



Aide à l'exécution UV-2555/10

# Exigences écologiques pour les projets d'aménagement des eaux

## Projets de revitalisation et de protection contre les crues

Un module de l'aide à l'exécution  
Renaturation des eaux

État : juin 2025

Versions précédentes : aucune

Bases légales : [LEaux](#), art. 37  
[LACE](#), art. 4  
[OEaux](#), art. 41c<sup>ter</sup> et 41c<sup>quater</sup>

Annexe 1: Bases légales pertinentes en matière de protection de la nature et du paysage ainsi que de pêche

Annexe 2: Liste de vérification pour les fonctions naturelles

### Thèmes concernés

Déchets	Sites contaminés	Biodiversité •	Biotechnologie	Sol	Produits chimiques	Électromog et lumière	Climat	Paysage	Bruit	Air	Dangers naturels •	Droit •	Accidents majeurs	EIE	Forêts et bois	Eaux •
---------	------------------	----------------	----------------	-----	--------------------	-----------------------	--------	---------	-------	-----	--------------------	---------	-------------------	-----	----------------	--------

## Impressum

### Valeur juridique

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise les exigences du droit fédéral de l'environnement (notions juridiques indéterminées, portée et exercice du pouvoir d'appréciation) et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur.

### 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).

### Ont collaboré

Canton d'Argovie, canton de Berne, canton du Jura, canton de Zurich, Beffa Tognacca GmbH, Biotec AG, Fischwerk Sàrl, IUB Engineering SA, Sigmaphan AG, klartext umwelt GmbH

### Téléchargement au format PDF

<https://www.bafu.admin.ch/aides-execution-eaux>

Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand et en italien.

La langue originale est l'allemand.

## Table des matières

<b>Abstracts</b> .....	<b>4</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>5</b>
<b>Aide à l'exécution « Renaturation des eaux »</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Introduction</b> .....	<b>8</b>
1.1 Module « Exigences écologiques posées aux projets d'aménagement des eaux » .....	8
1.2 Bases légales .....	8
<b>2 Exigences écologiques</b> .....	<b>12</b>
2.1 De la diversité des fonctions naturelles des eaux .....	12
2.2 Explications relatives aux exigences écologiques .....	14
Exigence 1 — Respecter ou rétablir autant que possible le tracé naturel .....	14
Exigence 2 — Déterminer un espace réservé aux eaux suffisamment grand .....	14
Exigence 3 — Favoriser la dynamique naturelle .....	15
Exigence 4 — Aménager l'espace réservé aux eaux de manière écologique .....	16
Exigence 5 — Rétablir la connectivité .....	18
Exigence 6 — Favoriser un régime de charriage proche de l'état naturel .....	19
Exigence 7 — Préserver et valoriser les zones alluviales .....	20
Exigence 8 — Aménager à l'aide d'éléments naturels .....	20
Exigence 9 — Ajuster l'aménagement des eaux en fonction des changements climatiques ...	21
<b>3 Les exigences écologiques dans le processus de planification</b> .....	<b>23</b>
3.1 Objectif .....	23
3.2 Procédure en six étapes de travail .....	23
Étape de travail 1 — État actuel .....	25
Étapes de travail 2 et 3 — État naturel et état proche de l'état naturel .....	26
Étape de travail 4 — Analyse des déficits .....	27
Étape de travail 5 — État visé et objectifs de développement écologique .....	28
Étape de travail 6 — Étude de variantes et développement de la meilleure variante .....	29
3.3 Phases de projet, entretien et suivi des effets .....	30
<b>Annexe 1 Bases légales pertinentes en matière de protection de la nature et du paysage ainsi que de pêche</b> .....	<b>32</b>
Mesures de remplacement selon la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage....	32
Protection de la végétation des rives selon la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage .....	32
Compensation écologique selon la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage....	33
Zones alluviales d'importance nationale .....	33
Mesures selon la loi fédérale sur la pêche.....	34
<b>Annexe 2 Liste de vérification pour les fonctions naturelles</b> .....	<b>35</b>
Processus.....	35
Structures .....	36
Organismes .....	36
<b>Glossaire</b> .....	<b>37</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>39</b>

## Abstracts

Das vorliegende Modul der Vollzugshilfe «Renaturierung der Gewässer» erläutert die ökologischen Anforderungen an Wasserbauprojekte (Revitalisierungs- und Hochwasserschutzprojekte), die sich aus dem Gewässerschutzgesetz (Art. 37 GSchG) und dem Wasserbaugesetz (Art. 4 Abs. 2 WBG) sowie der Gewässerschutzverordnung (Art. 41c<sup>ter</sup> und 41c<sup>quater</sup> GSchV) ergeben. Darüber hinaus zeigt das Modul, wie diese Anforderungen schrittweise in der Planung eines Projektes angewendet werden können. Zur Illustration wird online eine Sammlung von Fallbeispielen zur Verfügung gestellt, die laufend mit weiteren Anwendungsbeispielen ergänzt wird: [Fallbeispiele – Wasserbauprojekte](#)

This module of the enforcement aid «Renaturation of watercourses» explains the ecological requirements for water engineering projects (revitalisation and flood protection projects) that arise from the Water Protection Act (Art. 37 GSchG) and the Water Engineering Act (Art. 4 para. 2 WBG) as well as the Water Protection Ordinance (Art. 41c<sup>ter</sup> and 41c<sup>quater</sup> GSchV). In addition, the module shows how these requirements can be applied step by step in the planning of a project. A collection of case studies is provided online for illustration purposes and will be continuously updated with further examples of application: [Case studies – Water engineering projects](#)

Le présent module de l'aide à l'exécution «Renaturation des eaux» explique les exigences écologiques applicables aux projets d'aménagement des eaux (projets de revitalisation et de protection contre les crues), qui découlent de la loi sur la protection des eaux (l'article 37 LEaux) et de la loi sur l'aménagement des cours d'eau (art. 4, al. 2, LACE) ainsi que de l'ordonnance sur la protection des eaux (art. 41c<sup>ter</sup> et 41c<sup>quater</sup> OEaux). En outre, le module montre comment ces exigences peuvent être appliquées progressivement dans la planification d'un projet. A titre d'illustration, une collection d'exemples de cas est mise à disposition en ligne et sera complétée en permanence par d'autres exemples d'application : [Collection d'exemples – Projets d'aménagement des eaux](#)

Questo modulo dell'aiuto all'esecuzione «Rinaturazione dei corsi d'acqua» spiega i requisiti ecologici per i progetti di ingegneria idraulica (progetti di rivitalizzazione e di protezione dalle inondazioni) derivanti dalla legge sulla protezione delle acque (art. 37 LPAc) e dalla legge sull'ingegneria idraulica (art. 4 cpv. 2 LSCA), nonché dall'ordinanza sulla protezione delle acque (art. 41c<sup>ter</sup> e 41c<sup>quater</sup> OPAc). Inoltre, il modulo mostra come questi requisiti possano essere applicati passo dopo passo nella pianificazione di un progetto. Una raccolta di casi di studio è disponibile online a scopo illustrativo e sarà costantemente integrata con ulteriori esempi di applicazione: [Casi di studio – Progetti di ingegneria idraulica](#)

## Résumé

Toute intervention dans les eaux superficielles nécessite de respecter certaines exigences écologiques, ceci afin de rétablir ou d'améliorer les fonctions naturelles des eaux. La loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) et la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (LACE) prévoient des exigences écologiques pour les projets aussi bien de protection contre les crues que de revitalisation. Depuis la révision de 2025, ces exigences sont ancrées exclusivement dans la LEaux (art. 37 LEaux). L'art. 4, al. 2, LACE, renvoie à ces exigences. La révision partielle simultanée de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) a introduit les art. 41c<sup>ter</sup> et 41c<sup>quater</sup>. Ces dispositions concrétisent l'art. 37 LEaux en ceci qu'elles précisent ce qu'il faut comprendre par **tracé naturel** (art. 37, al. 2, LEaux) et comment **l'obligation d'aménager** (art. 37, al. 3, LEaux) doit être réalisée pour que les biotopes typiques de la station soient préservés ou puissent se développer. L'ensemble des exigences écologiques posées aux projets d'aménagement des eaux reste inchangé après la révision. Il en va de même s'agissant de leur caractère contraignant pour les projets de protection contre les crues et de revitalisation.

Le présent module **expose les principales exigences écologiques prévues par la législation** pour les projets d'aménagement des eaux et complète les éléments présentés dans le Manuel sur les conventions-programmes (OFEV 2023, UV-2315, chap. 6 et 8).

Respecter les exigences de l'art. 37 LEaux et de l'art. 4, al. 2, LACE implique obligatoirement d'aménager un espace réservé aux eaux suffisamment grand et proche de l'état naturel (art. 41a OEaux). Il est impératif de réactiver la dynamique de l'écoulement, le charriage et le transport de bois flottant, car ils favorisent la dynamique des processus écologiques et morphologiques. Dans cette perspective, il y a lieu de supprimer autant que possible les constructions (p. ex. les seuils) dans les eaux et aux abords de celles-ci et de permettre l'érosion naturelle et la sédimentation dans un cadre contrôlé. Ces mesures actives et passives favorisent par ailleurs la connectivité longitudinale et la connectivité latérale (eau et berges). La végétation naturelle des rives réduit l'érosion des rives là où cela est nécessaire, crée des habitats dans la zone de transition entre les espaces aquatique et terrestre et lutte contre le réchauffement des eaux. Les berges boisées fournissent, avec le bois mort, un élément précieux, qui favorise ensuite les dépôts de sédiments. Grâce aux dépôts et à la sédimentation, le fond du lit est régulièrement renouvelé et offre ainsi de précieux milieux aux poissons et aux petits organismes vivants. Dernier point et non des moindres, les cours d'eau relient de précieuses aires centrales telles que des marais, des zones alluviales, des sites de reproduction des batraciens et des prairies sèches. Les valeurs naturelles existantes comme les biotopes alentour constituent de précieux points de départ stimulant la colonisation des tronçons de cours d'eau nouvellement aménagés.

Pour une mise en œuvre ciblée des exigences écologiques, le présent module recommande une **procédure de planification en six étapes de travail**.

Étape 1 : la première étape comprend l'analyse et l'évaluation de l'**état initial**.

Étape 2 : un regard rétrospectif renseigne sur l'état des eaux en l'absence d'influence humaine, en d'autres termes l'**état naturel**. Cette étape contribue à l'établissement d'une compréhension globale du paysage hydrologique.

Étape 3 : il est rare qu'un projet d'aménagement permette de rétablir l'état naturel des eaux. L'**état proche de l'état naturel** tient compte des changements irréversibles comme les déboisements, les assèchements de zones humides et les détournements de cours d'eau à grande échelle.

Étape 4 : en comparant l'état initial et l'état proche de l'état naturel, il s'agit à ce stade de déduire des **déficits** et d'effectuer un tri en fonction de la réversibilité de ceux-ci.

Étape 5 : à l'état proche de l'état naturel, il est possible qu'il existe des installations dont la suppression implique un investissement démesuré. En tenir compte permet de définir l'**état visé** et les objectifs de développement écologique.

Étape 6 : cette dernière étape consiste à réaliser une étude des variantes pour explorer les possibilités de parvenir à l'état visé des eaux. L'état visé selon la **meilleure variante** couvre l'ensemble des objectifs de développement écologique pouvant être atteints grâce à un projet.

Il est recommandé de procéder systématiquement par étape, peu importe la taille du projet. Il est possible d'adapter le niveau de détail pour les petits projets d'aménagement des eaux, en particulier les projets de protection contre les crues. On peut envisager notamment de pousser moins loin l'analyse de la situation écologique et de simplifier la planification des mesures écologiques. Toutefois, les objectifs écologiques et les mesures qui en découlent doivent toujours être clairement formulés.

Pour évaluer l'efficacité des mesures écologiques, il est nécessaire, en particulier dans le cas des projets de revitalisation, de procéder à un **contrôle des effets**. Les connaissances acquises pourront servir dans d'autres projets.

## **Aide à l'exécution « Renaturation des eaux »**

### **Nouvelles dispositions fédérales sur la protection des eaux**

En 2009, les Chambres fédérales ont adopté plusieurs modifications de la législation en vue de favoriser la renaturation des eaux en Suisse. Ces changements législatifs définissent plusieurs orientations principales :

- encourager les revitalisations (rétablissement, par des travaux de construction, des fonctions naturelles des eaux superficielles endiguées, corrigées, couvertes ou mises sous terre) ;
- garantir un espace réservé aux eaux et une exploitation extensive de celui-ci ;
- rétablir la libre migration des poissons ;
- réduire les effets négatifs des effets d'éclusées en aval des centrales hydroélectriques ;
- améliorer le régime de charriage.

### **Une aide à l'exécution subdivisée en modules**

La présente publication constitue un des modules de l'[aide à l'exécution « Renaturation des eaux »](#). Cette aide à l'exécution aborde tous les aspects importants de la renaturation des eaux, dont notamment la revitalisation des cours d'eau, la revitalisation des étendues d'eau, la restauration des zones alluviales, le rétablissement de la libre migration des poissons, l'assainissement des éclusées et l'assainissement du régime de charriage. Elle comporte, pour les différents domaines, des modules consacrés à la planification stratégique, à la planification de mesures concrètes, au financement, aux modèles de données et aux exigences posées aux données en vertu de la loi du 5 octobre 2007 sur la géoinformation (RS 510.62). Elle contient également un module dépassant le cadre thématique de la renaturation et dédié aux activités de gestion des eaux.

## 1 Introduction

### 1.1 Module « Exigences écologiques posées aux projets d'aménagement des eaux »

L'objectif du présent module est d'expliquer quelles sont les exigences écologiques posées aux projets d'aménagement des eaux et de montrer comment respecter celles-ci dans le cadre de la planification et de la mise en œuvre d'un projet. Dans cette perspective, le module propose une procédure en six étapes de planification illustrée par des exemples de cas disponibles en ligne.

Le présent module s'applique en principe à tous les projets de revitalisation et à tous les projets de protection contre les crues, indépendamment de leur taille ou de leur emplacement. Il s'applique par analogie aux étendues d'eau et aux eaux artificielles ainsi qu'à l'entretien. Pour les projets de petite envergure (du point de vue tant spatial que financier), l'approche par étape reste la même, mais le niveau de détail peut être adapté. Pour les projets de protection contre les crues en particulier, il est envisageable de traiter brièvement l'analyse de la situation écologique et de simplifier la planification des mesures écologiques.

Les étapes de travail et les exigences écologiques décrites ici précisent les exigences relatives à l'étude préliminaire et au projet de construction qui sont décrites dans le [Manuel sur les conventions-programmes](#) dans le domaine de l'environnement (OFEV 2023, UV-2315) (chapitre consacré aux dangers naturels gravitaires et chapitre portant sur la revitalisation des eaux).

Le module relatif à la planification de projets d'aménagement des eaux (en cours d'élaboration) prime en matière de procédure de planification générale.

S'agissant de l'espace réservé aux eaux, le présent module s'intéresse à l'aménagement de l'espace réservé aux eaux tel que prévu à l'art. 41a LEaux, mais pas à la détermination ni au dimensionnement de cet espace.

Ce module se limite à mentionner la thématique du régime de charriage, celle-ci étant traitée dans l'autre module de [l'aide à l'exécution « Renaturation des eaux »](#) (UV-2325).

### 1.2 Bases légales

En vertu de l'art. 37 de la loi fédérale sur la protection des eaux du 24 janvier 1991 (LEaux ; RS 814.20), les cours d'eau ne peuvent être endigués ou corrigés que si les conditions de l'al. 1, let. a-c, sont remplies. Ces conditions ne sont pas cumulatives : il suffit de remplir l'une d'entre elles.

La présente aide à l'exécution concerne les projets de revitalisation et de protection contre les crues, et partant les conditions figurant à la let. a (« si ces interventions [...] s'imposent pour protéger des personnes ou des biens importants ») et à la let. c (« si ces interventions [...] permettent d'améliorer au sens de la présente loi l'état d'un cours d'eau déjà endigué ou corrigé »). Elle ne s'intéresse pas aux conditions auxquelles les cours d'eau peuvent être endigués ou corrigés en vertu des let. b et b<sup>bis</sup>, si des interventions sont nécessaires à l'aménagement de voies navigables ou d'une décharge, ou à l'utilisation de forces hydrauliques.

Si des cours d'eau sont endigués ou corrigés dans le cadre de projets de revitalisation et de protection contre les crues, il y a lieu de respecter les exigences écologiques prévues à l'art. 37, al. 2 (tracé naturel) et 3 LEaux (obligation d'aménager), en conjonction avec les art. 41 c<sup>ter</sup> et 41 c<sup>quater</sup> de l'ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998 (OEaux : RS 814.201). Étant donné que la protection contre les crues est réglementée dans la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau du 21 juin 1991 (LACE ; RS 721.100), le législateur a repris à l'art. 4, al. 2, LACE les exigences de l'art. 37 LEaux. Par conséquent, les mêmes exigences écologiques s'appliquent aux projets de revitalisation et aux projets de protection contre les crues.

Plus les eaux sont proches de l'état naturel, plus elles sont en mesure de remplir leurs fonctions dans le régime hydrique et en tant que biotopes. Il s'agit du principe de base qui régit le maintien et la reconstitution du tracé naturel. Le tracé naturel des cours d'eau doit si possible être respecté ou rétabli (art. 41c<sup>ter</sup> OEaux). La formulation « si possible » montre qu'il n'est pas toujours possible de rétablir complètement

l'ancien tracé d'un cours d'eau. Il convient d'évaluer au cas par cas, à l'aide d'une pesée des intérêts, la faisabilité d'une conservation ou d'une reconstitution du tracé naturel du cours d'eau.

L'art. 41<sup>c<sup>ter</sup></sup> OEaux précise ce qu'il faut entendre par la formulation « tracé naturel » de l'art. 37, al. 2, LEaux. Le tracé naturel d'un cours d'eau se caractérise par sa position dans le profil en travers de la vallée, sa pente longitudinale, la forme de son lit, la largeur et la variabilité du fond de son lit ainsi que ses structures morphologiques, variabilité comprise, et ses processus dynamiques. En cas d'intervention, il y a lieu de conserver ou de reconstituer autant que possible ces caractéristiques. Les critères déterminants en la matière sont en particulier les contraintes d'espace en raison de la configuration des constructions et la possibilité de conserver ou de reconstituer le tracé naturel à l'aide de moyens proportionnés. Dans le cadre de l'aménagement proche de l'état naturel, il convient en outre de tenir compte du paysage.

### **Pesée des intérêts et proportionnalité**

En vertu de l'art. 5, al. 2, de la Constitution fédérale (Cst. ; RS 101), l'activité de l'État doit répondre à un intérêt public et être proportionnée au but visé. Cette disposition s'applique notamment aux mesures qui restreignent des droits fondamentaux d'autrui tels que la garantie de la propriété (art. 36, al. 2 et 3 Cst.). Ces deux principes sont étroitement liés.

La **pesée des intérêts** doit, dans un premier temps, déterminer quels sont les divers intérêts en présence (p. ex. protection contre les crues, du paysage, des monuments, des biotopes, du sol et de l'agriculture [conservation des surfaces d'assolement]), mettre ces intérêts en regard les uns des autres, puis finalement en tenir compte autant que possible (cf. art. 3 de l'ordonnance sur l'aménagement du territoire). L'implantation imposée par la destination constitue ici un critère d'appréciation essentiel. Ainsi, dans son arrêt relatif au projet d'aménagement des eaux Sins-Reussegg, le Tribunal fédéral a jugé que les intérêts publics majeurs à la réalisation de la zone alluviale en question primaient sur la conservation des captages d'eau potable dont l'emplacement n'est pas imposé par leur destination (cf. ATF 1C\_410/2012 du 11 juin 2013).

Le principe de **proportionnalité** exige que les mesures administratives prises pour atteindre un but dans l'intérêt public soient adéquates et nécessaires. De plus, toute atteinte à autrui doit être proportionnée au but visé (cf. Häfelin, Müller et Uhlmann 2010, p. 133 [en allemand]).

S'agissant de la proportionnalité des projets d'aménagement des eaux, la question est ainsi de savoir si les mesures planifiées sont adéquates et nécessaires pour atteindre les objectifs du projet servant l'intérêt public et si celles-ci peuvent être raisonnablement exigées des personnes concernées. L'*adéquation* d'une mesure signifie que celle-ci est *appropriée* (sous-entendu : pour produire les effets escomptés). La *nécessité* est également décrite comme un *impératif* ou une exigence d'*intervention la plus faible possible*. Dans le cadre de l'examen de ce qui peut raisonnablement être exigé, il y a lieu de procéder dans chaque cas à une pondération entre l'intérêt public pour la mesure en question d'une part, et l'atteinte à autrui, d'autre part. Ainsi, dans son arrêt relatif au cas susmentionné Sins-Reussegg, le Tribunal fédéral a estimé que la suppression des stations de pompage du syndicat pour l'alimentation en eau était raisonnablement exigible, car la station de pompage de remplacement en question permettait de garantir un approvisionnement en eau potable comparable sur les plans qualitatif et quantitatif.

Les eaux et les espaces réservés aux eaux sont des milieux naturels accueillant une flore et une faune diversifiées et revêtent en ce sens de l'importance sur le plan écologique. Tel est le principe sous-jacent à l'aménagement des eaux et des espaces réservés aux eaux. Les exigences d'aménagement doivent être remplies de manière cumulative (**obligation d'aménager**, art. 41<sup>c<sup>quater</sup></sup> OEaux).

L'art. 41<sup>c<sup>quater</sup></sup> concrétise l'aménagement et l'entretien écologiques des eaux et des espaces réservés aux eaux en cas d'intervention sur les eaux superficielles selon l'art. 37 LEaux. Désormais, l'obligation d'aménagement écologique en vertu de l'art. 37, al. 3, LEaux comprend l'entretien des eaux superficielles. Par conséquent, l'entretien doit également satisfaire aux exigences écologiques prévues à l'art. 41<sup>c<sup>quater</sup></sup>. À la différence de l'art. 41c, al. 4, OEaux existant, qui régit l'exploitation et l'utilisation agricole de l'espace réservé aux eaux, l'art. 41<sup>c<sup>quater</sup></sup> OEaux concerne l'aménagement et l'entretien des eaux et de l'espace réservé aux eaux en cas d'intervention dans les eaux superficielles selon l'art. 37 LEaux.

L'obligation d'aménager ne fait pas l'objet d'une pesée des intérêts (voir encadré). Cependant, les autorités disposent d'une certaine marge d'appréciation lorsqu'il s'agit de déterminer si les exigences sont remplies, à savoir si l'aménagement est réalisé de façon que les eaux et les espaces réservés aux eaux *puissent accueillir une faune et une flore diversifiées, les interactions entre eaux superficielles et eaux*

*souterraines soient maintenues autant que possible et une végétation adaptée à la station puisse croître sur les rives.* Un examen au cas par cas s'impose pour déterminer si les exigences sont remplies. Les exigences écologiques ne peuvent et ne doivent pas être génériques ni abstraites (c'est-à-dire indépendantes des conditions locales). Finalement, les mesures retenues doivent également être proportionnées (voir l'encadré consacré à la proportionnalité). La procédure proposée au chapitre 3 se conçoit comme un outil permettant de fixer les exigences écologiques au cas par cas.

#### **Exigences relatives à l'espace réservé aux eaux**

En vertu de l'art. 36a, al. 1, LEaux, l'espace réservé aux eaux doit garantir les fonctions naturelles des eaux, la protection contre les crues et l'utilisation des eaux, et ce indépendamment des projets. La largeur minimale de l'espace réservé aux eaux est régie par les art. 41a et 41 b OEaux. Plus précisément, cette largeur est définie à l'art. 41a, al. 1 et 2, pour les cours d'eau et à l'art. 41 b, al. 1, pour les étendues d'eau. La largeur minimale doit être augmentée notamment si cela s'avère nécessaire afin d'assurer la protection contre les crues ou l'espace requis pour une revitalisation (art. 41a, al. 3, lit. a et b ainsi qu'art. 41 b, al. 2, lit. a et b OEaux). Deux circonstances permettent de réduire la largeur de l'espace réservé aux eaux pour autant que la protection contre les crues soit garantie : a) dans les zones densément bâties (voir la marche à suivre dans le guide modulaire « espace réservé aux eaux », point 2.5, module 2) et b) certaines topographies particulièrement étroites (tronçons de cours d'eau qui occupent la majeure partie du fond de la vallée et gorges).

L'art. 41c OEaux prévoit des dispositions contraignantes s'agissant de l'aménagement et de l'exploitation de l'espace réservé aux eaux concernant l'utilisation agricole et la construction de nouvelles installations. Il s'agit d'exigences minimales à respecter indépendamment de tout projet d'aménagement des eaux. Pour les projets d'aménagement des eaux, sur la base des dispositions du droit spécial prévues à l'art. 37 LEaux, il est souvent nécessaire de tenir compte d'exigences supplémentaires, en particulier s'agissant de la suppression d'installations dans l'espace réservé aux eaux ainsi que de l'aménagement et de l'exploitation de cet espace.

L'exigence selon laquelle les interactions entre eaux superficielles et eaux souterraines doivent être maintenues autant que possible doit être appréciée au cas par cas, en tenant compte de la marge de manœuvre précitée conformément à l'art. 19 LEaux en conjonction avec l'art. 31 et l'annexe 4 OEaux (dispositions relatives à la protection des eaux souterraines). Le présent module d'aide à l'exécution ne couvre pas les éventuels conflits d'objectifs entre les projets d'aménagement des eaux et la protection des eaux souterraines. Par conséquent, les interactions écologiques entre les eaux de surface et les eaux souterraines ne sont pas abordées plus en détail ici.

En vertu de l'art. 37, al. 4, LEaux, les autorités compétentes peuvent, **dans les zones bâties**, autoriser des exceptions aux exigences écologiques et au respect ou au rétablissement du tracé naturel. L'affectation comme zone à bâtir ne suffit pas à elle seule pour désigner une zone comme bâtie. Seules peuvent être considérées comme bâties les zones dans lesquelles un aménagement du tracé du cours d'eau et des rives proche de l'état naturel est impossible en raison des installations et de l'urbanisation existantes (cf. Hettich, Jansen et Norer 2016, p. 688 s. [en allemand]). La formulation « peut autoriser » à l'art. 37, al. 4, LEaux confère aux autorités une certaine marge de manœuvre pour autoriser des exceptions dans les zones bâties. Il faut cependant chercher à atteindre, aussi dans les zones bâties, une valorisation écologique aussi vaste que possible dans le cadre des possibilités existantes. L'expérience montre que des améliorations écologiques sont possibles dans les zones bâties également. On citera notamment des mesures de connectivité dans des zones aquatiques, amphibies et terrestres réalisées afin que des tronçons à potentiel écologique réduit puissent au minimum servir de corridors migratoires.

En vertu de l'art. 37, al. 5, LEaux, l'obligation d'aménagement écologique de l'art. 37, al. 3, LEaux s'applique par analogie à la **création d'eaux artificielles**. Les cours d'eau artificiels sont des eaux prévues pour un usage bien précis qui ne relève pas de l'aménagement des eaux (Message concernant [...] la révision de la loi fédérale sur la protection des eaux, FF 1987 II 1165). Il s'agit, par exemple, de canaux pour les liaisons par bateau, la production d'énergie et le drainage. Les cours d'eau artificiels ressortent du régime des eaux d'une région (cf. Hettich, Jansen et Norer 2016, p. 689 [en allemand]). Comme les cours d'eau artificiels sont souvent destinés à une utilisation particulière, les aspects écologiques ne peuvent pas toujours être aussi bien pris en compte que pour les cours d'eau naturels. Les exigences relatives à l'aménagement, les charges d'assainissement et la faisabilité doivent entretenir un rapport équilibré.

En vertu de l'art. 37, al. 5, les dispositions de l'art. 37, al. 2 et 3, LEaux s'appliquent également par analogie **à la remise en état et au renforcement d'ouvrages de protection**. Par conséquent, les exigences en matière d'écologie des eaux pour la restauration de constructions existantes détériorées suite à un événement dommageable sont en principe les mêmes que celles s'appliquant aux interventions sur les eaux naturelles.

Pour l'exécution de l'art. 37 LEaux et de l'art. 4, al. 2, LACE ainsi que des art. 41c<sup>ter</sup> et 41c<sup>quater</sup> OEaux, on tiendra compte notamment des bases légales mentionnées ci-après.

- Les art. 38 et 39 LEaux relatifs à la mise sous terre des cours d'eau et à l'introduction de substances solides dans les lacs.
- L'art. 43a LEaux et l'art. 42a OEaux relatifs à la gestion du régime de charriage.
- L'art. 18, al. 1<sup>er</sup> (protection, reconstitution et remplacement de biotopes), l'art. 18 b, al. 2 (compensation écologique sous forme de rives boisées), les art. 21 et 22 (végétation des rives) de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage du 1<sup>er</sup> juillet 1966 (LPN ; RS 451) s'agissant de l'obligation de reconstitution ou de remplacement.
- Les art. 8 et 9 de la loi fédérale sur la pêche du 21 juin 1991 (LFSP ; RS 923.0) relatifs à l'élaboration et à la mise en œuvre de mesures d'aménagement des eaux et à la gestion des poissons et des écrevisses ainsi qu'aux exigences relevant du droit de la pêche concernant les nouvelles installations.
- Les art. 5 et 7 de la loi fédérale sur les forêts du 4 octobre 1991 (LFo ; RS 921.0) relatifs à l'interdiction de défricher et à la compensation du défrichement.
- Les art. 10a à 10 d de la loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983 (LPE ; RS 814.01) et l'ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement du 19 octobre 1988 (OEIE ; RS 814.011) relatifs à l'étude d'impact sur l'environnement.
- Les principes régissant l'aménagement prévus à l'art. 3 de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 22 juin 1979 (LAT ; RS 700), en particulier les dispositions de l'art. 3, al. 2, let. d, LAT, en vertu desquelles les autorités chargées de l'aménagement du territoire doivent veiller à conserver les sites naturels et les territoires servant au délassement.

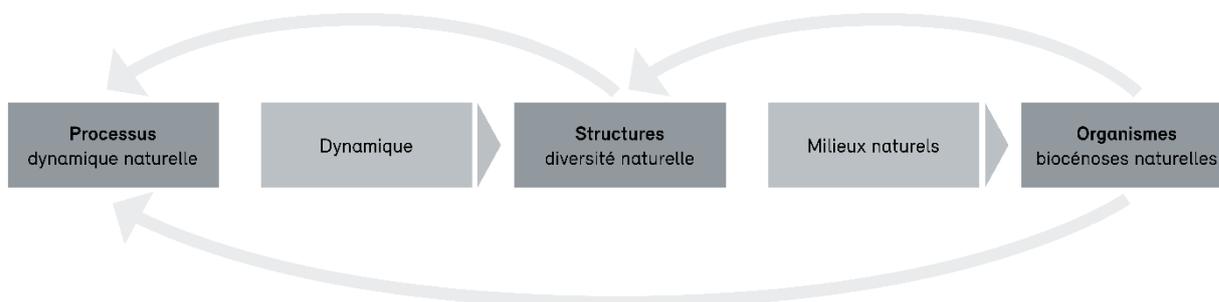
D'autres prescriptions relatives à la protection de la nature et du paysage, ainsi qu'à la pêche sont précisées à l'Annexe 1.

## 2 Exigences écologiques

### 2.1 De la diversité des fonctions naturelles des eaux

Différents processus naturels sont à l'œuvre dans les eaux et les espaces réservés aux eaux. Ces processus déterminent l'évolution des tracés des cours d'eau, des terrains à proximité et du renouvellement des nappes. Si ces processus sont libres de se dérouler quasiment sans entrave, une mosaïque de structures et de milieux variés se dessine, qui se transforme continuellement et peut accueillir une flore et une faune typiques des eaux tout aussi variées. Tous ces processus sont regroupés sous la désignation **de fonctions naturelles**. Il s'ensuit que les cours d'eau naturels sont des **systèmes** non pas statiques, mais **dynamiques**.

*Figure 1 : Interactions entre les différentes fonctions naturelles.*



Les eaux proches de l'état naturel représentent d'importantes aires de mise en réseau de l'infrastructure écologique. Elles connectent des aires centrales telles que des zones alluviales, des marais, des sites de reproduction de batraciens ainsi que des prairies et pâturages secs. En tant que systèmes résistants et résilients, les eaux proches de l'état naturel conservent leurs fonctions naturelles de manière autonome. C'est pourquoi les projets d'aménagement des eaux doivent se donner pour objectif central de maintenir ou de reconstituer autant que possible toutes les fonctions naturelles.

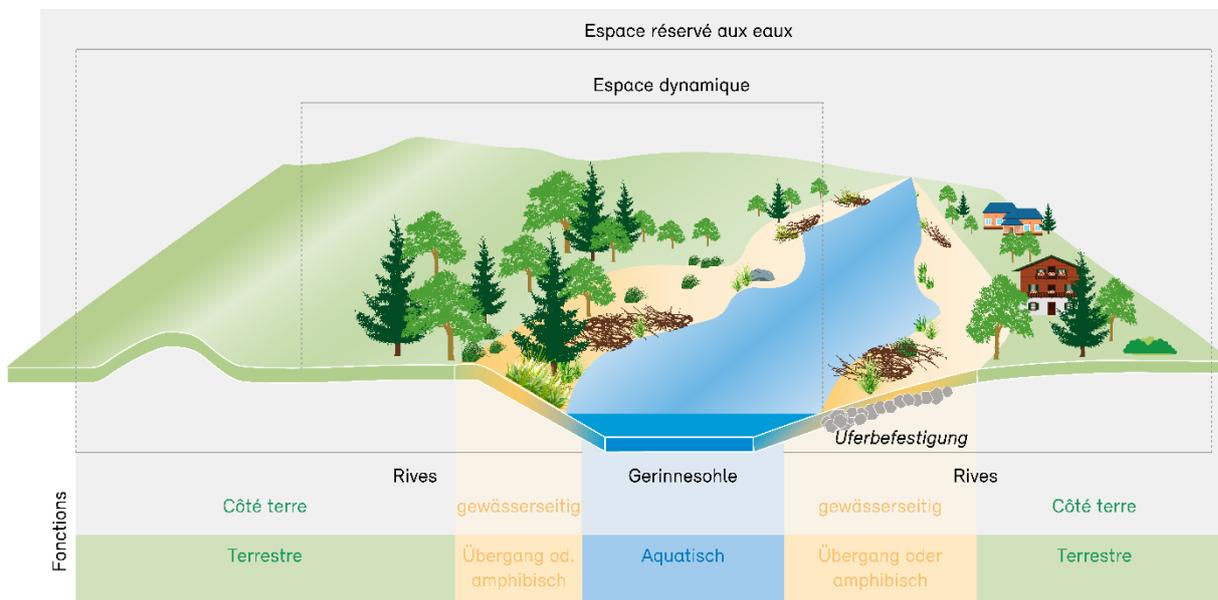
La qualité du développement des fonctions naturelles est tributaire de la largeur et de l'aménagement écologique de l'espace réservé aux eaux ainsi que de la présence de régimes d'écoulement et de régimes de charriage proches de l'état naturel. Par conséquent, il y a lieu de coordonner les projets d'aménagement des eaux avec d'autres planifications ou projets pertinents (p. ex. assainissement de la force hydraulique).

Le présent module d'aide à l'exécution s'intéresse principalement à l'aménagement écologique des eaux et des espaces réservés aux eaux qui font directement l'objet de projets d'aménagement des eaux. Par aménagement, on entend ici à la fois l'aménagement actif et l'aménagement se déroulant par une dynamique propre et par des évolutions naturelles.

Le rétablissement des fonctions naturelles des eaux au sens de l'art. 37 LEaux et de l'art. 4 LACE doit respecter en particulier les neuf exigences présentées dans ce chapitre 2.

La *Figure 2* représente une coupe transversale schématique d'un cours d'eau proche de l'état naturel. Le *Tableau 1* énumère les fonctions naturelles liées à ce schéma.

**Figure 2 :** Espace réservé aux eaux et espace dynamique en coupe transversale. L'espace réservé aux eaux couvre la largeur naturelle du fond du lit ainsi que les zones riveraines au cours d'eau à sa droite et à sa gauche. L'espace dynamique est l'espace effectivement disponible pour la dynamique propre du cours d'eau (adapté de Roulier, Paccaud et Ghilardi 2016).



**Tableau 1:** Diversité des fonctions naturelles d'un cours d'eau (adapté de Roulier, Paccaud et Ghilardi 2016)

Aspects fonctionnels	Processus (dynamique naturelle)	Structures (diversité naturelle des formes)	Organismes (biocénoses naturelles)
<i>Aspects spatiaux</i>			
<b>Espace aquatique</b>	Écoulement Transports sédimentaires Colmatage Transport de bois flottant Autoépuration Processus biologiques Connectivité longitudinale Connectivité verticale Formation de glace ...	Banc de gravier Fosse Plat Talweg Eaux peu profondes Bois mort Glace de fond Végétation ...	Individus Espèces Guildes Communautés ...
<b>Transition ou espace amphibie</b>	Connectivité latérale Connectivité verticale Ombrage ...	Anses des berges Rives abruptes Berge plate Bois mort Végétation ...	Individus Espèces Guildes Communautés ...
<b>Espace terrestre</b>	Dynamique des inondations Connectivité longitudinale Connectivité latérale Effet tampon Ombrage ...	Végétation Zone alluviale Bois mort ...	Individus Espèces Guildes Communautés ...

## 2.2 Explications relatives aux exigences écologiques

### Exigence 1 — Respecter ou rétablir autant que possible le tracé naturel

(art. 41<sup>c</sup><sup>ter</sup> OEaux)

Le tracé naturel du cours d'eau se caractérise par :

- sa position dans le profil en travers de la vallée ;
- sa pente longitudinale ;
- la forme de son lit ;
- la largeur et la variabilité du fond de son lit ;
- ses structures morphologiques et leur variabilité ;
- ses processus dynamiques.

Il y a lieu de respecter ou de rétablir autant que possible ces caractéristiques lors de tout projet d'aménagement des eaux. La formation d'un tracé naturel nécessite un **espace suffisant** et des **régimes d'écoulement et de charriage proches de l'état naturel**. Un fond de lit à structure naturelle peut ainsi se former, avec un substrat naturel qui garantit les échanges avec les couches d'eau profondes. Enfin, la dynamique naturelle entraîne une succession de structures et de biotopes typiques des eaux et diversifiés, dans les eaux et à proximité. Il est possible qu'un projet ne parvienne pas à exploiter l'entier du potentiel, mais l'idée est de chercher à atteindre une valorisation aussi vaste que possible.

Dans le cas des eaux corrigées, les meilleures conditions pour un tracé naturel se trouvent presque toujours dans l'espace initial où les eaux se sont développées à l'origine. Dans tous les cas où la situation le permet, il faut donc viser une renaturation des cours d'eau dans leur espace d'origine (art. 37, al. 2, LEaux).

### Exigence 2 — Déterminer un espace réservé aux eaux suffisamment grand

(art. 36a LEaux)

Plus il y a d'espace disponible, plus il y existe de possibilités de procéder à une revalorisation écologique. La **largeur de l'espace réservé aux eaux** est donc un facteur central pour garantir les fonctions naturelles des eaux. Les différentes zones de l'espace réservé aux eaux (aquatique, amphibie [zone de transition] et terrestre) remplissent des fonctions naturelles bien spécifiques. Si l'espace réservé aux eaux est trop restreint et qu'une ou plusieurs de ces zones font par conséquent partiellement ou entièrement défaut, ces fonctions ne sont plus remplies, ou seulement partiellement. Un espace réservé aux eaux dynamique et aux dimensions suffisantes permet par ailleurs de prévenir d'éventuels conflits. Lorsque l'espace est suffisant, il est par exemple possible que le castor s'installe ou que des modifications comme l'érosion des berges ou des inondations soient possibles.

Le guide modulaire « Espace réservé aux eaux » (DTAP, CDCA, OFEV, ARE et OFAG 2024) fournit de précieuses indications pour la détermination de l'espace réservé aux eaux. On pourra consulter en complément le « Manuel sur les conventions-programmes » (OFEV 2023, UV-2315) ainsi que le rapport « Détermination de la largeur naturelle du fond du lit des cours d'eau » (OFEV 2023). Pour les grands cours d'eau, il est utile de se référer aux « Recommandations pour l'élaboration d'une 'expertise' sur l'espace réservé aux eaux pour les grands cours d'eau » (OFEV 2023).

### Exigence 3 — Favoriser la dynamique naturelle

(art. 41c<sup>quater</sup>, al. 1, let. b, OEaux)

De nombreux cours d'eau en Suisse sont aujourd'hui très peu, voire pas du tout, dynamiques. Cela s'explique par l'utilisation à large échelle du territoire. La dynamique naturelle constitue toutefois un élément essentiel pour restaurer les fonctions naturelles des eaux. Le prérequis est un espace naturel suffisamment large (cf. *Figure 2*) dans lequel les processus naturels peuvent se développer. Ce n'est qu'ainsi qu'on peut reconstituer une forme de lit et une largeur de fond de lit aussi naturelles que possible ainsi que des biotopes amphibies et terrestres diversifiés. Les objets à protéger peuvent l'être à l'aide de limites d'intervention ou, là où cela est impérativement nécessaire, par des endiguements limitant l'érosion.

De manière générale, il convient de privilégier les mesures favorisant une **dynamique propre** à long terme et exigeant peu de moyens. Il ne faut donc pas à tout prix chercher à ce que la mise en œuvre du projet engendre ou réalise directement un état visé spécifique. Lorsque les eaux se développent selon leur dynamique propre, il arrive souvent que l'espace nécessaire augmente par la suite.

Il faut en principe limiter autant que possible les aménagements et les stabilisations. Chaque fois que cela est faisable, il y a lieu de supprimer les aménagements existants, tout en continuant à assurer la protection contre les crues.

#### La dynamique comme moteur de processus naturels

Dans le domaine de l'écologie des cours d'eau, on entend par dynamique le déroulement de processus naturels dans l'espace et le temps. La force déterminante est ici la dynamique de l'écoulement. En tant que moteur d'autres processus, cette dynamique de l'écoulement permet notamment le transport des matériaux charriés, leur sédimentation, leur déplacement et leur érosion. Le phénomène de dynamique du charriage n'est pas continu, mais ponctuel, et se produit avant tout lors d'événements de crue. Une telle dynamique requiert de l'espace. Par exemple, si le lit d'un cours d'eau est trop étroit, les matériaux charriés sont uniquement transportés, sans sédimentation. L'espace doit être suffisant également dans la dimension verticale afin de permettre des dépôts de matériaux charriés.

Il existe des dynamiques à court terme comme le transport de l'eau et des particules solides. Mais il existe également des dynamiques à long terme comme le colmatage et le décolmatage du lit, la succession de différents stades de végétation, l'aménagement de l'espace fluvial par le castor ou encore la mise en réseau des habitats.

#### Les revitalisations font renaître les dynamiques

Une revitalisation a pour but de remettre en marche ces dynamiques et par là même les processus naturels. Pour que cette transformation puisse prendre place, il faut non seulement un espace suffisant, mais aussi assez d'eau, de matériaux charriés et de bois. Là où ces processus ne se déroulent plus que partiellement de façon naturelle, on peut envisager d'aménager le cours d'eau avec des éléments naturels tels que des rhizomes. Associés au courant, ces composants déclenchent à petite échelle une dynamique propre susceptible d'engendrer la formation de fosses, de bancs de gravier et d'autres structures. De cette manière, des biotopes se forment qui peuvent accueillir de nombreuses espèces rares, en danger, voire prioritaires au niveau national. Par ailleurs, les eaux revitalisées constituent des zones de détente pour l'être humain. Ces processus nécessitent cependant du temps : quelques années ou parfois plusieurs décennies. Les événements tels que les crues ou la présence de castors sont des vecteurs d'un développement dynamique.

**Pour approfondir le sujet** : Scheidegger et al. 2012, Roni et Beechie 2013.

### Projet d'aménagement de l'Emme dans le canton de Soleure

L'Emme charrie une grande quantité de matériaux. Comme son lit est étroit, seule une dynamique restreinte peut se mettre en place. Dans le cadre d'un projet de revitalisation et de protection contre les crues, le lit a été élargi sur certains tronçons afin de gagner de l'espace pour favoriser un développement dynamique propre. Dans les autres tronçons, une dynamique locale propre a été initiée à l'aide de bois mort.

#### L'Emme avant et après la mise en œuvre du projet

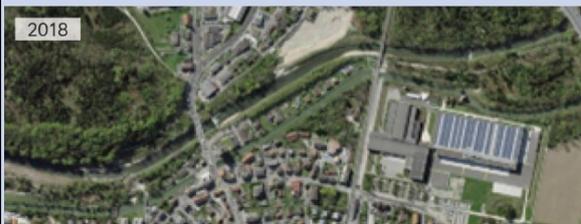


Photo aérienne : swisstopo

#### Affouillement de la berge avec mobilisation de matériaux charriés et de bois



Photographe : Anna Besler

## Exigence 4 — Aménager l'espace réservé aux eaux de manière écologique

(art. 41<sup>c</sup><sub>quater</sub>, al. 1, let. a, OEaux et art. 18b, al. 2, LPN)

La zone riveraine côté cours d'eau peut différer selon le côté du cours d'eau : elle est plus large pour une berge convexe que pour une berge concave. L'espace réservé adjacent côté terre s'étend jusqu'à la limite de l'espace réservé aux eaux. Il est inondé uniquement lors de fortes crues. Les fonctions correspondantes (amphibie et terrestre) peuvent se chevaucher dans l'espace (cf. *Figure 2*).

Dans la zone riveraine, **une végétation rivulaire ou alluviale adaptée au milieu** devrait se développer. Une végétation boisée éparsée en mosaïque dans les zones riveraines est synonyme de biotopes diversifiés et attractifs. On pensera notamment aux surfaces ouvertes avec ou sans végétation herbacée ainsi qu'aux formations alluviales à bois tendre ou dur. Les structures telles que les bancs de gravier et le bois mort sont également importantes. Ainsi, de nombreuses espèces animales trouvent abri et nourriture et peuvent se mouvoir et se développer le long du cours d'eau (connectivités terrestres latérale et longitudinale). La propagation d'espèces exotiques envahissantes doit faire l'objet d'une prévention.

Grâce aux dynamiques des crues naturelles sporadiques, il est possible de favoriser des biotopes typiques des cours d'eau et les espèces prioritaires au niveau national que ceux-ci accueillent. En matière de dynamique des crues, les exigences propres aux espèces et aux biotopes peuvent considérablement varier (faibles à fortes crues).

De manière générale, il faut viser une **proportion de végétation ligneuse** supérieure à 50 %, en tenant compte des objectifs paysagers et écologiques. Il existe des paysages traditionnels pour lesquels les rives boisées ne sont pas typiques. Il existe également des stations comprenant de très rares lieux ouverts, mais dont l'importance est parfois jugée supérieure à celle d'espèces ligneuses et d'eaux ombragées. Dans ce type de cas, la classification selon la liste des espèces prioritaires au niveau national est déterminante (OFEV 2019, UV-1709). Il peut toutefois également arriver que des rives complètement recouvertes de végétation ligneuse soient plus typiques du lieu et revêtent une plus grande importance écologique. Il y a lieu de favoriser ici les associations végétales forestières typiques de la station ainsi que les arbres et buissons typiques des eaux. D'autres éléments précieux sont les longues branches surplombantes dans et au-dessus de l'eau ainsi que le vieux bois et le bois mort.

Il faut procéder avec tout le soin requis s'agissant des valeurs naturelles existantes comme une végétation typique des eaux et accueillant une grande diversité d'espèces, de vieux arbres isolés ou encore un tronçon de cours d'eau naturel ou proche de l'état naturel. Les biotopes inventoriés comme les zones alluviales ainsi que les hauts et bas marais renferment des valeurs naturelles particulièrement élevées.

### **Les berges boisées, ou comment conjuguer les biotopes et la protection des rives**

La végétation des rives est protégée en vertu de la LPN. Conformément à la loi, il y a lieu de veiller à ce que les rives soient couvertes d'une végétation suffisante ou du moins à ce que soient réalisées les conditions nécessaires à son développement (art. 21 LPN). Par ailleurs, dans les régions où l'exploitation du sol est intensive, les cantons veillent à une compensation écologique notamment sous forme de rives boisées (art. 18b LPN).

Comme forme de végétation rivulaire, les rives boisées sécurisent les berges grâce à leurs racines, freinant ainsi l'érosion latérale des cours d'eau. La végétation des rives boisées se prolonge souvent jusqu'à l'espace aquatique et contribue à la bonne structuration de la zone riveraine dans son ensemble ainsi qu'à de bonnes connectivités latérale et verticale. Lors des crues, le boisement riverain est inondé, partiellement ou entièrement.

#### **Un ombrage précieux**

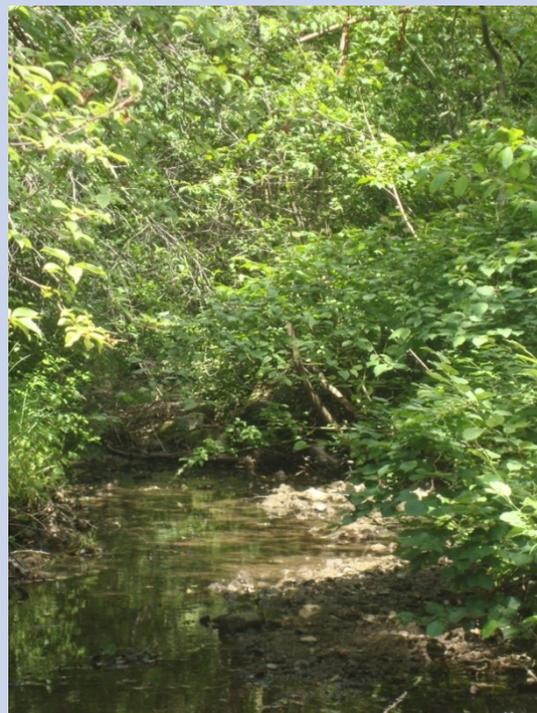
Les berges boisées forment une précieuse zone tampon par rapport à des zones agricoles souvent utilisées de manière intensive en plaine. Il n'est pas rare que les projets d'aménagement des eaux sous-estiment l'incidence paysagère de ces berges. Ces berges offrent de plus une protection, de la nourriture et un habitat pour de nombreux animaux. La litière et le bois mort issus de branches mortes et d'arbres morts constituent une précieuse biomasse primaire.

Les ombres portées ont un effet refroidissant sur les eaux et améliorent ainsi les conditions de vie dans les espaces aquatique et amphibie. Ce point est crucial avant tout sur les rives sud et peut être vital pour certaines espèces. En outre, l'évaporation liée aux plantes ligneuses a un effet rafraîchissant. Les berges boisées sont une des mesures du plan d'action pour l'adaptation aux changements climatiques en Suisse (Conseil fédéral 2020 et 2019).

**Pour approfondir le sujet :** Kanton Aargau 2010, OFEV 2014 UV-1407, Monnerat et al. 2016, Weinberger 2016.

#### ***Le Reppisch, un cours d'eau proche de l'état naturel dans le canton de Zurich***

*Les berges boisées constituent l'habitat principal de nombreuses espèces rares et prioritaires au niveau national. En l'absence d'influence humaine, toutes les zones riveraines situées en dessous de la limite forestière seraient naturellement boisées, à l'exception des zones rocheuses et des marais.*



Photos : Anna Belser

## Exigence 5 — Rétablir la connectivité

(art. 37, al. 3, LEaux)

Dans l'idéal, la connectivité a lieu dans trois directions : dans la direction longitudinale (le long du cours d'eau), dans la direction latérale (perpendiculaire au cours d'eau, connectivité eau-terre) et dans la direction verticale (vers les eaux souterraines). Pour rétablir cette triple connectivité, il est essentiel de procéder à un **examen à large échelle** des cours d'eau et bassins versants alentour ainsi que des biotopes adjacents. Le rattachement à des biotopes proches de l'état naturel ou revitalisés affichant des populations stables revêt une valeur notable en matière de recolonisation.

Dans le cadre de la cartographie Écomorphologie niveau R (région), les éléments entravant la connectivité longitudinale aquatique des eaux ont été recensés. Les **obstacles artificiels** tels que les seuils et les mises sous terre doivent être supprimés autant que possible. S'il est absolument impossible d'y renoncer, les chutes doivent être aménagées afin d'assurer la libre migration des poissons. Il faut en la matière tenir compte de la zone piscicole et de l'état de la technique.

Les eaux naturelles mettent en réseau non seulement des organismes aquatiques, mais aussi des animaux sauvages terrestres. Par exemple, lorsqu'un projet d'aménagement des eaux crée des aires de passage sous les ponts, les petits mammifères peuvent franchir les routes très fréquentées. De tels axes de migration relient et valorisent les différents biotopes terrestres. Les projets d'aménagement des eaux doivent tenir compte des **corridors faunistiques** afin d'assurer également la connectivité latérale terrestre.

Il faut chercher à obtenir des tronçons de cours d'eau connectés franchissables aussi longs que possible avec une morphologie intacte. La **liaison avec les affluents** est également très importante. Pour les cours d'eau de grande taille dont la morphologie est altérée sur de longs tronçons, on peut envisager de favoriser des espèces et communautés typiques, en prévoyant plusieurs élargissements suffisamment grands et longs à intervalle régulier, en vue de former de précieux tronçons-relais.

### Les eaux, éléments centraux de l'infrastructure écologique

L'infrastructure écologique doit permettre de créer un réseau de biotopes naturels ou proches de l'état naturel à l'échelle suisse. Dans ce cadre, les éléments de mise en réseau comme les berges boisées et les cours d'eau connectés ponctuent le paysage de manière optimale telle une mosaïque, en contrant la fragmentation des biotopes et en offrant un milieu de vie à de nombreuses espèces.

Pour une connectivité verticale proche de l'état naturel entre les eaux et le sous-sol, un lit meuble et des rives non bâties sont nécessaires. La connectivité entre les eaux superficielles et les eaux souterraines est un élément important du point de vue du cycle hydrologique.

La connectivité latérale est rendue possible par des pentes de talus adaptées aux eaux et par une ligne de rivage structurée (par des éléments comme arbres, buissons, racines, etc.). Les anses, les éperons, le bois mort et les branches surplombantes créent des liaisons imbriquées entre l'eau et la terre. Cela permet aux organismes aquatiques de se réfugier dans les zones à faible courant ou froides durant les épisodes de crues ou de forte chaleur, et également aux espèces amphibiennes d'évoluer dans différents biotopes. Les dynamiques des crues périodiques contribuent également à la connectivité.

**Pour approfondir le sujet** : Werth et al. 2012, Deutscher Rat für Landespflge 2008.

### Une triple connectivité

En schéma à gauche et en photo à droite : 1) connectivité longitudinale entre des tronçons du cours d'eau principal et des affluents, 2) connectivité latérale entre les biotopes aquatiques et terrestres et 3) connectivité verticale entre le fond de lit et la masse d'eau.

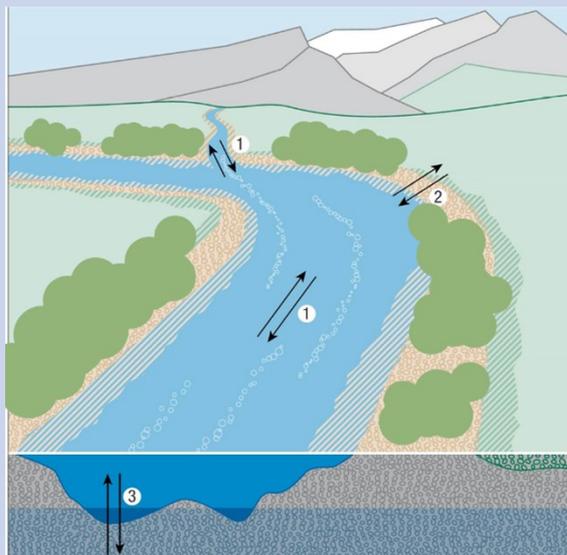


Illustration d'après Malmqvist 2002,  
adapté d'après Werth et al. 2012

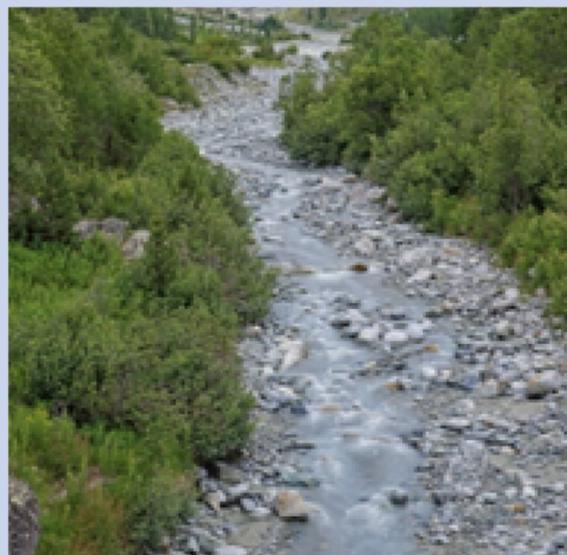


Photo : Jan Ryser, OFEV

## Exigence 6 — Favoriser un régime de charriage proche de l'état naturel

(art. 43a et 83a LEaux, art. 41c<sup>quater</sup>, al. 1, let. b et c, et art. 42a OEaux)

Pour garantir les processus dynamiques des eaux, il est important que celles-ci disposent d'un espace suffisant et d'une dynamique de l'écoulement naturelle, mais aussi que le régime de charriage soit proche de l'état naturel. En effet, il entraîne localement un renouvellement régulier du matériau du lit et donc la formation de dépôts de gravier frais et meubles, qui constituent un substrat de frai pour les poissons et un habitat pour les micro-organismes. Les bancs de gravier sont quant à eux de précieux sites pionniers et des milieux de vie pour les oiseaux et les insectes.

Pour ce faire cependant, un apport suffisant de matériaux charriés est nécessaire **en quantité et en qualité** (composition granulométrique naturelle), de même qu'une **capacité de transport** suffisante de ces matériaux. Pour cette raison, dans le cadre de projets d'aménagement des eaux, il est impératif de systématiquement tenir compte du régime de charriage du bassin versant et de coordonner les mesures avec la planification stratégique de l'assainissement du régime de charriage.

Hors du périmètre du projet concerné, on tiendra compte du régime de charriage comme indiqué ci-après.

*Dans les parties supérieures des bassins versants* : si les mesures dans le bassin versant modifient les apports de matériaux charriés, le projet doit en tenir compte. Parmi ces mesures, on citera notamment le remblayage ou le transit de matériaux charriés dans le cadre de renaturations des eaux (p. ex. en vertu de l'art. 83a LEaux).

*Dans les parties inférieures des bassins versants* : un projet d'aménagement des eaux peut influencer sur le régime de charriage et la morphologie du cours d'eau en aval. Il convient d'examiner ces effets situés hors du périmètre du projet. Les déficits de charriage et les atteintes doivent être évités (art. 43a LEaux).

Le module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux intitulé « Régime de charriage — Mesures » (OFEV 2024, UV-2325) présente des exigences supplémentaires s'agissant du régime de charriage.

## Exigence 7 — Préserver et valoriser les zones alluviales

(art. 4 ordonnance sur les zones alluviales)

Les zones alluviales sont des **biotopes de transition** entre l'eau et la terre. Les crues, les épisodes de sécheresse, l'érosion et la sédimentation qui s'y déroulent engendrent une forte dynamique et créent des espaces propices à une grande diversité d'espèces. En raison des corrections des cours d'eau et de l'intensification de l'utilisation du sol au cours des 150 dernières années, quelque 90 % des surfaces suisses de zones alluviales fluviales ont été perdues. Cette évolution a considérablement altéré la qualité des paysages fluviaux.

Les projets d'aménagement des eaux peuvent aussi concerner les zones alluviales d'importance nationale. Selon le but visé par la protection inscrit dans l'ordonnance sur les zones alluviales, ces objets doivent être conservés intacts et préservés autant que possible. S'il n'est pas possible d'éviter des interventions défavorables, alors l'art. 4, al. 2, de l'ordonnance précitée, prévoit que les projets concernés aient un emplacement qui s'impose directement par leur destination, et que ces projets servent un intérêt public prépondérant d'importance nationale. Le cas échéant, l'auteur des atteintes doit assurer la reconstitution ou le remplacement adéquat de la zone alluviale (cf. Annexe 1).

S'agissant de la revalorisation des zones alluviales, il y a lieu de veiller à inclure une gamme aussi large que possible de biotopes alluviaux, car c'est la **mosaïque regroupant divers biotopes** qui permet une biodiversité importante. Ce point concerne toutes les zones alluviales, qu'elles soient de petite ou de grande taille.

## Exigence 8 — Aménager à l'aide d'éléments naturels

(art. 41c<sup>quater</sup>, al. 1, let. b et c OEaux)

L'aménagement de l'espace réservé aux eaux peut souvent avoir lieu grâce à la dynamique propre, mais cela nécessite cependant du temps. Souvent, il ne faut pas grand-chose pour mettre en marche la dynamique. Les éléments d'aménagement doivent donc être employés de manière très ciblée. On se servira d'éléments et de matériaux typiques de ces eaux et proches de l'état naturel, si possible issus de la zone en question. Les fosses par exemple, peuvent se former grâce à des structures simples comme les rhizomes. Lorsque de gros blocs de roche sont présents de manière naturelle, ceux-ci peuvent être employés comme pierres qui brisent la force du courant. Là où cela est nécessaire, les étangs peuvent être rendus étanches avec du limon et il convient d'éviter les structures dures. Si toutefois des renforcements des rives sont absolument nécessaires, on privilégiera alors des mesures relevant du génie biologique. Les aménagements doivent si possible être perméables, puis être végétalisés. Il faut renoncer aux constructions artificielles telles que les mares aménagées avec des bâches ainsi qu'à l'imperméabilisation, au béton et au mortier.

### Le bois mort, une structure clé favorisant la vie

On appelle bois flottant le bois provenant d'arbres, d'arbustes et de buissons transporté dans le lit d'un cours d'eau. Si ce bois est immobile, on le nomme bois mort.

Avec les matériaux charriés, le bois mort constitue l'une des structures les plus importantes d'un cours d'eau. Les sources naturelles de bois mort sont avant tout les berges boisées, mais aussi les forêts des zones alluviales et des pentes à proximité des eaux. C'est pourquoi, les rives boisées intactes sont importantes pour le développement morphologique d'un cours d'eau.

### De grandes souches pour de grands effets

Les éléments morts de grande taille, tels que les troncs, les longues branches ou les souches, sont particulièrement précieux. Ils dévient le courant et retiennent les matières solides transportées, telles que les sédiments et les feuilles mortes, ce qui favorise rapidement la formation d'habitats diversifiés. Il se forme alors des bancs et des affouillements, et la variabilité de la profondeur augmente. Plus le courant est modifié et plus la quantité de matériaux retenus est importante, plus la morphologie et donc la biodiversité sont grandes. Par conséquent, les gros troncs placés au milieu du courant sont plus efficaces que les petits troncs situés à l'écart du courant principal.

Le bois mort non seulement crée des habitats aquatiques, amphibies et terrestres, mais accueille lui-même la vie. Il constitue une source de nourriture pour différents organismes tels des coléoptères xylophages largement menacés ou potentiellement menacés (Monnerat et al. 2016).

**Pour approfondir le sujet :** Gafner et al. 2015 ; Von Siemens et al. 2005.

#### **La Singine dans le canton de Berne**

*La Singine a connu un élargissement en 2023-2024 dans la commune de Wünnewil-Flamatt. Sur une longueur d'environ 500 m, ce sont 1000 m<sup>3</sup> de bois mort, 125 souches, 100 arbres entiers disposés en épi et 120 rhizomes qui ont été installés. L'intégration de bois mort fait varier la vitesse du courant, ce qui influe sur le transport des sédiments, les processus d'érosion ainsi que la morphologie des eaux. De nombreuses espèces de poissons, plantes aquatiques et petits organismes vivants dans ou autour de l'eau en bénéficient.*



Source : IUB Engineering SA ; photo : Gregor Thomas, OFEV.

## **Exigence 9 — Ajuster l'aménagement des eaux en fonction des changements climatiques**

(Art. 41c<sup>quater</sup>, al. 2, OEaux)

Le changement climatique entraîne des périodes de sécheresse plus longues, de sorte qu'il faut s'attendre plus souvent à un faible débit dans les cours d'eau. La faible quantité d'eau se réchauffe plus fortement et plus rapidement que les poissons ne peuvent le supporter. Ces aspects doivent être pris en compte dans la planification des projets d'aménagement hydraulique. Ces effets peuvent être atténués, par exemple, par des rigoles de dévers, des cavités d'érosion et un reboisement adapté des berges. Le long des berges sud en particulier, un reboisement continu peut ombrager les cours d'eau et ainsi contrer le réchauffement (mesure conforme au plan d'action pour l'adaptation aux changements climatiques, Conseil fédéral 2020). Une connectivité verticale intacte peut également favoriser l'infiltration des eaux souterraines, qui ont une température plus basse, dans les cours d'eau.

Si les cours d'eau disposent d'un espace suffisant pour façonner librement les rives et que des inondations sont possibles au niveau local, l'eau est retenue et reste dans le système. Ce point revêt une importance capitale en regard de l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des crues. De ce point de vue, les tronçons de cours d'eau qui se forment naturellement sont bénéfiques sur les plans écologiques et climatiques ainsi que pour la technique de gestion des crues.

### 3 Les exigences écologiques dans le processus de planification

#### 3.1 Objectif

Les exigences écologiques applicables aux projets d'aménagement des eaux (art. 37 LEaux et art. 4, al. 2, LACE) visent à rétablir autant que possible l'état naturel des eaux. Le présent module concrétise ces exigences à l'aide d'une **procédure systématique** en trois phases comprenant six étapes de travail.

Le document choisit de ne pas prescrire de façon exhaustive de quelle manière les exigences écologiques doivent être remplies sur les plans qualitatif et quantitatif, car chaque projet est unique. Il convient plutôt de définir les objectifs écologiques au cas par cas (voir les exemples de cas en ligne [Collection d'exemples – Projets d'aménagement des eaux](#)).

Il convient toutefois de toujours exploiter au maximum le **potentiel écologique** du tronçon concerné. Celui-ci peut varier considérablement. Une planification appropriée est donc essentielle. Elle doit dresser un état des lieux et déterminer les déficits, puis fixer des objectifs et piloter leur mise en œuvre.

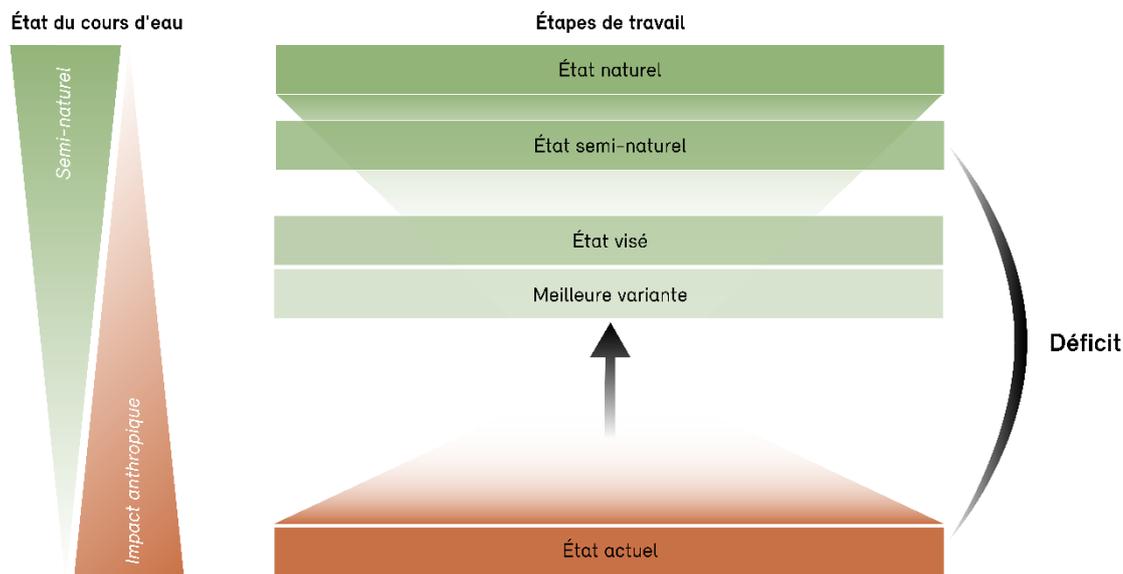
#### 3.2 Procédure en six étapes de travail

La phase d'**analyse de la situation** comprend quatre étapes : état actuel, état naturel, état proche de l'état naturel et l'analyse des déficits. La phase de **définition des objectifs** correspond aux objectifs de développement écologique. Enfin, la phase de **planification des mesures** regroupe l'étude de variantes et le développement de la meilleure variante. La procédure s'applique à tous les projets d'aménagement des eaux, que ce soit les revitalisations ou les projets de protection contre les crues. Elle s'applique indépendamment de la taille des eaux concernées et de la complexité des projets. Sur la base de cette procédure, il est possible d'adapter le degré de détail du travail en fonction de ce qui est approprié. La planification intégrale signifie que toutes les parties concernées doivent être associées, que les intérêts doivent être pris en compte de manière équilibrée et que les mesures doivent être combinées de manière optimale (art. 2, al. 1, let. a, OEaux, art. 3 OAT et art. 46, al. 1, OEaux). Les résultats peuvent être intégrés au rapport technique. Il n'est pas nécessaire de rédiger de rapport séparé.

**Tableau 2:** *Étapes de travail pour la mise en œuvre des exigences écologiques dans la planification. La procédure systématique en trois phases et six étapes de travail permet, dès la planification, de tenir compte au mieux des exigences écologiques posées aux projets d'aménagement des eaux.*

Phases	Étapes de travail
Analyse de la situation	1. État actuel
	2. État naturel
	3. État proche de l'état naturel
	4. Analyse des déficits
Définition des objectifs	5. État visé (objectifs de développement écologique)
Planification des mesures	6. Étude de variantes et développement de la meilleure variante

**Figure 3** : Les étapes de travail en fonction de l'état des eaux (position sur l'axe vertical à titre indicatif uniquement). Auparavant, l'état proche de l'état naturel était également appelé « état de référence » et l'état souhaité « état cible ». Ces termes ne sont cependant plus utilisés aujourd'hui.



La planification concerne en premier lieu le périmètre du projet. Cependant, certains aspects doivent faire l'objet d'une évaluation à plus large échelle. On citera notamment le débit et l'écoulement, le régime de charriage et des sédiments fins, la migration des poissons, la connectivité ainsi que les valeurs naturelles existantes dans l'environnement du projet (p. ex. objets figurant dans des inventaires fédéraux). Il convient en la matière de planifier un **périmètre de référence suffisamment grand** (bassin versant et aire de répartition).

Une coordination précoce avec d'autres mesures ou planifications à venir dans le périmètre de projet ou de référence, peut faire ressortir des **synergies** potentielles. Il peut notamment s'agir de mesures selon les planifications stratégiques de la renaturation conformément à la LEaux pour l'assainissement des éclusées, le régime de charriage ou la libre migration des poissons. Il peut cependant également s'agir de mesures de compensation ou de remplacement selon la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN) et la loi fédérale sur les forêts (LFo). Par ailleurs, la coordination permet d'identifier de manière précoce les éventuels **conflits** et de chercher des pistes de solution (p. ex. pour les zones de protection des eaux souterraines ou en présence de castors). Le **devoir de coordination** lors de la planification et de la mise en œuvre de projets d'aménagement des eaux est ancré dans la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (art. 3, al. 3, LACE) et dans l'ordonnance sur la protection des eaux (art. 46, al. 1, OEaux).

## Étape de travail 1 — État actuel

La première étape consiste à décrire et à analyser l'état actuel des eaux (avant la mise en œuvre des mesures). Il faut tenir compte des fonctions pertinentes des eaux, des valeurs naturelles existantes, ainsi que des atteintes dues aux installations et utilisations dans les eaux et à proximité. Il ne s'agit pas simplement de documenter l'état actuel des eaux, mais explicitement d'évaluer les différents aspects. L'évaluation permettra une compréhension intégrale des eaux et du contexte.

### *Éléments à documenter*

- Périmètre du projet et périmètre de référence (périmètre d'impact)
- Espace réservé aux eaux
- État des fonctions naturelles : processus, structures et organismes selon la liste de vérification de l'Annexe 2. Cela inclut les valeurs naturelles existantes et les fonctions des eaux intactes qui doivent être conservées.
- Identification et caractérisation des installations et des utilisations qui influent sur le périmètre du projet ou de référence : stabilisation des berges et aménagement du fond du lit, agglomérations, voies de communication, conduites, installations destinées à l'utilisation des eaux, centrales hydroélectriques, gravières, captage des eaux souterraines, sites contaminés, etc.
- Évaluation du potentiel dynamique (en premier lieu les régimes d'écoulement et de charriage)

### *Remarques*

La méthode **Écomorphologie niveau R (région)** permet uniquement de relever certaines caractéristiques pertinentes sur le plan écologique (largeur du lit, variabilité de la largeur du lit mouillé, nature des rives), les structures et les installations d'aménagement des eaux (stabilisation des berges, aménagement du fond du lit, barrages, etc.) ainsi que les conditions environnantes (constructions, exploitation du sol, végétation) et d'estimer de manière approximative dans quelle mesure les tronçons de cours d'eau s'approchent de l'état naturel. Cette méthode ne tient toutefois pas compte d'autres caractéristiques comme les dépôts de gravier, ni des propriétés des substrats. Pour ces éléments, il est possible de compléter par exemple à l'aide de photos aériennes et de relevés de terrain.

Pour la description **des biotopes et des espèces**, il convient de mener une réflexion à large échelle. On tiendra notamment compte des zones protégées adjacentes ainsi que de la présence et de la mise en réseau de groupes d'espèces pour la colonisation. Il est pertinent de recenser les espèces et biotopes typiques de la station ainsi que prioritaires au niveau national, en consignant également les catégories correspondantes (OFEV 2019).

S'agissant du débit et du régime hydrologique, le type de cours d'eau, les sédiments fins, les matériaux charriés, ainsi que de la qualité de l'eau, il est nécessaire de procéder à une analyse au niveau **du bassin versant**. En effet, cela permet d'identifier et d'évaluer les installations et les utilisations qui ont un impact sur le périmètre de projet ou au-delà. le type de cours d'eau, les sédiments fins et les charbons ainsi que la qualité de l'eau, il est nécessaire de procéder à une analyse au niveau du bassin versant. Cela permet d'identifier et d'évaluer les installations et les utilisations qui ont un impact sur le périmètre du projet ou au-delà.

## Étapes de travail 2 et 3 — État naturel et état proche de l'état naturel

Il est indispensable de porter un regard rétrospectif sur l'état historique des eaux. Ainsi, il est possible de mieux suivre les caractéristiques et les propriétés des eaux et de leurs bassins versants. Cette analyse permet d'obtenir des informations sur la largeur initiale du lit, le tracé et le caractère du cours d'eau (par exemple, cours sinueux ou ramifié).

Par **état naturel**, on entend l'état d'un cours d'eau sans aucune influence humaine. Dans le cas de l'**état proche de l'état naturel**, les influences humaines irréversibles impactant les eaux sont prises en compte. Il s'agit par exemple de déboisements, d'assèchements de zones humides et de détournements de cours d'eau à grande échelle. Les milieux bâtis ne sont pas pris en compte à ce stade, mais ultérieurement, dans l'état visé (étape de travail 5).

Dans certains cas, le paysage d'origine a été si fortement altéré qu'il serait inapproprié d'axer le projet sur la situation historique ou qu'un retour aux caractéristiques initiales est impossible. Dans ce type de cas, les tronçons de cours d'eau proches de l'état naturel avec des caractéristiques comparables servent de référence s'agissant de la topographie, de l'écoulement et du régime de charriage.

### Éléments à documenter

- Détermination de la largeur naturelle du fond du lit et du tracé naturel à l'état naturel
- État des fonctions naturelles : les processus, les structures et les organismes selon la liste de vérification de l'Annexe 2 ; le régime d'écoulement et le régime de charriage doivent être validés au regard des conditions climatiques actuelles et futures (changements climatiques)
- Identification et description d'éventuelles influences irréversibles à grande échelle et de leurs conséquences sur les eaux et sur leur environnement direct à l'état proche de l'état naturel

### Remarques

Pour la reconstruction de l'état naturel, il est utile de rassembler des éléments historiques comme des cartes, des vues aériennes, de vieilles photographies et d'anciens tableaux ainsi que la documentation relative à de précédents projets d'aménagement des eaux. Il est aussi avantageux de réaliser une comparaison avec des tronçons de cours d'eau similaires proches de l'état naturel, ainsi qu'une analyse de terrain, afin d'obtenir des informations sur la largeur du lit du cours d'eau, sur la forme du cours d'eau, ainsi que sur les structures spécifiques et sur l'emplacement dans le talweg. On soulignera ici que ces situations ne sont souvent plus à l'état naturel, car déjà soumises à des influences humaines.

Il faut dans tous les cas déterminer la **largeur naturelle du fond du lit du cours d'eau**. Pour ce faire, on emploiera les bases susmentionnées ou on procédera à des calculs fondés sur des méthodes empiriques. On peut s'appuyer ici sur le rapport « Détermination de la largeur naturelle du fond du lit des cours d'eau » (OFEV 2023) ainsi que sur les approches de Bezzola (2016). De manière générale, il y a lieu d'utiliser différentes méthodes pour consolider les résultats et les valider.

Pour la description de l'état proche de l'état naturel, on peut identifier des **cours d'eau et tronçons de cours d'eau comparables**, avec un tracé et une structure similaires à l'état naturel ou proche de l'état naturel, sur la base de la « Typologie des cours d'eau suisses » (Schaffner, Pfaundler et Göggel 2013). Les tronçons de cours d'eau qui présentent un état proche de l'état naturel selon leur écomorphologie et qui appartiennent à des eaux comparables ou aux mêmes eaux en aval ou en amont du tronçon du projet peuvent être transposés comme des tronçons proches de l'état naturel pour la zone du projet.

L'**étendue de la documentation** doit être adapté à la taille du projet. Il est pertinent de mener une étude approfondie relative à l'état naturel et l'état proche de l'état naturel pour les eaux et les tronçons de cours d'eau du moment qu'un retour à un état proche de l'état naturel est en principe possible. C'est le cas notamment en dehors des agglomérations, dans des agglomérations où les constructions n'occupent qu'une seule rive, ou lorsqu'un plan d'aménagement est élaboré.

Quand les possibilités de restaurer les caractéristiques d'origine sont fortement limitées, on peut envisager de représenter l'état naturel et l'état proche de l'état naturel au sens d'une vision, afin d'améliorer la compréhension du système, sans toutefois devoir documenter ces états en détail. Cette considération

s'applique aux tronçons de cours d'eau comme les canaux qui ont été considérablement modifiés par l'être humain et sont toujours utilisés de manière intensive. Il s'agit souvent de tronçons au sein d'une agglomération ou de tronçons où le bâti est présent des deux côtés. On citera comme exemples notamment les drainages des sols, la navigation ou le captage d'eau potable. Un retour à un état proche de l'état naturel serait possible uniquement dans la mesure où l'être humain renoncerait à ses activités et ses utilisations sur le lieu concerné, ou en limitant fortement ces activités.

#### Étape de travail 4 — Analyse des déficits

Une comparaison des états initial et proche de l'état naturel fait ressortir clairement les déficits. Cette quatrième étape de travail a pour objectif d'identifier les installations et les utilisations qui portent atteinte aux fonctions naturelles des eaux. Il ne s'agit pas ici d'une simple description, mais explicitement d'une **analyse et d'une évaluation des déficits**. Pour l'évaluation des déficits, il faut distinguer dans quels cas les déficits peuvent être réduits, voire comblés moyennant des efforts raisonnables et dans quels cas il n'est pas possible de le faire. L'évaluation doit examiner le rapport entre les efforts investis et les bénéfices attendus. Du moment que les efforts sont proportionnés, il est impératif de réduire, voire de combler l'ensemble des déficits. De cette évaluation découlent ensuite des objectifs de développement écologique qu'il est possible d'atteindre (étape de travail 5).

##### *Éléments à documenter*

- Détermination des déficits sur la base d'une comparaison entre l'état initial et l'état proche de l'état naturel s'agissant des fonctions naturelles (voir la liste de vérification figurant à l'Annexe 2).
- Identification et évaluation des atteintes dues aux installations et aux utilisations. On pourra s'appuyer ici notamment sur les résultats des planifications stratégiques cantonales dans le domaine de l'assainissement de la force hydraulique (effets d'éclusées, charriage, libre migration des poissons et débits résiduels).

##### *Remarques*

Dans cette quatrième étape de travail, il s'agit d'identifier, parmi les **installations et utilisations** existantes, celles dont la suppression, le déplacement ou la modification sont impossibles ou disproportionnés. On pense ici notamment aux autoroutes, aux voies ferrées ou à de grands quartiers d'habitation à proximité des eaux. Dans ces cas, aucune analyse approfondie n'est exigée. Il est toutefois impératif de documenter le fait que l'installation ou l'utilisation a été catégorisée comme non supprimable, non déplaçable ou non modifiable. Par ailleurs, il y a lieu de montrer les déficits qui en découlent ainsi que l'impact de ceux-ci sur la définition des objectifs de l'étape de travail 5.

## Étape de travail 5 — État visé et objectifs de développement écologique

Pour l'état final, on accepte désormais les déficits qui ne peuvent être supprimés ou réduits qu'au prix d'efforts disproportionnés. Elle tient compte notamment de la situation du milieu bâti.

À cette étape, il est nécessaire de définir les objectifs de développement écologique. Considérés dans leur ensemble, ces objectifs représentent l'état visé. On évitera ici de trop s'attarder sur l'état qui résultera directement de la fin des travaux de construction, en se focalisant plutôt en particulier sur l'état de développement à long terme.

Les objectifs de développement écologique doivent être formulés **de manière spécifique pour un projet** et si possible **de façon claire et précise**. Le cas échéant, cette définition des objectifs permet de déduire des indicateurs pour le **suivi des effets**. Si ces indicateurs sont connus avant la mise en œuvre des mesures, ils sont alors également utiles pour caractériser l'état initial.

### *Éléments à documenter*

- Objectifs pour les fonctions naturelles (processus, structures et organismes) et pour le régime de charriage (voir la liste de vérification à l'Annexe 2)
- Détermination de l'espace réservé aux eaux nécessaire pour le projet concerné
- Détermination des valeurs naturelles existantes à conserver
- Identification et prise en compte d'autres objectifs de développement au sein du projet, ainsi que d'autres planifications et mesures comportant des objectifs de développement au sein du projet : p. ex. protection contre les crues, protection des eaux souterraines, approvisionnement en eau, protection de la nature, loisirs de proximité, forêts et planifications stratégiques cantonales. Les synergies et les conflits doivent être présentés et faire l'objet d'une coordination.
- Écarts inévitables avec l'état proche de la nature visé :
  - a. en raison d'installations et d'utilisations dont la suppression, le déplacement ou la modification n'est pas possible dans un horizon temporel de 20 à 30 ans, que ce soit parce qu'il y a un intérêt prépondérant pour conserver ou continuer d'exploiter ou parce qu'une suppression, un déplacement ou une modification est manifestement disproportionné (voir point 1.2).
  - b. en raison d'atteintes qui ne peuvent être résolues qu'à moyen ou long terme ou à grande échelle au sein du bassin versant (p. ex. atteintes à la qualité de l'eau ou à la connectivité).

### *Remarques*

De manière générale, les objectifs relatifs à l'état visé sont définis en fonction de l'état proche de l'état naturel. En d'autres termes, il s'agit de conserver ou de rétablir le tracé naturel du cours d'eau ainsi qu'un aménagement proche de l'état naturel pour l'espace réservé aux eaux.

Concernant les objectifs liés au régime de charriage et à la morphologie (forme du lit, dépôts de gravier, substrat), il convient de suivre les indications du module d'aide à l'exécution « [Régime de charriage — Mesures](#) » (OFEV 2024, UV-2325).

S'il s'avère que les fonctions naturelles ne peuvent être remplies que partiellement dans les conditions données, il faut procéder à une **priorisation**. De manière générale, la priorité est de garantir entièrement les fonctions aquatiques, puis les fonctions amphibies et les fonctions terrestres. Il est possible de déroger à ce principe lorsque cela se justifie.

Il convient de montrer comment le projet prévoit d'assurer autant que possible l'ensemble des fonctions naturelles dans l'espace disponible, en précisant quelles fonctions seront respectivement entièrement garanties, partiellement garanties ou non garanties. Les priorités doivent être décrites de manière compréhensible.

## Étape de travail 6 — Étude de variantes et développement de la meilleure variante

Cette étape sert à planifier, sur la base des objectifs de développement écologique, des **mesures concrètes d'aménagement des eaux**. Pour les grands projets, il est nécessaire de développer et d'évaluer plusieurs variantes de projet dans le cadre d'une planification intégrale, tandis que pour les projets de moindre ampleur, il suffit souvent d'élaborer des variantes de mesures. L'étude des variantes permet finalement de déterminer la meilleure solution. Celle-ci représente la combinaison optimale de mesures et peut, le cas échéant, inclure d'autres mesures (p. ex. mesures d'aménagement du territoire ou organisationnelles) en plus des mesures écologiques et hydrauliques. Des clarifications détaillées, par exemple sur les eaux souterraines, peuvent être nécessaires afin de pouvoir comparer les différentes variantes.

### *Éléments à documenter*

- Élaboration de variantes de mesures concrètes conformément aux objectifs de développement écologique issus de l'étape de travail 5, et couvrant les processus, les structures et les organismes. Paramètres à prendre en compte :
  - espace réservé aux eaux nécessaire et effectivement disponible,
  - valeurs naturelles existantes,
  - dynamique naturelle possible,
  - charriage nécessaire<sup>1</sup>.
  - installations et utilisations non réversibles, déplaçables ou modifiables,
  - autres planifications et leurs objectifs de développement (en particulier les planifications stratégiques liées à la renaturation des eaux),
  - mise en regard des efforts nécessaires et des bénéfices attendus.
- Comparaison des variantes et choix de la meilleure variante, en tenant compte de tous les objectifs de développement
- Justification claire des éventuels écarts avec les objectifs de développement écologique
- Plan sommaire relatif à l'entretien (cf. point 3.3)

### *Remarques*

Cette sixième étape évalue les installations et les utilisations à partir de l'état actuel qui n'ont pas encore été entièrement évaluées lors des étapes de travail 4 et 5. Il s'agit ici, sur la base de la pesée des intérêts et de la proportionnalité (efforts nécessaires contre bénéfices attendus), de définir si ces installations et utilisations sont non réversibles, déplaçables ou modifiables. Le résultat de cette évaluation doit être consigné dans la documentation accompagnant la planification du projet.

Il conviendra de tenir compte des répercussions de ces installations et utilisations. En fonction des éléments issus de la pesée des intérêts et de la meilleure variante retenue, il peut être nécessaire d'adapter les objectifs écologiques ou les indicateurs pour le suivi des effets. Les écarts doivent être justifiés de manière claire.

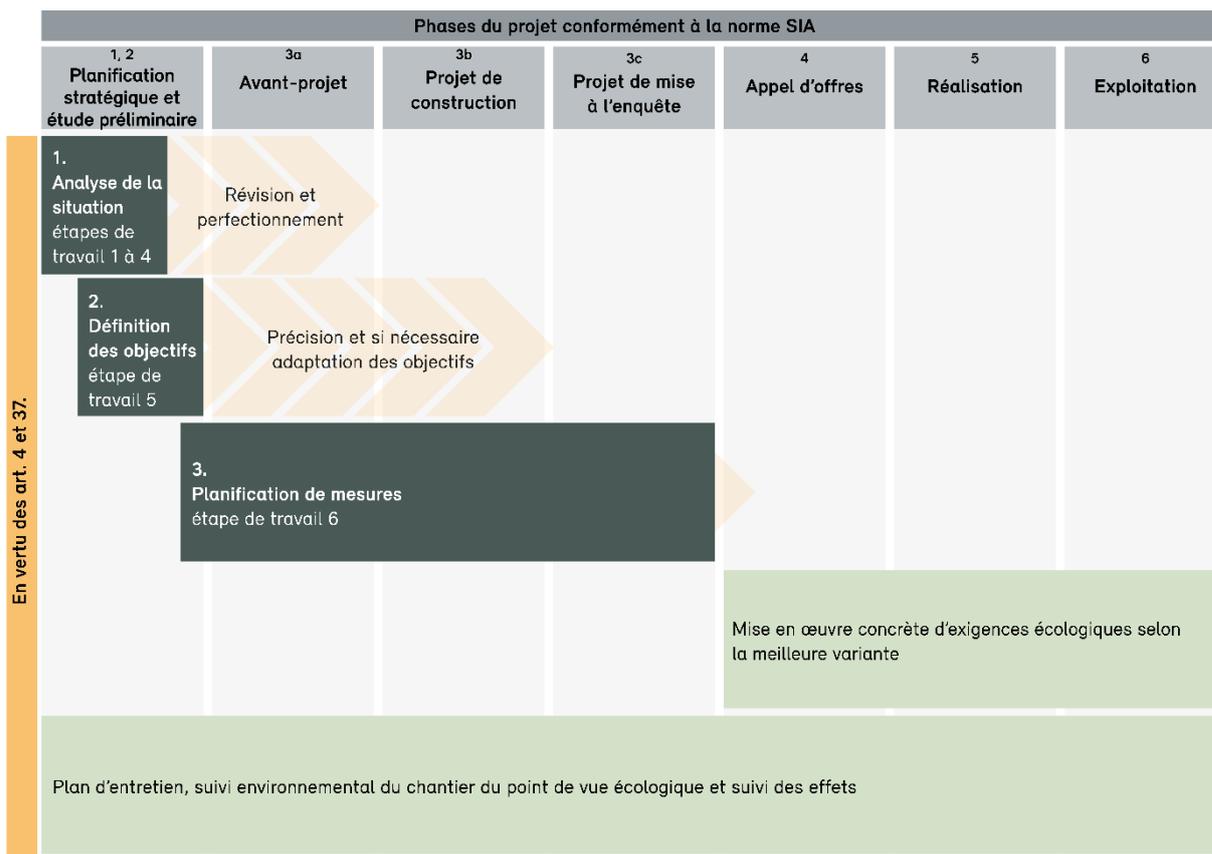
Pour les **captages d'eaux souterraines**, il faut analyser la possibilité de remplacer un captage ou une intervention dans une zone de protection des eaux souterraines conformément aux prescriptions en vigueur (art. 19 LEaux en conjonction avec l'art. 31 et l'annexe 4 OEaux).

<sup>1</sup> Le projet doit être axé sur la charge solide future et tenir compte des assainissements découlant des planifications stratégiques cantonales « Assainissement du régime de charriage ».

### 3.3 Phases de projet, entretien et suivi des effets

La procédure en six étapes de travail a pour objectif la prise en compte des aspects écologiques d'un projet d'aménagement des eaux conformément aux exigences légales prévues par l'art. 37 LEaux et l'art. 4, al. 2, LACE. Dans la pratique, la planification, la conception et la mise en œuvre de projets d'aménagement des eaux se déroulent selon les phases de projet définies par la norme SIA 112. La *Figure 4* montre comment les différentes étapes de travail du présent module d'aide à l'exécution s'intègrent dans ces phases SIA. L'intégration précoce et en phase des aspects écologiques dans le processus de planification et de construction est déterminante pour la réussite de la mise en œuvre.

**Figure 4 :** Répartition des six étapes de travail du présent module dans les phases de projet de la norme SIA 112.



Les exigences écologiques doivent être prises en compte dès les deux premières phases que sont la planification stratégique et l'étude préliminaire. À ce stade, il s'agit de déterminer les besoins, les objectifs et les conditions-cadres pour ensuite développer et évaluer de premières pistes de solution et des variantes de projet. Pour les petits projets d'aménagement des eaux, les phases SIA 1 et 2 sont souvent omises. Il convient de parcourir toutes les étapes de travail de 1 à 5 dès la phase d'études préliminaires.

La planification concrète des mesures a lieu par la suite, durant les phases 3 à 6. Elle comprend une description détaillée de la meilleure variante retenue et des modalités de sa mise en œuvre.

Un **suivi environnemental de la réalisation** est nécessaire durant les travaux de construction.

Le degré de détail de la planification augmente au fil du développement du projet. Par ailleurs, différents aspects et conditions-cadres sont clarifiés et coordonnés entre eux. Il faut systématiquement tenir compte de tous les objectifs. S'il n'est pas possible de le faire, il faut adapter la définition des objectifs aux nouvelles circonstances.

La planification devrait intégrer des concepts d'entretien et, là où cela est pertinent, également des concepts pour le suivi des effets et des plans de canalisation des visiteurs (voir le « Manuel sur les conventions-programmes », OFEV 2023, UV-2315). Ces aspects revêtent une grande importance pour la bonne réalisation du projet et doivent donc être inclus suffisamment tôt dans le processus de planification.

Un **entretien** adéquat sert (si nécessaire) à assurer à long terme la réalisation des objectifs de développement écologique. L'entretien doit être pris en compte dès la définition des objectifs afin de garantir que les mesures prises sont durables et pourront être pérennisées sur le long terme. L'entretien comprend également la gestion dans les règles de l'art des espèces exotiques envahissantes. Il faut par ailleurs prendre en compte la protection des eaux souterraines.

Si cela a été convenu pour les revitalisations et les projets combinés, un suivi des effets doit être réalisé pour vérifier que les objectifs écologiques ont été atteints. Selon les résultats et l'analyse des causes, il convient ensuite de procéder à des améliorations du projet ou de prendre des mesures complémentaires. Pour un suivi des effets pertinent, les paramètres correspondants doivent être relevés pour l'état actuel, au plus tard avant le début des travaux de construction. Le « Manuel sur les conventions-programmes 2020-2024 dans le domaine de l'environnement » (OFEV 2018, UV-1817, voir le chapitre consacré à la revitalisation des eaux) et la documentation pratique « Contrôle des effets des revitalisations de cours d'eau — Apprendre ensemble pour l'avenir » (OFEV 2019) contiennent de plus amples informations sur le suivi des effets. Au besoin, il convient de réglementer la **canalisation des visiteurs**.

## **Annexe 1 Bases légales pertinentes en matière de protection de la nature et du paysage ainsi que de pêche**

Les paragraphes qui suivent expliquent certaines dispositions spécifiques.

### **Mesures de remplacement selon la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage**

(art. 18, al. 1<sup>er</sup>, LPN)

Il y a lieu d'évaluer au cas par cas si un projet d'aménagement des eaux porte atteinte à des biotopes dignes de protection au sens de l'art. 18, al. 1<sup>bis</sup>, LPN.

Si un projet d'aménagement des eaux impacte des **biotopes dignes de protection**, les dispositions relatives aux atteintes d'ordre technique prévues à l'art 18, al. 1<sup>er</sup>, LPN s'appliquent. Par biotopes dignes de protection, on entend notamment les rives, les roselières, les marais et les associations végétales forestières rares, ainsi que d'autres milieux qui jouent un rôle dans l'équilibre naturel ou présentent des conditions particulièrement favorables pour les biocénoses. Pour apprécier si un biotope est digne de protection, on s'appuiera en particulier sur les critères figurant à l'art. 14, al. 3, OPN. Parmi les critères, on citera notamment la présence d'espèces de la flore et de la faune protégées ou de poissons et écrevisses menacés selon la législation sur la pêche. Les dispositions relatives aux atteintes d'ordre technique visent, dans un premier temps, à évaluer s'il est possible d'**éviter** l'atteinte et, dans un second temps (dans les cas où, tous intérêts pris en compte, il est impossible d'éviter l'atteinte), de prendre des mesures optimales pour assurer la protection, la reconstitution ou le remplacement adéquat du biotope (art. 18, al. 1<sup>er</sup>, LPN). Les mesures pour assurer la reconstitution ou le remplacement se fondent sur le principe de causalité.

La revalorisation écologique au sens de l'art. 37 LEaux et de l'art. 4, al. 2, LACE sert en premier lieu à répondre au principe selon lequel un objet doit être ménagé le plus possible. Partant, elle ne saurait être considérée comme une mesure de reconstitution ou de remplacement pour les atteintes qu'il est impossible d'éviter.

Cependant, si une mesure d'aménagement des eaux a pour objectif de valoriser de précieux milieux naturels aquatiques et qu'elle améliore globalement l'état initial d'un biotope digne de protection ou d'un groupe de biotopes dignes de protection, alors il n'y a pas d'atteinte. Le cas échéant, l'obligation de reconstitution ou de remplacement prévue à l'art. 18, al. 1<sup>er</sup>, LPN disparaît. Toutefois, si cette mesure porte atteinte à d'autres biotopes particulièrement dignes de protection, notamment des biotopes d'importance nationale, l'obligation de reconstitution ou de remplacement continue de s'appliquer pour ceux-ci.

S'il s'agit de mettre en œuvre une mesure de remplacement pour valoriser des eaux pour d'autres projets et que les eaux concernées ont été classifiées comme prioritaires dans la planification stratégique des revitalisations, il est judicieux de coordonner la mesure de remplacement découlant de la LPN avec le projet de revitalisation prévu ou de réaliser la mesure en même temps que le projet (en délimitant clairement les parts respectives et en appliquant une clé de répartition des frais).

### **Protection de la végétation des rives selon la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage**

(art. 21 et art. 22, al. 2, LPN)

La **végétation des rives** (roselières et jonchères, végétation alluviale et autres formations végétales naturelles riveraines) est importante notamment en raison de ses effets de stabilisation et d'ombrage, mais aussi parce qu'elle sert d'habitat. Elle est également protégée par la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage. Cette végétation ne doit être ni débroussaillée, ni recouverte ou détruite d'une autre manière (art. 21 LPN). Cependant, l'autorité compétente peut autoriser la suppression de la végétation existant sur des rives dans le cas de projets qui ne peuvent être réalisés ailleurs et qui ne contreviennent pas à la législation en matière de protection des eaux (art. 22, al. 2, LPN). La suppression peut être autorisée du moment qu'elle est justifiée sur la base de l'art. 37 LEaux ou de l'art. 4, al. 2,

LACE. La suppression de la végétation des rives entraîne également une obligation de reconstitution ou de remplacement au sens de l'art. 18, al. 1<sup>er</sup>, LPN.

Conformément à l'art. 21, al. 2, LPN, les cantons veillent à ce que les rives soient couvertes d'une végétation suffisante ou du moins à ce que soient réalisées les conditions nécessaires au développement de celle-ci.

### **Compensation écologique selon la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage**

(art. 18 b, al. 1, LPN)

L'art. 18 b, al. 1, LPN, charge les cantons de veiller à une compensation écologique dans les régions où l'exploitation du sol est intensive à l'intérieur et à l'extérieur des localités. Les rives boisées sont explicitement mentionnées comme forme de compensation écologique. Ce point est important au regard de certaines fonctions comme l'ombrage (adaptation climatique), la protection contre les perturbations et la structuration du paysage, car une végétation des rives constituée uniquement de plantes herbacées ne saurait remplir ce type de fonctions.

### **Zones alluviales d'importance nationale**

Se fondant sur l'art. 18a, al. 1, LPN, le Conseil fédéral a édicté l'ordonnance sur les zones alluviales avec pour objectif de conserver intactes les zones alluviales figurant dans la liste. Le concept de « conservation intacte » est précisé par une liste non exhaustive des objectifs de protection. On peut en déduire qu'il faut garantir la préservation de l'objet à protéger et prévenir en outre toute dévalorisation de cet objet à protéger. Les objectifs de protection énumérés à l'art. 4, al. 1, de l'ordonnance sur la protection des zones alluviales d'importance nationale du 28 octobre 1992 (RS 451.31) sont : la conservation et le développement de la flore et de la faune indigènes typiques des zones alluviales et des éléments écologiques indispensables à leur existence (let. a) ; la conservation et, pour autant que ce soit judicieux et faisable, le rétablissement de la dynamique naturelle du régime des eaux et du charriage (let. b) ; la conservation des particularités géomorphologiques des objets (let. c). Il y a lieu de déterminer au cas par cas, en tenant compte des objectifs précités (ainsi que des objectifs de protection souvent plus spécifiques arrêtés au niveau cantonal), si l'intervention engendre une dévalorisation.

Pour toute intervention, on n'admettra de dérogation au but de conservation intacte que pour des projets dont l'emplacement s'impose directement par leur destination et qui sont destinés à assurer la sécurité de l'homme face aux effets dommageables de l'eau, ou qui servent un autre intérêt public prépondérant d'importance nationale également (art. 4, al. 2, de l'ordonnance sur les zones alluviales). S'agissant des interventions dans les zones alluviales d'importance nationale, il y a lieu de respecter le principe selon lequel un objet doit être ménagé le plus possible. Par ailleurs, l'auteur ou le responsable d'une atteinte est tenu de prendre des mesures de reconstitution ou, à défaut, d'autres mesures adéquates.

Selon la conception concernée, les mesures d'aménagement des eaux ne doivent pas être considérées comme une atteinte, mais comme une valorisation. Si elles sont cohérentes avec les objectifs de protection de la zone alluviale en question et qu'elles favorisent le développement de processus et de biocénoses typiques des zones alluviales, il n'est pas rare que ces mesures améliorent considérablement la situation au sens de l'objectif de valorisation ancré à l'art. 4, al. 1 et à l'art. 8 de l'ordonnance sur les zones alluviales. Il convient d'accorder une attention particulière à la planification et à la mise en œuvre des mesures pour les hautes valeurs écologiques existantes. Les groupements marécageux des cours d'eau représentent une forme spécifique de milieux alluviaux. Une partie d'entre eux sont considérés comme des bas-marais et hauts-marais d'importance nationale. En raison des dispositions légales relativement strictes (cf. l'alinéa relatif à la protection des marais et des sites marécageux dans la Constitution fédérale, art. 78, al. 5, Cst.), une attention particulière est requise dans ces cas.

## **Mesures selon la loi fédérale sur la pêche**

(art. 8 et 9 LFSP)

Du moment que des interventions sont de nature à compromettre la pêche (ce qui est en général le cas), celles-ci sont soumises à une autorisation de l'autorité compétente en matière de pêche selon l'art. 8 LFSP.

Les autorités compétentes pour accorder les autorisations relevant du droit de la pêche doivent, compte tenu des conditions naturelles et, le cas échéant, d'autres intérêts, imposer toutes les mesures propres à créer des conditions de vie favorables à la faune aquatique, assurer la libre migration du poisson et favoriser sa reproduction naturelle. De plus, les mesures doivent empêcher que les poissons et les écrevisses ne soient tués ou blessés par des constructions (art. 9 LFSP).

Ces mesures visent à minimiser les atteintes aux biotopes découlant des interventions. Les mesures prescrites ne sont pas considérées comme des mesures de remplacement au sens de l'art. 18, al. 1<sup>er</sup>, LPN. Il y a lieu de vérifier au cas par cas si cette dernière disposition est également applicable.

## Annexe 2 Liste de vérification pour les fonctions naturelles

La liste de vérification pour les fonctions naturelles est un outil utile pour développer une compréhension globale des eaux (chapitre 2 Exigences écologiques). Cette liste ne prétend pas à l'exhaustivité et doit être complétée au cas par cas. Selon le projet et le périmètre d'étude, les différents points ne revêtent pas la même importance. Les points énumérés ne nécessitent pas tous de longues explications. Des affirmations qualitatives suffisent souvent.

Bien que la liste de vérification mette l'accent sur les cours d'eau, de nombreux aspects sont applicables aux étendues d'eau par analogie.

### Processus

#### Dynamique de l'écoulement

- Type de régime d'écoulement
- Hydrogrammes
- Courbe des débits classés
- Eaux souterraines > Infiltration et exfiltration — Interactions avec les eaux superficielles
- Modifications anthropiques telles que les débits résiduels, les effets d'éclusées, d'autres prélèvements et déversements d'eau, ainsi que d'autres restrictions d'utilisation

#### Dynamique sédimentaire

- Matériaux charriés > Dimensions et quantités
- Charriage > Débit limite d'entraînement
- Sédiments fins > Transport, dimensions, quantités, charge en métaux lourds et matières organiques
- Matières en suspension (turbidité)
- Colmatage > Interne et externe, formation de concrétions
- Bois mort ou flottant > Transport, qualité, quantité
- Débâcle

#### Morphodynamique

- Style fluvial > Lit ramifié avec deux ou plus de deux chenaux, lit sinueux avec îlots et bancs, lit sinueux avec bancs alternés, lits en méandres et lit linéaire
- Profil transversal > Plat, en U, en V
- Formation banc/fosse > Érosion ou sédimentation dans le lit
- Formation de berges plates ou abruptes > Érosion ou sédimentation latérale
- Zones d'inondation > Fond du lit
- Biodynamique
- Suite chronologique de stades de végétation (successions)
- Recolonisation > Réservoirs d'espèces
- Castor (présence, activité)
- Gestion du bois mort

#### Qualité de l'eau

- Température de l'eau
- Qualité chimique de l'eau : nutriments et micropolluants
- Indicateurs biologiques relatifs à la qualité de l'eau : macrozoobenthos (indice SPEAR<sub>pesticides</sub>), poissons, plantes aquatiques

## Structures

### Lits de cours d'eau

- Déclivité
- Variabilité de la largeur > Fond du lit, surface de l'eau
- Variabilité de la profondeur
- Types d'écoulement, tels que courants latéraux ou courants de retour
- Largeur du fond du lit
- Emplacement du talweg et positionnement du tracé du cours d'eau
- Fond du lit (naturel, artificiel, dans le talweg)
- Formes de lit telles que des séquences fosse/plat
- Méso-habitats
- Propriétés du substrat du lit : granulométrie, composition granulométrique, séparation des sédiments en fonction de leur taille et de leur densité, composition de la végétation
- Bois mort > Qualité, quantité
- Plantes aquatiques > submergées, émergées
- Gel > Glace de surface, glace de fond
- Remontées de nappes phréatiques
- Aménagement du lit > Type, étendue, obstacles à la migration
- Ombrage et ensoleillement

### Zone riveraine

- Structure des berges > Anse, éperon, berge escarpées, berges plates, etc.
- végétation
- Ombrage et ensoleillement
- Types d'habitats
- Espace réservé aux eaux > Emplacement et largeur
- Aménagement des berges > Type, étendue
- Dynamique des crues

### Mise en réseau

- Longitudinale (aquatique, amphibie, terrestre), latérale, verticale
- Affluents > Embouchure, température de l'eau, apport de nutriments
- Obstacles

## Organismes

- Espèces > Espèces prioritaires au niveau national, espèces sur liste rouge, espèces exotiques envahissantes, etc.
- Milieux naturels et biocénoses
- Diversité des espèces et des biocénoses
- Zone piscicole
- Refuges, territoires, zones de repos

## Glossaire

### **Analyse des déficits**

Comparaison entre l'état actuel et l'état proche de l'état naturel. Cette analyse porte sur l'ensemble des déficits écologiques d'une étendue d'eau ou d'un cours d'eau.

### **Décolmatage**

Voir « colmatage ».

### **Espace dynamique**

Surface dans l'espace réservé aux eaux qui est ou peut être occupée en raison du déplacement latéral du lit d'un cours d'eau. Les stabilisations des berges et des limites d'intervention peuvent restreindre cet espace. Il n'y a ni renforcement du lit, ni stabilisation des berges au sein de l'espace dynamique.

### **Objectifs de développement écologique**

Ensemble des objectifs de développement écologique qui décrit l'état écologique maximal que peuvent atteindre les eaux et qui peut évoluer ou se stabiliser après la mise en œuvre d'un projet (également appelé état visé). Ces objectifs tiennent compte des installations et des utilisations qui ne peuvent clairement pas être supprimées, déplacées ou modifiées, ou uniquement moyennant des charges disproportionnées.

### **Fonctions naturelles**

Ensemble des facteurs efficaces dans l'espace et dans le temps en vue de garantir la pleine fonctionnalité écologique d'un cours d'eau. Sont inclus tous les processus naturels dans le cours d'eau et en zone riveraine, la formation de structures typiques de la station et leur colonisation par des organismes typiques des eaux. Les processus et les structures peuvent être abiotiques ou biotiques.

### **Style fluvial**

Configuration du cours d'eau telle que vue du ciel. Pour les cours d'eau proches de l'état naturel, on distingue six styles fluviaux : tresses, lit ramifié avec deux chenaux, lit sinueux avec îlots et bancs, lit sinueux avec bancs alternés, lits en méandres et lit linéaire.

### **Obligation d'aménager**

Les eaux et les espaces réservés aux eaux doivent impérativement être aménagés afin qu'ils puissent accueillir une faune et une flore diversifiées, que les interactions entre eaux superficielles et eaux souterraines soient maintenues

autant que possible, et qu'une végétation adaptée à la station puisse croître sur les rives. Ces trois conditions doivent être remplies de manière cumulative. L'obligation d'aménager ne fait pas l'objet d'une pesée des intérêts. Les mesures retenues doivent être raisonnables (principe de proportionnalité). L'aménagement peut être actif ou passif, dans le sens qu'il est possible de favoriser un développement dynamique propre au cours d'eau.

### **Espace réservé aux eaux**

Espace qui couvre la largeur naturelle du fond du lit ainsi que les zones riveraines connectées au cours d'eau à sa rive droite et à sa rive gauche. Entre l'eau et la terre, il existe une zone de transition accueillant des milieux amphibiens. Toutes ces zones disposent de leurs propres fonctions naturelles. L'ordonnance sur la protection des eaux prévoit des exigences quantitatives pour les espaces réservés aux eaux (art. 41a/b OEaux).

### **Tracé de cours d'eau, tracé naturel**

Le tracé d'un cours d'eau se caractérise par sa position dans le profil en travers de la vallée, sa pente longitudinale, la forme de son lit, la largeur du fond de son lit, ainsi que ses structures morphologiques (y compris les propriétés du substrat du lit), variabilité comprise, et ses processus dynamiques (art. 41c<sup>ter</sup> OEaux). La formation d'un tracé naturel nécessite un espace suffisant et des régimes d'écoulement et de charriage proches de l'état naturel. Ces conditions permettent une dynamique et une succession naturelle.

### **Guilde**

Groupe d'espèces présentant des besoins similaires.

### **Glace de fond**

Glace qui se forme sur le fond des eaux intérieures.

### **État actuel**

État actuel des eaux, avant la mise en œuvre de mesures d'aménagement des eaux.

### **Dépôts de gravier**

Accumulation de gravier au fond du lit lorsque des matériaux sont charriés, dans des zones appropriées sur le plan hydraulique. Le gravier peut se déposer en couche ou sous forme de bancs. Les bancs de gravier peuvent émerger par eaux basses ou moyennes.

### **Fosse**

Creusement du lit dans une zone à faible courant, formée par érosion ou accumulation. Les fosses apparaissent souvent naturellement de pair avec des bancs (formation banc/fosse) ou des plats (séquence fosse/plat).

### **Colmatage**

Remplissage progressif des espaces poraux du lit d'un cours d'eau par des sédiments fins. Le colmatage est un processus naturel, mais qui est souvent renforcé par des influences humaines et qui peut ainsi entraîner des conséquences écologiques néfastes. Le processus inverse s'appelle le décolmatage.

### **État proche de l'état naturel**

État des eaux s'agissant de la morphologie, de la largeur, des régimes d'écoulement et de charriage dans les conditions climatiques actuelles (sans utilisation dans les eaux ou dans l'environnement immédiat des eaux). L'état proche de l'état naturel ne se distingue de l'état naturel que par des déboisements, des assèchements de zones humides et des détournements de cours d'eau dans un lac à grande échelle, des processus qui sont irréversibles. L'état proche de l'état naturel a parfois été également appelé état de référence.

### **État naturel**

État du cours d'eau sans intervention anthropique, c'est-à-dire sans influence humaine.

### **Infrastructure écologique**

Infrastructure dont l'objectif est de mettre en place à l'échelle suisse un réseau comparable à l'infrastructure grise pour les voies de communication afin de relier des aires centrales précieuses sur le plan écologique grâce à des aires de mise en réseau appropriées. Par aires centrales, on entend notamment tous les biotopes d'importance nationale comme les zones alluviales, les marais, les sites de reproduction de batraciens et les prairies et pâturages secs. Les aires de mise en réseau comprennent par exemple les eaux suffisamment délimitées par des instruments de protection et de gestion, les corridors faunistiques et les sites marécageux. Plus les eaux et les espaces qui leur sont réservés sont proches de l'état naturel, plus ils sont en mesure de remplir leur fonction de mise en réseau. Les aires de mise en réseau sont des espaces vitaux à protéger au sens de l'ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (art. 18 et 14 OPN).

### **Organismes**

Êtres vivants dans et à proximité des cours d'eau (biocénoses). La colonisation par des organismes naturellement présents dans une diversité typique de la station fait partie des fonctions naturelles.

### **Processus**

Évolution d'une série de phénomènes tels que l'écoulement, le charriage, le transport de bois flottant, la dynamique des inondations, qui font partie des fonctions naturelles d'un cours d'eau. L'ensemble de ces processus représente la dynamique des eaux. Ce sont les forces motrices qui agissent dans l'espace et le temps. En tant que moteur de l'aménagement des eaux, ces forces sont responsables de la structure des lits et des berges.

### **Revitalisation**

Rétablissement, par des travaux de construction, des fonctions naturelles d'eaux superficielles endiguées, corrigées, couvertes ou mises sous terre (art. 4, let. m, LEaux).

### **État souhaité**

Ce terme est obsolète. Voir état visé.

### **Structures**

Aménagements tels que des bancs de gravier, des fosses, du bois mort ou des anes des berges, qui font partie des fonctions naturelles et attestent de la diversité des eaux. Ces structures se forment par des processus dynamiques, ou sont créées dans le cadre de projets d'aménagement des eaux. Elles se développent dans l'espace et le temps pour devenir des habitats colonisés par des organismes. Les eaux naturelles se distinguent le plus souvent par une grande diversité structurale.

### **Substrat**

Matériau sous-jacent du lit du cours d'eau. On distingue différents types de substrats selon leurs propriétés.

### **Talweg, thalweg**

Ligne reliant les points les plus bas de chaque section longitudinale d'un cours d'eau ou d'une vallée.

### **État visé**

État écologique maximal que peuvent atteindre les eaux. L'état visé selon la meilleure variante désigne l'ensemble des objectifs de développement écologique pouvant être atteints au fil du temps grâce à un projet.

## Bibliographie

- OFEV 2024 : Régime de charriage — Mesures. Office fédéral de l'environnement OFEV. L'environnement pratique n° 2325.
- OFEV 2023 : Recommandations pour l'élaboration d'une « expertise sur l'espace réservé aux eaux pour les grands cours d'eau ». Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne.
- OFEV 2023 : Détermination de la largeur naturelle du fond du lit des cours d'eau. Office fédéral de l'environnement OFEV.
- OFEV 2023 : Manuel sur les conventions-programmes 2025-2028. Communication de l'OFEV en tant qu'autorité d'exécution. Office fédéral de l'environnement OFEV (éd.). L'environnement pratique n° 2315.
- OFEV 2019 : Liste des espèces et des milieux prioritaires au niveau national. Office fédéral de l'environnement OFEV. L'environnement pratique n° 1709.
- OFEV 2019 : Contrôle des effets des revitalisations de cours d'eau — Apprendre ensemble pour l'avenir. Office fédéral de l'environnement.
- OFEV 2018 : Manuel sur les conventions-programmes 2020-2024 dans le domaine de l'environnement. Communication de l'OFEV en tant qu'autorité d'exécution. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1817.
- OFEV 2014 : Aide à l'exécution Défrichements et compensation du défrichement. Conditions permettant d'affecter une surface de forêt à des fins non forestières et réglementation de la compensation. Office fédéral de l'environnement OFEV (éd.). L'environnement pratique n° 1407.
- OFEV 2011 : Rapport explicatif. A) Initiative parlementaire Protection et utilisation des eaux (07.492). Modification des ordonnances sur la protection des eaux, l'aménagement des cours d'eau et l'énergie, de même que de l'ordonnance relative à la loi fédérale sur la pêche. Office fédéral de l'environnement.
- Bezzola G.R. 2016: Flussbau. Vorlesungsmanuskript. Fassung FS 2016. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich ETHZ. Ansätze von Yalin 1992, Parker 1976, Parker 1979, Ikeda et al. 1988, Millar 2005, Ashmore 2001, Jäggi 1983 oder Da Silva 1991 u.a.m. zur Berechnung der natürlichen Gerinnesohlenbreite (10-3 bis 10-14).
- DTAP, CDCA, OFEV, OFAG, ARE, 2024 : Guide modulaire pour la détermination et l'utilisation de l'espace réservé aux eaux en Suisse.
- Tribunal fédéral, arrêt 1C\_410/2012 du 11 juin 2013 relatif au projet d'aménagement des eaux Sins-Reussegg, voir commentaire (en allemand) de l'arrêt dans Umweltrecht in der Praxis (URP) 2017.
- Conseil fédéral 2020 : Adaptation aux changements climatiques en Suisse : Plan d'action 2020-2025. Environnement Info n° 2022.
- Conseil fédéral 2019 : État des lieux de la situation des lacs et cours d'eau de Suisse en matière de pêche. Rapport du Conseil fédéral en réponse au postulat no 15.3795 de la CEATE-N du 22 juin 2015. Adopté par le Conseil fédéral dans sa session du 30 janvier 2019.
- Conseil fédéral 1987 : 87.036. Message concernant l'initiative populaire « pour la sauvegarde de nos eaux » et la révision de la loi fédérale sur la protection des eaux. Feuille fédérale 1987 II 1081.
- OFEFP, OFEG (éd.) 2003 : Idées directrices — Cours d'eau suisses. Pour une politique de gestion durable de nos eaux. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP et Office fédéral des eaux et de la géologie OFEG.
- OFEFP 1998 : Méthodes d'analyse et appréciation des cours d'eau en Suisse: Ecomorphologie niveau R (région). Informations concernant la protection des eaux, n° 27.
- OFEG, 2000 : Réserver de l'espace pour les cours d'eau. Un nouveau défi. Office fédéral des eaux et de la géologie.
- OFEG 2001: Protection contre les crues des cours d'eau. Directives de l'OFEV 2001. Office fédéral des eaux et de la géologie.

- Deutscher Rat für Landespflege 2008: Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. Deutscher Rat für Landespflege 81.
- Gafner K., Hemund C., Dönni W., Mende M. 2015 : Du bois dans les cours d'eau. Inspection de la pêche du canton de Berne / Fonds de régénération du canton de Berne.
- Häfelin U., Müller G., Uhlmann F 2010: Allgemeines Verwaltungsrecht, 6. Auflage.
- Hettich P., Jansen L, Norer R. (Hrsg.) 2016: GSchG – WBG. Kommentar zum Gewässerschutzgesetz und zum Wasserbaugesetz. Schulthess.
- Kanton Aargau 2010: Merkblatt Ufergehölzpflege. Gepflegte Ufer verhindern Hochwasserschäden und sind wertvoll für die Natur. Merkblatt September 2010. Umwelt Aargau. Abteilung Landschaft und Gewässer.
- Monnerat C., Barbalat S., Lachat T., Gonseth Y. 2016 : Liste rouge des Coléoptères Buprestidés, Cérambycidés, Cétoniidés et Lucanidés. Espèces menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement OFEV, Info Fauna — CSCF, Institut fédéral de recherches WSL. L'environnement pratique n° 1622.
- Roni P., Beechie T. 2013: Stream and Watershed Restoration – A Guide to restoring Riverine Processes and Habitats. Wiley-Blackwell.
- Roulier Chr., Paccaud G., Ghilardi T. 2016 : Espace nécessaire aux grands cours d'eau de Suisse. Version 4. Service conseil Zones alluviales (SCZA). Mandat de l'office fédéral de l'environnement (OFEV), Division Eaux et Division Prévention des dangers.
- Schaffner M., Pfaundler M., Göggel W. 2013 : Typologie des cours d'eau suisses. Une base pour l'évaluation et le développement des cours d'eau. Office fédéral de l'environnement OFEV. Connaissance de l'environnement n° 1329.
- Scheidegger C., Werth S., Gostner W., Schleiss A., Peter A. 2012 : Amélioration de la dynamique. Fiche 1. In : Recueil des fiches sur l'aménagement et l'écologie des cours d'eau. Connaissance de l'environnement. Office fédéral de l'environnement OFEV.
- Von Siemens M., Hanfland S., Binder W., Herrmann M., Rehkla W. 2005: Totholz bringt Leben in Flüsse und Bäche. Landesfischereiverband Bayern e.V. Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- Weinberger I. 2016 : La végétation riveraine — Histoire, fonctions et entretien. Objectif Faune 28.
- Werth S., Alp M., Junker J., Karpati T., Weibel D., Peter A., Scheidegger C. 2012 : Connectivité des cours d'eau. Fiche 4. In : Recueil des fiches sur l'aménagement et l'écologie des cours d'eau. Connaissance de l'environnement. Office fédéral de l'environnement OFEV.