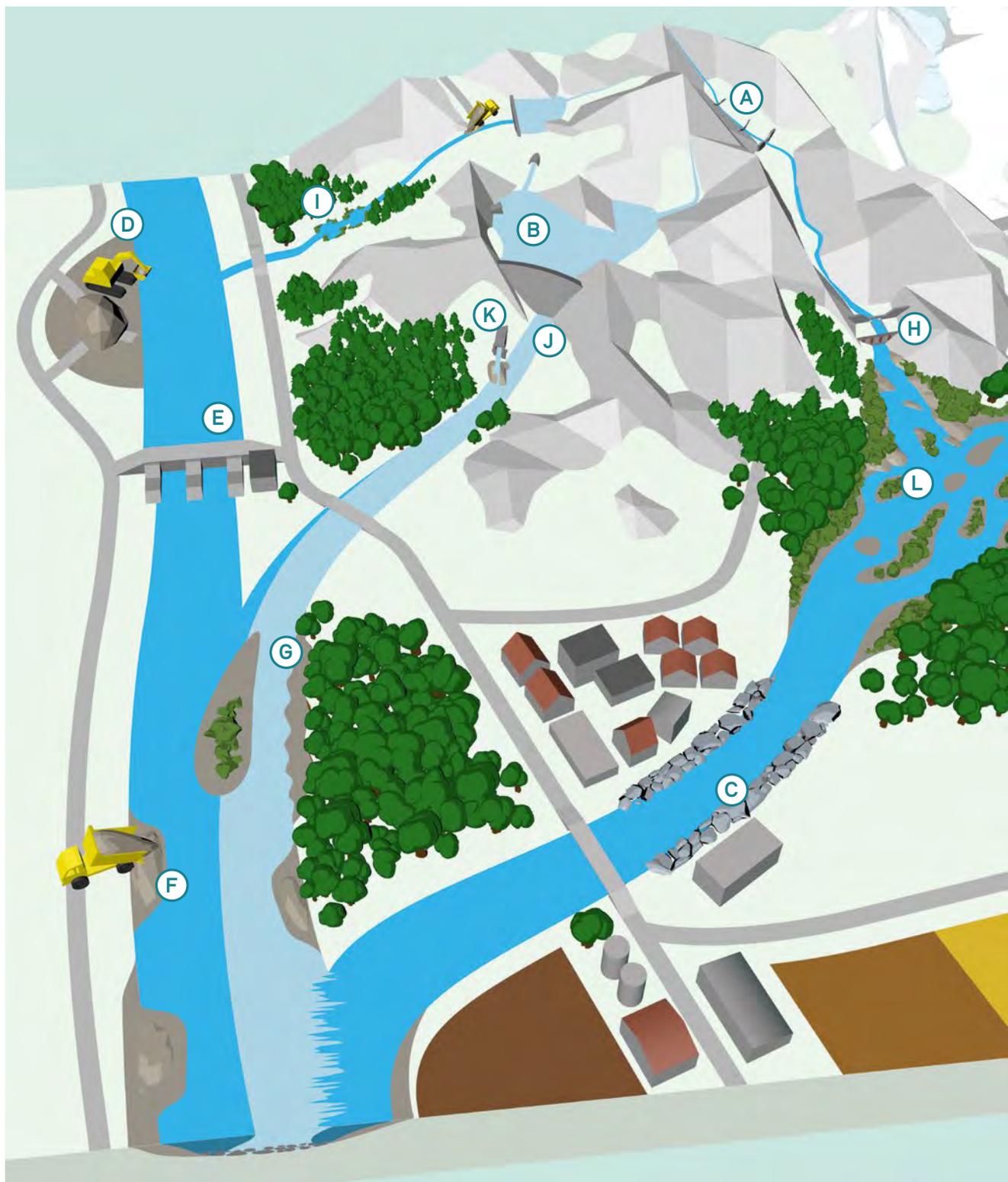
de deux axes : *primo*, la réactivation du charriage et la redynamisation des cours d'eau ; *secundo*, la revitalisation des zones alluviales. Ses priorités, sous-projets et thèmes de recherche sont décrits en détail dans Schleiss et al. (2014) et Scheidegger et al. (2014).

Aides pratiques apportées par le programme de recherche jusqu'à présent :

- Guide du suivi des projets de revitalisation fluviale (Woolsey et al. 2005)
- Integrales Gewässermanagement – Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur-Projekt (Rohde 2005)
- Synthesebericht Schwall/Sunk (Meile et al. 2005)
- Planification concertée des projets d'aménagement de cours d'eau. Manuel pour la participation et la prise de décision dans les projets d'aménagement de cours d'eau (Hostmann et al. 2005)
- Fiches sur l'aménagement et l'écologie des cours d'eau. Résultat du projet de « gestion intégrale des zones fluviales » (OFEV 2012)

Fig. 1

Modèle de réseau hydrographique dont la dynamique sédimentaire a été entravée par des interventions humaines, puis réactivée à l'aide des différentes mesures (tab. 1) traitées dans le présent recueil de fiches.



Tab. 1

Explication fig. 1: causes d'une dynamique sédimentaire entravée, mesures pour la réactiver, exemples de conséquences écologiques et numéros des fiches correspondantes dans le présent recueil.

	Pastille fig. 1	Causes	N° fiche
A	Les barrages de correction torrentielle érigés en partie supérieure du bassin versant pour stabiliser le lit et les berges diminuent l'érosion et donc l'apport de matériaux solides.	Conséquences écologiques (ex.) : à l'aval, un déficit de charriage se crée, qui réduit la diversité des habitats dans le cours d'eau et à ses abords.	4
B	Les lacs de retenue interrompent presque complètement le transport solide : la vitesse d'écoulement diminue, les sédiments se déposent sur le fond du réservoir et y restent.	Conséquences écologiques (ex.) : dans la zone de retenue, les graines végétales coulent avec les sédiments, perdent leur pouvoir germinatif et ne peuvent plus se disperser.	6
C	Les rectifications et ouvrages de stabilisation des berges augmentent la capacité de transport solide et empêchent les apports latéraux normalement permis par l'érosion des rives.	Conséquences écologiques (ex.) : les ouvrages de stabilisation entravent la formation de nouveaux habitats dynamiques et morphologiquement riches.	1, 3
D	Lorsque le débit solide est faible, les extractions de gravier peuvent conduire à un déficit de charriage.	Conséquences écologiques (ex.) : un déficit de charriage peut entraîner une incision du lit et, par suite, faire baisser les niveaux piézométriques et couper les zones alluviales de la dynamique fluviale.	1, 5
E	Les sédiments se déposent dans les réservoirs des centrales au fil de l'eau. Selon le mode de fonctionnement de ces installations, il peut s'ensuivre un déficit sédimentaire à l'aval.	Conséquences écologiques (ex.) : à l'aval des centrales, les cours d'eau manquent des sédiments nécessaires aux frayères des poissons lithophiles (ombre, etc.).	1

	Pastille fig. 1	Mesures	N° fiche
F	Les déversements de gravier constituent des apports de sédiments qui trouvent toute leur utilité dans les cours d'eau de plaine et de montagne lorsqu'un déficit de charriage est constaté à l'aval d'un barrage.	Conséquences écologiques (ex.) : les déversements de matériaux solides permettent d'approvisionner les habitats aquatiques et terrestres.	7
G	Supprimer les ouvrages de stabilisation des berges et les remplacer par des remblais de gravier ou des épis permet de favoriser l'érosion des rives. Celle-ci induite augmente l'apport de sédiments.	Conséquences écologiques (ex.) : l'érosion des berges entraîne la formation d'habitats (parois de nidification pour les martins-pêcheurs et les hirondelles de rivage, etc.).	7
H	Les dépotoirs à alluvions doseurs laissent passer les matériaux solides lors des crues faibles et moyennes et ne les retiennent que lors des crues importantes menaçant les zones habitées et les infrastructures.	Conséquences écologiques (ex.) : à l'aval, le charriage est réactivé, ce qui permet la formation d'une mosaïque d'habitats dynamiques.	4
I	Les expériences faites en laboratoire montrent que la création d'anses latérales favorise le dépôt de sédiments fins.	Conséquences écologiques (ex.) : les dépôts de sédiments fins peuvent accroître la diversité des habitats fluviaux.	3
J	Combiné à des déversements de gravier, le déclenchement régulier de crues artificielles peut réactiver la dynamique sédimentaire aval.	Conséquences écologiques (ex.) : les crues artificielles permettent de débarrasser le lit des sédiments fins qui s'y sont déposés et d'améliorer la reproduction des espèces piscicoles lithophiles (truite, etc.).	3, 6, 7
K	Les galeries de déviation des sédiments détournent les matériaux charriés des réservoirs et empêchent ainsi qu'ils n'y soient piégés.	Conséquences écologiques (ex.) : la réactivation du charriage favorise la dispersion des graines et autres éléments végétaux. À l'aval, le charriage est réactivé, ce qui permet la formation d'une mosaïque d'habitats dynamiques.	6
L	Une dynamique sédimentaire proche de l'état naturel renforce la connectivité des habitats et favorise la biodiversité dans les zones alluviales.	Conséquences écologiques (ex.) : une dynamique sédimentaire proche de l'état naturel permet la formation de bancs de gravier, offrant de nouveaux habitats pour des espèces pionnières.	5

Fig. 2

Dans le Gasterntal (BE), la Kander est marquée par une dynamique des sédiments et des écoulements proche de l'état naturel.



Photo : Vinzenz Maurer

Fig. 3

En août 2005, Grafenort (OW) a été inondé suite au débordement de l'Aa d'Engelberg.



Photo : Forces aériennes suisses

(Suite de la p. 5) On se souvient, par exemple, des fortes précipitations de 2005, qui avaient mobilisé d'énormes quantités de sédiments et provoqué des ruptures de digues, des inondations majeures et des accumulations de matériaux solides dans certaines régions. Comme au niveau de l'Aa d'Engelberg (OW), où les quelque 170 000 m³ de sédiments entraînés du bassin versant amont jusqu'à la plaine de Grafenort avaient causé des dégâts considérables (fig. 3), notamment en emportant une partie de la route cantonale menant à Engelberg et en occasionnant ainsi plus de dix millions de francs de dommages (OFEV 2017).

Les sédiments sont soumis à des processus souvent extrêmement complexes. Il n'est pas rare, par exemple, qu'ils restent plus d'une année sur un talus, en fond de lit ou dans une zone alluviale avant d'être remobilisés et transportés vers l'aval. Plusieurs décennies peuvent donc s'écouler avant qu'ils n'atteignent un lac ou une mer et s'y déposent. Dans les réseaux hydrographiques étendus tels que l'Amazone, les sédiments mettent même jusqu'à 10 000 ans pour parcourir la distance séparant la source de l'océan (Wohl et al. 2015).

Réactiver la dynamique des sédiments

La dynamique des sédiments est fortement entravée dans nombre de cours d'eau suisses (fig. 1, tab. 1). Plusieurs grandes rivières du Plateau ne charrient pratiquement plus de matériaux solides. Ce déficit de charriage – rappelons que ce terme désigne le transport de sédiments grossiers par roulage, saltation ou glissement en fond de lit – est notamment dû aux barrages de correction torrentielle, aux ouvrages de stabilisation des berges érigés pour lutter contre l'érosion et aux dépotoirs à alluvions qui se trouvent dans les torrents et retiennent de grandes quantités de matériaux. Il est aussi dû aux centrales hydrauliques, dont les réservoirs piègent ces matériaux et interrompent ainsi leur transport. Mais il existe également des cours d'eau en excédent sédimentaire (Schälchli et al. 2005), alimentés par exemple en sédiments fins issus de terres agricoles, se déplaçant en suspension dans la colonne d'eau.

La restauration d'une dynamique des sédiments et des écoulements proche de l'état naturel dans les cours d'eau qui sont perturbés, et dont la valeur et le fonctionnement écologiques sont ainsi dégradés, compte parmi les principaux objectifs de la loi fédérale révisée sur la protection des eaux (cf. Révision de la loi fédérale sur la protection des eaux : un mandat politique). Elle peut passer par des mesures d'exploitation (récurrentes), des travaux de

construction (généralement ponctuels), ou les deux à la fois. L'aide à l'exécution «Assainissement du régime de charriage – Planification stratégique» de l'OFEV (Schälchli et al. 2012) dresse un panorama détaillé des mesures de restauration envisageables selon les installations à l'origine des atteintes. Le projet de recherche «Dynamique du charriage et des habitats» s'est penché sur certaines de ces mesures et sur leurs conséquences pour l'aménagement et l'écologie des cours d'eau (cf. fig. 1, tab. 1 et projet de recherche «Dynamique du charriage et des habitats»).

Révision de la loi fédérale sur la protection des eaux : un mandat politique

L'entrée en vigueur en 2011 de la loi fédérale révisée sur la protection des eaux, qui vise à revaloriser les cours d'eau en tant que milieux proches de l'état naturel et à rétablir leurs fonctions écologiques, a été suivie du lancement d'un programme de renaturation étendu à tout le pays. Ce programme prévoit de revitaliser 4000 km de rives d'ici à 2090, de remédier aux effets néfastes de l'utilisation de la force hydraulique d'ici à 2030 (notamment dans les domaines des éclusées, du charriage et de la migration des poissons) et de définir un espace réservé aux eaux suffisant dans tout le réseau hydrographique d'ici à fin 2018.

Afin de faciliter la mise en œuvre du programme, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a élaboré une aide à l'exécution organisée en modules (OFEV 2017), dont l'objectif est de soutenir les cantons dans l'application des dispositions légales et de permettre une exécution uniforme et coordonnée sur l'ensemble du territoire national.

Projet de recherche « Dynamique du charriage et des habitats »

L'importance de la dynamique des sédiments et des écoulements pour l'écologie et l'aménagement des eaux est au cœur du projet de recherche «Dynamique du charriage et des habitats». Celui-ci étudie la manière dont l'homme influe sur cette dynamique, et s'intéresse aux mesures visant à réactiver la dynamique sédimentaire

dans les cours d'eau perturbés ainsi qu'à leurs conséquences sur la structure et le fonctionnement des biocénoses.

Le présent recueil de fiches fait la synthèse des principaux résultats qui ont été obtenus par le projet et qui peuvent être utiles pour la pratique. Il constitue la suite du «Recueil des fiches sur l'aménagement et l'écologie des cours d'eau», publié en 2012 (OFEV 2012). Comme cette première édition, il a été élaboré dans le cadre d'un processus interdisciplinaire et interactif, auquel ont participé des chercheurs et des praticiens de divers domaines appartenant à l'administration et aux associations intéressées. Les fiches qui le composent sont destinées à informer le lecteur sur l'état actuel de la recherche et à l'aiguiller vers les publications scientifiques complémentaires. Elles privilégient la lisibilité et contiennent donc peu de citations d'ouvrages. Tous les travaux parus jusqu'à présent sont cependant répertoriés sur le site du programme de recherche : www.rivermanagement.ch, rubrique **Produits et publications**. Un glossaire expliquant les termes utilisés est également disponible sur la page du programme de recherche.

Bibliographie

Une liste détaillée des publications en rapport avec la présente fiche figure sur le site du programme : www.rivermanagement.ch, rubrique **Produits et publications**.

Le recueil comprend les fiches suivantes

1 Dynamique des sédiments dans le réseau hydrographique



La mobilisation, le transport et le dépôt de sédiments subissent de grandes variations temporelles et spatiales, dont la dynamique est définie par des facteurs géomorphologiques, climatologiques, hydrologiques, hydrauliques et écologiques. Les animaux, les végétaux, les champignons et les micro-organismes ont su s'adapter de multiples manières à la dynamique des sédiments, nombre d'espèces en étant même tributaires pour se développer. Ce système est perturbé, tantôt directement tantôt indirectement, par l'homme. La fiche 1 donne un aperçu de la dynamique sédimentaire dans les cours d'eau suisses et décrit les conséquences des interventions anthropiques.

3 Importance et facteurs de la dynamique des sédiments fins



Les sédiments fins et leur dynamique agissent sur la morphologie et les milieux naturels fluviaux. Produits notamment par l'érosion des sols, ces sédiments contribuent à la formation de zones alluviales à bois dur et d'autres habitats dans les rivières et à leurs abords. La fiche 3 décrit les mécanismes qui régissent la dynamique des sédiments fins et explique comment celle-ci est influencée par la structure des berges et d'autres facteurs tels que la géométrie des criques latérales, dont le projet de recherche « Dynamique du charriage et des habitats » a étudié l'impact de façon systématique dans le cadre d'expériences en laboratoire.

2 Mesurer la dynamique des sédiments et ses effets



Différentes méthodes servent à mesurer la dynamique des sédiments et ses effets sur l'environnement, les processus écologiques et les organismes vivants. Les scientifiques recourent aussi bien à des systèmes classiques qu'à des technologies récentes comme la télédétection à l'aide de drones, la mesure de la consommation d'oxygène dans les couches de gravier qui garnissent le fond des cours d'eau ou des analyses génétiques. La fiche 2 passe en revue les méthodes utilisées et présente leur application dans le cadre du projet de recherche « Dynamique du charriage et des habitats ».

4 Dépotoirs à alluvions doseurs en contexte torrentiel



Les dépotoirs à alluvions servent à retenir les matériaux charriés par les torrents afin de protéger les zones urbanisées et les infrastructures contre les dégâts dus aux crues. Ceux de conception classique fonctionnent cependant même pendant des crues de faible intensité, alors qu'il serait possible de laisser passer le débit solide sans causer de dommage. Ils provoquent ainsi des déficits de charriage et des atteintes écologiques en aval. La fiche 4 explique comment les dépotoirs doseurs peuvent améliorer la continuité du transport solide.

5 Dynamique et biodiversité des zones alluviales



Les zones alluviales sont plus résistantes écologiquement lorsqu'elles comportent de nombreux habitats différents. Leur richesse en habitats et en espèces dépend principalement de l'espace réservé aux eaux, de la dynamique des écoulements et des sédiments et de la connectivité écologique. Des mesures de conservation ciblées sur les espèces typiques des zones alluviales peuvent augmenter la biodiversité. La fiche 5 décrit les principaux facteurs agissant sur la biodiversité des zones alluviales, fournit des exemples concrets et donne un aperçu des recherches en cours.

7 Recharge sédimentaire et érosion maîtrisée des berges



L'état écologique de nombreux cours d'eau suisses est dégradé à cause d'un charriage insuffisant. Procéder à des déversements de matériaux et favoriser l'érosion des berges permet d'augmenter la quantité de sédiments disponibles et, notamment, de revaloriser les habitats et limiter l'érosion des lits. La fiche 7 explique en quoi consistent ces deux mesures à l'aide d'exemples concrets. Elle décrit également leurs effets écologiques et la façon dont elles doivent être planifiées et mises en œuvre.

6 Galeries de déviation et crues artificielles



Les lacs de retenue bloquent le passage des matériaux charriés. Cela conduit à des déficits de charriage en aval, qui se répercutent négativement sur l'écologie et la morphologie des cours d'eau. Il est possible d'accroître la disponibilité des sédiments et d'atténuer ces déficits en construisant des galeries de déviation et en déclenchant des crues artificielles. Exemples à l'appui, la fiche 6 explique en quoi consistent ces deux mesures et décrit leurs effets sur l'écologie et la morphologie des eaux.

Impressum

Éditeur : 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).

Instituts de recherche : Institut de recherche sur l'eau du domaine des EPF (Eawag), Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH), EPF Lausanne, Laboratoire de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW), EPF Zurich, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL)

Direction du projet : Anna Belser, coordination du projet, OFEV ; Christoph Scheidegger, WSL ; Christine Weber, Eawag ; David Vetsch, VAW, EPF Zurich ; Mário J. Franca, LCH-EPFL

Suivi technique : OFEV : Hugo Aschwanden, Rémy Estoppey, Andreas Knutti, Stephan Lussi, Manuel Nitsche, Olivier Overney, Carlo Scapozza, Diego Tonolla, Hans Peter Willi ; Cantons : Josef Hartmann (GR), Norbert Kräuchi (AG), Christian Marti (ZH), Vinzenz Maurer (BE), Sandro Ritler (LU), Thomas Stucki (AG) ; Institutions de recherche : Bernhard Wehrli (Eawag), Anton Schleiss (LCH-EPFL), Robert Boes (VAW-ETHZ), Christoph Hegg (WSL) ; Autres : Raimund Hipp (CDPNP), Roger Pfammatter (ASEA), Luca Vetterli (Pro Natura)

Rédaction : Manuela Di Giulio, Natur Umwelt Wissen GmbH

Traduction : Service linguistique de l'OFEV

Référence bibliographique : Di Giulio, M. Franca, M. J., Scheidegger, Ch., Schleiss, A., Vetsch, D., Weber, Ch., 2017 : Dynamique des sédiments et des habitats dans les cours d'eau. In : Dynamique du charriage et des habitats. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne. Introduction.

Conception et illustrations : Marcel Schneeberger, anamorph.ch

Commande de la version imprimée et téléchargement au format

PDF : OFCL, Vente des publications fédérales, CH-3003 Berne

www.publicationsfederales.admin.ch

N° d'art. 810.300.136f www.bafu.admin.ch/uw-1708-f

© OFEV 2017