

26
09

> Ecomorphologie des cours d'eau suisses

*Etat du lit, des berges et des rives
Résultats des relevés écomorphologiques (avril 2009)*



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

26
—
09

> Ecomorphologie des cours d'eau suisses

*Etat du lit, des berges et des rives
Résultats des relevés écomorphologiques (avril 2009)*

Impressum

Editeur

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).

Auteurs

Heiko Zeh Weissmann, Christoph Könitzer, Anita Bertiller; Sigmaplan

Conseillers

Ulrich von Blücher, division Eaux, OFEV; Olivier Overney, division Prévention des dangers, Protection contre les crues, OFEV;

Daniel Hefti, division Gestion des espèces, Pêche et faune aquatique, OFEV; Hannah Scheuthle, division Climat, économie, observation de l'environnement, OFEV;

Markus Zeh, Office des eaux et des déchets du canton de Berne (OED)

Référence bibliographique

Zeh Weissmann Heiko, Könitzer Christoph, Bertiller Anita 2009:

Ecomorphologie des cours d'eau suisses. Etat du lit, des berges et des rives. Résultats des relevés écomorphologiques (avril 2009). Etat de l'environnement n° 0926. Office fédéral de l'environnement, Berne. 100 p.

Traduction

David Fuhrmann

Graphisme, mise en page

Ursula Nöthiger-Koch

Photo couverture

Pio Pitsch (GR)

Téléchargement du fichier PDF

www.environnement-suisse.ch/uz-0926-f

(il n'existe pas de version imprimée)

Référence: UZ-0926-F

Cette publication existe aussi en allemand (UZ-0926-D).

> Table des matières

Abstracts	5	5	Utilité et conclusions	69
Avant-propos	7	5.1	Obtenir une vue d'ensemble de la structure des cours d'eau	69
Aperçu	9	5.2	Répertorier les cours d'eau naturels/semi-naturels ou peu atteints	70
Introduction	16	5.3	Mettre en évidence les déficits écomorphologiques des cours d'eau	71
1 Méthode appliquée	18	5.4	Signaler les obstacles infranchissables pour les poissons	72
1.1 Le système modulaire gradué	18	5.5	Assurer l'espace nécessaire aux cours d'eau	74
1.2 La méthode Ecomorphologie – niveau R	18	5.6	Créer un outil de décision pour les opérations de revitalisation	75
1.3 Base d'extrapolation: pool de données suisses	22	5.7	Contribuer à l'étude de projets d'aménagement et en faciliter le suivi	78
2 Situation actuelle	28	Annexes	81	
2.1 Structure des cours d'eau	28	A1	Paramètres, degrés d'importance et classifications de la méthode Ecomorphologie – niveau R	81
2.1.1 Résultats des relevés écomorphologiques	28	A2	Méthodes utilisées pour les très grands cours d'eau	84
2.1.2 Utilisation du sol et degré d'aménagement	36	A3	Données complémentaires aux fins d'extrapolation et d'analyse	88
2.1.3 Etat écomorphologique et hiérarchie des cours d'eau	47	A4	Données collectées et données extrapolées	92
2.1.4 Etat écomorphologique et largeur des cours d'eau	50	Index	94	
2.1.5 Ouvrages transversaux et connectivité longitudinale	51	Abréviations	94	
2.2 Espace réservé aux cours d'eau	52	Figures	94	
2.2.1 Besoin d'espace satisfait et non satisfait	52	Tableaux	97	
2.2.2 Pression engendrée par les activités humaines et manque d'espace	54	Bibliographie	98	
2.2.3 Manque d'espace et hiérarchie des cours d'eau	55	Glossaire	100	
3 Revitalisation	56	Sources	100	
3.1 Manque d'espace	56			
3.2 Revitalisation: potentiel et besoins	59			
3.3 Estimation des coûts	62			
4 Tenue à jour	63			
4.1 Actualisation des données: chance et nécessité	63			
4.2 Mises à jour déjà effectuées	64			
4.3 Actualisations futures: proposition de marche à suivre	68			

> Abstracts

The status of the structure of water bodies in 24 cantons has been assessed using a standardised method. In Switzerland some 78 % of watercourses (excluding very large rivers) exhibit a good ecomorphological structure. 42 % of the rivers did not have sufficient riverine zones. Ecomorphological remediation measures are required on some 10,800 km of watercourses and some 50,000 artificial obstacles. The use of a standardised method on a national basis has proved itself.

Der Zustand der Gewässerstruktur ist in 24 Kantonen mit einer einheitlichen Methode erhoben worden. Schweizweit weisen 78 % der Fliessgewässer (ohne sehr grosse Flüsse) einen guten ökomorphologischen Zustand auf. 42 % der Fliessstrecken verfügen nicht über einen ausreichenden Gewässerraum. Ein ökomorphologischer Revitalisierungsbedarf wird für rund 10 800 Gewässerkilometer und rund 50 000 künstliche Hindernisse ausgewiesen. Die landesweite Verwendung einer einheitlichen Methode hat sich bewährt.

La structure des cours d'eau a été évaluée à l'aide de la même méthode dans vingt-quatre cantons. Si 78 % des cours d'eau suisses (sans compter les plus grands) présentent un bon état écomorphologique, 42 % des tronçons inventoriés ne disposent pas d'un espace suffisant. Un besoin de revitalisation écomorphologique a été constaté pour quelque 10 800 km de cours d'eau et environ 50 000 obstacles artificiels. Le recours à une méthode standardisée dans l'ensemble de la Suisse a fourni les résultats escomptés, et l'on recommande une marche à suivre tout aussi cohérente et coordonnée pour actualiser les données.

La struttura dei corsi d'acqua è stata valutata con un metodo uniforme in venti quattro Cantoni. Il 78 per cento dei corsi d'acqua svizzeri (non contando quelli più grandi) presenta un buono stato ecomorfologico, mentre il 42 per cento non dispone di spazio sufficiente. Un bisogno di rivitalizzazione ecomorfologica è stato constatato per circa 10 800 chilometri di corsi d'acqua e circa 50 000 ostacoli artificiali. L'utilizzo di un metodo uniforme su tutto il territorio nazionale è risultato positivo e si raccomanda di applicare una procedura altrettanto coordinata e uniforme per l'aggiornamento dei dati.

Keywords:

Structure of water bodies, watercourses, ecomorphology level F, space requirement, remediation, interconnection of aquatic habitats, recording

Stichwörter:

Gewässerstruktur, Fliessgewässer, Ökomorphologie Stufe F, Raumbedarf, Revitalisierung, aquatische Vernetzung, Fortschreibung

Mots-clés:

structure des cours d'eau, cours d'eau, écomorphologie – niveau R, besoin d'espace, revitalisation, connectivité des milieux aquatiques, tenue à jour

Parole chiave:

struttura dei corsi d'acqua, corsi d'acqua, ecomorfologia a livello F, bisogno di spazio, rivitalizzazione, connettività degli ambienti acquatici, aggiornamento

> Avant-propos

Les cours d'eau font partie intégrante de la nature et du paysage. Ils constituent un réseau d'artères vitales, façonnent nos paysages, transportent l'eau et charrient les alluvions, créant ainsi des milieux caractéristiques de quantité d'espèces végétales et animales. Ils relient ces précieux écosystèmes entre eux et renouvellent nos réserves d'eau souterraine.

Chaque cours d'eau naturel a sa dynamique propre, avec une morphologie qui varie en fonction du débit – agissant en même temps sur les biotopes situés à l'intérieur ou au bord de l'espace fluvial. Ces interactions naturelles produisent des transformations incessantes de milieux très divers et favorisent ainsi l'épanouissement de la vie sous des formes innombrables. Le moteur essentiel de cette dynamique, ce sont les débits de crue qui surviennent périodiquement. Mais ces crues essentielles pour la biodiversité ont été – et restent – un motif d'interventions humaines sur les cours d'eau: on a mis des siècles à «dompter» nos rivières, à les corriger ou à les canaliser, afin de maîtriser les débits de crue et d'étendre les terres cultivables.

Lorsque notre environnement est devenu un sujet sensible, on s'est de mieux en mieux rendu compte que les cours d'eau ne servent pas seulement à drainer les terres cultivables ou à nous protéger contre les crues, mais qu'ils exercent également d'autres fonctions vitales. Cette prise de conscience a logiquement suscité de nouvelles dispositions légales. Aussi bien la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (art. 4) que celle sur la protection des eaux (art. 37) énoncent les exigences que doit satisfaire tout projet d'intervention dans les eaux. Les crues majeures de ces deux dernières décennies ont par ailleurs nécessité une remise en question stratégique: quels que soient les moyens techniques mis en œuvre, il est impossible d'assurer une protection absolue contre ce phénomène naturel. L'espace est ici un important facteur de sécurité, et des zones de rétention le long des cours d'eau contribuent à réduire les pics de crue. On constate ainsi des synergies avec la sauvegarde de la nature et du paysage, en ce sens que la dynamique naturelle d'un cours d'eau présume de la place en suffisance.

Dans quelle mesure faut-il maintenant passer à l'action? Où en est la diversité structurelle de nos cours d'eau? C'est pour répondre à ces questions qu'a été développée la méthode «Ecomorphologie niveau R», dans le cadre du système modulaire gradué visant à examiner l'état des cours d'eau suisses. Cette méthode a été le premier des modules d'évaluation, actuellement au nombre de neuf. Elle englobe des paramètres servant à apprécier la diversité structurelle et le degré d'aménagement d'un cours d'eau, ainsi que l'espace dont celui-ci dispose. La Confédération encourage de façon ciblée le recours à ce module par une aide financière aux cantons pour les relevés. C'était la première fois que toutes les instances fédérales et cantonales d'aménagement des cours d'eau et de protection des eaux collaboraient à un travail de synthèse sur l'état écomorphologique des cours d'eau suisses. Vingt-quatre cantons ont chargé des spécialistes formés à la méthode en question d'examiner leurs cours d'eau tronçon par

tronçon; la présente publication résume les résultats de ces relevés. Nous sommes désormais plus au clair sur la situation actuelle et sur les améliorations nécessaires de notre réseau hydrographique en termes de diversité structurelle, d'espace disponible et d'obstacles au passage des poissons.

Ces précieuses informations nous aideront à fixer des priorités pour les travaux de revitalisation et de protection contre les crues. La perspective de valeurs extrêmes – débits de crue, durée des périodes de sécheresse – en augmentation par suite du réchauffement climatique confère d'autant plus d'importance aux mesures à prévoir dans ce contexte.

Stephan Müller,
chef de la division Eaux
Office fédéral de l'environnement
(OFEV)

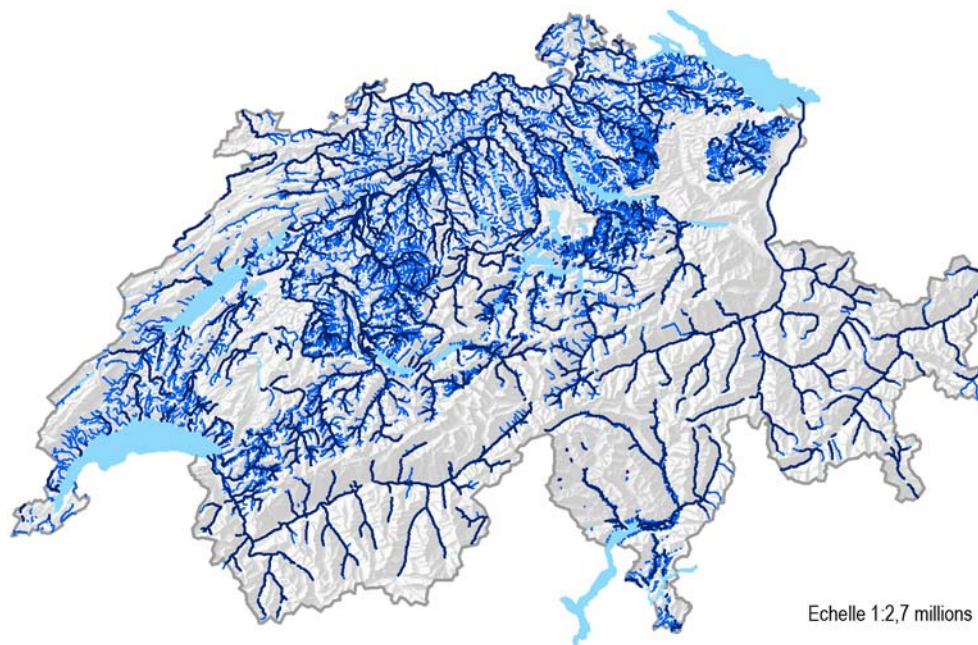
Hans Peter Willi,
chef de la division Prévention des dangers
Office fédéral de l'environnement
(OFEV)

> Aperçu

Depuis des siècles, l'homme s'est attaché à corriger et à rectifier les cours d'eau, à consolider leur lit par des aménagements en dur, voire à les enterrer. Il souhaitait ainsi pouvoir exploiter leur potentiel en tant que voies de transport ou source d'énergie, ou encore protéger les zones riveraines, habitées ou agricoles, contre leurs crues. Structures et continuité des cours d'eau s'en sont trouvées durablement modifiées, ce qui a entravé, voire complètement annihilé, leurs fonctions naturelles. Progressivement privés de leur espace de divagation, les cours d'eau ont souvent été réduits au rôle de canal d'évacuation.

La présente étude fait le point sur la structure actuelle des petits et moyens cours d'eau de Suisse. Dans vingt-quatre cantons, on a appliqué une méthode standard pour relever l'état écomorphologique des ruisseaux et des rivières sur une longueur totale d'un peu moins de 29 000 kilomètres. Les résultats ont ensuite été reportés et extrapolés sur le réseau hydrographique suisse à l'échelle 1 : 25 000.

Fig. 1 > Cours d'eau ayant fait l'objet du relevé écomorphologique



La structure des cours d'eau suisses en résumé

Si l'on extrapole les résultats du relevé à l'ensemble du réseau hydrographique suisse VECTOR25, qui totalise quelque 65 000 km, voici l'état écomorphologique des cours d'eau suisses:

- > Naturel/semi-naturel (classe I): 54 % des tronçons ou 35 000 km (trajet reliant la Suisse à New York en passant par l'Australie).
- > Peu atteint (classe II): 24 % ou 16 000 km (distance jusqu'à Adélaïde, Australie).
- > Très atteint (classe III): 10 % ou 7 000 km (distance jusqu'à Oulan Bator, Mongolie).
- > Non naturel/artificiel (classe IV): 5 % ou 3 000 km (distance jusqu'au cap Nord).
- > Mis sous terre (classe V): 7 % ou 4 000 km (distance jusqu'en Ouzbékistan).
- > Obstacles artificiels: 101 000 obstacles entravant la connectivité longitudinale. La hauteur de ces seuils ou aménagements artificiels dépasse 50 cm, ce qui empêche les poissons de passer.

Les classes I (naturel/semi-naturel, bleu) et II (peu atteint, vert) témoignent d'un bon état écomorphologique. Les tronçons pouvant être rangés dans les classes I et II représentent un total de 51 000 km ou 78 % du réseau hydrographique.

Les tronçons en mauvais état sont ventilés dans les classes III (très atteint, jaune), IV (artificiel/non naturel, rouge) et V (mis sous terre, violet). Leur total se chiffre à quelque 14 000 km, soit 22 % du réseau hydrographique suisse.

Fig. 2 > Etat écomorphologique des cours d'eau suisses

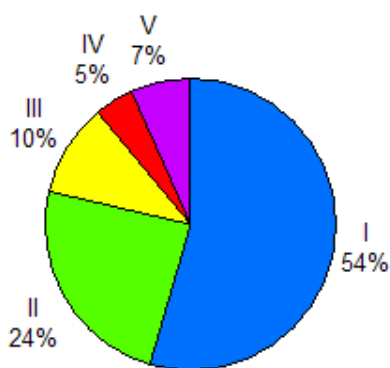


Fig. 3 > Comparaison géographique des longueurs respectives des classes de qualité écomorphologique



Répartition hétérogène des classes écomorphologiques

- > *Région géographique*: Alors que 36 % des cours d'eau jurassiens sont en mauvais état¹, cette proportion atteint 38 % sur le Plateau et 15 % seulement dans les Alpes. Mais elle plafonne à 52 % dans les vallées alpines situées à moins de 600 m d'altitude.
- > *Altitude*: L'état écomorphologique de 46 % des tronçons dont l'altitude est inférieure ou égale à 600 m est insatisfaisant, la proportion de cours d'eau en mauvais état diminuant avec l'altitude.
- > *Utilisation du sol*: Dans les zones urbanisées, 81 % des cours d'eau sont en mauvais état. La proportion est de 48 % en zone agricole et de 7 % sur le reste du territoire.
- > *Taille des cours d'eau*: Sur l'ensemble, 40 % des grands, 21 % des moyens et 16 % des petits cours d'eau sont en mauvais état.

Fig. 4 > Classes écomorphologiques¹: extrapolation par régions biogéographiques

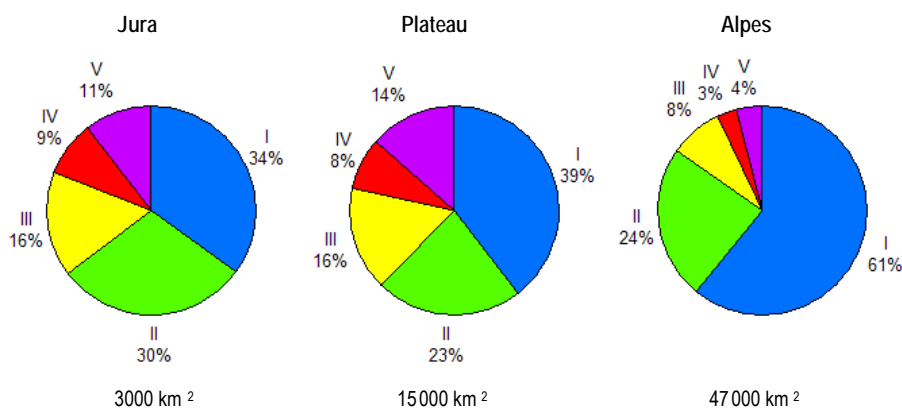
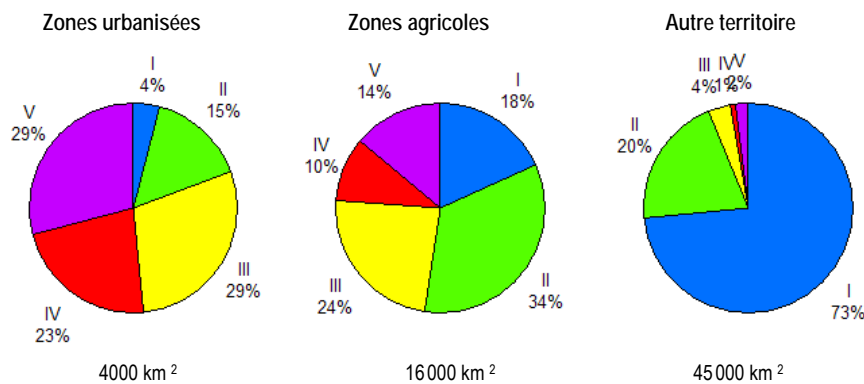


Fig. 5 > Classes écomorphologiques¹: extrapolation selon l'utilisation du sol



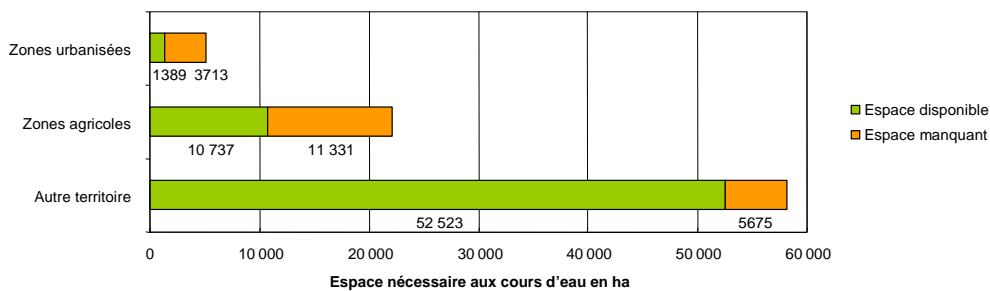
¹ Bleu (classe I = naturel/semi-naturel) et vert (classe II = peu atteint): en bon état.
Jaune (classe III = très atteint), rouge (classe IV = artificiel / non naturel) et violet (classe V = mis sous terre): en mauvais état.
² Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près); total: 65 000 km.

A l'étroit dans leur lit

Alors qu'ils auraient besoin d'un espace total de quelque 86 000 ha, les cours d'eau suisses disposent actuellement de 64 000 ha. Les 22 000 ha à leur restituer ne sont pas répartis de façon régulière sur le territoire du pays:

- > Il manque en tout 14 000 ha aux tronçons mis sous terre, artificiels / non naturels et très atteints.
- > Le manque d'espace atteint 7 000 ha le long des tronçons peu atteints et 1 000 ha sur le tracé des tronçons naturels.
- > Il se situe à 11 000 ha (51 %) dans les zones agricoles.
- > Il se chiffre à 3 700 ha (73 %) dans les zones urbanisées.

Fig. 6 > Déficit d'espace selon l'utilisation du sol³

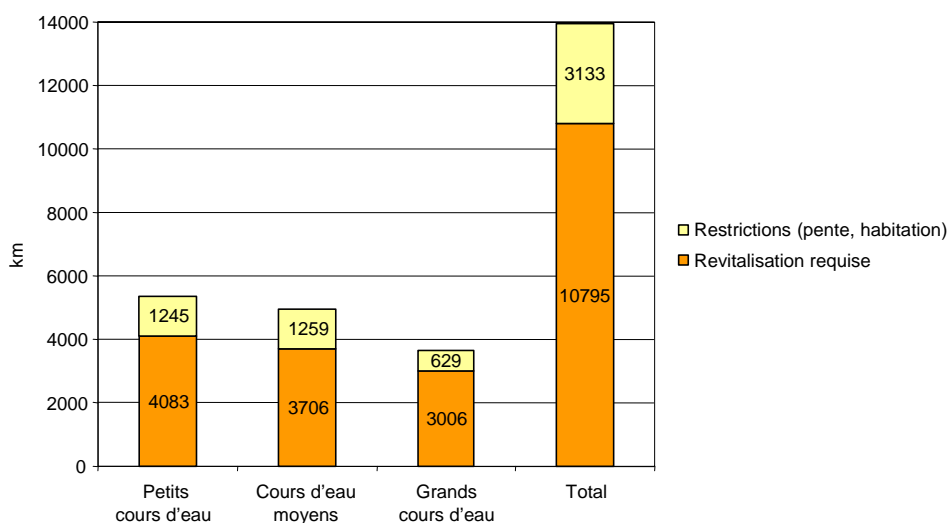


³ Utilisation du territoire: zone urbanisée selon VECTOR25; zone agricole (selon VECTOR25/limites des zones agricoles); autre territoire (forêt, rocher, éboulis, marais selon VECTOR25 et zone d'estivage selon limites des zones agricoles), cf. annexe 3.

Etat écomorphologique et revitalisation

- > Les cours d'eau naturels ou proches de l'état naturel sont à sauvegarder: il s'agit de respecter autant que possible leur dynamique propre et de leur éviter toute atteinte nuisible.
- > Les cours d'eau peu atteints doivent être maintenus en l'état, ou alors il faut leur réserver davantage d'espace pour stimuler leur dynamique et rendre leur état naturel/semi-naturel.
- > Les cours d'eau très atteints, dans un état artificiel ou non naturel doivent être revalorisés de manière à atteindre au moins le stade «peu atteint».
- > Les tronçons enterrés doivent être remis à ciel ouvert et aménagés de façon naturelle.
- > Les obstacles artificiels doivent être, le cas échéant, soit remplacés par des aménagements appropriés (élargissement du lit, rampe en enrochements, chenal de contournement ou passe à poissons) soit rendus franchissables.

Fig. 7 > Besoins de revitalisation des cours d'eau⁴



Les tronçons de cours d'eau présentant une structure dégradée (classes III, IV et tronçons mis sous terre) nécessitent des interventions d'ordre écomorphologique. Certains d'entre eux ne figurent pas parmi les espaces à revitaliser, car ils se trouvent dans les zones urbanisées ou sur des terrains en très forte pente. On compte 10 800 km de cours d'eau à revitaliser, lesquels comportent 50 000 obstacles artificiels dont la hauteur dépasse 50 cm et qu'il s'agit de neutraliser d'une manière ou d'une autre.

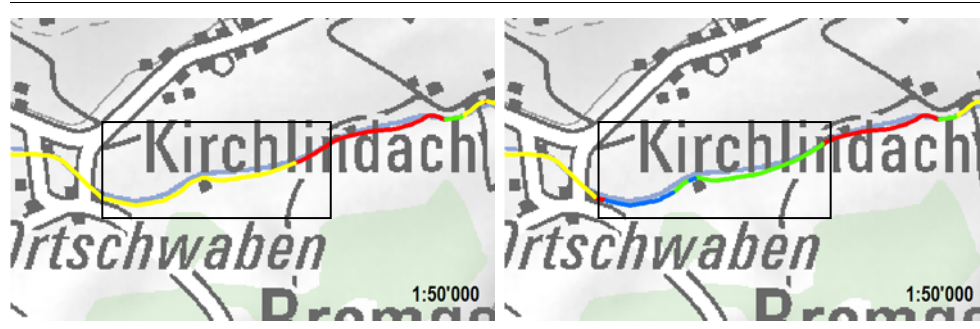
⁴ Numéros d'ordre des cours d'eau (Flussordnungszahl, FLOZ): petits = FLOZ 1; moyens = FLOZ 2 et 3; grands = FLOZ 4 à 9; sans les très grands cours d'eau (cf. annexe 2).

Actualisation des données et contrôle des résultats

- > L'actualisation des données cartographiques après la réalisation de projets d'aménagement permet de vérifier les résultats des interventions.
- > Pour élaborer leurs programmes de planification, de suivi ou de financement, la Confédération et les cantons recourent désormais explicitement aux données obtenues par la méthode Ecomorphologie – niveau R et ont donc besoin que ces données soient régulièrement actualisées.
- > Les premières expériences montrent que des mesures de revitalisation efficaces améliorent considérablement la structure des cours d'eau.
- > Il est dès lors recommandé de mettre régulièrement à jour les relevés existants en recourant à une méthode standard.

Fig. 8 > Contrôle des résultats dans le cas du Chräbsbach

Près de Kirchlindach (BE), le tronçon très atteint (jaune) de 1550 m a été revitalisé pour devenir en partie peu atteint (vert, 975 m) et en partie naturel (bleu, 495 m). Un bref tronçon est classé artificiel (80 m, rouge), car il a été raccourci. Grâce à la revitalisation, un tronçon naguère artificiel (65 m) peut désormais être qualifié de peu atteint.



Utilité et conclusions

Les informations obtenues par la méthode Ecomorphologie – niveau R

- > fournissent une vue d'ensemble de la structure des cours d'eau suisses,
- > identifient les cours d'eau naturels ou peu atteints,
- > mettent en évidence les carences structurelles des cours d'eau,
- > signalent les obstacles infranchissables pour les poissons,
- > contribuent à assurer l'espace nécessaire aux cours d'eau,
- > constituent un précieux outil de décision pour planifier des travaux de revitalisation,
- > facilitent la réalisation de projets d'aménagement hydraulique modernes et durables et simplifient le contrôle des résultats.

> Introduction

Les cours d'eau ont de tout temps exercé une influence sur l'existence et les activités humaines et il y a longtemps que les Suisses modifient les structures écomorphologiques des ruisseaux et des rivières de leur pays. Nombre des corrections réalisées par le passé ont donné une impulsion décisive à l'essor économique de régions entières. Les crues catastrophiques des dernières décennies ont cependant suscité un changement de perspective. Nous avons compris qu'il n'existe pas de protection absolue contre les dommages provoqués par des crues. Nous devons donc nous efforcer de parvenir à une utilisation durable du territoire, qui tienne compte des dangers naturels tout en limitant nos interventions au strict minimum. Pour y parvenir, il faut réserver aux cours d'eau assez d'espace afin qu'ils puissent remplir leurs multiples fonctions.

Le document *Idées directrices – Cours d'eau suisses* (OFEFP, OFEG, OFAG, ARE 2003) passe en revue ces différentes fonctions: les cours d'eau façonnent le paysage, transportent l'eau et charrient des alluvions; écosystèmes aquatiques, ils sont les artères de nos contrées et exercent un effet régulateur sur les milieux avoisinants; ils renouvellent la nappe phréatique, donc nos réserves d'eau souterraine; enfin et surtout, ils abritent la vie et sont dynamiques. En se frayant leur chemin, les cours d'eau sortent parfois de leur lit. Le problème, c'est que nous ne les laissons plus assez respirer. De nombreux cours d'eau ont perdu tout ou partie de leur richesse fonctionnelle suite aux interventions massives de l'homme. Il ressort des études scientifiques (tel le projet de veille ichtyologique intitulé *Fischnetz*) que beaucoup de poissons présentent des anomalies et que leurs populations s'étiolent. L'une des principales causes de ce phénomène réside dans le manque d'habitats naturels appropriés: les cours d'eau suisses souffrent de monotonie écomorphologique.

Le terme «écomorphologie» désigne la structure des cours d'eau considérés en tant qu'écosystème ou espace vital. Il englobe toute une série de paramètres: la nature du fond du lit, des rives et de leurs abords, ainsi que la connectivité du cours d'eau et l'impact des interventions humaines. L'écomorphologie des cours d'eau conditionne nombre de caractéristiques et de processus inhérents à ces écosystèmes.

La méthode Ecomorphologie – niveau R nous offre désormais un moyen efficace et fiable pour déterminer l'espace nécessaire aux cours d'eau. Par ailleurs, les données structurelles collectées grâce à elle servent de base aux opérations de revitalisation. Il est donc parfaitement logique d'exiger que les projets d'aménagement de cours d'eau apportent la preuve d'une haute qualité écomorphologique pour obtenir d'autres subventions dans le cadre de la nouvelle péréquation financière.

Entre 1997 et 2008, vingt-quatre cantons ont évalué la structure de leurs cours d'eau à l'aide d'une méthode standardisée. Mais la densité des informations saisies varie beaucoup d'un canton à l'autre. Alors que certains cantons ont évalué presque la totalité de leur réseau hydrographique, d'autres (surtout dans les régions alpines) se sont contentés d'étudier les principaux cours d'eau (cf. fig. 9). Il en est néanmoins

Quel est l'état de santé des cours d'eau suisses?

Relevé cartographique de l'état des cours d'eau dans vingt-quatre cantons

résulté une vue d'ensemble qui présente l'état des cours d'eau, leurs carences écomorphologiques et les actions à entreprendre pour y remédier.

De 1998 à 2006, la Confédération a soutenu financièrement le premier relevé écomorphologique des cours d'eau suisses. Mais ce relevé doit être renouvelé, car il constitue une tâche permanente: à l'avenir, les informations sur l'état des cours d'eau devront être actualisées et mises régulièrement à jour.

L'application d'une même méthode à toutes les régions du pays fournit des données objectives et comparables, qui livrent un bon aperçu de l'état structurel du réseau hydrographique dans une perspective écologique. Si l'analyse signale aussi les cours d'eau naturels ou semi-naturels dignes d'être conservés et protégés, elle vise surtout à identifier les déficits au niveau des structures, de la connectivité et de l'espace nécessaire aux cours d'eau, et à déterminer les interventions qui s'imposent sur le plan écomorphologique. Cette manière de procéder permet d'établir un ordre de priorités pour les opérations destinées à revitaliser les cours d'eau et à leur réserver l'espace dont ils ont besoin. Le présent rapport ne traite pas d'aspects tels que le régime hydrologique (débit résiduel, éclusées, retenues, etc.), le régime de charriage (processus d'écoulement dynamiques, p. ex), la qualité de l'eau et les biocénoses.

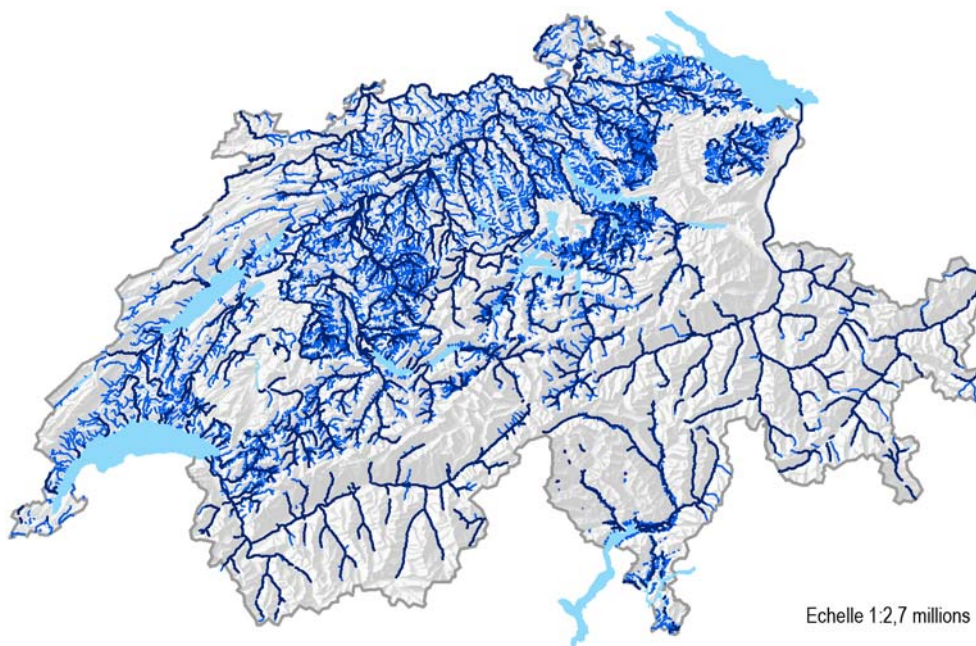
Les données écomorphologiques constituent de précieux instruments de travail pour les services et offices spécialisés (aménagement du territoire et des eaux, pêche, protection de la nature et des eaux, agriculture, etc.), les bureaux d'études, les milieux scientifiques et les associations professionnelles.

Confédération et cantons:
responsabilité conjointe

Les résultats obtenus révèlent
l'état structurel des cours d'eau

A qui les résultats sont-ils
destinés?

Fig. 9 > Cours d'eau ayant fait l'objet du relevé écomorphologique



1 > Méthode appliquée

Pour procéder aux relevés, les cantons ont appliqué la méthode Ecomorphologie – niveau R du système modulaire gradué, avec différents degrés de précision. Afin de permettre une analyse couvrant l'ensemble du pays, ces données ont été reportées sur le réseau hydrographique suisse numérisé au 1:25 000 (VECTOR25-GWN). Les extrapolations se basent sur ce jeu de données homogènes pour l'ensemble de la Suisse. La méthode appliquée fait partie du système modulaire gradué.

1.1 Le système modulaire gradué

Le système modulaire gradué⁵ (OFEFP 1998/2) a pour but d'examiner et d'apprécier les cours d'eau suisses au moyen de méthodes standardisées. Aux trois niveaux prévus – à savoir R (analyses régionales), C (analyses de cours d'eau) et T (tronçons de cours d'eau) – ses différents modules recensent et évaluent l'état morphologique, biologique, hydrologique, chimique ou écotoxicologique des cours d'eau:

Méthodologie des analyses

- > Le niveau R comprend des méthodes d'appréciation qui portent sur tout un territoire (Suisse, canton ou région), afin d'obtenir, à relativement peu de frais, un aperçu global des paramètres appartenant au module considéré.
- > Le niveau C et ses méthodes considèrent des cours d'eau entiers (avec leurs affluents), en vue de dresser un bilan détaillé comprenant l'analyse des déficits ainsi que les mesures à prendre pour y remédier.
- > Le niveau T et les méthodes qu'il englobe se concentrent sur des tronçons particuliers de cours d'eau, afin d'apporter des réponses précises à des problèmes spécifiques. Mais il s'agit en général d'études ciblées qui échappent à la standardisation.

1.2 La méthode Ecomorphologie – niveau R

On mesure et on évalue ici l'influence exercée sur le chenal et ses abords immédiats par les aménagements et les modes d'utilisation des espaces avoisinants. La méthode Ecomorphologie – niveau R sert à examiner les principaux paramètres écologiques et morphologiques des cours d'eau petits et moyens (largeur maximale de 15 m environ)⁶. Il s'agit plus particulièrement de déterminer la diversité structurelle du cours d'eau, sa connectivité longitudinale et ses interactions avec les alentours. Comme cette méthode doit pouvoir s'appliquer à tout un territoire, le relevé de chaque tronçon de cours d'eau

Paramètres évalués: fond du lit, berges, rives et connectivité longitudinale

⁵ www.systeme-modulaire-gradue.ch

⁶ Dans le présent document, les termes «petit», «moyen» et «grand» cours d'eau se rapportent aux numéros d'ordre hydrographiques (Flussordnungszahlen, FLOZ) et non pas à la largeur effective du cours d'eau considéré (cf. tab. 10).

ne doit pas exiger trop de travail; on se limite donc à un choix représentatif de critères écologiques et morphologiques.

Tab. 1 > Définition des principaux critères

Variabilité de la largeur du lit mouillé	Degré de variation de la largeur du lit mouillé le long d'un tronçon déterminé. On se réfère ici à la largeur du lit mouillé lorsque le niveau d'eau est moyen (eaux moyennes).
Largeur du lit	Largeur moyenne du lit d'un cours d'eau le long d'un tronçon déterminé. Le lit correspond à la zone recouverte d'eau pendant les eaux moyennes, régulièrement remaniée pendant les hautes eaux et donc dépourvue de plantes supérieures aquatiques et terrestres. On détermine en général cette largeur en mesurant la distance entre les deux pieds de berge (cf. définition ci-dessous).
Aménagement du fond du lit	Degré d'aménagement (artificiel) du lit à des fins de stabilisation.
Renforcement du pied de berge	Degré d'aménagement (artificiel) du pied de berge à des fins de stabilisation. Le pied de berge constitue la transition entre le lit du cours d'eau et la berge.
Largeur et nature des rives ⁷	Largeur moyenne des rives le long d'un tronçon déterminé. Nature = végétation, matériau et structure des rives. La rive est définie comme le secteur compris entre le pied de berge et la zone d'«utilisation intensive du sol» (zone urbanisée, bâtiments, routes, chemins, terrains agricoles tels que des cultures ouvertes ou des pâturages, etc.).

Source: OFEFP 1998/1

Les tronçons examinés sont évalués et classés selon les critères décrits dans le tableau 1. A titre complémentaire, on collecte des informations sur les points suivants, qui n'entrent toutefois pas dans cette appréciation: seuils naturels, peuplement d'algues, bois mort, variabilité de la profondeur, mise sous terre. Sont également consignés la position, le type et la hauteur des seuils et ouvrages artificiels pouvant perturber la continuité du cours d'eau et faire obstacle au passage des organismes aquatiques. Les seuils n'ont pas fait l'objet d'un recensement exhaustif: on a parfois enregistré uniquement l'élément le plus en aval des obstacles échelonnés.

Les données ont été relevées sur le terrain. La liste des paramètres mesurés ainsi que leurs valeurs caractéristiques et une classification figurent dans l'annexe 1. On détermine et évalue des tronçons homogènes en partant de l'embouchure et en allant vers l'amont. Un tronçon donné finit à l'endroit où un paramètre au moins change nettement de valeur.

Saisie et évaluation

L'appréciation écomorphologique d'un tronçon se fait par comparaison avec un cours d'eau de référence. Celui-ci présente naturellement un lit mouillé de largeur très varia-

⁷ Cette définition des rives n'est applicable qu'à la méthode dont il est question ici. Elle ne correspond pas au terme «rives» figurant à l'art. 18, al. 1bis, de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN) et n'a donc pas valeur légale. Cf. série OFEFP L'environnement pratique *Rives et végétation des rives selon la LPN: Définitions*, OFEFP, Berne 1997.

ble, ainsi que des rives naturelles ou semi-naturelles et suffisamment larges. Lit, chenal et pied de berge sont également laissés à l'état naturel. Un fond de lit non aménagé est ainsi considéré comme «conforme à l'état de référence», ce qui lui vaut zéro point (de pénalité), tandis qu'un fond entièrement aménagé est «totalement contraire à l'état de référence» et sanctionné par le maximum de trois points. Les tronçons dont le fond est partiellement aménagé reçoivent un ou deux points, selon le degré et le type d'aménagement. Au final, le nombre total de points attribués à chaque tronçon sert à ranger celui-ci dans l'une des quatre classes écomorphologiques. Les tronçons mis sous terre font l'objet d'un relevé, mais ne sont pas évalués. Ils forment une classe à part dans les analyses et les représentations cartographiques.

La question qui se pose pour apprécier les résultats est de savoir quelles classes correspondent à un état écomorphologique bon ou suffisant, et lesquelles témoignent d'un état insuffisant ou mauvais. La nouvelle péréquation financière (RPT) entre Confédération et cantons fixe comme objectif à atteindre lors de travaux de renaturation l'état «peu atteint» correspondant à la classe II. Partant de là, nous qualifions ci-après l'état des cours d'eau des classes I «naturel/semi-naturel» et II «peu atteint» de respectivement bon et suffisant. Les cours d'eau rangés dans toutes les autres classes présentent un besoin de revitalisation.

Tab. 2 > Classes d'évaluation selon la méthode Ecomorphologie – niveau R

Classe	Points	Représentation	Appréciation de l'état écomorphologique
I naturel/semi-naturel	0–1	trait bleu	bon/suffisant
II peu atteint	2–5	trait vert	
III très atteint	6–9	trait jaune	mauvais/insuffisant
IV non naturel / artificiel	10–12	trait rouge	
V mis sous terre ⁸	13	trait violet	

Cette méthode de relevé et d'analyse permet d'évaluer simplement l'état du fond du lit, des berges et des rives des cours d'eau de taille petite et moyenne. On y recourt pour dresser, avec des moyens relativement modestes, un bon tableau d'ensemble de leur morphologie. Et l'expérience montre que les résultats obtenus répondent à des besoins nombreux et variés (cf. chap. 5).

Possibilités et limites de la méthode

Largement appliquée dans la pratique, cette méthode a révélé ses points faibles et ses limites, et nous en faisons ci-après un examen critique. Au chiffre 4.3, nous présentons ensuite des propositions visant à l'optimiser en prévision des opérations de mise à jour cartographique et de contrôle des résultats.

> Dans la pratique, il n'est pas toujours aisé de délimiter «correctement» un tronçon donné. Les changements insensibles (augmentation ou diminution progressive du degré d'aménagement, p. ex.) laissent une certaine marge d'appréciation. La métho-

Délimitation des tronçons

⁸ La méthode Ecomorphologie – niveau R ne considère pas les tronçons de cours d'eau mis sous terre comme une classe en soi. Pour la clarté du propos, ils figurent dans les analyses et représentations du présent rapport en tant que classe V (mis sous terre).

de prescrit la délimitation de tronçons homogènes. On peut obéir à cette règle en optant pour des tronçons plus longs lorsque ceux-ci présentent des valeurs plutôt moyennes et plus courts lorsque leurs valeurs (bonnes ou mauvaises) sont extrêmes. Choisir des tronçons courts aboutit normalement à des résultats plus précis, mais le travail à accomplir augmente avec le nombre de tronçons par kilomètre de cours d'eau. Il y a lieu de supposer que le premier relevé cartographique s'est fait sur la base de tronçons relativement longs dans le but d'accélérer le travail.

- > Pour procéder aux relevés, certains cantons ont constitué de grandes équipes, réunissant des experts et du personnel auxiliaire. Moyennant des cours de formation et un travail cartographique de référence, ces équipes ont tenté de parvenir à une évaluation aussi homogène que possible. Cet objectif était d'autant plus difficile à atteindre que l'équipe était grande et que les connaissances spécifiques de ses membres variaient. Il vaut donc la peine de vérifier et de mettre à jour l'évaluation des tronçons dans le cadre d'un examen détaillé, en recourant par exemple à la méthode Ecomorphologie – niveau C.

Compétences variables des personnes chargées des relevés
- > La méthode utilisée ne rend pas entièrement justice aux très grands cours d'eau (cours inférieurs de l'Aar, de la Reuss, du Rhin, du Rhône, etc.), car leur grande complexité exige la collecte d'informations complémentaires. Aucun plafond n'a pourtant été clairement défini pour délimiter le champ d'application de la «méthode R». Expérience faite, on sait qu'elle convient pour des cours d'eau dont la largeur n'excède pas 15 m.

Méthode inappropriée pour les très grands cours d'eau
- > Il est pourtant également nécessaire de recueillir les données écomorphologiques des très grands cours d'eau. C'est pourquoi certains cantons recourent soit à la méthode LAWA (de la communauté de travail Eau des länder allemands 2002), soit à la méthode Ecomorphologie – niveau R complétée par des éléments de la méthode LAWA. Outre les paramètres habituels, on évalue aussi la variété structurelle du tracé et des rives, ainsi que la nature et l'affectation de terrains adjacents plus vastes qu'avec la «méthode R» (cf. annexe 2) puisque ces cours d'eau ont besoin d'un espace sensiblement plus grand. Pour représenter tous les cours d'eau suisses ayant fait l'objet d'un relevé écomorphologique sur une même carte, on convertit autant que possible les données des grands cours d'eau aux critères de la méthode Ecomorphologie – niveau R. On n'en tient toutefois pas compte pour les extrapolations. Les résultats de ce travail cartographique figurent dans l'annexe 2. Pour la suite des analyses et des extrapolations, on a également laissé de côté les tronçons appréciés au moyen de la «méthode R» mais présentant une largeur supérieure à 50 mètres sur une longue distance, caractéristique qui pourrait fausser les données de base. Il s'agit en l'occurrence des plus grands cours d'eau en aval des lacs du Plateau, ainsi que du Rhône en aval de Martigny. Au total, on a cartographié l'état écomorphologique de 729 km de très grands cours d'eau.

Méthode complémentaire pour les très grands cours d'eau
- > La zone riveraine laissée à la disposition du cours d'eau désigne l'espace qui sépare le pied de berge et la limite de la première surface vouée à une utilisation intensive, celle-ci pouvant aussi être un chemin forestier ou rural stabilisé. Si l'affectation respectueuse du cours d'eau se poursuit au-delà de ce chemin, cette largeur de rive sup-

Largeur des rives

plémentaire n'est pas prise en compte pour des raisons inhérentes à la méthode appliquée.

- > Mise en place de blocs disséminés lors de la renaturation: le fait de disposer des blocs de pierre sur le fond du lit ou au pied de la berge a des effets bénéfiques sur la morphologie du cours d'eau, mais accroît le degré d'aménagement du tronçon considéré; ce qui revient à dégrader son état écomorphologique.
- > Appréciation des seuils assainis lors des mises à jour: le remplacement de seuils artificiels par des rampes rugueuses équivaut à un aménagement complet du fond du lit et du pied de berge. Si l'on entend appliquer systématiquement la méthode considérée ici, il convient de délimiter le tronçon qui correspond à ces nouvelles données. Le canton de Berne propose de renoncer à une réévaluation du fond du lit et de la berge pour les petits et moyens cours d'eau, et de ne mentionner que le type d'ouvrage; ce qui diminue le travail de relevé. Cette solution ne permet toutefois pas de consigner que le tronçon considéré a été rétrogradé dans une classe d'appréciation écomorphologique inférieure suite à la réalisation d'une mesure de revitalisation.

Des blocs disséminés améliorent la morphologie, mais péjorent le résultat de l'évaluation

Seuils assainis: comment les consigner dans le relevé?

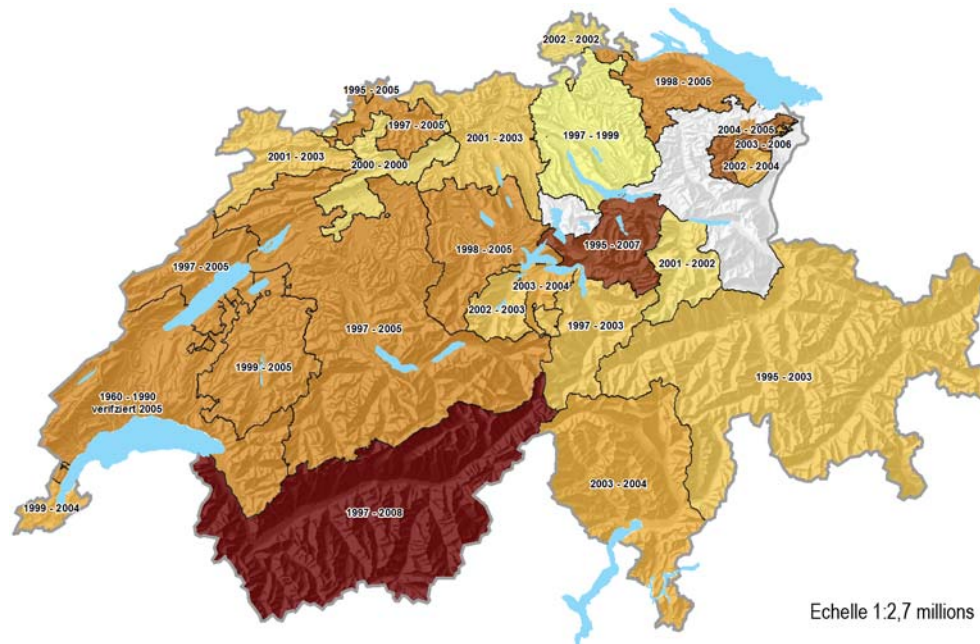
1.3

Base d'extrapolation: pool de données suisses

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a fourni aux cantons une aide financière pour leurs relevés. A condition d'utiliser la méthode Ecomorphologie – niveau R, les cantons ont reçu 100 francs par kilomètre de tronçons cartographiés, le coût total de l'opération se situant entre 200 et 260 francs le kilomètre. Au total, l'OFEV a contribué à raison de 3,5 millions de francs à ce travail de cartographie. Grâce à cet appui, on dispose à présent de résultats comparables pour vingt-quatre cantons.

Données comparables grâce à des incitations financières

Fig. 10 > Périodes des relevés cartographiques par canton



La figure 10 indique les dates auxquelles les différents cantons ont procédé aux relevés cartographiques. La plupart des relevés recourant à la méthode Ecomorphologie – niveau R ont eu lieu entre 1997 et 2004, tandis que ceux des très grands cours d'eau ont été effectués en 2005 dans les cantons de Berne et de Soleure et en 2007 dans celui d'Argovie. Le Haut-Rhin a été cartographié en 2001, le Rhin alpin en 1995. Le canton de Vaud a réalisé ses relevés selon d'autres méthodes, entre 1960 et 1990. Ses résultats ont été validés et transposés vers la méthode Ecomorphologie – niveau R en 2005.

En raison de l'hétérogénéité des réseaux hydrographiques cantonaux, l'échelle des relevés cartographiques varie entre 1 : 2500 et 1 : 25 000. Les résultats obtenus sont dès lors plus ou moins détaillés d'un canton à l'autre et ne peuvent pas être directement regroupés dans une seule et même base de données. Des différences proviennent aussi du fait que certains cantons ont évalué presque l'entier de leur réseau hydrographique, alors que d'autres, en particulier les cantons alpins, ont limité les relevés à leurs principaux cours d'eau. Le canton de Saint-Gall n'a cartographié que les cours d'eau situés sur le territoire de la ville de Saint-Gall. Et le canton de Zoug a utilisé une autre méthode pour effectuer ses relevés. D'une manière générale, la densité des relevés est plus élevée en plaine et dans les régions vouées à une utilisation intensive qu'en altitude et dans les espaces utilisés de façon extensive.

Une première étape consiste à reporter les données sur le réseau hydrographique numérisé au 1 : 25 000 (VECTOR25-GWN), basé sur la carte topographique nationale au 1 : 25 000 de swisstopo. Elles pourront ainsi être intégrées dans le système d'information géographique sur les eaux en Suisse (GEWISS).

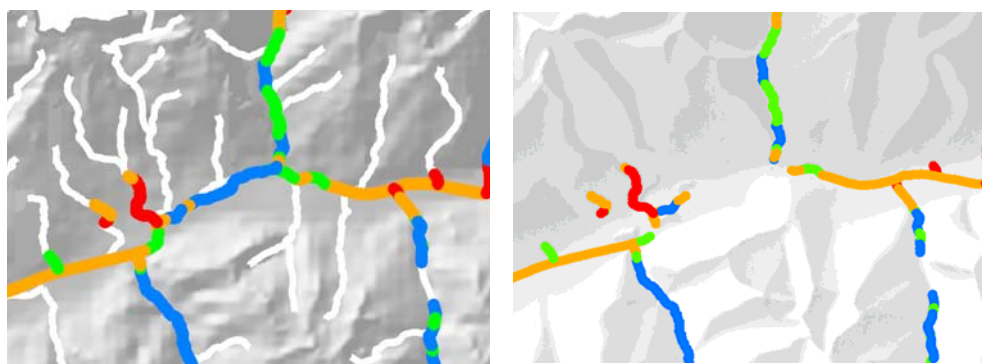
Données variables

Vingt-quatre réseaux hydrographiques dans une même base de données

Lors du transfert de données cantonales recensées sur une carte à échelle plus grande, on perd celles des cours d'eau les plus petits, car ceux-ci ne figurent pas dans le réseau VECTOR25-GWN. De plus, lorsque le tracé d'un tronçon diverge beaucoup entre réseau national et réseau cantonal, on ne reporte pas ses données sur le réseau hydrographique national, car on ne serait alors pas certain d'attribuer les données cantonales aux cours d'eau correspondants de VECTOR25-GWN. C'est pourquoi les données d'un grand nombre de tronçons évalués (tel le Rhône près de la forêt de Finges, cf. fig. 11) n'ont pas pu être attribuées. Le regroupement de toutes les données écomorphologiques dans une seule base de données homogènes compense toutefois largement les pertes dues au degré de précision et à la situation particulière de certains tronçons.

Fig. 11 > Perte de données lors du transfert vers VECTOR25-GWN

A gauche: données originales du canton du Valais. A droite: données transférées vers VECTOR25-GWN. Les tracés des deux réseaux hydrographiques ne sont pas identiques, car le lit du Rhône est particulièrement large sur ce tronçon.



Source: Département des transports, de l'équipement et de l'environnement du canton du Valais (2008).

Environ 85 % des 28 824 km de cours d'eau (y compris les très grands) ayant fait l'objet des relevés cantonaux ont été transférés vers le réseau VECTOR25-GWN et ont donc pu servir de base à l'étude écomorphologique présentée ici. Au total, 90 % des seuils et 86 % des ouvrages répertoriés figurent dans VECTOR25-GWN (Keusen 2008).

Hormis leur cours supérieur, les très grands cours d'eau – à savoir le Rhin, l'Aar, le Rhône, la Limmat et la Reuss – ont été cartographiés à l'aide d'une autre méthode. Les données obtenues sont converties pour correspondre aux critères de la méthode Ecomorphologie – niveau R et apparaissent dans les illustrations; mais elles n'ont pas été utilisées dans les extrapolations et les analyses.

L'extrapolation prend en considération les types de cours d'eau suivants tels qu'ils figurent dans le système VECTOR25-GWN: «Bach» (ruisseau), «Bach_U» (ruisseau souterrain), «Fluss» (axe de la rivière), «Fluss_U» (rivière souterraine), «Kanal» (ruisseau sans sens du courant clair). Les cours d'eau artificiels (bisses, p. ex.) en sont exclus. Les données utilisées proviennent exclusivement de cours d'eau figurant dans VECTOR25 et situés sur le territoire suisse. Le réseau hydrographique suisse totalise ainsi environ 65 440 km, ou 64 897 km après déduction des très grands cours d'eau, qui n'entrent pas dans l'extrapolation.

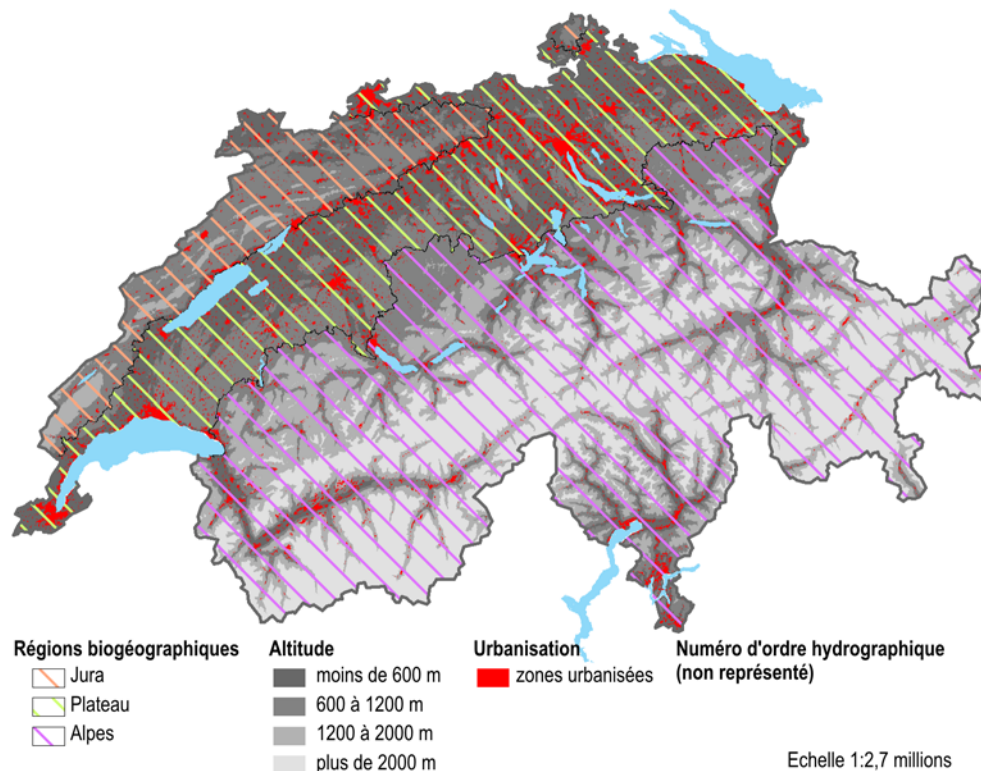
Extrapolation des données
de base sur VECTOR25-GWN

Les cours d'eau figurant dans VECTOR25-GWN n'ont pas tous été cartographiés. Une extrapolation était nécessaire pour dresser un bilan à l'échelle de tout le réseau hydrographique de la Suisse. Afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles, on a procédé en constituant des groupes (couches) présentant des caractéristiques analogues.

En vue d'extrapoler l'état écomorphologique du réseau hydrographique à l'échelle de toute la Suisse, on a pondéré les tronçons de cours d'eau selon les critères suivants (cf. fig. 12):

- > régions biogéographiques (Jura/Plateau/Alpes);
- > classes d'altitude (moins de 600 m / 600–1200 m / 1200–2000 m / plus de 2000 m);
- > numéros d'ordre hydrographiques⁹ (FLOZ 1 = petits cours d'eau / FLOZ 2 et 3 = cours d'eau moyens / FLOZ 4 à 9 = grands cours d'eau);
- > zones urbanisées de la couche «surfaces primaires» de VECTOR25 (en/hors zone urbanisée).

Fig. 12 > Critères de pondération pour l'extrapolation



⁹ Cf. annexe 3.

On superpose ensuite les données écomorphologiques converties au modèle numérique VECTOR25 et le réseau VECTOR25-GWN avec les géodonnées énumérées ci-dessus, en attribuant les divers paramètres aux tronçons de cours d'eau correspondants. L'opération de pondération crée des groupes homogènes, pour lesquels on détermine la part de cours d'eau ayant fait l'objet d'un relevé par rapport à la part de cours d'eau figurant dans le réseau VECTOR25-GWN. Si 50 % ou plus des tronçons d'un groupe ont été cartographiés, on apprécie les tronçons non étudiés sur la base des résultats des tronçons évalués et classés. Si la proportion des tronçons étudiés est inférieure à 50 %, l'estimation intervient selon la répartition des classes sur l'ensemble du territoire suisse (pour une même catégorie «altitude», «FLOZ» ou «en/hors zone urbanisée»)¹⁰.

Dans l'ensemble, l'état des cours d'eau est plus dégradé dans les régions vouées à une exploitation intensive, mais il faut savoir que la densité des relevés y est plus élevée que dans les zones utilisées de manière extensive. La pondération, soit l'extrapolation par groupes analogues, permet ainsi d'éviter que l'on attribue un mauvais état à des cours d'eau sous-représentés.

Si l'on admet que la représentativité est acquise lorsque 10 % des tronçons d'un groupe ont fait l'objet d'un relevé, on dispose effectivement de données représentatives dans tous les groupes. Font cependant exception les petits cours d'eau alpins situés en dehors des zones urbanisées et au-dessus de 2000 m (FLOZ 1: 0,8 % de 6200 km, FLOZ 2 et 3: 4,8 % de 3300 km) ainsi que les petits cours d'eau alpins sis entre 1200 et 2000 m d'altitude (8 % de 9200 km). Ces exceptions statistiques totalisent 29 % des cours d'eau suisses¹¹.

Petits cours d'eau alpins
au-dessus de 1200 m:
absence de relevés représentatifs

Outre les cas présentés ci-dessus, la densité des relevés est très forte. La proportion des tronçons évalués atteint 70 % pour les moyens à grands cours d'eau (FLOZ 4 à 9), 41 % pour les cours d'eau petits à moyens (FLOZ 2 et 3) et 25 % pour les petits cours d'eau (FLOZ 1). Elle se situe à 73 % dans le Jura et à 70 % sur le Plateau, et culmine même à 76 % dans les zones d'habitation situées à moins de 600 m d'altitude, où l'état écomorphologique des cours d'eau est le plus dégradé. Dans l'ensemble, les résultats obtenus sont donc très fiables.

Bonne fiabilité de l'ensemble
des résultats

On a cartographié quelque 129 000 obstacles artificiels et naturels d'une hauteur de 20 cm ou plus. Selon l'espèce de poisson et sa taille, ainsi que de la profondeur des bassins en aval et en amont, le seuil devient infranchissable à partir d'une hauteur de 20 à 70 cm (OFEFP 2005). Les extrapolations ne prennent en compte que les ouvrages et seuils artificiels d'au moins 50 cm de hauteur, ce qui ramène leur nombre à un peu moins de 50 000. Pour calculer le total des obstacles (ouvrages et seuils artificiels dépassant 50 cm de haut), on procède de la même manière que pour les tronçons de cours d'eau considérés comme entités écomorphologiques. Les obstacles sont par ailleurs répartis selon les mêmes critères que les tronçons de cours d'eau (cf. fig. 12). Pour les tronçons n'ayant pas fait l'objet de relevés, le nombre d'obstacles est estimé

Extrapolation des obstacles
transversaux

¹⁰ Comme on ne dispose d'aucun relevé pour la catégorie «zone urbanisée au-dessus de 2000 m», l'extrapolation se contente ici des facteurs «altitude» et «FLOZ identique».

¹¹ FLOZ: cf. annexe A3.

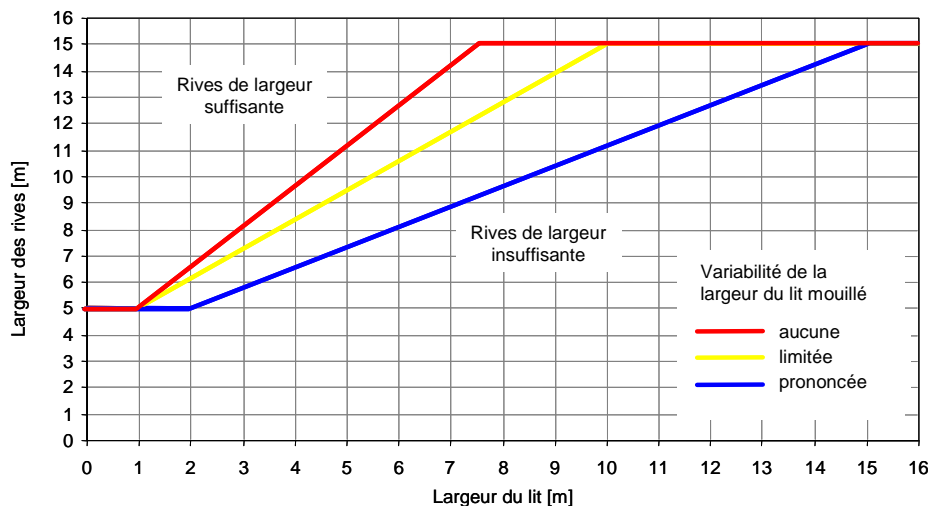
par analogie avec la densité d'obstacles (nombre/km) dans les tronçons appartenant au même groupe, pour autant qu'au moins 50 % de la longueur totale des tronçons de ce groupe aient été cartographiés. Si cette proportion est inférieure à 50 %, l'estimation se base sur la répartition des classes d'évaluation écomorphologique sur l'ensemble du territoire suisse (pour les mêmes catégories d'altitude, d'ordre hydrographique et en/hors zone urbanisée)¹².

L'espace minimum à réserver aux cours d'eau dépend de la largeur du lit mineur et de son état écomorphologique (exprimé par la variabilité de la largeur du lit mouillé). Le schéma ci-dessous illustre le principe.

Extrapolation du manque d'espace à disposition des cours d'eau

Pour les cours d'eau mis sous terre, la détermination de l'espace nécessaire se base sur une largeur du lit fixée à 1,5 m (Niederhauser 2000).

Fig. 13 > Schéma servant à évaluer la largeur des rives



Pour les tronçons de cours d'eau qui ont fait l'objet d'un relevé écomorphologique, on connaît également la largeur de la bande riveraine (mesurée sur place). Cela permet de calculer un éventuel déficit entre largeur effective et largeur requise.

¹² Comme on ne dispose d'aucun relevé pour la catégorie «zone urbanisée au-dessus de 2000 m», l'extrapolation se contente ici des facteurs «altitude» et «FLOZ identique».

2 > Situation actuelle

Ce chapitre dresse un bilan qualitatif de l'état écomorphologique des cours d'eau suisses. Répartis en cinq classes, les résultats varient selon la région biogéographique, l'altitude, le type d'utilisation des terrains adjacents et la taille du cours d'eau. Ces catégories présentent également de grosses différences pour ce qui est des ouvrages transversaux et du besoin d'espace.

2.1 Structure des cours d'eau

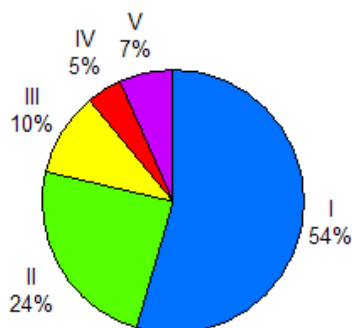
2.1.1 Résultats des relevés écomorphologiques

Les relevés effectués en Suisse ont porté sur 30 000 km de tronçons, dont 29 000 km ont été classés. Par ailleurs, les données de 23 887 km, soit 37 % du réseau hydrographique, ont pu être transférées dans VECTOR25-GWN et ont également servi à dresser un tableau général de la situation. Après extrapolation compte tenu de la région biogéographique, de l'altitude, de la situation (en/hors zone urbanisée) et du numéro d'ordre hydrographique (Flussordnungszahl, FLOZ), on compte:

Diversité et monotonie
se côtoient

- > 54 % ou 35 000 km de cours d'eau à l'état naturel ou semi-naturel (classe I),
- > 24 % ou 16 000 km peu atteints (classe II),
- > 10 % ou 7 000 km très atteints (classe III),
- > 5 % ou 3 000 km artificiels/non naturels (classe IV),
- > 7 % ou 4 000 km mis sous terre (classe V).

Fig. 14 > Etat écomorphologique¹³ des cours d'eau suisses



¹³ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.

Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

Les cours d'eau naturels ou semi-naturels disposent de suffisamment d'espace et sont pratiquement exempts d'aménagements. Des berges partiellement consolidées et la présence d'une bordure boisée le plus souvent assez étroite témoignent de cours d'eau peu atteints. Les tronçons très atteints sont fréquemment corrigés, leurs berges en grande partie aménagées et leurs rives dénuées de végétation ligneuse. Quant aux tronçons artificiels / non naturels, ils sont canalisés et souvent dépourvus de rives. Les ruisseaux mis sous terre coulent à travers des tuyaux.

Caractérisation
des classes I à V

Fig. 15 > Tronçon naturel/semi-naturel

L'Aubonne près de Nyon (VD).



Fig. 16 > Tronçon peu atteint

L'Önz près de Heimhausen (BE).



Fig. 17 > Tronçon très atteint

La Suhre près de Knuttwil (LU).



Fig. 18 > Tronçon artificiel / non naturel

Le Stadtbach à Berne (BE).



Fig. 19 > Tronçon mis sous terre

Le Lötschenbach à Ostermundigen (BE).



Après extrapolation, les longueurs des tronçons appartenant aux diverses classes écomorphologiques correspondent à des distances allant de Berne à :

Comparaisons géographiques

- > New York (USA, depuis Berne autour du globe dans le sens ouest-est): environ 35 000 km de cours d'eau naturels ou semi-naturels,
- > Adélaïde (Australie): environ 16 000 km peu atteints,
- > Oulan Bator (Mongolie): environ 7 000 km très atteints,
- > Cap Nord: environ 3 000 km artificiels / non naturels,
- > Ouzbékistan: environ 4 000 km mis sous terre.

Fig. 20 > Comparaisons géographiques des longueurs respectives des classes écomorphologiques¹⁴



www.visibleearth.nasa.gov

La fig. 21 montre tous les cours d'eau ayant fait l'objet d'un relevé et les fig. 22 à 27 visualisent les tronçons de ces cours d'eau par classe écomorphologique. Comme on l'a vu au chapitre 1, la proportion de cours d'eau cartographiés varie considérablement d'un canton à l'autre. Et cette densité diffère également beaucoup selon la région biogéographique (Jura: 73 %, Plateau: 70 %, Alpes: 24 %).

Qu'en est-il à l'échelle du pays?

¹⁴ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.
Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

Fig. 21 > Cours d'eau cartographiés selon leur état écomorphologique (Ecomorphologie – niveau R)¹⁴

On observe une forte concentration de cours d'eau naturels ou semi-naturels dans les Préalpes, où le niveau relativement élevé des précipitations engendre l'existence d'un grand nombre de torrents situés dans des espaces boisés, souvent très escarpés. Les tronçons peu atteints se trouvent souvent dans des zones de prairies ou de pâturages. Quantité de ruisseaux et de petites rivières sont très atteints. Quant aux cours d'eau artificiels et aux tronçons mis sous terre, on n'en trouve pas seulement sur le Plateau mais dans toutes les régions du pays. Les zones dépourvues de tronçons dans l'est et l'ouest du Plateau sont dues à l'absence de relevés ou à des relevés incomplets dans les cantons de Fribourg et de Saint-Gall. Les relevés ont été particulièrement denses au nord des Alpes, sur le Plateau et dans le Jura, mais ils se sont limités aux principaux cours d'eau dans les Alpes et au sud de celles-ci.

Répartition des classes écomorphologiques

Fig. 22 > Tronçons naturels/semi-naturels



Fig. 23 > Tronçons peu atteints



Fig. 24 > Tronçons très atteints



Fig. 25 > Tronçons artificiels / non naturels



Fig. 26 > Tronçons mis sous terre



Fig. 27 > Cours d'eau cartographiés



Les résultats de ce travail cartographique doivent être portés à la connaissance du grand public. Les classes écomorphologiques de tous les cours d'eau cartographiés ont dès lors été représentées à diverses échelles. Ces cartes permettent de voir aisément l'appréciation attribuée aux cours d'eau de la région, de la commune ou du quartier où l'on habite.

Quel est l'état du ruisseau qui passe devant chez moi?

Voici les cartes disponibles (www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/index.html?lang=fr):

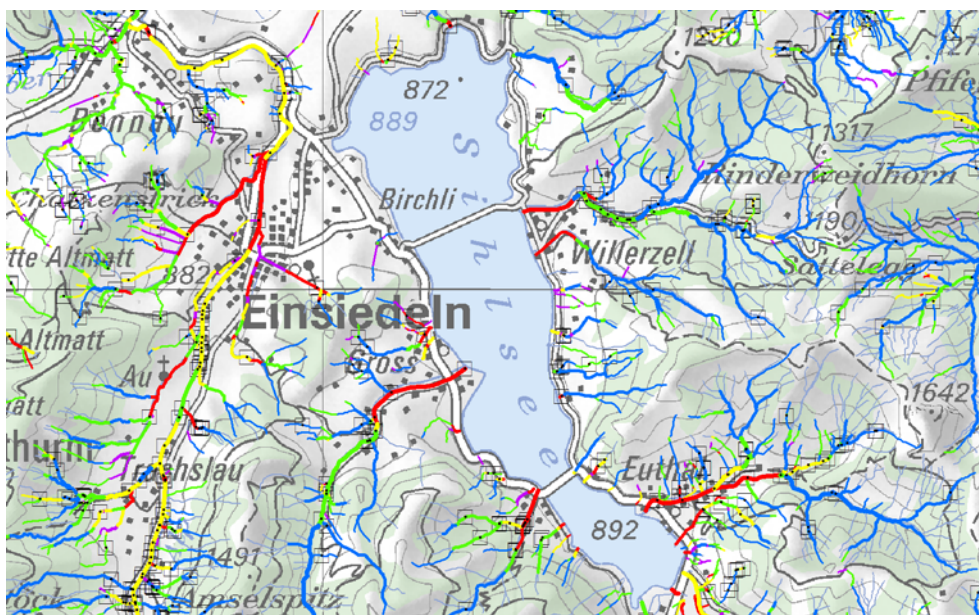
- > 1 carte synoptique Ecomorphologie des cours d'eau en Suisse (A3),
- > 1 carte synoptique Ecomorphologie des cours d'eau en Suisse (A0),
- > 23 cartes écomorphologiques détaillées au 1 : 100 000 selon les feuilles de swisstopo.

Les données écomorphologiques peuvent également être consultées sur les géoportails cantonaux ci-après, ou être commandées aux services compétents (situation au 27 février 2009):

- > Appenzell: www.geoportal.ch
- > Bâle-Ville: www.geo-bs.ch
- > Berne: www.bve.be.ch
- > Obwald: www.gis.ow.ch
- > Soleure: www.sogis.so.ch
- > Zurich: www.gisz.zh.ch

Fig. 28 > Ecomorphologie des cours d'eau: extrait d'une carte détaillée

Exemple: les alentours du Sihlsee (SZ) 1 : 100 000
avec les seuils et ouvrages artificiels \approx 50 cm (carrés avec point au centre)



Aujourd'hui, de nombreux cours d'eau ne sont plus à même de remplir correctement leurs fonctions écologiques et hydrologiques. Leur aménagement a souvent fait disparaître une quantité de microhabitats vitaux pour les espèces aquatiques: bancs de gravier, alternance de zones profondes et peu profondes, succession de rapides et de tronçons à faible courant, zones périodiquement inondées, végétation adaptée à la configuration des berges, abris naturels, etc. Les aménagements en dur arrêtent le charriage des alluvions, entravent la dynamique naturelle des cours d'eau et le renouvellement permanent de leurs structures. Ils empêchent ainsi la formation de zones pionnières qui servent souvent d'habitat à de nombreuses espèces d'amphibiens, de reptiles et de végétaux. En l'absence de charriage, le lit du cours d'eau tend aussi à se colmater. Tout comme les ouvrages d'imperméabilisation artificielle, ce colmatage réduit l'alimentation de la nappe souterraine. Enfin, le lit des tronçons rectilignes tend à s'approfondir toujours plus en raison de la vitesse d'écoulement plus élevée et du charriage accru qui en résulte. Dans de tels tronçons, les vagues de crues sont aussi plus rapides et plus hautes (OFEFP 1998, Notter et al. 2007, Woolsey et al. 2005).

Les atteintes portées à la morphologie des cours d'eau varient énormément. Les situations que l'on rencontre vont ainsi du ruisseau pratiquement intact, qui serpente naturellement dans le paysage, au cours d'eau carrément mis sous terre en passant par le canal d'évacuation entièrement artificiel. Avec la répartition en cinq classes écomorphologiques, il est possible que les cours d'eau d'une même classe présentent des aspects très différents. Pour se faire une idée globale à l'échelle du pays et faire intervenir dans l'analyse d'autres facteurs tels que la région biogéographique, l'altitude, la déclivité et le type d'utilisation, il apparaît judicieux de regrouper ces divers états en deux catégories: les classes I et II obtiennent le qualificatif bon ou satisfaisant, tandis que les classes III, IV et V témoignent d'un état mauvais ou insatisfaisant (cf. ch. 1.2).

Extrapolés à l'ensemble du territoire, les relevés écomorphologiques révèlent que 22 % des cours d'eau suisses sont en mauvais état sur le plan structurel. Mis bout à bout, les tronçons mis sous terre, artificiels ou très atteints représentent environ un tiers de la circonférence terrestre (env. 14 000 km).

On compte au total 78 % ou 51 000 km de cours d'eau en bon état. Les 40 000 km de cours d'eau alpins en bon état représentent 60 % du réseau hydrographique suisse, exerçant ainsi une forte influence sur les proportions globales des classes écomorphologiques.

Conséquences d'une mauvaise morphologie des cours d'eau

Cours d'eau en mauvais état:
22 %

Cours d'eau en bon état: 78 %

2.1.2 Utilisation du sol et degré d'aménagement

Un recouplement entre données écomorphologiques et régions biogéographiques (cf. ch. 1.3) met en lumière des corrélations entre espaces naturels, espaces culturels et espaces économiques d'une part, et morphologie des cours d'eau d'autre part. On constate en effet que la proportion de cours d'eau en mauvais état est nettement plus forte dans le Jura (36 %) et sur le Plateau (38 %) que dans les Alpes (15 %). Le Plateau compte par ailleurs la plus grande part de cours d'eau mis sous terre (14 %).

Etat écomorphologique dans le Jura, sur le Plateau et dans les Alpes

Fig. 29 > Classes écomorphologiques¹⁵, extrapolation par régions biogéographiques

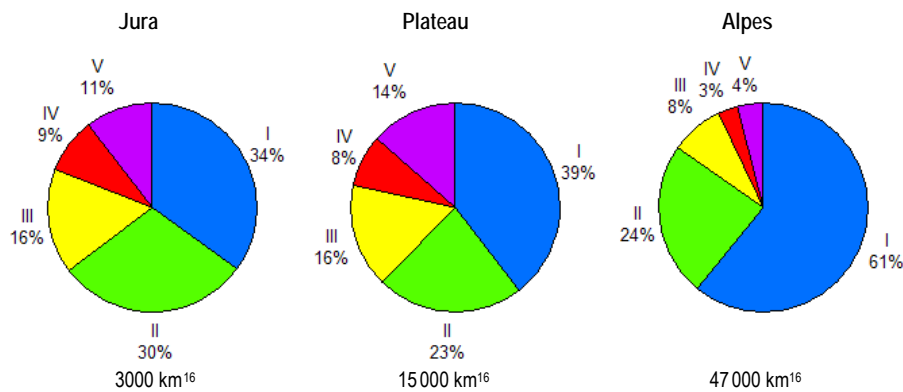
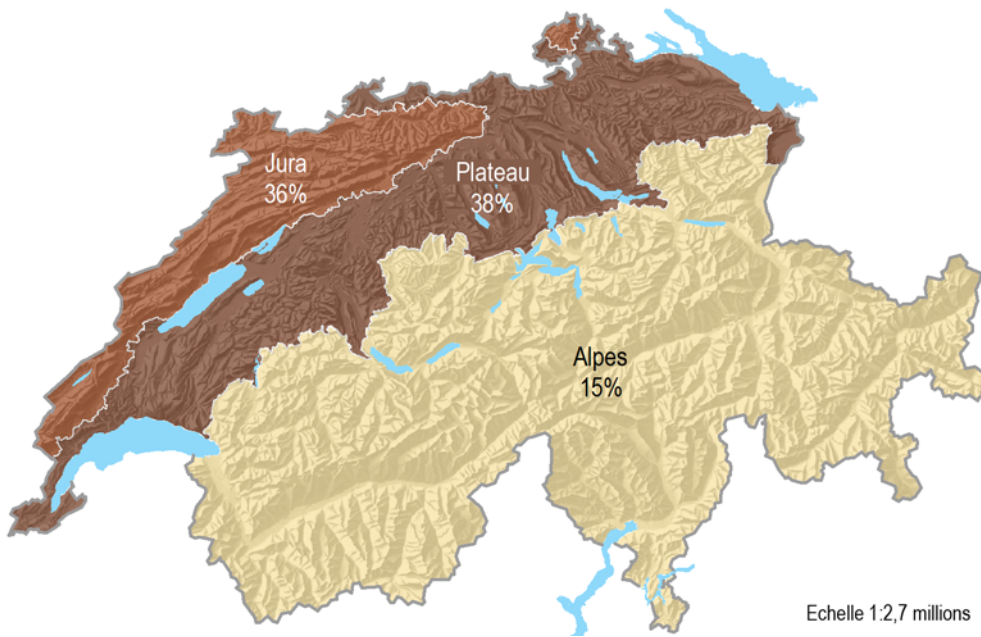


Fig. 30 > Proportion de cours d'eau en mauvais état, par régions biogéographiques



¹⁵ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.
Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.
¹⁶ Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près).

Les cours d'eau de plaine sont en moyenne plus fortement aménagés que ceux des régions de montagne: les atteintes diminuent à mesure que l'altitude augmente. La portion uranaise de la vallée de la Reuss et la plaine de Magadino sont des exemples typiques de la situation qui règne dans les grandes vallées alpines (cf. fig. 33 et fig. 34). Dans les Alpes, 52 % des cours d'eau situés au-dessous de 600 m et 23 % de ceux s'écoulant entre 600 et 1200 m sont en mauvais état. Leur état écomorphologique est parfois pire qu'aux mêmes altitudes du Plateau (44 % et 23 %).

Corrections et aménagements plus fréquents sur les cours d'eau de plaine

Fig. 31 > Classes écomorphologiques¹⁷, extrapolation par rapport à l'altitude

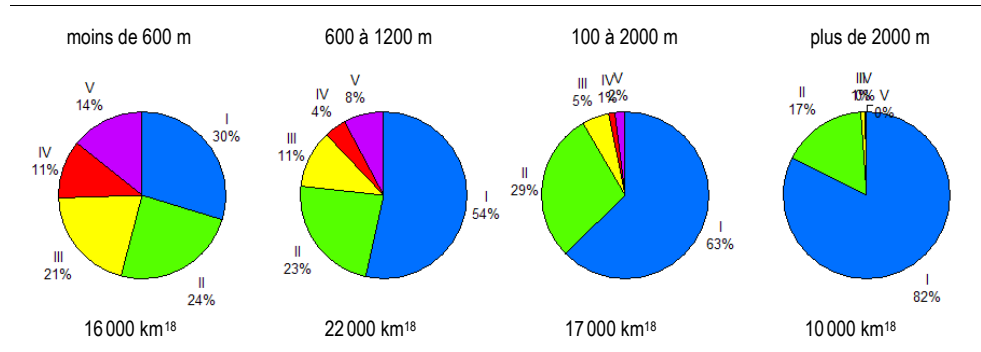
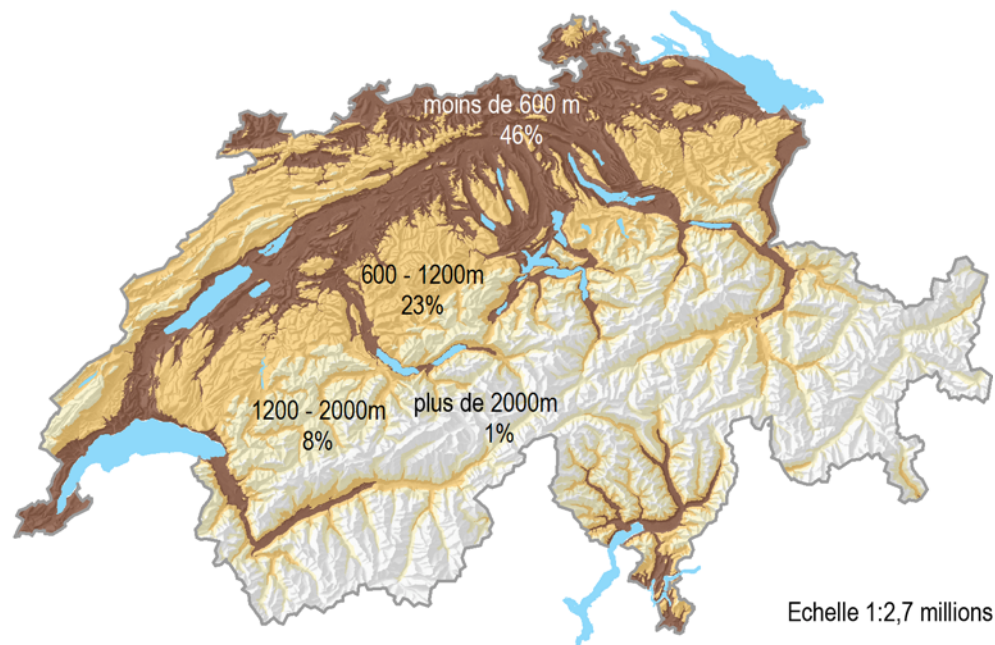


Fig. 32 > Proportion de cours d'eau en mauvais état en fonction de l'altitude



¹⁷ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.

Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

¹⁸ Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près); total: 65 000 km.

Fig. 33 > Etat écomorphologique des cours d'eau de la portion uranaise de la vallée de la Reuss

Au-dessous de 600 m, les cours d'eau alpins sont souvent en mauvais état: vallée de la Reuss (UR).

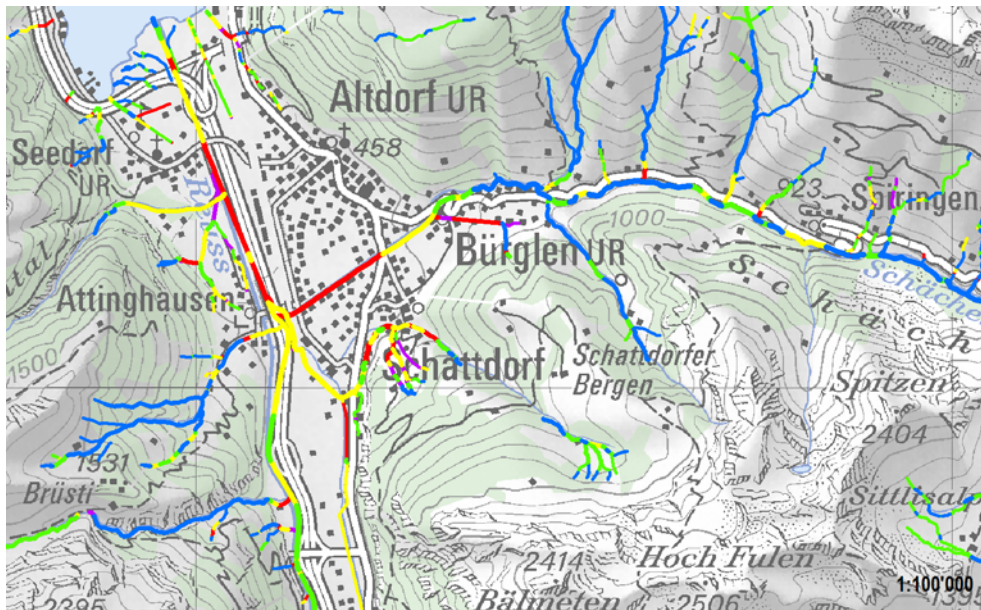
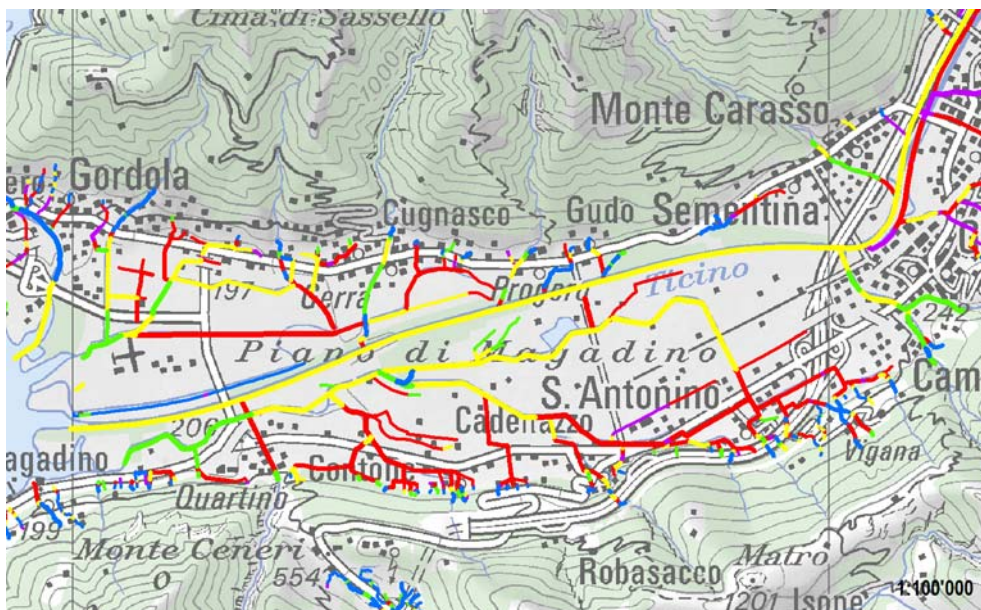


Fig. 34 > Etat écomorphologique des cours d'eau de la plaine de Magadino

Les cours d'eau des principales vallées alpines subissent plus de pression que ceux du Plateau: Piano di Magadino (TI). Les affluents n'ont pas fait l'objet de relevés au Tessin. Généralement très en pente, ils se trouvent souvent en forêt et présentent un état naturel.



Alors que 46 % des cours d'eau situés au-dessous de 600 m d'altitude présentent un état insatisfaisant, leur proportion descend à 23 % entre 600 et 1200 m et à 8 % entre 1200 et 2000 m. Au-dessus de 2000 m, on ne trouve plus guère de cours d'eau en mauvais état (moins de 1 %). Tandis que le taux des relevés atteint 69 % parmi les cours d'eau du réseau hydrographique dans VECTOR25 situés au-dessous de 600 m, il tombe à 3 % au-dessus de 2000 m. A ces altitudes, les atteintes (routes, dessertes alpestres, ouvrages de protection, etc.) sont toutefois rares. Dans les régions alpines situées à moins de 600 m, on compte 1833 km (52 %) de cours d'eau en mauvais état.

Cours d'eau de plaine (moins de 600 m): 46 % en mauvais état

Les tronçons à faible pente (< 5 %) sont beaucoup plus altérés que ceux dont la déclivité est moyenne (5 à 15 %) ou forte (> 15 %). Les proportions de cours d'eau structurellement dégradés sur l'ensemble du réseau hydrographique suisse se chiffrent à 45 % des tronçons à faible déclivité, à 17 % des tronçons moyennement inclinés et à 7 % des tronçons en pente abrupte.

Tronçons à faible pente:
45 % en mauvais état

Les cours d'eau à écoulement lent et possédant une dynamique naturelle sont précieux sur le plan écologique, du fait que gravier et sable s'y déposent et façonnent un lit qui se transforme sans cesse, offrant des habitats diversifiés. Les atterrissements de diverses tailles granulométriques créent des frayères pour de nombreuses espèces de poissons et offrent une grande abondance nutritive (Aquatika et Imhof 2004).

Les cours d'eau lents ont une grande valeur écologique

Les tronçons de cours d'eau à forte déclivité sont en très grande majorité à l'état naturel ou semi-naturel, tandis que 45 % des tronçons en pente douce – comprenant à l'origine de précieuses zones alluviales riches en espèces – présentent un mauvais état écomorphologique. Cette constatation ne se limite pas au Plateau, mais vaut également pour le fond des vallées alpines et les terrains plats des zones d'altitude. Même en l'absence de ramifications, presque tous les cours d'eau en pente raide se caractérisent par une largeur très variable, alors que l'espace réservé aux tronçons à faible pente est souvent réduit, au point d'exclure totalement méandres, îles, bancs de gravier, fosses d'affouillement, gués et rapides (Aquatika 2003).

Fig. 35 > Classes écomorphologiques¹⁹, extrapolation en fonction de la déclivité

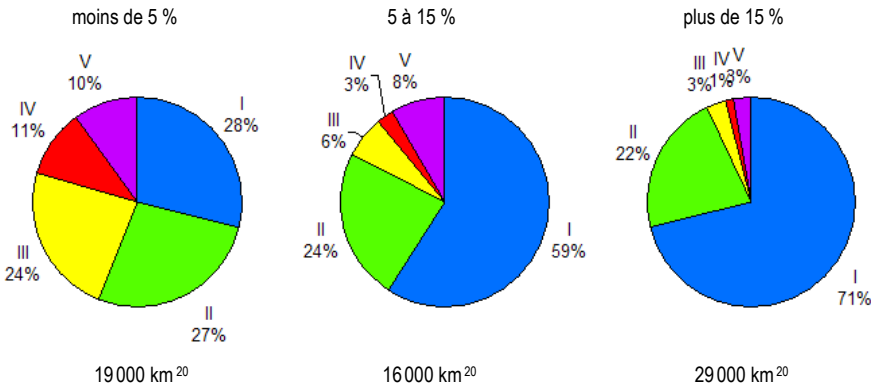


Fig. 36 > Proportions de grands cours d'eau en mauvais état, par classes de déclivité



Le type d'utilisation du sol exerce une influence souvent déterminante sur l'état écomorphologique des cours d'eau. Comme le montrent certains exemples (fig. 40 et 42), cet état peut être excellent même dans les zones agricoles ou urbanisées.

L'utilisation du sol détermine la morphologie des cours d'eau

L'état écomorphologique des cours d'eau dépend de l'utilisation du sol (cf. annexe A4):

¹⁹ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.
Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.
²⁰ Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près); total: 65 000 km.

- > Dans les zones urbanisées (VECTOR25, cf. annexe 3), 81 % ou 2845 km des tronçons sont en mauvais état. Au total, 29 % des cours d'eau s'y écoulent sous terre.
- > Dans les régions agricoles (limites de zones agricoles selon VECTOR25, cf. annexe A3), 48 % ou 7645 km des tronçons présentent une qualité insatisfaisante. On y trouve environ 4000 des 7000 km de tronçons très atteints.
- > Sur le reste du territoire (forêt, rocher, éboulis, marais selon VECTOR25 et zone d'estivage, cf. annexe A3), 7 % des tronçons sont en mauvais état.

Fig. 37 > Classes écomorphologiques²¹, extrapolation en fonction de l'utilisation du sol

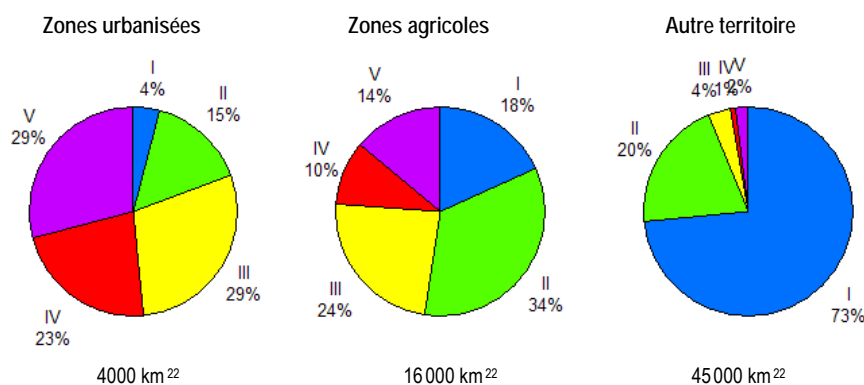


Fig. 38 > Proportions de cours d'eau en mauvais état, selon l'utilisation du sol



²¹ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.

Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

²² Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près); total: 65 000 km.

Fig. 39 > Cours d'eau artificiel / non naturel dans une zone urbanisée

Le Chräbsbach à Kreuzlingen (TG).



Fig. 40 > Cours d'eau peu atteint dans une zone urbanisée

Le Lötschenbach à Ostermundigen (BE).



Fig. 41 > Cours d'eau très atteint dans une zone agricole

La Grüene près de Ramsei (BE).



Fig. 42 > Cours d'eau peu atteint dans une zone agricole

L'Urtenen près de Münchringen (BE).



Fig. 43 > Cours d'eau très atteint en forêt

Série de seuils dans l'Alpbach, près de Meiringen (BE).



Fig. 44 > Cours d'eau naturel/semi-naturel en forêt

La Kander renaturée à l'Augand, près de Spiez (BE).



Lors des relevés effectués dans les cantons de Soleure, de Schwyz et d'Uri, on a noté le type d'utilisation des environs (utilisation des terrains adjacents, cf. tab. 3):

- > Dans le canton de Soleure, les cours d'eau de bonne qualité écomorphologique se situent principalement dans les régions boisées et ceux qui sont peu atteints dans les pâturages et les prairies permanentes. Les plus gros déficits ont été observés dans les zones urbanisées et sur les terres arables (cf. tab. 3). Répartition des tronçons mis sous terre: 4 % en forêt, 28 % dans des pâturages et des prairies permanentes, 16 % sur des terres arables et 50 % dans les zones urbanisées (Guthruf 2001).
- > Les relevés du canton de Schwyz révèlent que les tronçons en mauvais état représentent 4 % en forêt, 46 % dans les pâturages et prairies permanentes, 81 % sur les terres arables et prairies artificielles, 78 % dans les zones urbanisées.
- > Dans le canton d'Uri, les cours d'eau en mauvais état se répartissent ainsi: 7 % en forêt, 22 % dans des prairies et des pâturages, 52 % le long de voies de communication et 80 % dans les zones urbanisées. Presque tous les cours d'eau superficiels dans les zones non utilisées sont proches de l'état naturel.

Les résultats de l'analyse portant sur l'ensemble du territoire suisse correspondent à ces trois exemples et prouvent que l'état écomorphologique des cours d'eau dépend dans une large mesure de l'utilisation à laquelle est voué le terrain qui les longe.

Etat écomorphologique et utilisation des terrains adjacents dans trois cantons

Tab. 3 > Utilisation des terrains adjacents – cantons de Soleure, de Schwyz et d'Uri (% des km recensés)

Classes ²³	I	II	III	IV	V
Canton de Soleure					
Non évalué					32
Forêt	74	21	4	0	
Prairie permanente, pâturage	19	57	16	8	
Terre arable, prairie artificielle	5	36	37	22	
Chemin agricole ou pédestre en dur	19	37	36	8	
Zone urbanisée / infrastructure	7	27	39	27	
Autres	30	42	8	20	
Canton de Schwyz					
Forêt	80	16	3	1	
Prairie permanente ou pâturage	24	40	14	9	13
Terre arable ou prairie artificielle	2	17	45	34	2
Zone urbanisée / infrastructure	7	15	19	28	31
Canton d'Uri					
Pas d'utilisation	92	8	0,1		
Forêt	82	11	5	2	0,1
Prairie ou pâturage	30	48	14	4	4
Voie de communication	24	24	34	13	5
Zone urbanisée	4	16	30	14	37

²³ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.

Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

Dans les zones alluviales, 89 % des cours d'eau, soit nettement plus que la moyenne nationale, présentent un état naturel ou peu atteint. Tandis que 16 km (5 %) de petits ruisseaux sont en mauvais état dans ces zones, c'est le cas de 30 km (8 %) des cours d'eau moyens et de 104 km (16 %) des grandes rivières.

Etat des cours d'eau dans les zones alluviales

Quant à l'état des très grands cours d'eau (Aar, Rhin, Rhône, Reuss, Limmat) dont les données ont été collectées à l'aide d'autres méthodes, puis converties selon les critères d'Ecomorphologie – niveau R, il n'est bon que pour un tiers des tronçons cartographiés²⁴. Il en va toutefois autrement dans les zones alluviales, où 61 % des très grands cours d'eau présentent un état naturel ou peu atteint. On n'a cependant pas déterminé les déficits des tronçons alluviaux sur le plan du régime hydrologique (débit résiduel, éclusées, retenues, etc.) ni sur ceux du régime de charriage (abaissement du lit et processus d'écoulement dynamiques, p. ex.) et des biocénoses.

Fig. 45 > Classes écomorphologiques²⁵, extrapolation des zones alluviales

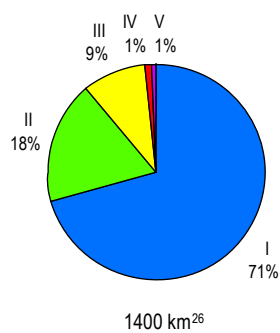


Fig. 46 > Classes écomorphologiques²⁵, extrapolation des zones alluviales par numéros d'ordre hydrographiques

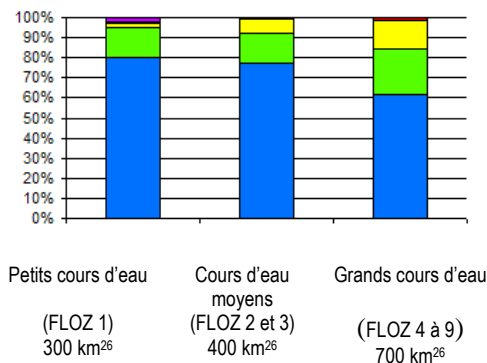


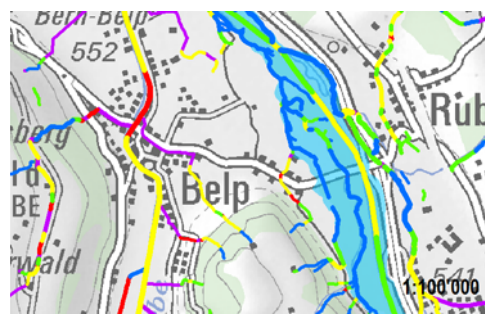
Fig. 47 > Etat²⁵ d'un grand cours d'eau en zone alluviale

Rhin antérieur très atteint dans la majeure partie de la zone alluviale d'Ogna da Pardiala.



Fig. 48 > Etat²⁵ de cours d'eau petits, moyens et très grands en zone alluviale

Aar en partie très atteinte et Giessen naturel dans la zone alluviale du Belper Giessen.



²⁴ Très grands cours d'eau (Aar, Reuss, Limmat, Rhône, Rhin): I: 49 km, 7%; II: 212 km, 29%; III: 333 km, 46%; IV: 134 km, 18%; V: 0 km.

²⁵ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état. Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

²⁶ Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près); total: 65 000 km.

L'état est bon pour 90 % des cours d'eau situés dans les zones classées à l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (IFP). Cette forte proportion s'explique par le fait qu'une grande partie des sites IFP se situe dans les Alpes, où la grande majorité des cours d'eau présente de toute manière des structures saines.

Il n'est pas possible d'évaluer ici dans quelle mesure le bon état des cours est attribuable au degré de protection des sites IFP. D'une manière générale, la définition d'une zone IFP ne vise pas en premier lieu à protéger un cours d'eau particulier, mais le caractère unique, typique ou diversifié du paysage considéré. Dans les zones inscrites à l'inventaire, la Confédération peut néanmoins faire valoir des exigences plus poussées quant à l'écomorphologie des cours d'eau.

Etat dans les zones IFP

Fig. 49 > Classes écomorphologiques²⁷, extrapolation des sites IFP

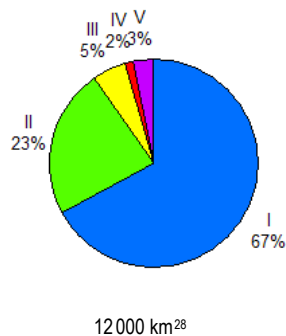


Fig. 50 > Etat écomorphologique des cours d'eau²⁷ situés dans un site IFP

L'objet IFP Lauerzersee (SZ) comporte aussi des cours d'eau mis sous terre et artificiels.



²⁷ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.

Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

²⁸ Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près); total: 65 000 km.

Après extrapolation, 84 % des cours d'eau sis dans les parcs d'importance nationale (candidats, en 2008) sont en bon état. La proportion de cours d'eau présentant un mauvais état écomorphologique varie considérablement d'un parc à l'autre. Des travaux de revitalisation du Rombach, réalisés en 2007 près de Fuldera, ont diminué de 1,5 km ses 2,2 km non naturels et réduit de 0,5 km les tronçons très atteints.

Etat des cours d'eau dans les parcs d'importance nationale

Fig. 51 > Classes écomorphologiques²⁹, extrapolation pour les parcs

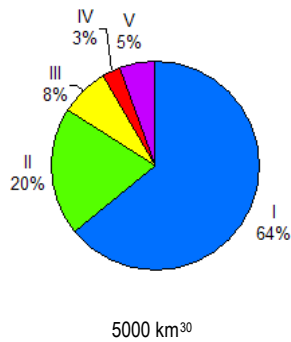


Fig. 52 > Etat écomorphologique²⁹ des cours d'eau évalués dans le Biosfera Val Müstair (2003)

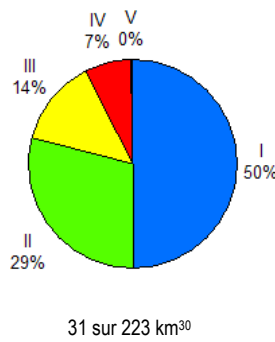
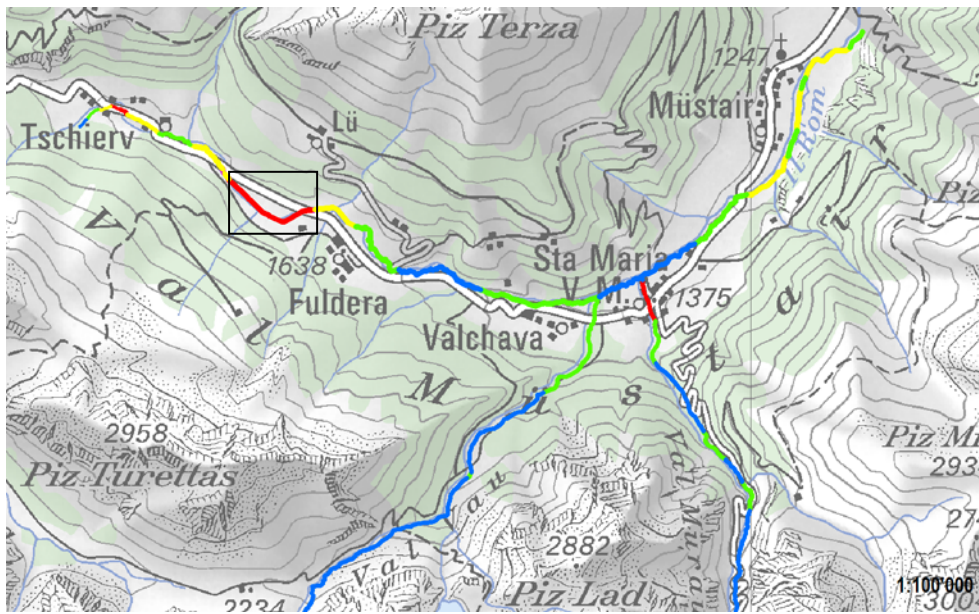


Fig. 53 > Etat écomorphologique des cours d'eau²⁹ situés dans le projet de parc Biosfera Val Müstair

Les tronçons revitalisés (vert) près de Müstair l'ont été avant l'an 2000. Le tronçon artificiel (rouge) du Rombach près de Fuldera a été renaturé en 2007 (cf. fig. 90 et 91).



²⁹ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint) : en bon état.

Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre) : en mauvais état.

³⁰ Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près); total: 65 000 km.

2.1.3 Etat écomorphologique et hiérarchie des cours d'eau

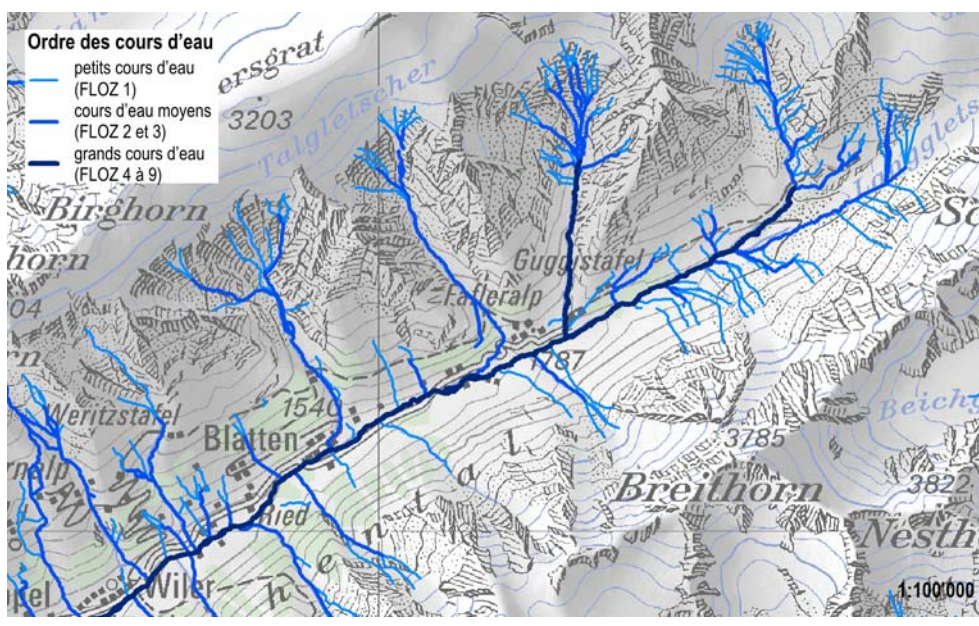
Les numéros d'ordre hydrographiques (Flussordnungszahl, FLOZ) permettent de ranger les cours d'eau dans trois catégories selon leur taille (cf. annexe A3 et fig. 54):

- > FLOZ 1: petits cours d'eau d'importance minimale ou locale dans le réseau hydrographique. Parmi les tronçons de cette catégorie, 87 % ont une largeur inférieure à 2 m (cf. annexe 3) et une très grande partie (84 %) de ces tronçons présentent un bon état écomorphologique. Il s'agit souvent de ruisseaux forestiers, de sources ou de torrents de montagne, comme dans le Lötschental.
- > FLOZ 2 et 3: cours d'eau moyens, revêtant une importance locale à régionale au sein du réseau hydrographique. Les tronçons FLOZ 2 sont issus de la confluence de deux cours d'eau FLOZ 1, et les tronçons FLOZ 3 débutent au confluent de deux tronçons FLOZ 2. Parmi les tronçons FLOZ 2 et 3, 38 % mesurent moins de 2 m de large et 51 % entre 2 et 5 m de large (cf. annexe 3). La part de cours d'eau naturels/semi-naturels ou peu atteints reste élevée dans cette catégorie intermédiaire, puisqu'elle se chiffre à 79 %.
- > FLOZ 4 à 9: grands cours d'eau d'importance régionale à suprarégionale dans le réseau hydrographique. De tous les tronçons FLOZ 4 à 9, 73 % dépassent 5 m de largeur (cf. annexe 3). Seuls 60 % des grands cours d'eau appartiennent encore aux classes «naturel/semi-naturel» et «peu atteint». L'état des très grands cours d'eau est décrit à l'annexe 2.

Hiérarchie des cours d'eau selon les numéros d'ordre hydrographiques

Fig. 54 > Exemple de réseau hydrographique utilisant la hiérarchie des numéros d'ordre

La Lonza, dans le Lötschental (VS), est un grand cours d'eau (FLOZ 5) qui revêt une importance régionale, voire suprarégionale, à l'échelle du réseau hydrographique suisse.



La proportion de cours d'eau en mauvais état est de 40 % parmi ceux de grande taille, de 21 % pour les moyens et de 16 % pour les petits. La figure 56 montre que les cours moyen et inférieur des principaux fleuves ou rivières sont souvent dégradés, tandis que leur cours supérieur et leurs affluents présentent le plus souvent un état assez bon.

Grands cours d'eau:
40 % en mauvais état

Fig. 55 > Classes écomorphologiques³¹, extrapolation par numéros d'ordre hydrographiques (FLOZ)

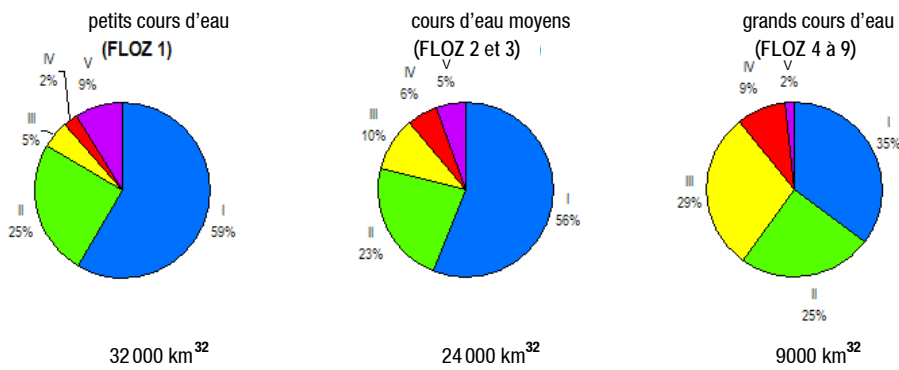
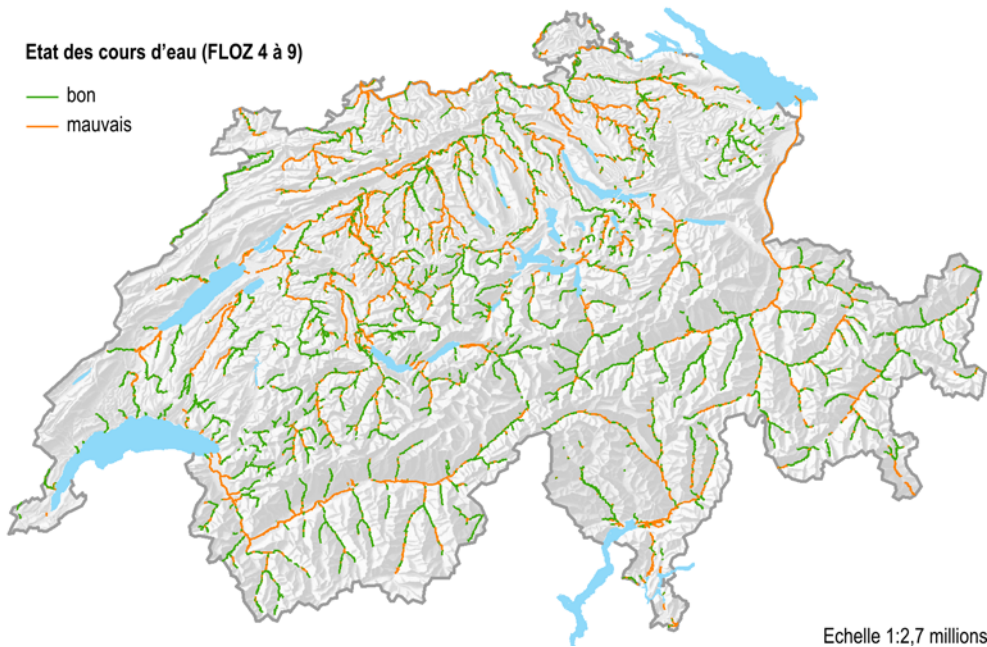


Fig. 56 > Relevés cartographiques de l'état des grands et très grands cours d'eau



³¹ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.
Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.
³² Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près); total: 65 000 km.

Pour ce qui est des cours d'eau en mauvais état, les proportions respectives de tronçons très atteints, artificiels / non naturels et mis sous terre varient selon la taille du cours d'eau: sont très atteints 29 % des grands cours d'eau, 10 % de ceux de taille moyenne et 5 % des petits cours d'eau (cf. fig. 57). De plus, sur les 5300 km de petits cours d'eau en mauvais état, 2800 km sont mis sous terre.

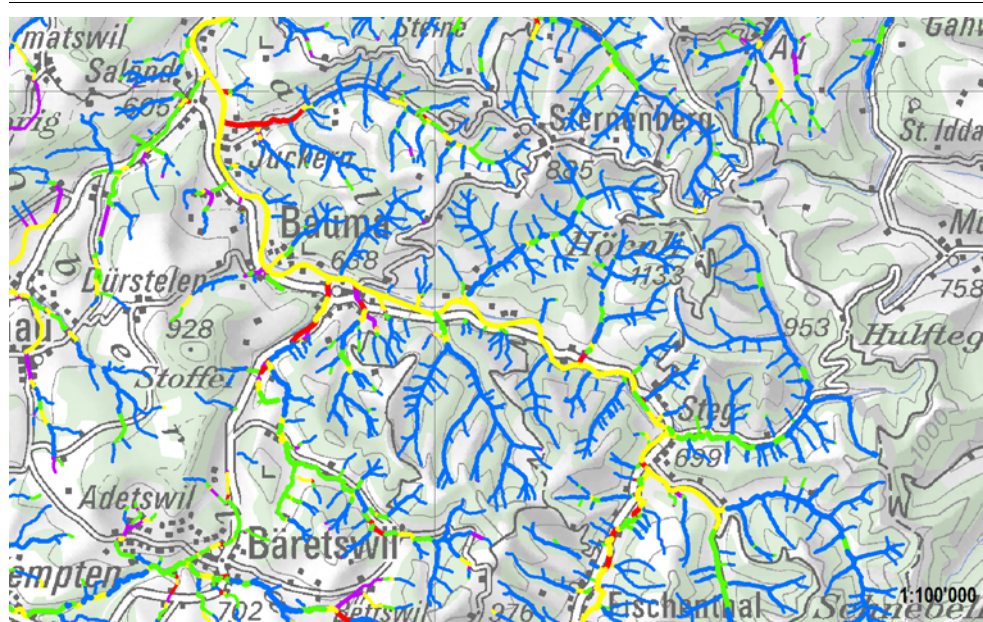
Les cours d'eau grands et larges sont rarement mis sous terre, mais présentent en revanche une forte proportion de tronçons très atteints. Comme le fond des grandes rivières est tout au plus consolidé de manière ponctuelle, ces cours d'eau sont souvent classés «très atteint» sur tout leur cours. Un tronçon «jaune» ne devient «rouge» que lorsque plus de 10 % du lit sont aménagés. La distribution des classes écomorphologiques selon les numéros d'ordre hydrographiques montre que les cours d'eau petits et étroits sont plus simples à endiguer ou à mettre sous terre que des cours d'eau plus larges. Si certains cours d'eau ont été enterrés, ce n'est pas tant par souci de garantir la protection contre les crues. Dans les zones urbanisées, leur mise sous terre résulte de la pression due au manque de place et à l'occupation du sol; dans les zones agricoles, elle est imputable à d'anciennes opérations de remembrement ou destinées à gagner du terrain.

Alors que 96 % des petits cours d'eau alpins situés à plus de 1200 m sont en bon état, la proportion tombe à 61 % sur le Plateau au-dessous de 600 m. Sur les tronçons écologiquement diversifiés et riches en espèces des cours d'eau moyens et grands qui irriguent le Plateau (< 600 m d'altitude), environ 3300 km ou 52 % sont en bon état.

Un tiers environ des grands cours d'eau sont très atteints

Fig. 57 > Exemple de corrélation entre numéros d'ordre hydrographiques et état écomorphologique

Alors que ses affluents situés en forêt (FLOZ 1) présentent un état naturel (bleu) ou peu atteint (vert), le tronçon de la Töss (FLOZ 4 à 9) à la hauteur de Bauma (ZH) est très atteint en raison de la présence de zones urbanisées, de voies de communication et de cultures agricoles (jaune).



2.1.4 Etat écomorphologique et largeur des cours d'eau

La largeur cartographiée des cours d'eau est ventilée ici en trois classes:

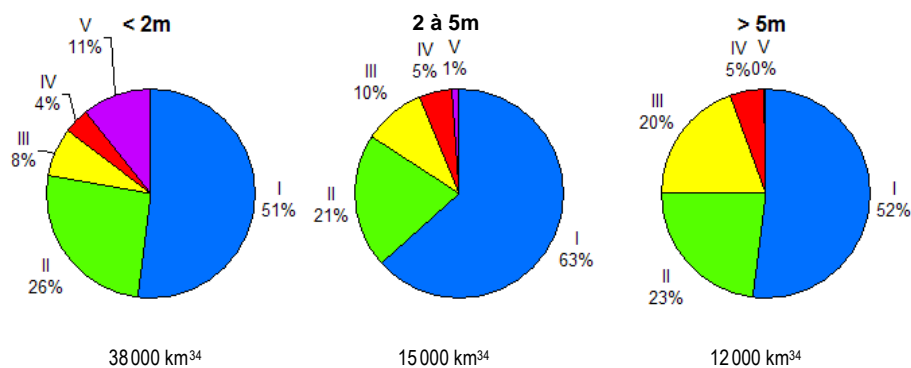
- > cours d'eau étroits, largeur < 2 m,
- > cours d'eau de 2 à 5 m de largeur,
- > cours d'eau de plus de 5 m de largeur.

Les cours d'eau étroits (jusqu'à 2 m) se trouvent en moyenne dans un meilleur état que les cours d'eau d'une certaine largeur (plus de 5 m). On compte 19 % de cours d'eau étroits dans un état insatisfaisant, la proportion se chiffrant à 16 % pour les cours d'eau de 2 à 5 m et à 25 % pour ceux qui dépassent 5 m de largeur. Les cours d'eau de largeur inférieure ou égale à 5 m représentent en tout 81 % du réseau hydrographique.

On observe une corrélation étroite entre numéros d'ordre hydrographiques (FLOZ 1, FLOZ 2 et 3) d'une part, cours d'eau de moins de 2 m et entre 2 et 5 m d'autre part: la proportion de tronçons en mauvais état est très proche dans les deux catégories. Elle diffère par contre considérablement pour ce qui est des cours d'eau à numéros d'ordre élevés (FLOZ 4 à 9: 40 %) et cours d'eau de plus de 5 m de largeur (25 %) (cf. annexe 3). L'écart pourrait s'expliquer par le grand nombre de torrents alpins en bon état dont la dynamique d'écoulement et de charriage les dote d'un lit plus large: ces cours d'eau ont en général un numéro d'ordre inférieur à celui de ruisseaux du Plateau présentant la même largeur.

Relevé de la largeur
des cours d'eau

Fig. 58 > Classes écomorphologiques³³, extrapolation selon la largeur des cours d'eau



³³ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.

Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

³⁴ Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près); total: 65 000 km.

2.1.5 Ouvrages transversaux et connectivité longitudinale

Les ouvrages transversaux (seuils, centrales au fil de l'eau, barrages, etc.) compromettent gravement les fonctions écologiques des cours d'eau, car ils empêchent les organismes aquatiques de se déplacer d'amont en aval et inversement. Or ces migrations sont vitales pour la reproduction de nombreuses espèces de poissons. La plupart des poissons ne parviennent pas à franchir un obstacle de 50 cm de hauteur, et même un seuil de 20 cm suffit pour arrêter certaines espèces. Ce cloisonnement des habitats constitue un handicap important même pour les espèces non migratrices, dans la mesure où elle empêche la dissémination et le mélange des individus. Des peuplements trop petits et isolés sont en effet condamnés à plus ou moins long terme. Les ouvrages transversaux influencent également le charriage en piégeant les sédiments ou en réduisant la vitesse d'écoulement entre les seuils. Le lit des tronçons en aval risque alors de subir une érosion accrue imputable au déficit en matériaux charriés. La dynamique de sédimentation s'en trouve également diminuée (OFEFP 1998, Notter et al. 2007).

Les poissons laissés pour compte

Les grands cours d'eau ont souvent été rectifiés et leur lit abaissé. Sur un tracé rectiligne, la vitesse d'écoulement tend à s'accroître, ce qui risque d'accroître l'érosion du lit. Ce phénomène peut engendrer une différence de niveau de plusieurs mètres avec les affluents. Les zones d'embouchure sont pourtant vitales pour les poissons, car elles ouvrent l'accès vers les frayères et que, par rapport au cours d'eau principal, l'eau y est souvent plus chaude et moins trouble à la fonte des neiges. Des seuils élevés à l'embouchure rendent souvent les affluents inaccessibles pour les organismes aquatiques (Notter et al. 2006). C'est pourquoi la méthode Ecomorphologie – niveau C accorde une grande importance aux embouchures des cours d'eau.

Affluents inaccessibles

On subdivise les obstacles présents dans les cours d'eau en deux catégories: les ouvrages (digue, passage couvert, pont, etc.) et les seuils artificiels (cf. tab. 4). L'extrapolation a montré qu'il existe 101 000 obstacles artificiels présentant une hauteur de chute supérieure à 50 cm, hauteur qui entrave la migration des poissons. Très élevé, ce nombre implique qu'il y a en moyenne 1,6 obstacle par kilomètre du réseau hydrographique. Ces obstacles ne se répartissent toutefois pas de façon régulière sur l'ensemble du réseau:

Quelque 9000 obstacles interrompent les grandes artères du réseau hydrographique

- > Sur le Plateau, on dénombre 2,5 obstacles par kilomètre de cours d'eau, donc davantage que dans le Jura ou les Alpes. Certains cantons ont cependant compté les seuils échelonnés sur une courte distance («en escalier») comme un seul objet, en indiquant la plus grande hauteur de chute. De plus, les relevés des zones escarpées sont incomplets. D'autres cantons n'ont pas répertorié de seuils échelonnés.
- > Environ 9000 obstacles, soit 1,0 par kilomètre, interrompent les principaux cours d'eau du réseau (FLOZ 4 à 9), tandis que l'on compte 41 000 seuils et ouvrages, soit 1,7 par kilomètre, sur les tronçons d'importance secondaire (FLOZ 2 et 3).
- > C'est entre 600 et 1200 m d'altitude que l'on observe le plus d'obstacles, à savoir 2,5 par kilomètre de cours d'eau.

Tab. 4 > Nombres extrapolés de seuils artificiels et d'ouvrages \geq 50 cm

	Seuils artificiels	Ouvrages	Obstacles	Obstacles / km
Suisse	91 990	8 841	100 831	1,6
Jura	4 305	676	4 987	1,6
Plateau	34 478	3 127	37 605	2,5
Alpes	53 207	5 038	58 245	1,3
FLOZ 1	46 730	3 917	50 647	1,6
FLOZ 2 et 3	37 842	3 378	41 220	1,7
FLOZ 4 à 9	7 419	1 546	8 965	1,0
Moins de 600 m	27 392	3 535	30 927	2,0
600–1200 m	51 356	3 888	55 244	2,5
1200–2000 m	12 716	1 071	13 787	0,8
Plus de 2000 m	527	347	874	0,1
Zones urbanisées	5 877	1 268	7 145	2,0
Zones agricoles ³⁵	19 244	2 770	22 014	1,4
Autre territoire ³⁶	67 385	4 687	72 072	1,6

2.2 Espace réservé aux cours d'eau

2.2.1 Besoin d'espace satisfait et non satisfait

La pression exercée par les agglomérations, les voies de communication, l'économie et l'agriculture a rétréci l'espace réservé à nos cours d'eau. Leur imposer des limites trop étroites et des aménagements trop rigides ne sert pourtant à rien pour dompter les flots. Une utilisation excessive de l'espace gagné multiplie les risques de gros dégâts en cas de crue et d'autres dommages écologiques. Selon les *Idées directrices – Cours d'eau suisses* (OFEFP, OFEG, OFAG, ODT 2003), il convient de laisser aux cours d'eau un espace suffisant pour servir de protection contre les crues et préserver leurs fonctions naturelles (cf. aussi art. 21 de l'ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau).

Cours d'eau sous pression:
37 % manquent d'espace

Extrapolé en hectares (abstraction faite de la largeur du lit et des très grands cours d'eau), l'espace réservé aux cours d'eau suisses se présente comme suit (cf. ch. 3.1):

- > Le besoin d'espace (pour les deux rives) totalise 86 000 ha.
- > L'espace réservé aux cours d'eau représente 64 000 ha ou 75 % de l'espace nécessaire, dont 91 % sont typiques d'un cours d'eau, 6 % non typiques d'un cours d'eau, 1 % artificiel et 2 % indéterminés.
- > L'espace manquant³⁷ atteint 22 000 ha ou 25 %.

³⁵ Définition de «zones agricoles»: cf. annexe 3.

³⁶ Définition de «autre territoire»: cf. annexe 3.

Voici dans quelle mesure le besoin d'espace est satisfait:

- > 58 % du réseau ou 38 000 km: besoin satisfait sur les deux rives (vert),
- > 8 % du réseau ou 5 000 km: besoin satisfait sur une rive (jaune),
- > 7 % du réseau ou 4 000 km: besoin escamoté par mise sous terre (orange),
- > 22 % du réseau ou 14 000 km: besoin non satisfait sur les deux rives (rouge),
- > 5 % ou 3 000 km: besoin non déterminé (gris).

Globalement, l'espace dont disposent les cours d'eau est satisfaisant sur 58 % et insatisfaisant sur 37 %³⁸ du réseau; il n'a pas été déterminé pour 5 % des tronçons.

Fig. 59 > Evaluation par extrapolation du besoin d'espace (tronçons de cours d'eau)³⁹

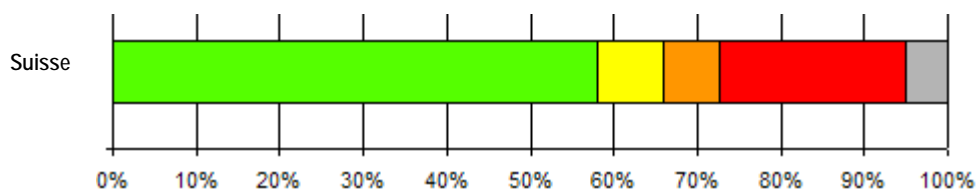
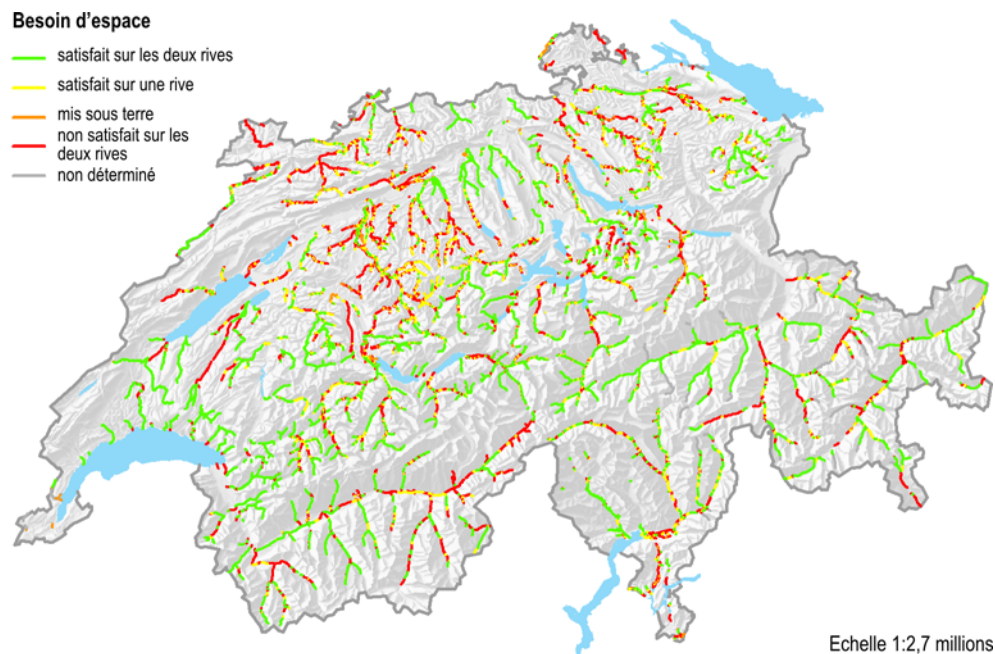


Fig. 60 > Satisfaction du besoin d'espace des grands cours d'eau cartographiés



³⁷ L'espace nécessaire à un cours d'eau dépend de la largeur du lit et de sa variabilité. La différence entre largeur actuelle et largeur nécessaire a été déterminée et extrapolée sur la base des relevés effectués tronçon par tronçon et pour les deux rives.

³⁸ Sur les tronçons cartographiés, 55 % souffrent d'un manque d'espace. Après extrapolation à l'ensemble du réseau hydrographique suisse, on compte 37 % de cours d'eau en mauvais état. Cette différence s'explique par le faible taux de relevés dans les Alpes, alors que 47 000 des 65 000 km du réseau se trouvent en zone alpine. On y a cartographié 11 000 km, dont 3400 km sont en mauvais état. Après extrapolation, il apparaît que 31 % ou 14 434 km des cours d'eau alpins ne disposent pas de tout l'espace dont ils auraient besoin.

³⁹ Besoin d'espace: vert = satisfait sur les deux rives, jaune = satisfait sur une rive, orange = tronçon mis sous terre, rouge = non satisfait sur les deux rives, gris = non déterminé.

2.2.2 Pression engendrée par les activités humaines et manque d'espace

La situation en termes d'espace réservé aux cours d'eau⁴⁰ (comptée en km de tronçons) correspond largement au bilan de l'état écomorphologique et varie selon la région, l'altitude, la déclivité et le type d'utilisation du terrain:

Grands déficits dans le Jura, sur le Plateau et dans les grandes vallées alpines

- > La proportion de tronçons souffrant d'un manque d'espace est plus forte dans le Jura (60 %) que sur le Plateau (51 %), et elle se chiffre à 31 % dans les Alpes. Comme dans le cas de l'état écomorphologique, l'utilisation des sols exerce une très forte pression sur l'espace des cours qui irriguent le fond des vallées alpines.
- > Si l'on considère les classes d'altitude, c'est au-dessous de 600 m que l'on observe le manque d'espace de loin le plus flagrant.
- > Dans les zones urbanisées (VECTOR25, cf. annexe 3), 88 % des tronçons sont à l'étroit. C'est justement dans ces zones – où le besoin de se protéger contre les crues est maximal, où les dégâts potentiels sont les plus grands et où les loisirs de proximité engendrent des attentes considérables – que les cours d'eau manquent le plus de place pour remplir utilement leurs multiples fonctions.
- > Dans les régions agricoles (limites de zones agricoles selon VECTOR25, cf. annexe 3), 75 % des ruisseaux souffrent d'un manque d'espace sur une ou sur les deux rives, voire ont été mis sous terre. Leur proportion tombe à 18 % dans les zones boisées et sur le reste du territoire.
- > Le canton d'Argovie a examiné la situation qui règne sur les terres assolées⁴¹. Sur les 1591 km de cours d'eau situés dans les zones agricoles de ce canton, 295 km (21 %) traversent des terres assolées et 156 km manquent d'espace.

Fig. 61 > Evaluation de l'espace réservé aux cours d'eau⁴², extrapolation par régions biogéographiques

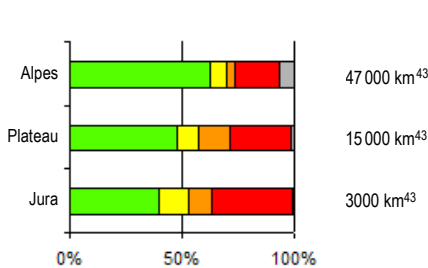


Fig. 62 > Evaluation de l'espace réservé aux cours d'eau⁴², extrapolation selon l'altitude

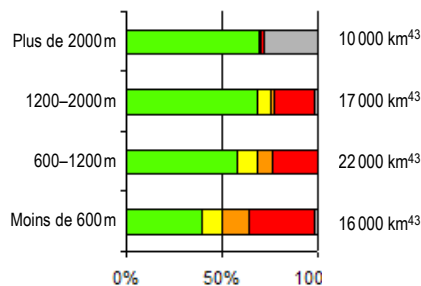
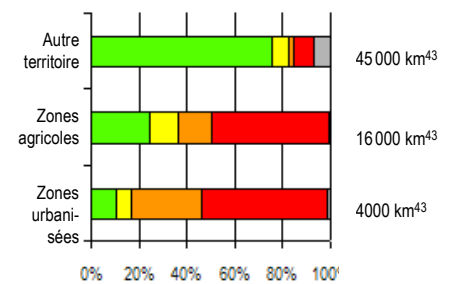


Fig. 63 > Evaluation de l'espace réservé aux cours d'eau⁴², extrapolation selon l'utilisation du sol



⁴⁰ Après extrapolation à l'ensemble du réseau hydrographique suisse, on compte 37 % ou 23 000 km de cours d'eau dont les rives sont en mauvais état. Si l'on détermine et extrapole la différence entre largeur actuelle et largeur nécessaire sur la base des relevés effectués tronçon par tronçon et pour les deux rives, l'espace manquant se chiffre à 22 000 ha, soit 25 % du besoin total d'espace.

⁴¹ Le calcul se fonde sur les données «terres assolées» du système argovien d'information géographique (AGIS).

⁴² Besoin d'espace: vert = satisfait sur les deux rives, jaune = satisfait sur une rive, orange = tronçon mis sous terre, rouge = non satisfait sur les deux rives, gris = non déterminé.

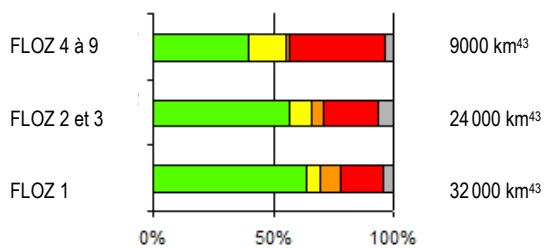
⁴³ Longueur calculée selon le modèle numérique VECTOR25-GWN (arrondie à 1000 km près); total: 65 000 km

2.2.3 Manque d'espace et hiérarchie des cours d'eau

La proportion de tronçons disposant d'un espace suffisant et de zones riveraines adéquates (sur les deux rives, vert) diminue avec l'accroissement de la taille du cours d'eau considéré: elle passe de 64 % pour les ruisseaux à 39 % pour les grandes rivières. Sur les 32 000 km de petits cours d'eau, environ 10 000 km manquent d'espace.

Fig. 64 > Evaluation de l'espace réservé aux cours d'eau⁴², extrapolation par numéros d'ordre hydrographiques

Besoin d'espace



3 > Revitalisation

Nombre de cours d'eau manquent d'espace pour être à même de remplir leurs fonctions écologiques et hydrologiques. On peut estimer la nécessité de redonner des structures naturelles (revitalisation) à des cours d'eau aménagés et les coûts que cela implique en se référant aux données existantes et aux objectifs formulés dans le cadre de la nouvelle péréquation financière.

3.1 Manque d'espace

En vertu de l'art. 21 de l'ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau (OACE), il appartient aux cantons de déterminer l'espace minimal des cours d'eau nécessaire à la protection contre les crues et à la préservation des fonctions écologiques. Les cantons tiennent compte des zones dangereuses et des besoins d'espace dans leurs plans directeurs et dans leurs plans d'affectation ainsi que dans d'autres activités ayant des effets sur l'organisation du territoire.

Base légale:
art. 21 OACE

L'espace minimum à réserver aux cours d'eau est notamment défini dans le dépliant *Réserver de l'espace pour les cours d'eau* (OFEG, OFEFP, ARE 2000) et dans la brochure *Idées directrices – Cours d'eau suisses* (OFEFP, OFEG, OFAG, ARE 2003). La méthode Ecomorphologie – niveau R utilise l'abaque (ou courbe de référence) servant à déterminer la «largeur des rives garantissant la protection contre les crues et le maintien des fonctions écologiques» selon la directive *Protection contre les crues des cours d'eau* (OFEG 2001). Cette largeur peut varier de 5 à 15 m de part et d'autre du lit; elle dépend de la largeur de celui-ci et de la variabilité de la largeur du lit mouillé. On détermine l'espace manquant en multipliant la longueur du tronçon par la différence entre largeur mesurée et largeur voulue de la zone riveraine. L'extrapolation du manque d'espace à l'ensemble du territoire suisse se fait selon le même principe que pour les classes écomorphologiques. Le besoin d'espace calculé ici (surface du lit non comprise) correspond aux exigences minimales, à savoir une rive large de 15 m au maximum de chaque côté. Dans les sites prioritaires de la protection de la nature, les réserves cantonales ou les zones alluviales d'importance nationale dont il s'agit de favoriser la dynamique propre, l'espace à prévoir doit atteindre cinq à six fois la largeur du lit naturel (zone de divagation) pour permettre la formation de méandres et de ramifications.

Manque d'espace: calcul par extrapolation

Extrapolé à l'ensemble du pays, le manque d'espace (sans le lit proprement dit⁴⁴ ni l'espace des très grands cours d'eau) se chiffre à 22 000 ha. Cela représente 0,5 % du

⁴⁴ Le besoin d'espace d'un cours d'eau comprend le chenal (largeur du lit) additionné des deux rives (zone riveraine). En général, les travaux de correction et d'aménagement aboutissant à la canalisation d'un ruisseau ont réduit son lit de moitié et restreint la variabilité de la largeur de son lit mouillé. Les cours d'eau dont cette variabilité est nulle devraient disposer d'un espace deux fois plus large et ceux dont la variabilité est restreinte d'un espace plus large de 50 % (Niederhauser 2000).

territoire suisse ou nettement plus que la superficie du canton d'Appenzell Rhodes-Intérieures (17 000 ha). Les surfaces à restituer aux cours d'eau ne sont pas réparties de façon régulière:

- > Rapporté aux classes écomorphologiques, le manque d'espace représente le total considérable de 14 000 ha pour les tronçons mis sous terre, artificiels ou très atteints. Mais les tronçons peu atteints sont aussi à l'étroit, avec un déficit qui totalise pas moins de 7 000 ha.
- > Il manque 7 000 ha aux cours d'eau du Plateau et environ 9 000 ha à ceux du territoire suisse situé à moins de 600 m d'altitude, pour qu'ils puissent remplir pleinement leurs fonctions.
- > Les rives de plus de la moitié des cours d'eau situés en zone agricole (limites de zones agricoles selon VECTOR25, cf. annexe 3) sont exploitées de façon trop intensive ou comportent une végétation non typique. Le déficit en zones riveraines le long de cours d'eau irriguant des terres cultivées atteint quelque 11 000 ha, soit 1 % de la superficie totale des terres agricoles (cf. tab. 6).
- > Bien que les grands cours d'eau (FLOZ 4 à 9) ne représentent que 14 % du réseau hydrographique suisse, leur déficit atteint 7 000 ha, soit un tiers de l'espace manquant.

Tab. 5 > Manque d'espace: tableau synoptique (sans le lit des cours d'eau)

	I ha	II ha	III ha	IV ha	V ha	Total ha	Manque d'espace %	Besoin d'espace ⁴⁵ ha
Suisse	534	7 362	6 474	3 354	4 020	21 744	25 ⁴⁶	85 489
Jura	42	570	569	355	317	1 852	45	4 137
Plateau	135	1 509	2 063	1 259	1 959	6 925	37	18 747
Alpes	357	5 284	3 842	1 740	1 744	12 967	21	62 605
FLOZ ⁴⁷ 1	173	3 297	1 103	672	2 660	7 904	23	34 293
FLOZ ⁴⁷ 2 et 3	194	2 403	1 657	1 299	1 204	6 757	22	30 415
FLOZ ⁴⁷ 4 à 9	167	1 662	3 715	1 383	156	7 083	34	20 781
Moins de 600 m	156	1 801	3 213	1 970	2 128	9 267	43	21 486
600–1200 m	216	2 529	2 392	1 095	1 588	7 820	28	28 168
1200–2000 m	150	2 867	852	254	301	4 424	20	22 552
Plus de 2000 m	12	165	18	35	3	233	2	13 282
Z. urbanisées	10	336	1 253	1 122	993	3 713	73	5 103
Z. agricoles	171	3 412	3 910	1 695	2 143	11 331	51	22 068
Autre territoire	353	3 290	943	402	687	5 675	10	58 199

⁴⁵ Besoin d'espace: espace existant plus espace manquant (dans les deux zones riveraines, sans le lit du cours d'eau).

⁴⁶ Après extrapolation à l'ensemble du réseau hydrographique suisse, on compte 37 % ou 23 000 km de cours d'eau dont les rives sont en mauvais état. Si l'on détermine et extrapole la différence entre largeur actuelle et largeur nécessaire sur la base des relevés effectués tronçon par tronçon et pour les deux rives, l'espace manquant se chiffre à 22 000 ha ou 25 % de la surface dont les cours d'eau ont globalement besoin.

⁴⁷ Numéros d'ordre des cours d'eau (FLOZ), cf. annexe 3.

En zone agricole, les prairies extensives ou surfaces de compensation écologique qui longent des cours d'eau bordés de cordons boisés ne sont pas prises en considération pour des raisons techniques. Il convient de déduire ces terrains (dont la surface est inconnue) du déficit spatial déterminé. Celui-ci se chiffre à 7748 ha pour les cours d'eau très atteints, artificiels ou mis sous terre qui irriguent des terres cultivées. Avec les 3583 ha qui font défaut aux tronçons naturels ou peu atteints, cela représente une proportion considérable (51 %) de la longueur totale des cours d'eau aux rives trop étroites. Selon l'OFEV et l'OFAG (2008), l'agriculture devra assumer une grande responsabilité en matière de revitalisation des cours d'eau. Des surfaces herbagères extensives ou des plantations boisées préservées sur les rives d'un cours d'eau pourraient par exemple être indemnisées au titre de surfaces de compensation écologique. Les terres cultivées recèlent à l'évidence un potentiel de revitalisation beaucoup plus grand que les zones d'habitation, où une telle opération s'avère incomparablement plus onéreuse, quand les bâtiments qui bordent le cours d'eau ne la rendent pas impossible.

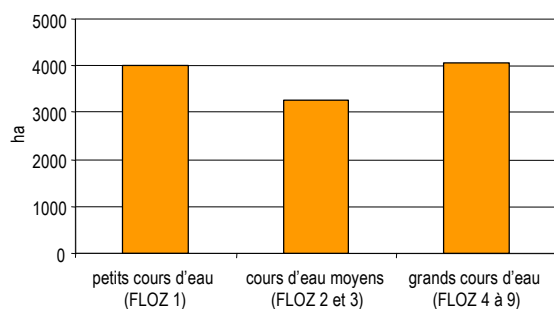
Terrains cultivés: un potentiel énorme pour les renaturations

Le manque d'espace des cours d'eau en zone agricole se monte à 11 000 ha, soit 1 % de la surface agricole suisse (cf. tab. 6). La fig. 65 n'inclut pas la surface du lit des cours d'eau plus ou moins corsetés, ni l'espace qui fait défaut le long des très grands cours d'eau.

Tab. 6 > Espace des cours d'eau situés en zone agricole

Zones agricoles ⁴⁸	Jura		Plateau		Alpes		Suisse	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Surface agricole totale	175 278	100	589 006	100	390 799	100	1,16 mio.	100
Besoin total d'espace (sur les deux rives)	1 961	1,1	8 250	1,4	11 858	3,0	22 068	1,9
Espace disponible	847	0,5	3 816	0,6	6 075	1,6	10 737	0,9
Déficit d'espace	1 114	0,6	4 433	0,8	5 784	1,5	11 331	1,0

Fig. 65 > Manque d'espace réservé aux cours d'eau en zone agricole, selon l'ordre hydrographique



⁴⁸ La surface agricole se calcule sur la base de VECTOR25 et des limites de zones agricoles, cf. annexe 3.

3.2 Revitalisation: potentiel et besoins

Les explications spécifiques à la convention-programme RPT dans le domaine de la revitalisation des cours d'eau (OFEV 2008) prescrivent que toute mesure de revitalisation doit viser à améliorer l'état écomorphologique d'un tronçon pour qu'il se range au moins dans la classe II (peu atteint). Les extrapolations montrent que le réseau hydrographique suisse compte (sans les plus grands cours d'eau) environ 14 000 km de tronçons appartenant aux classes III, IV et mis sous terre, donc à revitaliser. Cet ensemble correspond ainsi au potentiel de revitalisation écomorphologique

L'affectation des terrains bordant le cours d'eau et d'autres facteurs empêchent cependant d'exploiter entièrement le potentiel théorique de rétablissement des structures naturelles. Il n'est pas toujours possible ou judicieux d'améliorer les structures longeant les cours d'eau à entière satisfaction: force est de prévoir une forte proportion de tronçons non revitalisables dans les zones d'habitation par exemple. Selon les données figurant dans le *Bachkonzept* de la Ville de Zurich (ERZ 2003), on peut raisonnablement estimer que seuls 30 % des cours d'eau situés en territoire urbain sont susceptibles d'être renaturés; ce qui ramène le potentiel de revitalisation en zone urbanisée de 2680 à 804 km.

Les tronçons à forte déclivité se trouvent souvent en dehors des zones urbanisées. Ils comportent des ouvrages de protection lorsque les conditions géologiques rendent le terrain avoisinant vulnérable à l'érosion, ce qui nécessite des travaux de stabilisation. Ces ouvrages protègent également le territoire situé en aval contre les effets possibles des crues. Par ailleurs, on ne rencontre guère ou pas du tout de poissons dans les tronçons à forte déclivité, même à l'état naturel. Selon des études scientifiques, la truite peut s'accommoder d'une pente de 10 à 15 % au maximum (Huet 1949, Peter 1986). Même si les poissons ne sont pas les seuls animaux à vivre dans les eaux courantes, les tronçons très raides sont de ce fait moins intéressants que les autres sur le plan écologique. Ces considérations conduisent à exclure des revitalisations potentielles les tronçons de classes III et IV dont la déclivité dépasse 15 %, soit 1929 km en tout. De même, le potentiel théorique en dehors des zones d'habitation et en présence de déclivités faibles à moyennes (jusqu'à 15 %) n'est pas entièrement exploitable: il faudra par exemple maintenir les ouvrages qui stabilisent des talus routiers ou ferroviaires. Des chiffres précis faisant défaut, les tronçons concernés restent inclus dans le potentiel de revitalisation.

A partir du potentiel identifié et des restrictions imposées par des situations particulières, on peut déterminer comme suit la nécessité de rétablir des structures proches de l'état naturel dans les tronçons de petits, moyens et grands cours d'eau qui ont fait l'objet d'aménagements hydrauliques (besoin de revitalisation):

Les tronçons des classes III et IV et ceux mis sous terre recèlent le plus grand potentiel de revitalisation

Potentiel restreint dans les zones d'habitation et les régions escarpées

Détermination du besoin de revitalisation

Tab. 7 > Besoin de revitalisation des cours d'eau

Le potentiel de revitalisation correspond au total extrapolé des classes écomorphologiques III et IV, plus les tronçons mis sous terre, à l'exclusion des très grands cours d'eau.

	Petits ruisseaux FLOZ 1 [km]	Ruisseaux moyens FLOZ 2 et 3 [km]	Grands cours d'eau FLOZ 4 à 9 [km]	Total [km]
Potentiel de revitalisation (toute la Suisse)	5 328	4 965	3 635	13 928
- Tronçons présentant une pente > 15 % (mis sous terre non compris)	775	447	35	1 257
- Part de tronçons non revitalisables en zone urbanisée (70 % des tronçons en zone urbanisée avec une pente < 15 %)	470	812	594	1 876
= Besoin de revitalisation (toute la Suisse)	4 083	3 706	3 006	10 795

Parallèlement aux mesures destinées à préserver l'espace des cours d'eau et à enrichir la diversité structurelle de leur tracé, l'assainissement des seuils artificiels apporte beaucoup au processus de revitalisation: il permet d'améliorer la connectivité longitudinale et latérale. Selon l'espèce, des seuils de 20 à 50 cm de hauteur constituent un obstacle infranchissable pour les poissons. Pour assainir les seuils, on peut élargir le cours d'eau, aménager des rampes rugueuses ou construire des chenaux de contournement, qui permettent de restaurer un milieu accueillant pour les poissons et les écrevisses, si possible jusqu'au premier obstacle naturel insurmontable.

Pour ce qui est des obstacles artificiels, le potentiel de revitalisation correspond au nombre extrapolé de seuils artificiels et d'ouvrages dont la hauteur dépasse 50 cm. Il n'inclut pas les obstacles situés dans des tronçons dont la déclivité dépasse 15 %, ni 70 % des obstacles artificiels situés en zone urbanisée. On estime à 50 000 le nombre de seuils artificiels et d'ouvrages de protection qui requièrent un assainissement.

A l'échelle du pays, les tronçons à revitaliser totalisent quelque 10 800 km, soit 16 % du réseau hydrographique suisse tel qu'il a été établi à l'échelle 1 : 25 000. Ce total ne comprend toutefois pas le besoin de revitalisation des très grands cours d'eau. Ainsi, près de 12 % des petits cours d'eau, plus de 14 % des cours d'eau moyens et environ 35 % des grands cours d'eau présentent un besoin de revitalisation. Des mesures devront en outre être prises pour éliminer quelque 50 000 obstacles artificiels. Si l'on suppose une cadence moyenne de renaturation de 100 km par an (ce qui est optimiste), il faudrait 110 ans pour satisfaire entièrement le besoin de revitalisation. Ce petit calcul suffit à illustrer toute l'ampleur du projet et le temps nécessaire pour le mener à bien. L'élaboration de programmes de revitalisation à long terme, basés sur des priorités communales, cantonales et régionales préalablement définies, permettra de fixer une marche à suivre optimale pour la revitalisation de chaque élément du réseau hydrographique.

Amélioration potentielle de la connectivité par assainissement des seuils

Fig. 66 > Etat de l'Emme avant revitalisation

Erosion du lit et seuil infranchissable de l'Emme près d'Utzenstorf (BE).

**Fig. 67 > L'Emme élargie**

Revitalisation par élimination du seuil et élargissement du cours d'eau.

**Fig. 68 > Le Flaz avant revitalisation**

La protection contre les crues du Flaz au-dessus de Samedan (GR) n'est plus assurée.

**Fig. 69 > Le Flaz revitalisé**

Protection contre les crues et revitalisation combinées avec un nouveau tracé du Flaz.

**Fig. 70 > La Thur avant revitalisation**

Tronçon très atteint de la Thur près de Niederneunforn (TG/ZH).

**Fig. 71 > La Thur élargie**

Thur revitalisée. La figure 72 en présente le suivi écomorphologique.



3.3 Estimation des coûts

Le coût des opérations de revitalisation varie considérablement selon la situation de départ et l'objectif à atteindre. Une analyse de l'OFEV (Notter et al. 2006) portant sur 147 projets «purement écologiques» d'aménagement de cours d'eau indique une fourchette allant de 25 à 2800 francs par mètre courant. Le programme d'aménagement du canton de Soleure (AFU 2007) estime à 1000 francs par mètre courant les coûts de réalisation pour des ruisseaux de largeur inférieure à 3 m et à 10000 francs l'assainissement d'un seuil (jusqu'à 60 cm de hauteur). L'étude de l'OFEV signale que les travaux de ce genre sur les cours d'eau allant jusqu'à 5 m de largeur ont coûté entre 3200 et 359000 francs l'unité. Selon le Fonds pour la régénération des eaux du canton de Berne, il faut compter en moyenne 1250 francs pour revitaliser un mètre de cours d'eau⁴⁹. Le coût par mètre courant varie énormément d'un projet à l'autre. Une étude interne de l'OFEV (Rüfenacht 2008) indique que ce coût unitaire dépend beaucoup plus de la longueur des tronçons revitalisés que de leur largeur: il diminue sensiblement selon que le tronçon à revitaliser est long.

Coût de la revitalisation:
une grande variabilité

L'estimation des coûts à prévoir pour les opérations de revitalisation se base sur un prix moyen de 1250 francs par mètre courant de tronçon à revitaliser, tandis que l'assainissement des seuils artificiels devrait se monter à 10000 francs l'unité. Les calculs englobent la totalité des besoins et du potentiel existants, sans ordre de priorités ni considérations d'aucune sorte sur le rapport coût-efficacité.

Revitalisation:
estimation des coûts moyens

Tab. 8 > Estimation des coûts de revitalisation

	Besoin de revitalisation	Coûts estimés (en millions de CHF)	Base de l'estimation
Besoin de revitalisation	10 800 km	13 500	CHF 1 250 / m courant
Assainissement des obstacles artificiels ≥ 50 cm	50 000 unités	500	CHF 10 000 / unité
Coût total		14 000	

Le coût de la satisfaction complète du besoin de revitalisation devrait très approximativement se monter à 14 milliards de francs. Dans l'hypothèse où l'on revitaliserait en moyenne 100 km de cours d'eau par an sur l'ensemble du pays, il faudrait compter 110 ans pour mener le projet à terme et il en coûterait un peu plus de 127 millions de francs par an, soit 2,1‰ du budget 2009 de la Confédération. Rappelons toutefois que ces chiffres n'incluent pas les frais de revitalisation des très grands cours d'eau. L'ampleur de la tâche montre qu'il sera indispensable de définir des priorités et d'échelonner les projets de façon aussi optimale que possible, tant pour les cours d'eau eux-mêmes que du point de vue de la population.

⁴⁹ Cf: www.cercleau.ch (19.2.2009).

4 > Tenue à jour

L'état écomorphologique des cours d'eau n'est pas statique; il évolue par à-coups ou petit à petit sous l'effet de processus naturels (dynamique des eaux, crues, dégradation d'aménagements, etc.) et d'interventions humaines (travaux de protection contre les crues, revitalisations, remises à ciel ouvert, etc.). De ce fait, les informations enregistrées à un moment donné perdent de leur pertinence avec le temps. Il est donc logique et important de réévaluer les tronçons qui ont fait l'objet d'une revitalisation ou d'autres interventions ayant modifié l'état écomorphologique du cours d'eau et de ses rives. La comparaison entre le premier relevé et la mise à jour cartographique permet de vérifier très simplement si les objectifs écomorphologiques de chaque projet ont été atteints.

4.1 Actualisation des données: chance et nécessité

Ce sont les services fédéraux, cantonaux et communaux de divers secteurs (aménagement du territoire, aménagement des cours d'eau, pêche, protection de la nature et des eaux, agriculture, etc.) qui utilisent les données écomorphologiques comme base de référence. Confédération et cantons recourent désormais de façon explicite aux données de la méthode Ecomorphologie – niveau R pour divers projets de planification et de financement, par exemple dans les cadres suivants:

Qui a besoin de données actualisées?

- > réforme de la péréquation financière et de la répartition des tâches entre la Confédération et les cantons (RPT): convention-programme dans le domaine de la revitalisation des cours d'eau et de la protection contre les crues;
- > réseau suisse d'observation de l'environnement (RSO): état des cours d'eau et des lacs;
- > observation du paysage suisse (OPS): relevé du paramètre «écomorphologie des cours d'eau»;
- > monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD): on envisage d'adopter le relevé de l'écomorphologie des cours d'eau en tant qu'indicateur E12 «longueur des tronçons de cours d'eau perturbés».

Dans ces domaines, on a besoin de données sur la situation initiale, telles des analyses de carences écologiques, pour concevoir des projets de revitalisation (RPT). Avec le temps, des données mises à jour seront de plus en plus demandées (afin d'assurer, par exemple, le renouvellement périodique d'une base de données pertinentes et cohérentes à l'échelle du pays pour l'observation de l'environnement (RSO)). A terme, une actualisation régulière des données deviendra donc indispensable.

Fig. 72 > Suivi de la 2^e correction de la Thur: contrôle des résultats

Selon la vérification des résultats (Stutz 2008), les mesures de valorisation mises en œuvre sur une portion de 10,5 km de la Thur, entre Frauenfeld (TG) et Niederneunforn (ZH), ont réduit la proportion de tronçons très atteints (en jaune) de 90 à 36 % et celle des tronçons peu atteints (en vert) de 10 à 54 %, un tronçon (10 %) ayant même retrouvé un état naturel (cf. fig. 70 et 71). Echelle 1 : 100 000



4.2 Mises à jour déjà effectuées

Deux cantons au moins ont déjà procédé à des mises à jour de leurs données. Dans le canton de Zurich, deux bassins versants partiels ont fait l'objet d'un nouveau relevé systématique, notamment dans le but de vérifier la qualité des données existantes. Le canton de Berne a quant à lui opté pour une solution pragmatique: la mise à jour des données intervient en marge de projets concrets et sert à recenser les modifications engendrées par la réalisation de travaux d'aménagement des eaux.

Pour contrôler la vraisemblance des données existantes et consigner les revitalisations effectuées sur quelque 400 km de cours d'eau dans les bassins versants du Fischbach et du Greifensee, on y a cartographié une seconde fois 336 km de tronçons à l'aide de la méthode Ecomorphologie – niveau R. Les 64 km qui n'ont pas fait l'objet de ce second relevé, avaient été rangés dans les classes «naturel/semi-naturel» ou «mis sous terre». Dans un cas comme dans l'autre, on ne s'attendait pas à des changements. La comparaison entre premier et second relevé fait apparaître des différences plus ou moins grandes pour 35 % environ des tronçons évalués, dont 13 % changent de classe écomorphologique: 5 % descendent d'une classe ou deux, mais 8 % sont mieux classés qu'auparavant.

Canton de Zurich:
deuxième relevé systématique
dans deux bassins versants

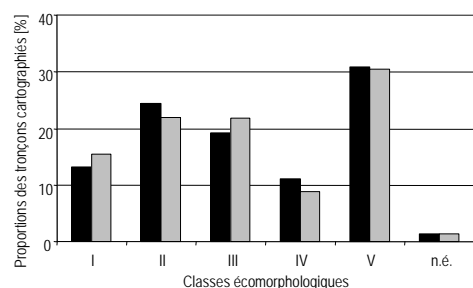
Tab. 9 > Bassins versants du Fischbach et du Greifensee: changements constatés lors de la mise à jour

Changements par rapport aux premiers relevés	Longueur [km]	Proportion [%]
Aucun changement ou changement mineur	194,8	49
Pas de changement supposé, pas de relevé	63,5	16
Changements effectifs constatés sur le terrain	31,3	8
Erreurs lors du premier relevé cartographique	38,1	10
dont mal délimitation du tronçons	32,7	8
Cause du changement inconnue	38,8	10

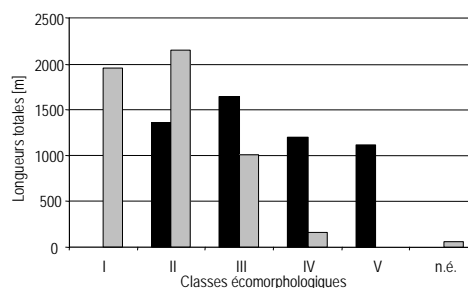
On suppose que l'appréciation d'un peu moins de 18 % des cours d'eau examinés a été entachée d'erreurs lors du premier relevé. Dans la moitié des cas, les tronçons ont été mal délimités (tronçons en général trop longs) (cf. ch. 1.2). L'origine des changements constatés sur près de 10 % des sections cartographiées est inconnue. Sur 8 % des tronçons, on a observé des modifications importantes, qui sont imputables à des revitalisations, à des dérivations, à des mesures de protection contre les crues, mais aussi à des causes pas toujours clairement définissables (crues, changements d'affectation du sol ou entretien du cours d'eau).

Fig. 73 > Répartition par classes écomorphologiques⁵⁰, premier relevé et mise à jour, canton de Zurich

noir: premier relevé
gris: mise à jour
n.é.: non évalué

**Fig. 74 > Tronçons revitalisés⁵⁰ au moment de la mise à jour, canton de Zurich**

noir: premier relevé
gris: mise à jour
n.é.: non évalué



Environ 5,3 km de cours d'eau ont été revitalisés. Une comparaison des deux relevés (cf. fig. 74) révèle un net déplacement vers les classes peu ou pas du tout affectées par l'intervention humaine. Les mesures destinées à revitaliser les ruisseaux améliorent donc souvent de manière considérable leur état écomorphologique.

Les mesures de revitalisation améliorent l'état écomorphologique des cours d'eau

⁵⁰ Classes écomorphologiques: I = nature/semi-naturel; II = peu atteint; III = très atteint; IV = artificiel / non naturel; V = mis sous terre.

Vu les coûts d'une telle opération, il convient de renoncer à la mise à jour cartographique complète d'un territoire cantonal. La solution proposée est sélective: elle consiste à procéder à un relevé initial et à des mises à jour uniquement dans les zones urbanisées et les zones agricoles. Pour le canton de Zurich, le coût total de tels travaux est estimé à 300 000 francs.

Canton de Zurich: bilan de la première mise à jour des données

Dans le canton de Berne, on a réévalué uniquement les tronçons de cours d'eau ayant fait l'objet de travaux d'aménagement entre 1997 et 2003. Ces nouveaux relevés ont porté sur un total de 57,5 km de cours d'eau répartis entre 120 sites différents (Könitzer et Zeh 2005, Sigmaphan 2005).

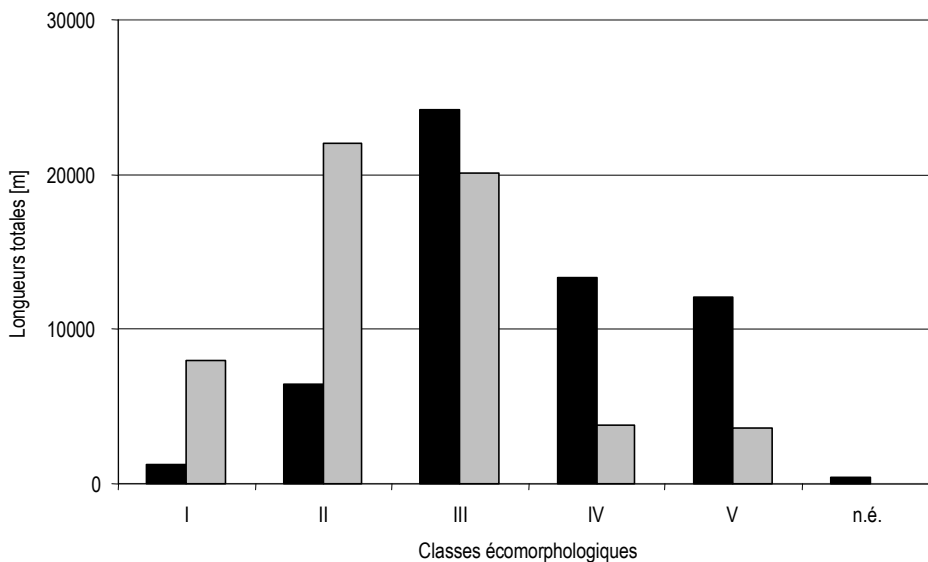
Première mise à jour dans le canton de Berne

Le bilan des classes écomorphologiques après mise à jour témoigne dans l'ensemble d'une progression réjouissante. La figure 75 met en lumière les différences entre premier et deuxième relevés. On constate que les deux meilleures classes «naturel/semi-naturel» et «peu atteint» s'étoffent sensiblement, tandis que les autres classes perdent globalement du terrain par rapport au premier relevé. De plus, l'aménagement de 89 rampes (rugueuses) et de 7 échelles à poissons a amélioré la connectivité longitudinale de ces cours d'eau par rapport à leur état initial.

Résultats: on va dans la bonne direction

Fig. 75 > Classement⁵¹ des tronçons ayant fait l'objet d'une mise à jour dans le canton de Berne

noir: premier relevé; gris: mise à jour; n.é.: non évalué.



⁵¹ Classes écomorphologiques: I = naturel/semi-naturel; II = peu atteint; III = très atteint; IV = artificiel / non naturel; V = mis sous terre.

Le bilan des classes écomorphologiques ne révèle qu'une partie des changements intervenus. En effet, les améliorations constatées ne suffisent souvent pas à justifier un reclassement du tronçon considéré. Si les points attribués à celui-ci passent de 9 à 6 à la suite de travaux d'aménagement, il n'en résulte pas un changement de classe puisqu'on se trouve encore dans la fourchette «très atteint» (cf. tab. 2). Il arrive par contre qu'une amélioration d'un seul point (de 6 à 5 par exemple) engendre un reclassement. Sur les 57,5 km de cours d'eau cartographiés, 35,2 km présentaient un nombre de points plus bas (meilleur) au second relevé qu'au premier. Aucun changement n'a été enregistré pour 11,3 km, tandis que 10,2 km totalisent désormais davantage de points. Enfin, un tronçon de 0,8 km n'a fait l'objet que d'un seul relevé.

La dégradation constatée pour certains tronçons s'explique par le fait que les mesures réalisées comprenaient non seulement des remises à ciel ouvert et d'autres opérations de revitalisation, mais aussi des projets de protection contre les crues et des travaux d'entretien classique. Entrepris récemment, ces derniers peuvent par exemple remettre en évidence des aménagements de berges jusqu'alors dissimulés sous une épaisse couche de végétation. Les mesures de protection contre les crues augmentent souvent le degré d'aménagement des berges, notamment lorsqu'on souhaite les protéger contre l'érosion. En montagne, de fortes déclivités et le manque de place requièrent très fréquemment des aménagements en dur, et la stabilisation des zones d'embouchure exige aussi d'importants travaux. Une deuxième explication pour le déclassement de certains tronçons réside dans leur délimitation (cf. chap. 1): la mise à jour comptait dans l'ensemble davantage de tronçons que le premier relevé. Or des tronçons plus courts sont souvent plus homogènes et font ainsi l'objet d'évaluations plus tranchées (en bien ou en mal) que des sections plus longues.

La mise à jour des données a coûté 65 000 francs, soit 360 francs environ par projet d'aménagement. La mise à jour limitée aux projets réalisés engendre des frais de déplacement relativement élevés, car ces projets se répartissent sur tout le canton.

Fig. 76 > Etat de l'Önz avant revitalisation

Embouchure fortement modifiée (longrines, traverses et moellons) de l'Önz dans l'Aar près de Graben (BE) et extrait de carte correspondant.



Fig. 77 > L'Önz renaturée

Nette amélioration, mais le tronçon reste «peu atteint», car l'espace est encore insuffisant; grande variabilité de la largeur du lit grâce à l'aménagement d'épis boisés et d'îlots.



4.3

Actualisations futures: proposition de marche à suivre

Le besoin de données exhaustives et actualisées est considérable. Or des mises à jour coordonnées au niveau national contribueraient à préserver, voire à améliorer, l'homogénéité des données actuelles. Elles permettraient en outre d'assurer un contrôle plus précis des dépenses et des tronçons de cours d'eau revitalisés, tel qu'il sera exigé à l'avenir dans le cadre de la RPT.

Une mise à jour limitée aux projets réalisés, mais uniformisée sur l'ensemble du territoire national, facilitera l'actualisation des données écomorphologiques. Elle permettra en même temps d'assurer le suivi écomorphologique (avec contrôle des résultats) des aménagements des eaux. Le fait de limiter les nouveaux relevés aux changements apportés par des travaux d'aménagement maintient les coûts à un niveau relativement modeste: les mises à jour effectuées dans le canton de Berne ont coûté environ 360 francs par projet. Il reste à savoir si la Confédération participera à ces frais.

Proposition: actualiser périodiquement les données écomorphologiques en fonction des projets réalisés

Marche à suivre possible:

- > Elaborer, dans le cadre d'une collaboration entre Confédération et cantons, une méthode standard pour évaluer les projets de revitalisation (aide-mémoire, p. ex.) et compléter les relevés cartographiques des tronçons examinés.
- > Etablir une liste aide-mémoire des informations nécessaires pour la mise à jour et à collecter dès lors pour chaque projet d'aménagement.
- > Procéder périodiquement à un relevé des projets d'aménagement des eaux (tous les cinq ans ou dès qu'un certain nombre de projets ont été réalisés).
- > Analyser les données recueillies, à titre de suivi écomorphologique.
- > Transmettre les données collectées à l'OFEV dans le cadre de l'actualisation nationale des relevés selon la méthode Ecomorphologie – niveau R.
- > Examiner une éventuelle participation de la Confédération aux coûts des travaux méthodologiques et cartographiques. On pourrait envisager une contribution par kilomètre (comme pour le relevé initial) ou une somme fixe par projet réalisé.

5 > Utilité et conclusions

Les données écomorphologiques

1. fournissent une vue d'ensemble de la structure des cours d'eau,
2. identifient quels sont les cours d'eau naturels ou peu atteints,
3. mettent en évidence les carences structurelles des cours d'eau,
4. signalent les obstacles infranchissables pour les poissons,
5. contribuent à assurer l'espace nécessaire aux cours d'eau,
6. constituent un outil précieux pour prendre des décisions en matière de revitalisation,
7. facilitent la réalisation de projets d'aménagement hydraulique modernes et durables et simplifient le contrôle des résultats.

Pourquoi a-t-on inventorié l'état structurel des cours d'eau?

5.1 Obtenir une vue d'ensemble de la structure des cours d'eau

Grâce à une méthode appliquée de manière uniforme sur l'ensemble du territoire, le relevé écomorphologique des cours d'eau suisses nous procure des résultats objectifs et comparables. Presque tous les cantons ont évalué leurs cours d'eau et le report des données cantonales sur le réseau hydrographique numérisé de la carte nationale fournit une base de données à l'échelle suisse qui se fonde sur la méthode Ecomorphologie – niveau R. Les résultats extrapolés indiquent l'état général des cours d'eau dans toute la Suisse, notamment en fonction de la région biogéographique, de l'altitude, de l'utilisation des terrains adjacents et de la taille des cours d'eau.

Méthode standard et résultats objectifs

Les cantons ont inventorié 28 824 km de cours d'eau et les résultats de 23 887 km ont pu être transférés vers le réseau hydrographique numérisé (64 897 km de longueur totale). Après extrapolation des données ainsi obtenues, on constate que 78 % des cours d'eau suisses sont en bon état et 22 % en mauvais état sur le plan écomorphologique. Parmi les grands cours d'eau, la proportion de ceux qui présentent un état dégradé est cependant deux fois plus grande (40 %). Et l'on observe même que 81 % des tronçons situés dans des agglomérations se trouvent dans un état insatisfaisant.

Cours d'eau en bon état: 78 %
Cours d'eau en mauvais état: 22 %

Les résultats des relevés écomorphologiques constituent une base de travail et d'argumentation précieuse pour toutes sortes d'instances publiques et privées: services d'aménagement du territoire, d'aménagement des eaux, inspection de la pêche, organismes chargés de la protection de la nature et des eaux, offices de l'agriculture, ingénieurs civils, bureaux d'études, scientifiques et associations diverses.

Base utile à de multiples fins

5.2 Répertoire des cours d'eau naturels/semi-naturels ou peu atteints

Les cours d'eau présentant une morphologie naturelle ou semi-naturelle abritent une quantité d'espèces animales et végétales adaptées à leurs particularités. Ils revêtent une importance capitale pour la connectivité aussi bien aquatique que terrestre de ces milieux. L'homme les apprécie aussi comme lieux de détente. On compte dans l'ensemble 54 % de cours d'eau à l'état naturel et 24 % peu atteints, avec de fortes variations selon leur taille, la région biogéographique et l'utilisation à laquelle sont voués les terrains adjacents.

Dans une zone alluviale intacte comme dans un cours d'eau naturel, tout est en mouvement: l'eau affouille les berges, entraîne des sédiments et les redépose plus loin, ce qui produit des structures variées et changeantes. Les espaces caractérisés par une telle dynamique naturelle figurent en grande partie dans l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale: 89 % des cours d'eau qui s'y trouvent sont dans un état naturel ou peu atteint. Mais la proportion de cours d'eau en zone alluviale dans un état insatisfaisant atteint 16 % des grandes rivières et 39 % des très grandes. Les critères d'appréciation n'incluent pas, ici, la question du régime de charriage ou celle des biocénoses en zone alluviale.

On a pu constater que les ouvrages destinés à corseter les cours d'eau offrent en fin de compte une protection illusoire contre la puissance destructrice de l'élément liquide. Il faut de gros moyens techniques et financiers pour préserver de crues mêmes moyennes les habitations et les infrastructures de transport construites trop près d'une rivière. Et les dégâts provoqués par une crue extrême deviennent très vite incommensurables. Avec l'espace dont ils disposent et leurs rives couvertes de végétation, les cours d'eau naturels de type alluvial offrent souvent une protection durable contre les crues: l'eau s'étale et ralentit, perdant ainsi beaucoup de son pouvoir dévastateur.

La nappe sous-jacente à nos grands cours d'eau est en contact étroit avec le réseau hydrographique de surface. Un lit naturel permet à beaucoup d'eau de s'infiltrer et d'alimenter la nappe phréatique tout en subissant un processus de filtrage lui-même naturel. C'est ainsi que l'eau captée dans des zones de protection des eaux souterraines peut en général servir d'eau potable sans traitement particulier.

Alors que les zones alluviales des grands cours d'eau bénéficient normalement d'une protection fédérale ou cantonale, les plans directeurs communaux peuvent offrir un moyen de sauvegarder les précieux écosystèmes que constituent les cours d'eau naturels. Il est beaucoup plus simple et plus avantageux de protéger les cours d'eau naturels ou peu atteints que de revitaliser ceux qui ont été fortement dénaturés. De même, il vaut la peine de préserver ou d'améliorer la qualité écomorphologique des derniers tronçons naturels ou peu atteints des très grands cours d'eau alpins, tel le Rhin près de Mastrils. Il s'agit de respecter autant que possible leur dynamique propre et d'éliminer les carences constatées pour ce qui est du régime hydrologique (débit résiduel, régime d'éclusées, retenue, etc.), du régime de charriage (abaissement du lit et processus d'écoulement dynamique, p. ex.) ou des biocénoses.

Pourquoi les cours d'eau naturels sont-ils si précieux?

Des processus dynamiques diversifient les structures,...

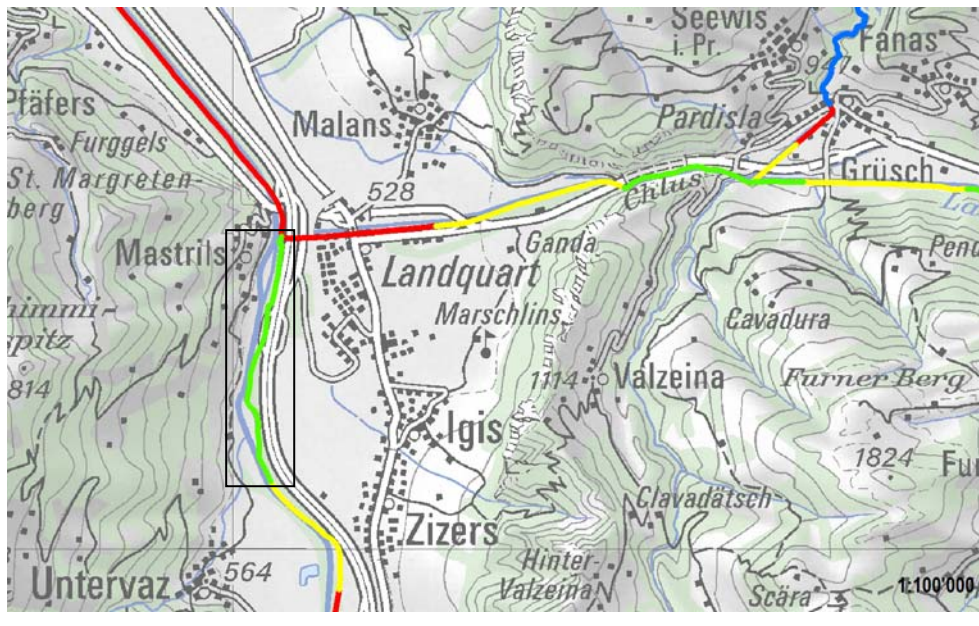
...assurent souvent une protection durable contre les crues, ...

...renouvellent et purifient notre eau potable.

Les cours d'eau naturels: de précieux écosystèmes qui méritent protection

Fig. 78 > Protection et revalorisation d'un tronçon en bon état: l'exemple du Rhin alpin

Dernier tronçon du Rhin alpin peu atteint (vert): environ 3 km à la hauteur de Mastrils (GR). Jusqu'au lac de Constance vient ensuite un tronçon de 70 km complètement aménagé, donc artificiel (rouge).



5.3

Mettre en évidence les déficits écomorphologiques des cours d'eau

On compte que 22 % des cours d'eau suisses présentent un mauvais état écomorphologique (classes III, IV et tronçons mis sous terre). Ce bilan varie en fonction de divers critères et paramètres:

- > *Région biogéographique*: Alors que 36 % des cours d'eau jurassiens sont en mauvais état, cette proportion atteint 38 % sur le Plateau et tombe à 15 % dans les Alpes.
- > *Altitude*: L'état écomorphologique de 46 % des tronçons dont l'altitude est inférieure ou égale à 600 m est insatisfaisant, la proportion de cours d'eau en mauvais état diminuant avec l'altitude.
- > *Utilisation du sol*: Dans les zones urbanisées, 81 % des cours d'eau sont en mauvais état; la proportion est de 48 % dans les zones agricoles.
- > *Taille des cours d'eau*: Sur l'ensemble, 40 % des grandes rivières (FLOZ 4 à 9), 21 % des cours d'eau moyens (FLOZ 2 et 3) et 16 % seulement des petits cours d'eau sont dans un état insatisfaisant, plus de la moitié, soit 2800 km, étant enterrés.

Quel que soit son état écomorphologique, un cours d'eau est généralement perçu comme valorisant pour le territoire qu'il traverse. On considère souvent même les ruisseaux rectifiés, avec des rives couvertes d'une végétation non typique, comme des éléments qui enrichissent le paysage. A cette perception subjective qui s'attache surtout à l'aspect esthétique, on oppose des carences très concrètes (variabilité de la largeur du

Déficits écomorphologiques dans 22 % des cours d'eau

Appréciations subjectives remplacées par des faits

lit, fond du lit, berges et rives) mises en évidence par les relevés écomorphologiques. Des experts «notent» l'état écomorphologique des cours d'eau répertoriés selon les directives de la Confédération. L'écart entre un état satisfaisant, donc bon, et un état insatisfaisant, qui doit être qualifié d'inacceptable, se fonde sur des critères objectifs, ce qui permet de convaincre plus facilement l'opinion publique de la nécessité de renaturer certains cours d'eau.

Fig. 79 > Ruisseau très atteint

Le Binnenkanal à Meiringen (BE).



Fig. 80 > Ruisseau artificiel / non naturel

La Worble à Ittigen (BE).



5.4

Signaler les obstacles infranchissables pour les poissons

La connectivité longitudinale des cours d'eau revêt une importance vitale pour les populations piscicoles (cf. ch. 2.1.5). Elle est souvent très limitée en Suisse: selon les extrapolations entreprises, 101 000 seuils artificiels et autres ouvrages restreignent ou empêchent la migration des poissons, dont 50 000 doivent être assainis en priorité (cf. ch. 3.2). On compte en moyenne 1,6 obstacle artificiel de plus de 50 cm de hauteur par kilomètre de cours d'eau. De plus, un tronçon artificiel (totalement aménagé) de 150 m de longueur, ou mis sous terre sur 70 m, empêche le passage des poissons.

A leur embouchure dans le cours d'eau principal, les affluents sont souvent séparés de ce dernier par un seuil, de sorte que les poissons ne peuvent pas les remonter. L'assainissement d'obstacles sur la Zulg (cf. fig. 82 et 83) a ainsi permis aux poissons de repeupler de longs tronçons naturels sur le cours moyen de cette rivière.

On a dénombré 34 000 obstacles (valeurs extrapolées) dans les tronçons présentant une pente faible à moyenne (jusqu'à 15 % de déclivité). L'assainissement des seuils situés dans ces secteurs facilite énormément la libre circulation des poissons. Le cas échéant, il convient soit de remplacer les obstacles artificiels par des aménagements appropriés (élargissement du lit, rampe en enrochements, chenal de contournement ou passe à poissons) soit de les rendre franchissables.

La connectivité longitudinale est très diminuée

Assurer la connectivité entre affluents et cours d'eau principal

Assainissement efficace des obstacles qui entravent la migration

Fig. 81 > Obstacles infranchissables pour les poissons: l'exemple de la Zulg

Le cours moyen naturel⁵² de la Zulg près de Steffisburg (BE) est coupé de l'Aar par de hauts seuils qui empêchent les poissons de passer d'un cours d'eau à l'autre.



Fig. 82 > Seuil artificiel sur la Zulg

Seuil infranchissable sur la Zulg près de Steffisburg (BE).



Fig. 83 > Cours moyen naturel de la Zulg

Cours moyen de la Zulg, coupé artificiellement de l'Aar.



⁵² Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.

Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

5.5

Assurer l'espace nécessaire aux cours d'eau

Il est indispensable de réserver un espace suffisant aux cours d'eau si l'on veut que le paysage fluvial conserve son authenticité naturelle dans une perspective de développement durable. On s'évite ainsi de devoir restreindre les structures naturelles d'une rivière pour protéger les infrastructures situées à proximité. En cas de crue, les flots inonderont l'espace réservé au cours d'eau et éroderont sans doute quelque peu les rives, mais sans mettre en danger les ouvrages ou bâtiments voisins. Le besoin d'espace se chiffre à quelque 86 000 ha, dont 64 000 ha sont actuellement à la disposition des cours d'eau (cf. ch. 3.1).

Abstraction faite de la surface du lit et des très grands cours d'eau, il manque ainsi au réseau hydrographique suisse quelque 22 000 ha, dont 11 000 ha en zone agricole. En basse altitude, seuls les ruisseaux forestiers ou ceux bordés de cordons boisés assez larges disposent généralement d'un espace suffisant. Même les tronçons revitalisés sont souvent à l'étroit. La mise à jour des données écomorphologiques entreprise dans le canton de Berne a révélé que des rives trop étroites longent un tiers environ des tronçons qui ont fait l'objet de projets de revitalisation ou de protection contre les crues.

L'art. 21 de l'ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau demande aux cantons de tenir compte des besoins d'espace des cours d'eau dans leurs plans directeurs et leurs plans d'affectation, ainsi que dans d'autres activités ayant des effets sur l'organisation du territoire. Les communes peuvent réserver l'espace nécessaire dans le cadre de leur plan d'aménagement. Par ailleurs, les remembrements sont l'occasion d'attribuer suffisamment d'espace aux cours d'eau. Il en va de même lorsque les plans de mise en réseau écologique imposent aux agriculteurs des surfaces de compensation sous forme de cordons boisés le long de cours d'eau.

Un projet de protection contre les crues ne peut désormais être qualifié de durable que s'il respecte une condition fondamentale: le cours d'eau doit disposer d'assez de place! Restituer à notre réseau hydrographique l'espace qui lui manque constitue l'un des grands défis des décennies à venir.

Base pour déterminer l'espace nécessaire

Manque d'espace

Prévoir l'espace requis dans les plans directeurs ou d'affectation

Projets de protection durable contre les crues: les cours d'eau ont besoin de place!

Fig. 84 > Cours d'eau à l'aise

Lit de l'Ova da Roseg dans le haut du Val Roseg (GR): espace et dynamique adéquats.



Fig. 85 > Cours d'eau façonnant le paysage

Le Narenbach (Diemtigtal, BE) s'écoule librement et peut affouiller les berges.



5.6 Créer un outil de décision pour les opérations de revitalisation

Le relevé cartographique fournit un aperçu transcantonal de la structure d'un cours d'eau à un moment précis, comme dans le cas de la Birse (cf. fig. 86). On peut ainsi localiser les carences écomorphologiques, déterminer les mesures de revitalisation à prendre et définir leur ordre de priorités, en tenant compte bien sûr des inévitables restrictions. L'exemple suivant illustre les écarts entre la qualité écomorphologique des affluents de la rive méridionale du lac de Neuchâtel (cf. fig. 87): le réseau de la Mentue (près d'Yvonand) est presque entièrement naturel, mais il n'en va pas de même des autres ruisseaux. Si leurs cours supérieurs sont également naturels, leurs cours inférieurs s'avèrent fortement atteints, artificiels, mis sous terre et en partie infranchissables pour les poissons. Les projets de revitalisation consisteront par exemple à examiner dans quelle mesure, et comment, rétablir la continuité entre les tronçons naturels et le lac.

Le relevé écomorphologique des cours d'eau visualise bien la situation initiale et facilite ainsi l'élaboration de projets de grande valeur écologique. La méthode écomorphologique permet de convaincre d'emblée les responsables d'un projet d'aménagement que la revitalisation du cours d'eau ne sera efficace que si l'on accorde à celui-ci l'espace dont il a besoin pour remplir ses fonctions écologiques. Selon la méthode Eco-morphologie – niveau R, il faut assurer une grande variabilité en largeur, un lit naturel et des berges peu stabilisées (berges d'atterrissement non aménagées, p. ex.) pour que l'état d'un ruisseau atteigne l'objectif minimum «peu atteint» ou, mieux, «naturel/semi-naturel».

L'étude et la préparation d'aménagements de protection contre les crues fournissent l'occasion de montrer où des interventions conduisant à l'élargissement du cours d'eau et de ses rives en améliorent la qualité écomorphologique, et où les travaux de sécurisation des berges et du lit maintiennent le cours d'eau dans un état «très atteint» ou le rendent même «artificiel / non naturel».

Les projets de construction qui ont un impact sur l'environnement requièrent souvent des mesures compensatoires. L'expérience montre que ces mesures se concrétisent fréquemment le long de cours d'eau. En consultant la carte écomorphologique, bureaux d'études et services compétents voient rapidement où il conviendrait d'intervenir et à quels endroits il serait particulièrement judicieux de passer à l'action.

Utile pour localiser les carences écomorphologiques et les mesures à prendre

Précieux pour préparer des revitalisations efficaces sur le plan écologique

Ne pas confondre protection contre les crues et écologie des cours d'eau

Pratique pour évaluer des projets et déterminer les mesures compensatoires

Fig. 86 > Birse: état écomorphologique⁵³ visualisé sur quatre cantons

L'étude de la Birse selon la méthode Ecomorphologie – niveau C s'est fondée sur un relevé de niveau R réalisé à l'aide de critères uniformes par les quatre cantons concernés (BE, JU, BL, BS).

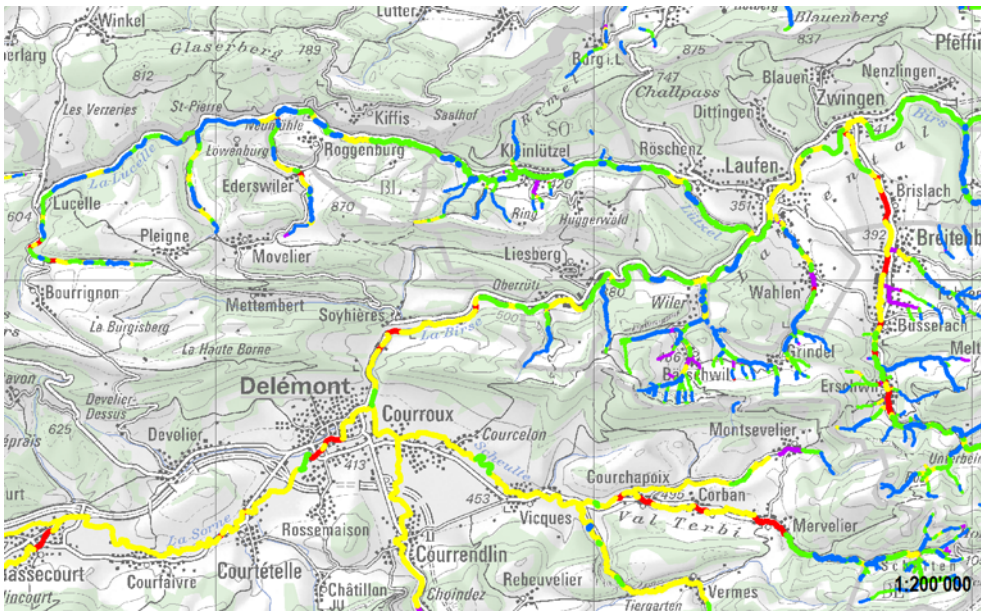
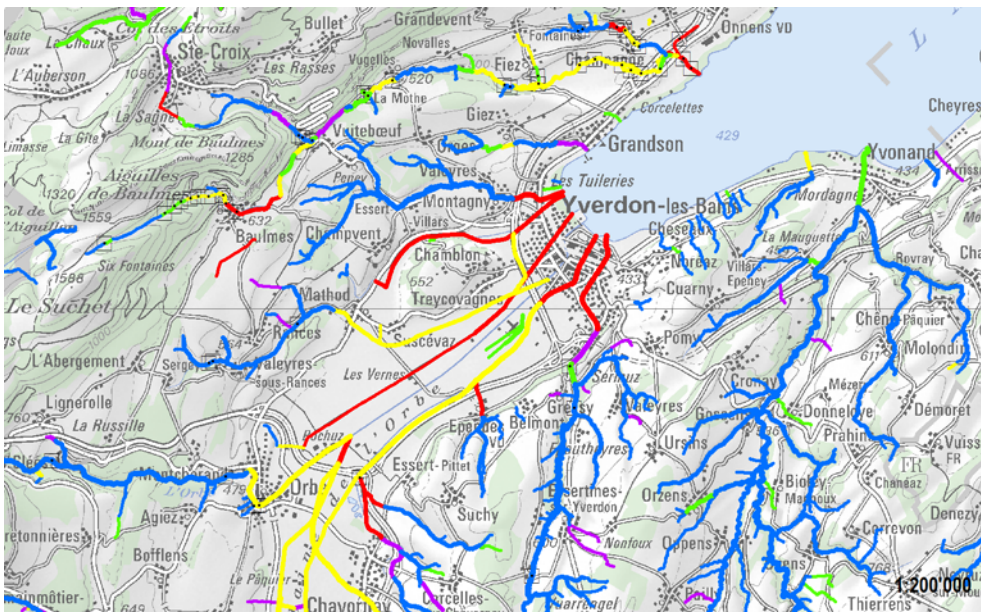


Fig. 87 > Etat écomorphologique⁵³ de quelques affluents du lac de Neuchâtel

Réseau hydrographique naturel près d'Yvonand (VD) et autres affluents comportant des cours supérieurs naturels, mais des cours inférieurs en partie cloisonnés et de mauvaise qualité.



⁵³ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.
Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificial / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

Il convient de déterminer le potentiel de revalorisation des cours d'eau en se basant sur l'état écomorphologique de ceux-ci:

- > Les cours d'eau naturels ou proches de l'état naturel sont à sauvegarder: il s'agit de respecter autant que possible leur dynamique propre et de leur éviter toute atteinte nuisible.
- > Les cours d'eau peu atteints doivent être maintenus en l'état ou alors il faut leur réserver davantage d'espace pour stimuler leur dynamique et leur permettre de retrouver un état naturel/semi-naturel.
- > Les cours d'eau très atteints, dans un état artificiel ou non naturel doivent être revitalisés de manière à atteindre au moins le stade «peu atteint».
- > Les ruisseaux enterrés seront remis à ciel ouvert et aménagés de façon naturelle.

Il n'est pas toujours possible de revitaliser un tronçon de cours d'eau très atteint, artificiel ou mis sous terre. Des ouvrages tels que bâtiments, routes ou installations ferroviaires doivent rester protégés, au besoin par des aménagements en dur. On devra toujours empêcher l'érosion ou l'alluvionnement de certains endroits pour protéger des infrastructures importantes. Les zones en pente raide continueront de nécessiter des barrières à alluvions ou autres ouvrages analogues pour stabiliser le terrain.

Extrapolés à l'ensemble du territoire suisse, les tronçons de cours d'eau à revitaliser totalisent quelque 10 800 km. Il est recommandé de planifier ces opérations en recourant à la méthode Ecomorphologie – niveau R pour mettre à jour et détailler les déficits à combler. L'objectif à atteindre devrait être défini et optimisé avec les acteurs sur place, en intégrant le «savoir local» et d'autres bases d'appréciation. L'orientation générale des mesures à prendre sera donnée par les carences répertoriées en matière de variabilité en largeur, d'aménagement du lit et des berges, d'espace disponible ou de nature des rives. L'espace réservé au cours d'eau devrait par ailleurs correspondre au minimum à la surface inondable en cas de crue maximale. La méthode Ecomorphologie – niveau C fondée sur le niveau R permet de recenser systématiquement les restrictions existantes et le potentiel de revalorisation du cours d'eau, et de formuler les mesures concrètes à appliquer.

Etat écomorphologique et potentiel de revalorisation

Il y a des restrictions aux revitalisations souhaitables

Planifier les revitalisations qui s'imposent

5.7 Contribuer à l'étude de projets d'aménagement et en faciliter le suivi

La réforme de la péréquation financière et de la répartition des tâches entre la Confédération et les cantons (RPT) a instauré un nouveau modèle pour le financement des ouvrages de protection et les données de base sur les dangers. Les projets particulièrement efficaces bénéficient de contributions supplémentaires s'ils assurent une gestion intégrale du risque. Le rapport *Ökologische Anforderungen an die Planung von Schutzbauten an Gewässern* prescrit dans ce cadre le recours à la méthode Ecomorphologie – niveau C (cours d'eau). En se fondant sur les données du niveau R, cette méthode analyse les déficits écologiques de certains cours d'eau, en vue d'en déduire les objectifs à atteindre et les mesures de revalorisation à entreprendre. Lors du suivi, l'état écomorphologique sert également à comparer la situation avant et après la réalisation de mesures (contrôle d'efficacité).

Ouvrages de protection:
les données du niveau R
servent de base au niveau C

La RPT fixe des exigences minimales non seulement pour les ouvrages de protection, mais aussi pour les travaux de revitalisation. Dans ce domaine, elle requiert une analyse préalable des déficits, fondée sur les relevés Ecomorphologie – niveau R et sur le manque d'espace. Les projets prévus doivent avoir pour objectif d'améliorer l'état écomorphologique d'une classe au moins, voire de deux classes dans le cas de tronçons «artificiels». Les tronçons enterrés doivent être remis à ciel ouvert et obtenir le qualificatif «peu atteint». Des relevés subséquents seront entrepris afin de vérifier le respect de ces prescriptions.

Exigence minimale pour les
revitalisations:
Ecomorphologie – niveau R

S'il s'agit d'obtenir, dans le cadre de la nouvelle péréquation financière, des ressources supplémentaires pour des projets de revitalisation à réaliser sur de très grands cours d'eau, l'exigence minimale recommandée en matière de planification sera une analyse de déficit selon la «méthode R complétée par les critères LAWA» (cf. annexe 2).

On peut combiner l'actualisation des données fondée sur la méthode Ecomorphologie – niveau R avec un suivi complet. Lors de la deuxième correction de la Thur par exemple, on a inventorié les habitats limniques et fluviatiles (Stutz 2008) pendant que l'on mesurait les paramètres simples et peu coûteux à observer qui déterminent l'état écomorphologique (cf. fig. 72). De même, le manuel qui décrit comment vérifier l'efficacité des revitalisations fluviales (*Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen*, Woolsey et al. 2005) se réfère à la méthode Ecomorphologie – niveau R pour cinq des cinquante indicateurs envisageables selon les projets, à savoir continuité, variabilité de la largeur, aménagement du lit, aménagement des berges et nature des rives.

La méthode Ecomorphologie –
niveau R, élément d'un suivi
complet

Le canton de Berne a par ailleurs utilisé la méthode écomorphologique pour mettre à jour ses relevés cartographiques à la suite de divers projets, réalisés en partie grâce à la contribution du Fonds pour la régénération des eaux. Les spécialistes ont alors déterminé si la revitalisation avait effectivement amélioré la structure des cours d'eau. Dans l'ensemble, ils ont pu constater que les mesures appliquées produisent des effets nettement bénéfiques en termes d'écomorphologie (cf. fig. 88 à 93).

Des preuves d'amélioration de
l'état écomorphologique

Fig. 88 > Etat de la Kander avant revitalisation

Seuil infranchissable en béton sur la Kander près de Frutigen (BE).

**Fig. 89** > Enrochement sur la Kander

Sept rampes en enrochements assurent le libre passage des truites entre le lac de Thoune et Kandergrund.

**Fig. 90** > Etat du Rombach avant revitalisation

Le Rombach (GR) canalisé.

**Fig. 91** > Le Rombach après revitalisation dans le cadre d'un remaniement parcellaire

Sur 2 km, une bande riveraine de 20 à 45 m de large a été abaissée jusqu'au niveau du lit.

**Fig. 92** > Nouveau bras latéral de l'Emme

Un nouveau bras de l'Emme a été aménagé près d'Oberburg (BE).

**Fig. 93** > Le Krautmühlebach renaturé

Le Krautmühlebach près de Bätterkinden (BE); exemple de revitalisation réussie.



Il y a une cinquantaine d'années encore, le besoin de se protéger contre les dangers de l'élément liquide était le seul critère qui déterminait l'aménagement des ruisseaux et des rivières. Les crues catastrophiques de ces dernières décennies nous ont cependant appris que même des cours d'eau corrigés, aménagés et consolidés n'offrent pas une protection absolue contre les dommages causés par les flots. L'affectation des terrains situés à proximité des cours d'eau doit éviter que les crues ne provoquent de gros dégâts. Réserver un espace suffisant aux cours d'eau, c'est contribuer à un aménagement durable du territoire. Outre un espace suffisant, les cours d'eau ont toutefois d'autres besoins pour assumer leurs fonctions: un lit perméable et non cloisonné, des berges structurées de façon naturelle et des rives vouées à une utilisation en harmonie avec l'écosystème fluvial. Le résultat bénéficiera non seulement aux ruisseaux et aux rivières, ainsi qu'aux espèces animales et végétales auxquelles ils servent d'habitat, mais aussi à l'homme.

Il a fallu bien des générations pour que les cours d'eau suisses atteignent le degré d'aménagement que l'on connaît aujourd'hui. Il ne surprend donc pas que leur revitalisation constitue aussi une tâche de longue haleine, dont la réussite requiert les efforts conjugués de tous les acteurs concernés. Dans cet effort commun, les données obtenues grâce à la méthode Ecomorphologie – niveau R nous renseignent sur la structure des cours d'eau et sur les endroits où des mesures de revalorisation seraient particulièrement indiquées. Un système d'actualisation des données permettra de consigner et de visualiser les effets des revitalisations sur l'état écomorphologique des cours d'eau.

Protection contre les crues:
utiliser le changement de
sensibilité pour promouvoir des
cours d'eau plus naturels

Les données écomorphologiques
clarifient la situation et montrent
les résultats obtenus

> Annexes

A1 Paramètres, degrés d'importance et classifications de la méthode Ecomorphologie – niveau R

Tableau de codage selon l'OFEFP (1998)

		CODE			CODE
Mise sous terre			Nombreux seuils naturels		
	non	0		non	0
	oui	1		oui	1
Variabilité de la largeur du lit			Largeur moyenne du lit		
	prononcée	1		[m]	
	limitée	2			
	nulle	3	Variabilité de la profondeur (de l'eau)		
				prononcée	1
Aménagement du fond du lit				limitée	2
	nul	1		nulle	3
	localisé (< 10 %)	2			
	moyen (10–30 %)	3	Matériau de l'aménagement du fond du lit		
	important (30–60 %)	4		pierres naturelles	1
	prépondérant (> 60 %)	5		bois	2
	total (100 %)	6		briques perforées en béton	3
				impermeable	4
				autres (impermeable)	5
Renforcement du pied de la berge gauche			Renforcement du pied de la berge droite		
	nul	1		nul	1
	localisé (< 10 %)	2		localisé (< 10 %)	2
	moyen (10–30 %)	3		moyen (10–30 %)	3
	important (30–60 %)	4		important (30–60 %)	4
	prépondérant (> 60 %)	5		prépondérant (> 60 %)	5
	total (100 %)	6		total (100 %)	6
Perméabilité du renforcement du pied de la berge gauche			Perméabilité du renforcement du pied de la berge droite		
	perméable	1		perméable	1
	impermeable	2		impermeable	2
Largeur des rives gauches			Largeur des rives droites		
	[m]			[m]	
Nature des rives gauches			Nature des rives droites		
	typique d'un cours d'eau	1		typique d'un cours d'eau	1
	non typique d'un cours d'eau	2		non typique d'un cours d'eau	2
	artificielle	3		artificielle	3

Paramètres non pris en compte dans l'évaluation

Peuplement d'algues		1 = absent / faible, 2 = moyen / fort, 3 = très fort / prolifération
Peuplement de macrophytes		1 = absent / faible, 2 = moyen / fort, 3 = très fort / prolifération
Bois mort		1 = amas, 2 = disséminé, 3 = absent / localisé
Variabilité de la profondeur		1 = prononcée, 2 = moyenne, 3 = nulle

Seuils**Ouvrages**

	CODE		CODE
Type de seuil		Type d'ouvrage	
inconnu	0	inconnu	0
naturel	1	rampe très rugueuse / disjointe	1
artificiel	2	rampe unie / peu rugueuse	2
		digue-réservoir	3
Matériau		déversoir latéral	4
naturel	0	prise tyrolienne	5
bois	1	barrage	6
rocher / blocs de rocher	2	échelle à poissons	7
béton / pavage de pierres	3	barrière à sédiments	8
autres / inconnu	4	écluse	9
		passage en tuyau	10
Hauteur		pont (s'il ne figure pas sur la carte)	11
[cm]		prélèvement latéral sans ouvrage de retenue	12
		gué	13
		Hauteur [cm]	

Classification selon l'OFEP (1998)

Critère	Description		Points ⁵⁴
Variabilité de la largeur du lit mouillé	Importance		
		prononcée	0,0
		limitée	2,0
		nulle	3,0
Aménagement du fond du lit	Degré d'aménagement	Type d'aménagement	
	nul	-	0,0
	< 10 %	-	1,0
	10–30 %	-	2,0
	> 30 %	empierrement, enrochement	2,0
	> 30 %	tous autres matériaux	3,0
Renforcement du pied de la berge	Degré de renforcement	Perméabilité	
	< 10 %	perméable	0,0
		imperméable	0,0
	10–30 %	perméable	0,5
		imperméable	1,0
	30–60 %	perméable	1,5
		imperméable	2,0
	> 60 %	perméable	2,5
imperméable		3,0	
Rives	suffisante	typiques d'un cours d'eau	0,0
		atypiques d'un cours d'eau	1,5
		artificielles	3,0
	insuffisante	typiques d'un cours d'eau	2,0
		atypiques d'un cours d'eau	3,0
		artificielles	3,0
	nulle	-	3,0

⁵⁴ Nombres de points et classes écomorphologiques: cf. chiffre 1.2 ou tableau 2.

A2 Méthodes utilisées pour les très grands cours d'eau

La méthode Ecomorphologie – niveau R ne rend pas entièrement justice aux très grands cours d'eau⁵⁵, qui présentent des situations plus complexes et exigent des relevés plus détaillés. Ils ont été cartographiés au moyen d'autres méthodes jusqu'à leur cours supérieur. Les résultats obtenus sont convertis aux critères du niveau R pour permettre une visualisation globale, mais n'entrent pas dans les extrapolations et les analyses.

Très grands cours d'eau:
64% en mauvais état

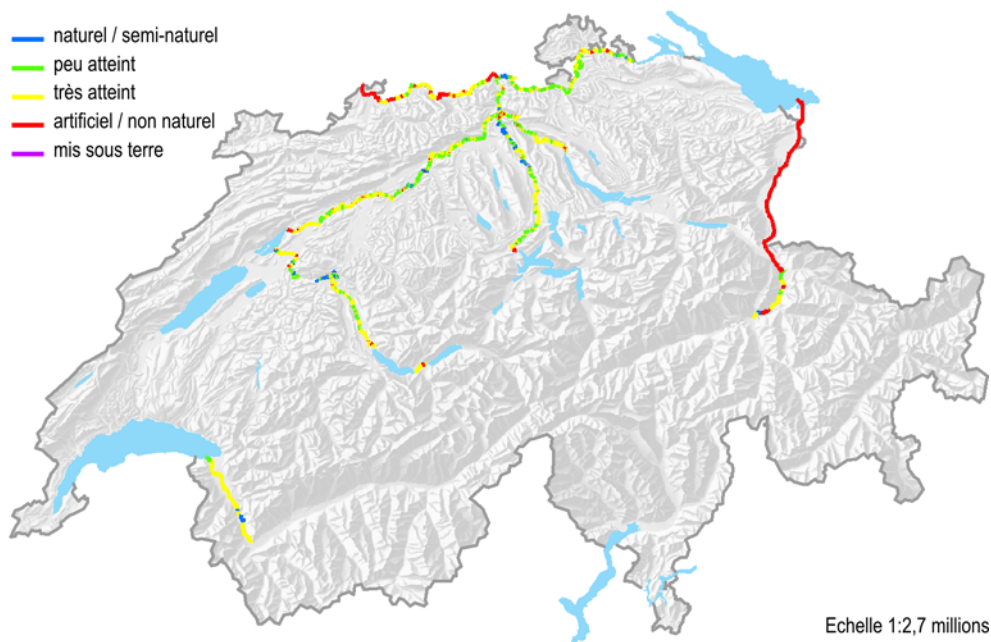
Voici les résultats que l'on obtient après conversion des données (niveau R):

- > 7 % ou 49 km de très grands cours d'eau à l'état naturel ou semi-naturel (classe I),
- > 29 % ou 212 km peu atteints (classe II),
- > 46 % ou 333 km très atteints (classe III),
- > 18 % ou 134 km artificiels / non naturels (classe IV).

En conclusion, 36% des très grands cours d'eau présentent un bon état et 64% un mauvais écomorphologique:

Fig. 94 > Relevé des très grands cours d'eau, converti selon les critères Ecomorphologie – niveau R

Les données écomorphologiques collectées et visualisées ici pour les cours inférieurs du Rhône, de l'Aar, de la Reuss, de la Limmat et du Rhin ne sont pas prises en compte dans les extrapolations.



⁵⁵ Très grands cours d'eau: cours inférieurs du Rhône, de l'Aar, de la Reuss, de la Limmat et, d'une manière générale, les tronçons en aval des lacs du Plateau.

Différentes méthodes ont été utilisées pour les très grands cours d'eau.

Cartographié entre le lac Léman et Martigny à l'aide de la méthode Ecomorphologie – niveau R, le Rhône a été classé «très atteint».

Rhône: méthode Ecomorphologie – niveau R

En dépit de tronçons comprenant des bancs de graviers alternés, le profil corrigé du Rhin alpin lui a valu la mention «artificiel» sur la base d'un relevé écomorphologique sommaire (Eberstaller 2008). Son tronçon amont, situé dans les Grisons, a également été considéré comme artificiel après appréciation selon la méthode Ecomorphologie – niveau R. Selon cette méthode, un cours d'eau doit obtenir les plus mauvaises notes possible en termes de variabilité de la largeur du lit, de consolidation des berges et de nature des rives, et il faut en outre que plus de 10 % du lit soit aménagé en dur, pour qu'il soit classé «artificiel» (rouge). Or la présence de bancs de gravier dans certains tronçons contredit ce jugement. Une comparaison avec le Rhône ne justifie pas davantage que le Rhin alpin soit classé tout entier dans la catégorie «artificiel». Ses données sont malgré tout présentées ici pour compléter l'aperçu général. Il conviendra de les réexaminer en utilisant par exemple la méthode Ecomorphologie – niveau R associée à des paramètres LAWA. Ce réexamen est d'ores et déjà prévu sous la forme d'une évaluation approfondie des caractéristiques morphologiques du Rhin alpin.

Rhin alpin: méthode autrichienne et niveau R

Dans le cas du Haut-Rhin, cartographié à l'aide de la méthode LAWA entre le lac de Constance et Bâle, on a évalué séparément les rives gauche et droite. Résultat global: un seul très bon tronçon et 7 % seulement de bons tronçons, mais 43 % de tronçons insatisfaisants ou mauvais et 49 % sont qualifiés de médiocres. L'évaluation met en lumière la dégradation structurelle de tout le Haut-Rhin. Il est pourtant moins atteint que toute la partie du fleuve qui traverse l'Allemagne et les Pays-Bas, où plus de 75 % du lit et des berges et 55 % des abords immédiats sont dans un état insatisfaisant ou mauvais (Maurer 2004).

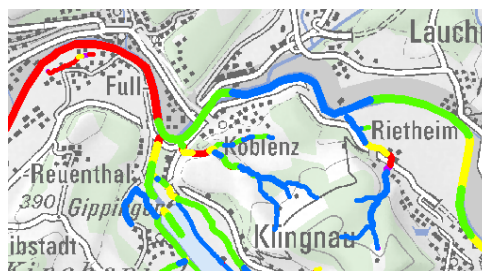
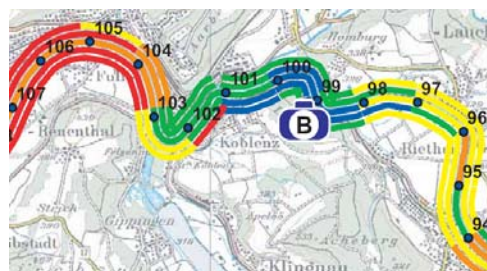
Haut-Rhin: méthode LAWA

Fig. 95 > Haut-Rhin: relevé selon la méthode LAWA

Fig. 96 > Haut-Rhin: données LAWA agrégées selon le niveau R

Dans le sens du courant de droite à gauche: zone riveraine gauche, berge gauche, lit, berge droite, zone riveraine droite.

Les données LAWA agrégées selon les critères du niveau R fournissent un aperçu utile.



Tiré de: Maurer (2004)

Les cours inférieurs de l'Aar, de la Reuss et de la Limmat ont été évalués à l'aide de la méthode Ecomorphologie – niveau R complétée par les paramètres LAWA. Cette seconde méthode consiste à évaluer un cours d'eau par tronçons de 1000 m, tandis que la première délimite un nouveau tronçon à chaque variation notable d'un paramètre (la longueur ne pouvant toutefois être inférieure à 50 m). La méthode Ecomorphologie – niveau R enrichie de paramètres LAWA comprend, en plus de la méthode R simple, les paramètres suivants: diversité structurelle du tracé, diversité structurelle des rives, variété du courant, taille de l'espace réservé au cours d'eau, utilisation de l'espace du cours d'eau, présence d'une digue et distance entre celle-ci et le cours d'eau. A titre indicatif (sans incidence sur l'évaluation), on mesure aussi les paramètres LAWA suivants: débit, retenue, forme du tracé et profil type. Les données recueillies servent à évaluer l'état écomorphologique de chacune des deux rives.

L'étude de l'Aar dans les cantons de Berne et de Soleure a montré que cette rivière présente un état écomorphologique «naturel/semi-naturel» sur 9 % et «peu atteint» sur 16 % du tronçon examiné. Les qualificatifs «très atteint» ou «non naturel / artificiel» s'appliquent à 75 % de ses rives, qui requièrent dès lors des améliorations.

Fig. 97 > L'Aar selon le niveau R complété par les critères LAWA

Un très grand cours d'eau justifie l'évaluation séparée des deux rives. Berge d'affouillement (rouge) et berge d'atterrissement (vert) près de Ruppoldingen (SO)



Fig. 98 > L'Aar – données agrégées selon les critères du niveau R⁵⁶

Le regroupement au niveau R des données «Ecomorphologie – niveau R complétée par les paramètres LAWA» fournit un aperçu général de la situation



Les mesures de protection contre les crues de l'Aar réalisées en 2006 à la hauteur de Hunzigenau, près de Rubigen (BE), ont fourni l'occasion de recourir à la méthode *Ecomorphologie – niveau R complétée par les paramètres LAWA* pour assurer le suivi écomorphologique. Lors du relevé initial, les deux rives de l'Aar ont été qualifiées de «très atteintes» dans la zone concernée par ces travaux. Ceux-ci ont apporté aux rives des améliorations d'une à deux classes, selon les tronçons. Laissée en l'état, la rive gauche a néanmoins bénéficié des modifications globales apportées à la rivière (variabilité accrue de la largeur du lit et du courant), puisqu'elle est passée dans la classe supérieure. Sur ce tronçon, les travaux de protection contre les crues ont donc aussi amélioré l'état écomorphologique.

Aar:
Ecomorphologie – niveau R
enrichie de paramètres LAWA

L'Aar:
exemple d'actualisation
des données

⁵⁶ Bleu = classe I (naturel/semi-naturel) et vert = classe II (peu atteint): en bon état.

Jaune = classe III (très atteint), rouge = classe IV (artificiel / non naturel) et violet = classe V (mis sous terre): en mauvais état.

Fig. 99 > Premier relevé de l'Aar selon le niveau R complété par les critères LAWA

Rubigen (BE): relevé initial lors de la réalisation des mesures de protection contre les crues.



Fig. 100 > Actualisation des données: améliorations sur la rive droite de l'Aar (en haut)

Actualisation des données et contrôle des résultats. (Il n'existe pas de vue aérienne de la situation actuelle.)



Fig. 101 > L'Aar élargie

Le nouveau bras latéral crée une île sur la rivière près de Rubigen (BE).



Fig. 102 > Protection contre les crues et revitalisation de l'Aar

Avec ses berges plates de gravier, l'Aar revitalisée est propice à la détente.



Si la revitalisation de grands cours d'eau requiert des ressources supplémentaires, qui devront être demandées dans le cadre de la nouvelle péréquation financière, il faudra au minimum procéder à une analyse des déficits selon la méthode *Ecomorphologie – niveau R complétée par les critères LAWA* (Sigmaplan 2006).

Méthode recommandée pour les très grands cours d'eau

A3 Données complémentaires aux fins d'extrapolation et d'analyse

Les critères de pondération des données recueillies sont la région, l'altitude, la taille du cours d'eau (FLOZ) et l'utilisation du sol (en/hors zone urbanisée). Pour les analyses plus approfondies, on utilise de plus les paramètres ci-dessous.

Analyses approfondies

- > *Déclivité*: La pente moyenne de chaque tronçon se calcule d'après sa longueur et la différence d'altitude entre ses deux extrémités (déterminée selon le modèle de terrain MNT25).
- > *Agriculture*: Les surfaces agricoles sont définies à l'aide de deux sources de données: les surfaces primaires de VECTOR25 «Z_Uebrig», «Z_ObstAn» et «Z_Reben» situées dans les zones agricoles «zone de plaine», «zone des collines» et «zones de montagne I à IV» selon *Limites des zones agricoles de la Suisse* (Office fédéral de l'agriculture, OFAG 1997). Les surfaces primaires «Z_Fluss» sont également attribuées à l'agriculture pour éviter que l'utilisation des terrains adjacents ne passe dans la catégorie «autre territoire» lors de la saisie des grands cours d'eau dans un système d'information géographique (SIG).
- > *Autre territoire*: Cette catégorie englobe les surfaces qui n'appartiennent ni à une zone urbanisée, ni à une zone agricole, soit notamment forêt, rocher, pierrier, éboulis ou marais. Viennent s'y ajouter les zones d'estivage selon les limites des zones agricoles.
- > *Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (IFP)*: Données de l'OFEV (situation en 2001).
- > *Zones alluviales d'importance nationale*: Données de l'OFEV (situation en 2007).
- > *Parcs d'importance nationale*: Dix candidats (situation en 2008).
- > *Surfaces d'assolement*: Pour ces surfaces, on ne dispose pas encore d'un ensemble de données couvrant l'ensemble du territoire suisse. Celles du canton d'Argovie sont utilisées à titre d'exemple (situation en 2008).

Puisque le modèle numérique VECTOR25 n'indique pas la largeur des cours d'eau, on utilise leur numéro d'ordre hydrographique (FLOZ) pour l'extrapolation, en supposant que les ruisseaux ou rivières de même numéro d'ordre présentent des caractéristiques analogues. Voici la taille des cours d'eau selon leur numéro d'ordre:

Hiérarchie des cours d'eau basée sur les numéros d'ordre hydrographiques

- > FLOZ 1: petits cours d'eau / sources.
- > FLOZ 2 et 3: cours d'eau moyens. (FLOZ 2 résulte de la confluence de deux ruisseaux FLOZ 1 et FLOZ 3 débute au confluent de deux cours d'eau FLOZ 2.)
- > FLOZ 4 à 9: grands cours d'eau. (Les très grands cours d'eau [Rhône, Aar, Reuss, Limmat et Rhin] apparaissent ici pour mémoire, mais n'ont pas été retenus pour l'extrapolation et l'analyse (cf. ch. 1.3).

La figure 103 (page suivante) représente le réseau hydrographique suisse réparti en FLOZ 1 (petits cours d'eau / sources), FLOZ 2 et 3 (cours d'eau moyens) et FLOZ 4 à 9 (grands cours d'eau y compris les plus grands).

Fig. 103 > Réseau hydrographique suisse avec la hiérarchie des cours d'eau

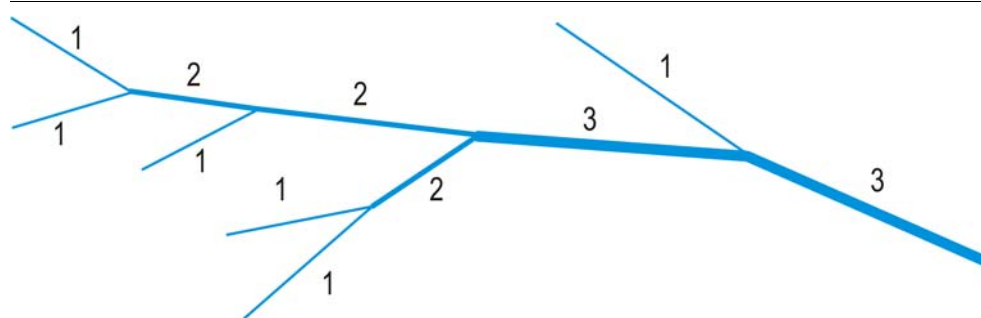


Si l'on considère le numéro d'ordre hydrographique des cours d'eau cartographiés selon trois catégories de largeur (aux fins de simplification), il apparaît que 87 % des tronçons étroits (< 2 m) portent le numéro d'ordre FLOZ 1 et 73 % des tronçons FLOZ 4 à 9 ont une largeur dépassant 5 m. Pour FLOZ 2 et 3, la distribution s'avère cependant plus homogène (cf. tab. 10). La chose pourrait s'expliquer par la présence en zone alpine de nombreux ruisseaux larges en raison de leur qualité structurale (dynamique d'écoulement et de charriage), qui portent en général un numéro FLOZ inférieur à celui des cours d'eau de plaine ayant la même largeur. Force est de supposer par ailleurs que bien des cours d'eau de plaine qui jouent un rôle crucial dans la connectivité longitudinale présentent un lit rétréci par des travaux de correction et d'aménagement.

Numéro d'ordre hydrographique et largeur des cours d'eau

Fig. 104 > Numéros d'ordre hydrographiques selon Strahler

Les numéros d'ordre hydrographiques (*Flussordnungszahlen, FLOZ*) indiquent le degré de ramification d'un réseau hydrographique. Strahler attribue le numéro 1 (*FLOZ 1*) aux tronçons issus de la source. Au confluent de deux cours d'eau, on augmente le numéro d'une unité s'ils portent le même numéro, sinon, on reprend le numéro le plus élevé.



Tab. 10 > Cours d'eau: largeurs et numéros d'ordre hydrographiques

Numéro d'ordre [FLOZ]	VECTOR25-GWN [km]	Hiérarchie des cours d'eau	Largeur répertoriée	Longueur totale [km]	Part [%]
1	32 178	petits	moins de 2m	6 916	87
			2 à 5m	955	12
			plus de 5m	113	1
2 et 3	23 643	moyens	moins de 2m	4 864	51
			2 à 5m	3 613	38
			plus de 5m	1 105	11
4 à 9	9 618	grands	moins de 2m	743	11
			2 à 5m	1 131	16
			plus de 5m	5 176	73

A4 Données collectées et données extrapolées

Tab. 11 > Extrapolations⁵⁷: état écomorphologique, seuils et ouvrages

	VECTOR25-GWN		Tronçons cartographiés		Etat écomorphologique ⁵⁸										Seuils artificiels > 50 cm		Ouvrages > 50 cm	
	km	%	km	%	I		II		III		IV		V		Nombre par km	Nombre par km		
Suisse	64 897	100	23 887	37	35 362	54	15 608	24	6 714	10	2 935	5	4 278	7	91 990	1,4	8 841	0,1
Jura	3 142	5	2 287	73	1 097	35	932	30	510	16	269	9	335	11	4 305	1,4	676	0,2
Plateau	15 193	23	10 612	70	5 989	39	3 481	23	2 411	16	1 241	8	2 071	14	34 478	2,3	3 127	0,2
Alpes	46 562	72	10 986	24	28 277	61	11 194	24	3 794	8	1 425	3	1 873	4	53 207	1,1	5 038	0,1
FLOZ 1	32 176	50	7 983	25	18 894	59	7 954	25	1 705	5	786	2	2 837	9	46 730	1,5	3 917	0,1
FLOZ 2 et 3	23 642	36	9 582	41	13 264	56	5 414	23	2 355	10	1 320	6	1 290	5	37 842	1,6	3 378	0,1
FLOZ 4 à 9	9 078	14	6 320	70	3 204	35	2 240	25	2 654	29	829	9	151	2	7 419	0,8	1 546	0,2
Moins de 600m	15 612	24	10 767	69	4 637	30	3 785	24	3 209	21	1 772	11	2 209	14	27 392	1,8	3 535	0,2
600–1200m	22 077	34	9 879	45	11 775	53	5 120	23	2 516	11	943	4	1 723	8	51 356	2,3	3 888	0,2
1200–2000m	17 399	27	2 961	17	10 894	63	5 064	29	909	5	191	1	342	2	12 716	0,7	1 071	0,1
Plus de 2000m	9 809	15	279	3	8 056	82	1 638	17	80	1	29	0	5	0	527	0,1	347	0,0
Zones urbanisées	3 528	5	2 467	70	151	4	532	15	1 020	29	799	23	1 026	29	5 877	1,7	1 268	0,4
Zones agricoles	16 043	25	9 037	56	2 928	18	5 469	34	3 791	24	1 633	10	2 221	14	19 244	1,2	2 770	0,2
Autre territoire	45 325	70	12 383	27	33 251	73	9 268	20	1 592	4	382	1	834	2	67 385	1,5	4 687	0,1
Pente < 5 %	19 225	30	11 974	62	5 546	29	5 198	27	4 550	24	2 027	11	1 903	10	16 476	0,9	3 268	0,2
Pente 5–15 %	16 432	25	6 269	38	9 694	59	3 874	24	1 023	6	475	3	1 365	8	32 394	2,0	2 784	0,2
Pente > 15 %	29 240	45	5 643	19	20 832	71	6 342	22	926	3	330	1	811	3	43 130	1,5	2 785	0,1
Largeur < 2m	37 562	58	12 316	33	19 535	52	9 638	26	2 864	8	1 502	4	4 022	11	59 735	1,6	5 049	0,1
Largeur 2–5m	15 129	23	5 699	38	9 569	63	3 175	21	1 448	10	778	5	159	1	23 290	1,5	2 084	0,1
Largeur > 5m	12 206	19	5 872	48	6 350	52	2 789	23	2 392	20	645	5	31	0	8 961	0,7	1 684	0,1
Dans z. alluviales	1 355	2	558	41	954	70	250	18	127	9	15	1	8	1	174	0,1	111	0,1
Dans IFP	11 618	18	3 149	27	7 788	67	2 684	23	613	5	190	2	342	3	28 199	2,4	809	0,1
Dans des parcs	5 259	8	1 671	32	3 361	64	1 047	20	412	8	155	3	285	5	6 055	1,2	610	0,1

Fond tramé en gris: critères d'extrapolation.

⁵⁷ Toutes les valeurs figurant dans ce tableau ont été arrondies à un nombre entier, ce qui peut engendrer de petits écarts entre la longueur selon VECTOR25-GWN et le total des classes écomorphologiques.

⁵⁸ Classes écomorphologiques: I = naturel/semi-naturel; II = peu atteint; III = très atteint; IV = artificiel / non naturel; V = mis sous terre.

Tab. 12 > Besoin d'espace des cours d'eau⁵⁹ (extrapolé, en km)

	VECTOR25-GWN		Tronçons cartographiés		Satisfait sur les deux rives		Satisfait sur une rive		Mis sous terre		Non satisfait sur les deux rives		Non déterminé	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Suisse	64 897	100	23 887	37	37 593	58	5 269	8	4 260	7	14 431	22	3 344	5
Jura	3 142	5	2 287	73	1 256	40	398	13	335	11	1 140	36	14	0
Plateau	15 193	23	10 612	70	7 273	48	1 479	10	2 067	14	4 162	27	212	1
Alpes	46 562	72	10 986	24	29 064	62	3 393	7	1 858	4	9 130	20	3 118	7
FLOZ 1	32 176	50	7 983	25	20 540	64	1 802	6	2 818	9	5 549	17	1 467	5
FLOZ 2 et 3	23 642	36	9 582	41	13 470	57	2 047	9	1 290	5	5 274	22	1 561	7
FLOZ 4 à 9	9 078	14	6 320	70	3 583	39	1 421	16	151	2	3 608	40	316	3
Moins de 600m	15 612	24	10 767	69	6 146	39	1 637	10	2 208	14	5 363	34	258	2
600–1200m	22 077	34	9 879	45	12 739	58	2 411	11	1 715	8	5 153	23	59	0
1200–2000m	17 399	27	2 961	17	11 927	69	1 159	7	331	2	3 696	21	285	2
Plus de 2000m	9 809	15	279	3	6 780	69	62	1	5	0	220	2	2 742	28
Zones urbanisées	3 528	5	2 467	70	361	10	241	7	1 024	29	1 851	52	51	1
Zones agricoles	16 043	25	9 037	56	3 909	24	1 920	12	2 213	14	7 858	49	144	1
Autre territoire	45 326	70	12 383	27	34 350	76	3 044	7	827	2	3 946	9	3 160	7

Fond tramé en gris: critères d'extrapolation.

Tab. 13 > Besoin d'espace et situation actuelle⁵⁹ (extrapolations en ha, sans le lit des cours d'eau)

	VECTOR25-GWN		Tronçons cartographiés		Besoin d'espace ha	Espace disponible ⁶⁰					Espace manquant						
	km	%	km	%		total ha	tc %	ntc %	a %	nb %	I ha	II ha	III ha	IV ha	V ha	total ha	%
Suisse	64 897	100	23 887	37	85 489	63 744	91	6	1	2	534	7 362	6 474	3 354	4 020	21 744	25
Jura	3 142	5	2 287	73	4 137	2 285	89	3	0	8	42	570	569	355	317	1 852	45
Plateau	15 193	23	10 612	70	18 747	11 821	84	5	0	11	135	1 509	2 063	1 259	1 959	6 925	37
Alpes	46 562	72	10 986	24	62 605	49 637	92	7	1	1	357	5 284	3 842	1 740	1 744	12 967	21
FLOZ 1	32 176	50	7 983	25	34 293	26 389	89	7	0	3	173	3 297	1 103	672	2 660	7 904	23
FLOZ 2 et 3	23 642	36	9 582	41	30 415	23 658	92	5	0	2	194	2 403	1 657	1 299	1 204	6 757	22
FLOZ 4 à 9	9 078	14	6 320	70	20 781	13 698	91	6	1	1	167	1 662	3 715	1 383	156	7 083	34
Moins de 600m	15 612	24	10 767	69	21 486	12 218	79	8	1	12	156	1 801	3 213	1 970	2 128	9 267	43
600–1200m	22 077	34	9 879	45	28 168	20 349	96	2	1	1	216	2 529	2 392	1 095	1 588	7 820	28
1200–2000m	17 399	27	2 961	17	22 552	18 128	94	6	0	0	150	2 867	852	254	301	4 424	20
Plus de 2000m	9 809	15	279	3	13 282	13 049	88	12	0	0	12	165	18	35	3	233	2
Zones urbanisées	3 528	5	2 467	70	5 103	1 389	72	13	3	12	10	336	1 253	1 122	993	3 713	73
Zones agricoles	16 043	25	9 037	56	22 068	10 737	82	11	2	5	171	3 412	3 910	1 695	2 143	11 331	51
Autre territoire	45 326	70	12 383	27	58 199	52 523	93	5	0	2	353	3 290	943	402	687	5 675	10

Fond tramé en gris: critères d'extrapolation.

⁵⁹ Toutes les valeurs figurant dans ce tableau ont été arrondies à un nombre entier.

⁶⁰ Espace disponible: typique d'un cours d'eau (tc), non typique d'un cours d'eau (ntc), artificiel (a), non déterminé (nd).

> Index

Abréviations

Eawag

Institut pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux

FLOZ

Numéro d'ordre hydrographique (Flussordnungszahl)

IFP

Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale

MNT25

Modèle numérique du terrain, basé sur la Carte nationale 1 : 25 000

OFEFP

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (devenu OFEV en 2006)

OFEV

Office fédéral de l'environnement

RPT

Réforme de la péréquation financière et de la répartition des tâches entre la Confédération et les cantons

VECTOR25-GWN

Réseau hydrographique numérique basé sur la Carte nationale 1 : 25 000

Figures

Fig. 1

Cours d'eau ayant fait l'objet du relevé écomorphologique 9

Fig. 2

Etat écomorphologique des cours d'eau suisses 10

Fig. 3

Comparaison géographique des longueurs respectives des classes de qualité écomorphologique 10

Fig. 4

Classes écomorphologiques: extrapolation par régions biogéographiques 11

Fig. 5

Classes écomorphologiques: extrapolation selon l'utilisation du sol 11

Fig. 6

Déficit d'espace selon l'utilisation du sol 12

Fig. 7

Besoins de revitalisation des cours d'eau 13

Fig. 8

Contrôle des résultats dans le cas du Chräbsbach 14

Fig. 9

Cours d'eau ayant fait l'objet du relevé écomorphologique 17

Fig. 10

Périodes des relevés cartographiques par canton 23

Fig. 11

Perte de données lors du transfert vers VECTOR25-GWN 24

Fig. 12

Critères de pondération pour l'extrapolation 25

Fig. 13

Schéma servant à évaluer la largeur des rives 27

Fig. 14

Etat écomorphologique des cours d'eau suisses 28

Fig. 15

Tronçon naturel/semi-naturel 29

Fig. 16

Tronçon peu atteint 29

Fig. 17

Tronçon très atteint 29

Fig. 18

Tronçon artificiel / non naturel 29

Fig. 19

Tronçon mis sous terre 29

Fig. 20

Comparaisons géographiques des longueurs respectives des classes écomorphologiques 30

Fig. 21 Cours d'eau cartographiés selon leur état écomorphologique (Ecomorphologie – niveau R) ¹⁴	31	Fig. 37 Classes écomorphologiques, extrapolation en fonction de l'utilisation du sol	41
Fig. 22 Tronçons naturels / semi-naturels	33	Fig. 38 Proportions de cours d'eau en mauvais état, selon l'utilisation du sol	41
Fig. 23 Tronçons peu atteints	33	Fig. 39 Cours d'eau artificiel / non naturel dans une zone urbanisée	42
Fig. 24 Tronçons très atteints	33	Fig. 40 Cours d'eau peu atteint dans une zone urbanisée	42
Fig. 25 Tronçons artificiels / non naturels	33	Fig. 41 Cours d'eau très atteint dans une zone agricole	42
Fig. 26 Tronçons mis sous terre	33	Fig. 42 Cours d'eau peu atteint dans une zone agricole	42
Fig. 27 Cours d'eau cartographiés	33	Fig. 43 Cours d'eau très atteint en forêt	42
Fig. 28 Ecomorphologie des cours d'eau: extrait d'une carte détaillée	34	Fig. 44 Cours d'eau naturel/semi-naturel en forêt	42
Fig. 29 Classes écomorphologiques, extrapolation par régions biogéographiques	36	Fig. 45 Classes écomorphologiques, extrapolation des zones alluviales	44
Fig. 30 Proportion de cours d'eau en mauvais état, par régions biogéographiques	36	Fig. 46 Classes écomorphologiques, extrapolation des zones alluviales par numéros d'ordre hydrographiques	44
Fig. 31 Classes écomorphologiques, extrapolation par rapport à l'altitude	37	Fig. 47 Etat d'un grand cours d'eau en zone alluviale	44
Fig. 32 Proportion de cours d'eau en mauvais état en fonction de l'altitude	37	Fig. 48 Etat de cours d'eau petits, moyens et très grands en zone alluviale	44
Fig. 33 Etat écomorphologique des cours d'eau de la portion uranaise de la vallée de la Reuss	38	Fig. 49 Classes écomorphologiques, extrapolation des sites IFP	45
Fig. 34 Etat écomorphologique des cours d'eau de la plaine de Magadino	38	Fig. 50 Etat écomorphologique des cours d'eau situés dans un site IFP	45
Fig. 35 Classes écomorphologiques, extrapolation en fonction de la déclivité	40	Fig. 51 Classes écomorphologiques, extrapolation pour les parcs	46
Fig. 36 Proportions de grands cours d'eau en mauvais état, par classes de déclivité	40	Fig. 52 Etat écomorphologique des cours d'eau évalués dans le Biosfera Val Müstair (2003)	46

Fig. 53 Etat écomorphologique des cours d'eau situés dans le projet de parc Biosfera Val Müstair	46	Fig. 67 L'Emme élargie	61
Fig. 54 Exemple de réseau hydrographique utilisant la hiérarchie des numéros d'ordre	47	Fig. 68 Le Flaz avant revitalisation	61
Fig. 55 Classes écomorphologiques, extrapolation par numéros d'ordre hydrographiques (FLOZ)	48	Fig. 69 Le Flaz revitalisé	61
Fig. 56 Relevés cartographiques de l'état des grands et très grands cours d'eau	48	Fig. 70 La Thur avant revitalisation	61
Fig. 57 Exemple de corrélation entre numéros d'ordre hydrographiques et état écomorphologique	49	Fig. 71 La Thur élargie	61
Fig. 58 Classes écomorphologiques, extrapolation selon la largeur des cours d'eau	50	Fig. 72 Suivi de la 2 ^e correction de la Thur: contrôle des résultats	64
Fig. 59 Evaluation par extrapolation du besoin d'espace (tronçons de cours d'eau)	53	Fig. 73 Répartition par classes écomorphologiques, premier relevé et mise à jour, canton de Zurich	65
Fig. 60 Satisfaction du besoin d'espace des grands cours d'eau cartographiés	53	Fig. 74 Tronçons revitalisés au moment de la mise à jour, canton de Zurich	65
Fig. 61 Evaluation de l'espace réservé aux cours d'eau, extrapolation par régions biogéographiques	54	Fig. 75 Classement des tronçons ayant fait l'objet d'une mise à jour dans le canton de Berne	66
Fig. 62 Evaluation de l'espace réservé aux cours d'eau, extrapolation selon l'altitude	54	Fig. 76 Etat de l'Önz avant revitalisation	67
Fig. 63 Evaluation de l'espace réservé aux cours d'eau, extrapolation selon l'utilisation du sol	54	Fig. 77 L'Önz renaturée	67
Fig. 64 Evaluation de l'espace réservé aux cours d'eau, extrapolation par numéros d'ordre hydrographiques	55	Fig. 78 Protection et revalorisation d'un tronçon en bon état: l'exemple du Rhin alpin	71
Fig. 65 Manque d'espace réservé aux cours d'eau en zone agricole, selon l'ordre hydrographique	58	Fig. 79 Ruisseau très atteint	72
Fig. 66 Etat de l'Emme avant revitalisation	61	Fig. 80 Ruisseau artificiel / non naturel	72
		Fig. 81 Obstacles infranchissables pour les poissons: l'exemple de la Zulg	73
		Fig. 82 Seuil artificiel sur la Zulg	73
		Fig. 83 Cours moyen naturel de la Zulg	73

Fig. 84		Fig. 101	
Cours d'eau à l'aise	74	L'Aar élargie	87
Fig. 85		Fig. 102	
Cours d'eau façonnant le paysage	74	Protection contre les crues et revitalisation de l'Aar	87
Fig. 86		Fig. 103	
Birse: état écomorphologique visualisé sur quatre cantons	76	Réseau hydrographique suisse avec la hiérarchie des cours d'eau	89
Fig. 87		Fig. 104	
Etat écomorphologique de quelques affluents du lac de Neuchâtel	76	Numéros d'ordre hydrographiques selon Strahler	91
Fig. 88			
Etat de la Kander avant revitalisation	79	Tableaux	
Fig. 89		Tab. 1	
Enrochement sur la Kander	79	Définition des principaux critères	19
Fig. 90		Tab. 2	
Etat du Rombach avant revitalisation	79	Classes d'évaluation selon la méthode Ecomorphologie – niveau R	20
Fig. 91		Tab. 3	
Le Rombach après revitalisation	79	Utilisation des terrains adjacents – cantons de Soleure, de Schwyz et d'Uri (% des km recensés)	43
Fig. 92		Tab. 4	
Nouveau bras latéral de l'Emme	79	Nombres extrapolés de seuils artificiels et d'ouvrages ≥ 50 cm	52
Fig. 93		Tab. 5	
Le Krautmühlebach renaturé	79	Manque d'espace: tableau synoptique (sans le lit des cours d'eau)	57
Fig. 94		Tab. 6	
Relevé des très grands cours d'eau, converti selon les critères Ecomorphologie – niveau R	84	Espace des cours d'eau situés en zone agricole	58
Fig. 95		Tab. 7	
Haut-Rhin: relevé selon la méthode LAWA	85	Besoin de revitalisation des cours d'eau	60
Fig. 96		Tab. 8	
Haut-Rhin: données LAWA agrégées selon le niveau R	85	Estimation des coûts de revitalisation	62
Fig. 97		Tab. 9	
L'Aar selon le niveau R complété par les critères LAWA	86	Bassins versants du Fischbach et du Greifensee: changements constatés lors de la mise à jour	65
Fig. 98		Tab. 10	
L'Aar – données agrégées selon les critères du niveau R	86	Cours d'eau: largeurs et numéros d'ordre hydrographiques	91
Fig. 99		Tab. 11	
Premier relevé de l'Aar selon le niveau R complété par les critères LAWA	87	Extrapolations: état écomorphologique, seuils et ouvrages	92
Fig. 100			
Actualisation des données: améliorations sur la rive droite de l'Aar (en haut)	87		

Tab. 12

Besoin d'espace des cours d'eau (extrapolé, en km) 93

Tab. 13

Besoin d'espace et situation actuelle (extrapolations en ha, sans le lit des cours d'eau) 93

Bibliographie

Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (AfU) 2007: Wasserbaukonzept. Aufbruch zu neuen Ufern.

Amt für Umwelt des Kantons Thurgau (éd.) 2006: Lebende Fliessgewässer. Konzept: Büro Kaden & Partner. (Brochure).

Aquatica, Aquaplus, Hydra 2001: Ökomorphologie der Fliessgewässer im Kanton Solothurn, Schlussbericht mit Tabellen- und Kartenanhang.

Aquatica, Imhof A. 2004: Ökomorphologie der Fliessgewässer im Kanton Uri. Amt für Umweltschutz Uri, Abt. Gewässerschutz (éd.): 28 p.

Aquatica, Kälin A. 2003: Ökomorphologische Erhebungen der Fliessgewässer im Kanton Uri. Zwischenbericht 2002.

Baudirektion Kanton Zürich, AWEL 2008: Nachführung der ökomorphologischen Erhebungen im Kanton Zürich. Pilotprojekt in den Einzugsgebieten von Fischbach und Greifensee 2005. Grundlagen für ein Nachführungskonzept zur Umsetzung ab 2009.

Beyeler H. 2005: Finanzierung und Abgeltung am Beispiel des Limpachmoos. In: Thema Umwelt 4/2005: pp. 20–21. Praktischer Umweltschutz Schweiz (Pusch), Zurich: 28 p.

Blücher U. 2005: Erhebungen belegen den Revitalisierungsbedarf. In: Thema Umwelt 4/2005, pp. 5–7. Praktischer Umweltschutz Schweiz (Pusch), Zurich: 28 p.

CIPEL 2000: Plan d'action 2001–2010 en faveur du Léman, du Rhône et de leurs affluents. Commission internationale pour la protection des eaux du Léman (CIPEL).

Département des transports, de l'équipement et de l'environnement du canton du Valais. Service de la protection de l'environnement 2008: ECOMORPH-R dans le canton du Valais.

Eberstaller J., Eberstaller D., Rey P., Becker A. 2007: Monitoring Alpenrhein, Teilbereich Gewässerökologie, Konzept zur Koordination und Durchführung. Im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA): 65 p.

Ecoplan / Natura 2005: Grundlagen zur Initiative «Lebendiges Wasser». Teilprojekt 2: Finanzierung (non publié). Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne: 62 p.

ERZ (éd.) 2003: Bäche in der Stadt Zürich. Konzept, Erfahrungen und Beispiele. Entsorgung + Recycling Zürich, Werk Werdhölzli, Zurich.

Fischnetz 2004: Sur la trace du déclin piscicole. Rapport final du Réseau suisse poissons en diminution. Eawag, Dübendorf et OFEFP, Berne.

Fonds pour la régénération des eaux, Office de l'agriculture et de la nature (ANAT) (éd.) 2006: Report 2002–2005. Berne: 27 p.

Frossard P., Lachat B., Paltrinieri L. 1998: Davantage d'espace pour nos cours d'eau – pour l'homme et la nature. Pro Natura (éd.). Contributions à la protection de la nature en Suisse n° 20/1998.

Grünenfelder J. 2003: Ökomorphologie der Bündner Fliessgewässer. Amt für Natur und Umwelt (éd.). In: Umwelt-Info 1 03.

Horstmann M., Knutti A. (WWF Suisse, éd.) 2002: Eaux libérées. A la découverte des cours d'eau revitalisés de Suisse. Editions d'en bas, Lausanne.

Huet M. 1949: Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. In: Revue Suisse d'Hydrologie 11: pp. 333–351.

Keusen M. 2008: Abschlussbericht Nachführung 2008 der Daten Ökomorphologie F auf VECTOR25 GWL.

Könitzer C., Zeh H. 2007: Ecomorphologie de l'Aar: des rives souvent dénaturées. In: Bulletin d'information de l'OPED 1/2007, pp. 2–7. Office de la protection des eaux et de la gestion des déchets, Berne.

Könitzer C., Zeh M. 2005: Recenser les changements. Cours d'eau du canton de Berne: mise à jour des relevés écomorphologiques. In: Bulletin d'information de l'OPED 3/2005, pp. 2–9. Office de la protection des eaux et de la gestion des déchets, Berne.

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) 2002: Gewässerstrukturkartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für mittelgrosse bis grosse Fliessgewässer. Landesumweltamt NRW.

Maurer V. 2004: Koordinierte biologische Untersuchungen an Hochrhein und Aare 1990–2002, Zusammenfassender Kurzbericht. OFEFP, Schriftenreihe Umwelt n° 375: 45 p.

Niederhauser P. et al. 2000: Ökomorphologische Beurteilung der Fliessgewässer. Flächendeckende Erhebungen im Kanton Zürich. Sonderdruck Wasserbau im Kanton Zürich. n° 1450 de la Société suisse de l'industrie du gaz et des eaux.

Notter B., Aschwanden H., Klauser H., Staub E., von Blücher U. 2007: Etat écomorphologique des cours d'eau suisses: évaluation intermédiaire sur la base des relevés de 18 cantons.

Notter B., Droz M., Sieber U., Staub E., von Blücher U. 2006: Morphologie: Grundlagen für die Renaturierungs-Initiative (non publié).

OcCC / ProClim (éd.) 2007: Les changements climatiques et la Suisse en 2050. Académie des sciences naturelles, Berne. 168 p.

OFEF, OFEFP, ARE, OFAG 1996: Raumbedarf von Fliessgewässern. Naturwissenschaftliche Grundlagen. Schlussbericht. Berne: 100 p.

OFEFP (éd.), en collaboration avec OFEG / EAWAG / AWEL, 1998a: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse, système modulaire gradué. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne: 43 p.

OFEFP (éd.), en collaboration avec OFEG / EAWAG / AWEL, 1998b: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse: Ecomorphologie – niveau R. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne: 49 p.

OFEFP, OFEG, OFAG, ARE (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, Berne: 12 p.

OFEG 2001: Protection contre les crues des cours d'eau: Directive 2001. OFEG, Bienne: 72 p.

OFEG, OFEFP, ARE, OFAG 2000: Réserver de l'espace pour les cours d'eau (Dépliant). Berne.

OFEV (éd.), en collaboration avec EAWAG / AWEL 2006: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse: Ecomorphologie niveau C. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, Berne: 72 p. (Projet de juillet 2006.).

OFEV et OFAG 2008: Objectifs environnementaux pour l'agriculture. A partir de bases légales existantes. Connaissance de l'environnement n° 0820. Office fédéral de l'environnement, Berne: 221 p.

Office de la nature du canton de Berne (ONAT) (éd.) 2002: Renaturierungsfonds des Kantons Bern, Report 1998–2001. Office de la nature du canton de Berne, Berne: 14 p.

Office fédéral de l'environnement (OFEV) (éd.) 2008: Manuel RPT dans le domaine de l'environnement. Communication de l'OFEV en tant qu'autorité d'exécution. L'environnement pratique n° 0808. Office fédéral de l'environnement, Berne: 283 p.

Peter A. 1986: Abgrenzung zwischen Fisch- und Nichtfischgewässern. Schriftenreihe Fischerei, n° 45. Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne.

Peter Rey, HYDRA 2004: Ökologische Aspekte der Gewässerentwicklung Alpenrheinzuflüsse und Bäche im Rheintal. Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA) (éd.).

Rüfenacht M. 2008: Laufmeterkosten von Renaturierungsprojekten (non publié). OFEV.

SESA 2005: Inventaire écomorphologique de niveau régional des rivières vaudoises. Canton de Vaud, Département de la Sécurité et de l'Environnement. Service des eaux, sols et assainissement (SESA).

Sieber U. 2005: Leitbild für eine nachhaltige Gewässerpolitik. In: Thema Umwelt 4/2005, p. 4. Praktischer Umweltschutz Schweiz (Pusch). Zurich: 28 p.

Sigmaplan 2001: Renaturierungsfonds des Kantons Bern. Leitbild und Projektbeurteilung. Ökologische und ökonomische Entscheidungskriterien für die Beurteilung von Renaturierungsprojekten (non publié).

Sigmaplan 2003: Ökomorphologie der Fliessgewässer im Kanton Bern. Direction des travaux publics, des transports et de l'énergie du canton de Berne, Office de la protection des eaux et de la gestion des déchets (OPED), Laboratoire de la protection des eaux et du sol (LPES): 52 p.

Sigmaplan 2005: Erste Nachführung Ökomorphologie der Fliessgewässer im Kanton Bern 1997–2003; Office de la protection des eaux et de la gestion des déchets (OPED), Laboratoire de la protection des eaux et du sol (LPES): 20 p.

Sigmaplan 2006: Ökomorphologische Kartierung Aare in den Kantonen Bern und Solothurn. Methode und Resultate: 23 p.

Sigmaplan 2008: Ökomorphologie von Aare, Reuss und Limmat im Kanton Aargau. Methode und Datendokumentation: 13 p.

Stutz 2008: Erfolgskontrolle 2. Thurgauer Thurkorrektur – eine Bilanz der Ökomorphologie und der Lebensräume. In: Ingenieurbiologie 3/08: 6 p.

Trottmann N., Peter A. 2006. Ökologische Anforderungen an die Planung von Schutzbauten an Gewässern. Leitfaden ökologische Mehrleistungen. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne et Eawag, Kastanienbaum.

Woolsey S., Weber C., Gonser T., Hoehn E., Hostmann M., Junker B., Roulier C., Schweizer S., Tiegs S., Tockner K. et Peter A. 2005: Guide du suivi des projets de revitalisation fluviale. Une publication du Projet Rhône-Thur. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ: 112 p.

Zeh M. 2001: La moitié des cours d'eau est recensée. Bulletin d'information de l'OPED 1/2001, pp. 4–7. Office de la protection des eaux et de la gestion des déchets, Berne.

Zeh M., Wagner T. 2003: Redonner leur liberté aux cours d'eau. Le recensement écomorphologique des cours d'eau bernois est achevé. In: Bulletin d'information de l'OPED 2/2003, pp. 10–15. Office de la protection des eaux et de la gestion des déchets, Berne.

Glossaire

Besoin d'espace

L'espace nécessaire à un cours d'eau comprend le chenal (largeur du lit) auquel s'ajoutent les deux rives.

Ecomorphologie

Description de la structure des cours d'eau (lit, berges, rives), de la connectivité du réseau hydrographique et de l'influence humaine. Elle évalue aussi la fonction «habitat» des cours d'eau.

Etat écomorphologique

On utilise la méthode Ecomorphologie – niveau R pour déterminer l'état structurel des cours d'eau par rapport à un état supposé naturel.

Renaturation

Renaturation est le terme générique désignant toute mesure d'amélioration fonctionnelle de l'écosystème «cours d'eau». Elle englobe notamment le rétablissement de structures proches de l'état naturel dans le cas de cours d'eau aménagés (revitalisation), l'assainissement de tronçons caractérisés par des débits résiduels insuffisants, l'atténuation des effets nuisibles de l'exploitation hydroélectrique par éclusées, ainsi que les mesures prises pour réactiver le charriage.

Revitalisation

Rétablissement de structures proches de l'état naturel dans le cas de cours d'eau aménagés (corrigés, endigués, etc.): les mesures de revitalisation visent au minimum (selon la RPT) la classe «peu atteint» selon les critères de la méthode Ecomorphologie – niveau R. Amélioration de la connectivité aquatique: l'objectif minimum est de neutraliser les seuils artificiels dépassant 50 cm de hauteur.

Sources

Photographies: OFEV: 84; Fotoagentur Aura: 17; A. Knutti: 15; C. Köntzer: 18, 92, 93; W. Müller: 88, 89; J. von Orelli: 76; P. Pitsch: 90, 91; J. Rieder: 39, P. Rey: 68, 69; VBS 66, 67; T. Wagner 77; I. Weissmann: 79; M. Zeh: page de couverture, 16, 42, 80, 85; H. Zeh Weissmann: 19, 40, 41, 43, 44, 82, 83, 101, 102.

Figures reproduites avec l'autorisation de swisstopo (BA091195): 1, 9, 10, 11, 12, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 47, 48, 50, 53, 54, 56, 57, 60, 72, 78, 81, 86, 87, 94, 96, 97, 98, 104.

PK200 © 2009 swisstopo (JD092835)

Relief PK500 © 2009 swisstopo (JD092835)