

**INFORMATIONS CONCERNANT
LA PROTECTION DES EAUX**

n° 26

**Méthodes d'analyse et
d'appréciation des cours d'eau
en Suisse**

**Systeme modulaire
gradué**

**INFORMATIONS CONCERNANT
LA PROTECTION DES EAUX**

n° 26

**Méthodes d'analyse et
d'appréciation des cours d'eau
en Suisse**

**Système modulaire
gradué**

En collaboration avec

Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration
et la protection des eaux (IFAEPE)

Office fédéral de l'économie des eaux (OFEE)

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL),
canton de Zurich

**Publié par l'Office fédéral
de l'environnement, des forêts
et du paysage OFEFP
Berne, 1998**

Impressum:

Auteurs: Ce document a été élaboré par le groupe de projet «Appréciation des cours d'eau». Membres du groupe:

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage

Paul Liechti
Ueli Sieber

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

Ueli Bundi (président)
Andreas Frutiger
Michael Hütte
Armin Peter

Office fédéral de l'économie des eaux

Ulrich von Blücher
Hans Peter Willi

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, canton de Zurich

Christian Göldi
Urs Kupper
Walo Meier
Pius Niederhauser

Contributions complémentaires:

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

Herbert Güttinger

Service hydrologique et géologique national

Hugo Aschwanden

Traduction: Bureau d'études écologiques, Benoît Bressoud, Ardon (VS)

Mise en page: HYDRA, Bureau Peter Rey, Constance

Commande: Service de documentation
Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
3003 Berne
Fax ++41 (0)31 324 02 16
E-mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: <http://www.admin.ch/buwal/publikat/f/>

© OFEFP 1998

Prix: Fr. 15.-

Table des matières

Abstracts	4
Avant-propos	5
Résumé	6
1 Introduction	7
1.1 Situation initiale et répartition des tâches	7
1.2 Bases légales	9
1.3 Objectifs de l'analyse des cours d'eau	10
2 Système modulaire	11
2.1 Structure générale	11
2.2 Niveaux	12
2.3 Appréciation des résultats	13
2.4 Modules	15
2.4.1 Hydrodynamique et morphologie	15
2.4.2 Biologie	17
2.4.3 Effets chimiques et toxicologiques	18
Annexe	20
A1 Cadre juridique	20
A1.1 Protection des eaux	20
A1.2 Aménagement des eaux	22
A1.3 Aménagement du territoire	22
A1.4 Pêche	23
A1.5 Protection de la nature et du paysage	23
A2 Exigences écologiques pour les cours d'eau	24
A2.1 Etat des cours d'eau	24
A2.2 Facteurs et exigences concrètes	24
A3 Résumé des modules - Etat des travaux	30

Abstracts

Surveillance intégrée des cours d'eau en Suisse

La loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux résulte d'une volonté de protection globale: les eaux doivent être protégées non seulement contre la pollution par les eaux usées, mais aussi contre toute influence négative, pour qu'elles puissent remplir la diversité de leurs fonctions de biotopes pour les plantes et les animaux et servir de ressource naturelle. Les différentes fonctions et utilisations des eaux doivent être prises en compte dans l'appréciation des cours d'eau. Cette appréciation, sommaire à l'échelle d'un canton ou d'une région, doit être approfondie pour certains cours d'eau et réseaux hydrographiques. Ces exigences peuvent être satisfaites par un système modulaire d'analyse, qui élargit considérablement les recommandations de 1982 concernant l'analyse des eaux superficielles. Les méthodes d'investigation prévoient trois niveaux dans les domaines suivants: hydrologie, écomorphologie, biologie (rives et végétation des rives, plantes aquatiques et palustres, algues, macrozoobenthos, poissons), chimie des eaux et écotoxicologie. Cette approche multidisciplinaire permettra une appréciation complète des cours d'eau, la mise en évidence des déficits écologiques et l'élaboration de plans de mesures. Les différents modules seront présentés dans des publications distinctes; le présent document explique les principes du système modulaire, fait référence aux bases légales et commente les objectifs des différentes méthodes.

Sorveglianza integrata delle acque in Svizzera

La legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque parte dal presupposto di un'idea di protezione globale delle acque. Le acque devono essere protette da tutte le influenze negative e non soltanto dalle acque di scarico inquinate. Ciò dovrebbe permettere alle acque di svolgere le loro multiple funzioni quale habitat per flora e fauna ma anche di essere utilizzate in senso più generale. Al momento in cui si effettua una valutazione delle acque è necessario tenere conto di dette funzioni nonché dei loro diversi carichi. Ciò deve avvenire nel quadro di una visione d'insieme per un Cantone o una regione come pure in maniera più approfondita per singoli corsi e sistemi d'acqua. A dette esigenze può essere corrisposto con un concetto d'esame strutturato a moduli, il quale permette di ampliare in modo sostanziale le raccomandazioni emanate nel 1982 sull'esame delle acque di superficie svizzere. Nel quadro di tre livelli d'intensità sono previsti rilevamenti nell'ambito dei settori idrologia, ecomorfologia, biologia (riva e vegetazione circostante, piante acquatiche e palustri, alghe, macrozoobenthos, pesci), chimica dell'acqua ed ecotossicologia. L'approccio multidisciplinare deve permettere una valutazione integrale dei corsi d'acqua, sulla base della quale è possibile riconoscere insufficienze e pianificare provvedimenti. I diversi moduli verranno presentati nel quadro di pubblicazioni parziali a sé stanti. Il testo presente spiega le caratteristiche di base del concetto modulare, ne indica le basi giuridiche e discute obiettivi e scopi della raccolta basata sul metodo.

Integrierte Gewässerüberwachung in der Schweiz

Das Gewässerschutzgesetz vom 24.1.1991 geht von einem umfassenden Schutzgedanken aus. Gewässer sollen vor allen negativen Einwirkungen, also nicht nur vor Verunreinigung durch Abwasser geschützt werden, damit sie ihre vielfältigen Funktionen als Lebensräume für Pflanzen und Tiere, aber auch als Nutzungsobjekte erfüllen können. Diese Funktionen und die verschiedenen Gewässerbelastungen müssen bei der Gewässerbeurteilung in Rechnung gestellt werden. Diese soll sowohl überblicksmässig für einen Kanton oder eine Region wie auch vertieft für einzelne Gewässer und Gewässersysteme erfolgen. Diesen Anforderungen kann mit einem modular aufgebauten Untersuchungskonzept entsprochen werden. Damit werden die Empfehlungen von 1982 über die Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer wesentlich erweitert. In drei verschiedenen Intensitätsstufen sind Erhebungsverfahren in den Bereichen Hydrologie, Ökomorphologie, Biologie (Ufer und Umlandvegetation, höhere Wasser- und Sumpfpflanzen, Algen, Makrozoobenthos, Fische), Wasserchemie und Ökotoxikologie vorgesehen. Der multidisziplinäre Ansatz soll eine integrale Beurteilung der Fliessgewässer erlauben, aufgrund derer Defizite erkannt und Massnahmenpläne entwickelt werden können. Die verschiedenen Module werden in separaten Teilpublikationen vorgestellt; der vorliegende Text erläutert die Grundzüge des modularen Konzeptes, verweist auf die rechtlichen Grundlagen und diskutiert Ziel und Zweck der Methodensammlung.

Integral surveillance of running waters in Switzerland

The water pollution control law of 24.1.1991 is based on the concept of comprehensive protection. To effectively fulfill their numerous functions as habitats for plants and animals and as objects of use for man, surface waters (i.e. lakes, rivers, streams, etc.) must be protected not only from pollutants, but also from all other negative influences. In accordance with this goal, it is intended to carry out an assessment of these functions and of the various pollutant sources in the form of general surveys for cantons and regions, and, in more depth, for individual rivers and streams or complete river systems. The requirements for these surveys can be met by a modular monitoring procedure. In this way, the measures recommended in 1982 on the investigation of Swiss surface waters will be considerably expanded. Survey procedures are planned at three intensity levels in the areas of hydrology, ecomorphology, biology (banks and surrounding vegetation, higher water and marsh plants, algae, makrozoobenthos, fish), water chemistry and ecotoxicology. The multidisciplinary approach will permit an integral assessment to be made of running waters, and this in turn will enable insufficiencies to be detected and measures to be developed. The various modules will be described in separate publications. The present text discusses the principal aspects of the modular procedure makes reference to the legal basis, and discusses the aim and purpose of the proposed compendium of methods.

Avant-propos

Les services concernés de la Confédération et des cantons savent depuis longtemps qu'ils manquent de méthodes d'analyse pour comprendre les conséquences des multiples utilisations de l'eau sur les écosystèmes aquatiques et en déduire les actions nécessaires, compte tenu des exigences légales en vigueur.

Jusqu'ici, les décisions liées à l'assainissement des eaux usées et le suivi de leurs effets se basaient surtout sur l'appréciation des eaux au moyen de paramètres chimiques, selon les «*Recommandations concernant l'analyse des eaux superficielles en Suisse*» publiées en 1982. La mise en application d'une conception globale et moderne de protection des eaux présuppose le développement des méthodes nécessaires à leur appréciation.

Actuellement, l'état écologique des cours d'eau n'est plus seulement fonction de la pollution par les eaux usées. En effet, des domaines tels que l'énergie hydraulique, l'évacuation des eaux en provenance des zones habitées et la protection contre les crues jouent un rôle de plus en plus crucial. Sur cet arrière-plan, les procédures d'appréciation de l'état des eaux gagnent en importance. Il est donc plus que jamais nécessaire d'analyser et d'apprécier les paramètres qui concernent les conditions morphologiques et hydrologiques ainsi que la dynamique des eaux, qu'il s'agit alors de considérer comme biotopes.

L'*Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage* (OFEP) et l'*Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux* (IFAEPE) ont décidé, en 1993, de fournir des recommandations générales pour l'appréciation des cours d'eau suisses, en commençant par les domaines de l'écomorphologie, de l'hydrologie et de la biologie du poisson.

Différents groupes d'experts ont élaboré des instructions pour l'appréciation des cours d'eau suisses et fourni les fondements d'un système modulaire. Le présent système général de méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse a été élaboré sur cette base, en étroite collaboration entre l'OFEP, l'IFAEPE, l'*Office fédéral de l'économie des eaux* (OFEE), l'*office Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft* (AWEL) du canton de Zurich et d'autres offices cantonaux.

Ce système ne permet pas de décrire complètement l'état d'un cours d'eau. Il faudrait notamment une analyse détaillée du bassin versant et le recensement de toutes les utilisations des eaux ou des berges, thèmes qui ne sont pas pris en compte ici. Ce système sert cependant de cadre à toute une série de méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau au moyen de paramètres morphologiques, biologiques et physico-chimiques. Il est conçu pour servir non seulement au suivi des effets de la protection des eaux, mais aussi, d'une façon plus générale, à l'établissement de rapports sur l'état global de l'environnement dans le cadre de la politique environnementale actuelle en faveur d'un développement durable.

Les différentes méthodes du système paraîtront séparément comme «Informations de l'OFEP concernant la protection des eaux dans la série «L'environnement pratique». Une publication sur les méthodes d'analyse des eaux dormantes de Suisse viendra compléter les présentes recommandations.

Résumé

Le présent système d'analyse des cours d'eau de Suisse est un développement des recommandations de 1982 concernant l'analyse des eaux superficielles dans notre pays. Il est conforme au principe global de protection inscrit dans la loi du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux, et se compose de méthodes partielles: les modules (cf. tab. 1). Des modules sont prévus dans les domaines de l'hydrodynamique et de la morphologie (hydrologie, écomorphologie), de la biologie (rives et végétation des rives, plantes aquatiques et palustres, algues, macrobenthos, poissons), et des effets chimiques et toxiques (chimie des eaux, écotoxicologie). Le choix parmi les méthodes partielles à disposition se fait en fonction des différents objectifs poursuivis par l'analyse des eaux.

Les analyses sont subdivisées en trois niveaux d'investigation d'intensité différente:

- R** Région: tous les cours d'eau d'une région; quelques paramètres-clés, analyse peu approfondie, faibles moyens mis en jeu par analyse;
- C** Cours d'eau: l'ensemble du cours d'eau avec ses affluents; nombre plus élevé de paramètres, analyse plus poussée, moyens intermédiaires mis en jeu par analyse;
- T** Tronçons: certains tronçons d'un cours d'eau; analyses ciblées pour répondre à des questions de détail, moyens importants mis en jeu ponctuellement.

Niveau ↓	Hydrodynamique et morphologie		Biologie				Effets chimiques et toxiques	
	Hydrologie	Ecomorphologie*	Rives et végétation des rives	Plantes aquatiques et palustres	Algues	Macrozoobenthos	Poissons	Chimie des eaux
R	Caractérisation du régime d'écoulement et recensement global des influences	Recensement des atteintes morphologiques à l'aide de quelques paramètres indicatifs, identification des perturbations générales, appréciation de l'état naturel par tronçon	Estimation de la fréquence des plantes aquatiques	Estimation de la fréquence des algues. Examen des diatomées	Recensement et appréciation simples sur la base des taxons identifiables sur le terrain	Sondages pour déterminer la liste des espèces	Détermination des pollutions anthropiques par sondage à l'aide de quelques paramètres	Sondages, 2 à 3 tests simples, dilution pour l'obtention de la concentration dite NOEC**
C	Relevé systématique et quantification grossière des influences	Analyse des insuffisances du réseau, élaboration de plans de mesures avec fixation de priorités	Cartographie des espèces présentes	Examen des diatomées	Comparaison des taxons présents avec des cours d'eau de référence	Recensement approfondi des espèces présentes	Analyse de nombreux paramètres de pollution	Contrôle saisonnier ou plus fréquent des rejets les plus importants
T	Quantification large et mesure des influences	P. ex. examen détaillé des zones alluviales	P. ex. relevé quantitatif des espèces et de leurs fluctuations	P. ex. études détaillées au niveau des espèces, y compris les fluctuations	P. ex. études détaillées au niveau des espèces, y compris les fluctuations	P. ex. études quantitatives	P. ex. analyses spéciales	Différents relevés toxicologiques et chimiques : cadastre des rejets

* en tenant compte de l'aspect extérieur selon l'article 1 de l'ordonnance du 8 décembre 1975 sur le déversement des eaux usées.

** No Observed Effect Concentration

Tableau 1 : Présentation du système modulaire à trois niveaux

1 Introduction

1.1 Situation initiale et répartition des tâches

L'étude de l'eau a une longue tradition en Suisse. Des limnologues cherchent depuis plusieurs décennies, avec les moyens analytiques à disposition, à vérifier l'état chimique, physique et biologique des cours d'eau et des lacs. Nous leur devons les connaissances actuelles sur l'évolution de la qualité de l'eau dans le contexte d'une aggravation de la pollution des eaux.

Divers développements eurent de fortes répercussions sur les cours d'eau quant à leur qualité de biotopes pour les animaux et les plantes et d'éléments du paysage, ainsi qu'à leurs fonctions utilitaires:

- ❑ Aux XVIIe, XVIIIe et XIXe s., les défrichements et l'utilisation sylvicole intensive dans les régions de montagne entraînèrent une augmentation de la violence des crues, des sédiments transportés et des inondations sur le Plateau. Pour cette raison, des corrections furent effectuées sur de nombreux tronçons de cours d'eau, principalement à la fin du siècle passé; le plus souvent, la capacité de transport des eaux a été améliorée par des rectifications du cours et des abaissements du lit pour leur permettre de reprendre en charge les sédiments apportés des montagnes.
- ❑ L'utilisation accrue de l'énergie hydraulique pendant ce siècle a donné naissance à des tronçons à débits résiduels et à retenues et modifié le régime d'écoulement et de charriage de bassins hydrologiques entiers.
- ❑ L'extension, pour des raisons d'hygiène, des réseaux d'eaux usées a entraîné l'apport croissant de substances polluantes et de substances nutritives dans les eaux, à partir du milieu du XIXe s. L'essor économique enregistré depuis 1950 a augmenté les pollutions au point d'obliger les autorités à intervenir.
- ❑ Le développement intensif de l'urbanisation depuis 1950, l'aménagement de voies de chemin de fer et de routes et l'intensification de l'agriculture ont réduit de façon croissante l'espace dont disposent les cours d'eau. Beaucoup ont été canalisés, endigués ou même mis sous terre. On estime qu'aujourd'hui seul 10% des cours d'eau du réseau hydrographique suisse sont encore à peu près intacts du point de vue morphologique. Nombre de rivières et de ruisseaux sont en outre touchés (du point de vue hydrologique) par l'utilisation de l'énergie hydraulique dans les bassins versants.
- ❑ Le développement des activités industrielles a conduit également à une augmentation des flux de substances entre l'air, le sol et l'eau. Pour cette raison, la teneur des eaux en azote, en phosphore et en métaux provenant de sources diffuses a régulièrement augmenté jusqu'à récemment.

Longue tradition des recherches hydrologiques

Atteintes au cours d'eau:

- **défrichement et utilisation sylvicole**
- **utilisation de l'énergie hydraulique**
- **canalisation des eaux usées**
- **urbanisation et agriculture**
- **augmentation des flux de substances**

1971:
Première révision de la loi sur la protection des eaux

1974:
Recommandations pour l'étude des eaux

1982:
Recommandations pour l'analyse des eaux superficielles en Suisse

1991:
Deuxième révision de la loi sur la protection des eaux (LEaux)

Amélioration de la qualité de l'eau et mise en évidence d'autres déficits hydrologiques

Analyses et contrôles ciblés

Les effets écologiques des mélanges chimiques sont encore largement inconnus

Lors de la révision de la première loi sur la protection des eaux, en 1971, on a créé les bases légales nécessaires à l'examen régulier des eaux superficielles et souterraines. Sur cette base, le Département fédéral de l'intérieur (DFI) a édicté en 1974 des «*Recommandations provisoires pour l'étude des eaux*». Le développement de la législation et celui de l'épuration des eaux usées ont ainsi été parallèles à l'intensification de la surveillance des substances contenues dans les eaux. La connaissance de l'état chimique des eaux est une condition préalable à un programme ciblé de mesures et à un suivi.

Les progrès scientifiques et techniques dans l'analyse et l'interprétation de l'état chimique des eaux décidèrent finalement le DFI à dresser le bilan des connaissances sur l'analyse des eaux en 1982 dans les «*Recommandations pour l'analyse des eaux superficielles en Suisse*». Ce document, publié par la Confédération pour aider les services cantonaux à appliquer la loi sur la protection des eaux, est encore d'actualité. Les recommandations contiennent, en plus d'une partie sur les eaux stagnantes, des renseignements méthodologiques sur l'analyse et l'appréciation des cours d'eau. Ce sont surtout des paramètres chimiques qui sont utilisés pour l'appréciation de la qualité de l'eau. Les autres méthodes d'appréciation, p. ex. celles basées sur des indicateurs biologiques, ne sont pas expliquées en détail.

En raison de l'amélioration de la qualité de l'eau grâce aux stations d'épuration, les déficits morphologiques, hydrologiques et biologiques des eaux prennent une importance croissante car ils relativisent les succès de la protection contre les pollutions. Pour que les eaux puissent remplir leur fonction de biotope, les atteintes doivent aussi être recensées, analysées et présentées afin d'être combattues de façon ciblée, puis éliminées. Les renaturations de cours d'eau ne doivent cependant pas avoir un coût disproportionné par rapport aux résultats obtenus; elles doivent aussi tenir compte des autres conditions. Cette démarche exige des enquêtes et des contrôles ciblés.

Dans les stations d'épuration des eaux usées, ce sont surtout les substances organiques facilement dégradables, le phosphore, les composés azotés et les substances décantables qui sont retirés des eaux usées. L'artisanat, l'industrie, l'agriculture et les ménages mettent en jeu chaque jour des milliers de substances chimiques dont on ne connaît presque rien sur les processus de dégradation et l'action à long terme dans l'environnement. Lors de leur utilisation ou de leur élimination, ces substances aboutissent directement ou indirectement (par l'air et le sol) dans l'eau. Beaucoup d'entre elles peuvent avoir un effet négatif sur l'homme et les biocénoses, et ce même à des concentrations non ou difficilement détectables par les méthodes d'analyse chimique habituelles. Pour l'appréciation des substances à effet écotoxicologique ou ayant d'autres propriétés négatives, de nouvelles méthodes doivent être développées à partir des analyses chimiques classiques.

Dans le cadre de l'exécution de la *loi révisée sur la protection des eaux* du 24 janvier 1991 (LEaux), qui a pour objectif une protection globale des écosystèmes aquatiques, un élargissement des méthodes est donc devenu nécessaire pour garantir une analyse et une appréciation des cours d'eau harmonisées à l'échelle suisse.

1.2 Bases légales

La loi LEaux attache une grande importance à la protection, à la conservation et à la restauration des eaux en tant que biotopes proches de l'état naturel pour les animaux et les plantes (art. 1, but). Des objectifs écologiques sont formulés dans l'ordonnance révisée sur la protection des eaux. Ceux-ci doivent être pris en compte pour toute mesure découlant de l'application de l'ordonnance. Il s'agit de protéger les eaux, dans le sens du principe de diligence, vis-à-vis d'une quelconque atteinte, et de permettre leur utilisation durable. Les biocénoses de plantes, animaux et micro-organismes des cours d'eau et de leur environnement immédiat doivent présenter une composition et fréquence d'espèces propres au site et pouvant se reproduire et se régler par elles-mêmes. L'hydrodynamique (charriage, niveaux d'eau et régime des débits) et la morphologie, ainsi que la qualité de l'eau, doivent être aussi naturelles que possible.

Selon l'art. 9, al. 1 LEaux, le Conseil fédéral fixe de plus dans l'ordonnance les exigences auxquelles doit satisfaire la qualité des eaux. Si ces exigences minimales ne sont pas respectées, les autorités compétentes doivent aussitôt agir.

L'article 50 de la loi LEaux charge la Confédération et les cantons d'informer le public sur la protection des eaux et sur leur état, et de recommander des mesures propres à prévenir ou à réduire les atteintes nuisibles. Pour cela, une connaissance globale des relations entre les causes et l'état des eaux est nécessaire. Des enquêtes ciblées sont donc nécessaires pour remplir les exigences légales.

La Confédération effectue en outre des relevés d'intérêt national sur les éléments du bilan hydrologique, la qualité des eaux, l'approvisionnement en eau potable et d'autres aspects de la protection des eaux. Elle met les données recueillies et leur interprétation à la disposition des intéressés (cf. LEaux, art. 57, al. 1 et 3). Le Conseil fédéral règle l'exécution des relevés et l'exploitation des données recueillies (art. 57, al. 4).

D'après l'art. 7, al. 3, LEaux, et les prescriptions de l'ordonnance révisée sur la protection des eaux, les cantons veillent à ce qu'un plan général d'évacuation des eaux (PGEE)* soit élaboré, qui assure la protection des eaux et l'évacuation adéquate des eaux en provenance des zones habitées. Si nécessaire, le plan d'évacuation des eaux est étendu à la région.

Le chapitre A1 de l'annexe contient des explications détaillées sur les principales bases légales concernant l'état des eaux, dans les

Analyse et appréciation harmonisées à l'échelle suisse

Loi sur la protection des eaux et ordonnance révisée sur la protection des eaux:

- **biocénoses de plantes, animaux et micro-organismes adaptées au milieu et autorégulatrices**
- **hydrodynamique, morphologie et qualité des eaux aussi naturelles que possible**
- **exigences minimales fixées à l'état des eaux dans le cas de débits minimaux**

- **information du public**

- **relevés ciblés**

- **relevés d'intérêt national**

- **plan général d'évacuation des eaux (PGEE)***

* Le livre de référence PGEE de l'Association suisse des professionnels des eaux usées et de la protection des eaux contient des propositions pour le programme de relevés. Le chapitre «Rapport sur l'état des eaux» fait référence au présent système et aux critères permettant de choisir les modules.

Mise en évidence des déficits et des actions nécessaires

Choix de méthodes en fonction de la problématique

Planification des analyses pour une investigation fructueuse des cours d'eau

domaines de la protection des eaux, des constructions hydrauliques, de l'aménagement du territoire, de la pêche et de la protection de la nature et du paysage.

1.3 Objectifs de l'analyse des cours d'eau

Une surveillance rationnelle des cours d'eau examine leur fonction en tant que biotope et élément du paysage, en relation avec leurs différentes utilisations, identifie les déficits et met en évidence les actions nécessaires.

Cette démarche exige que l'analyse et l'appréciation ne s'appuient pas sur une seule méthode, mais bien sur plusieurs méthodes appartenant aux différents domaines concernés. En fonction de l'objectif de l'analyse, différentes procédures peuvent convenir. Il est donc essentiel de formuler correctement la question dont dépend le choix de la méthode, et d'intégrer les procédures d'appréciation dans un concept-cadre global.

Pour que les recherches sur les cours d'eau soient réussies et efficaces, il est recommandé de planifier les analyses. Les éléments importants à prendre en compte dans la formulation précise des problèmes à résoudre sont, en plus de la définition la plus détaillée possible des problèmes existants d'après les connaissances actuelles, les exigences légales concernant les cours d'eau, les exigences écologiques (cf. chapitre A2, en annexe), les conditions-cadres temporelles, matérielles et financières, le type d'appréciation des résultats et de publication prévue.

Le système présenté au chapitre 2 met à la disposition des autorités d'application concernées une base de planification et d'exécution des analyses des cours d'eau suisses.

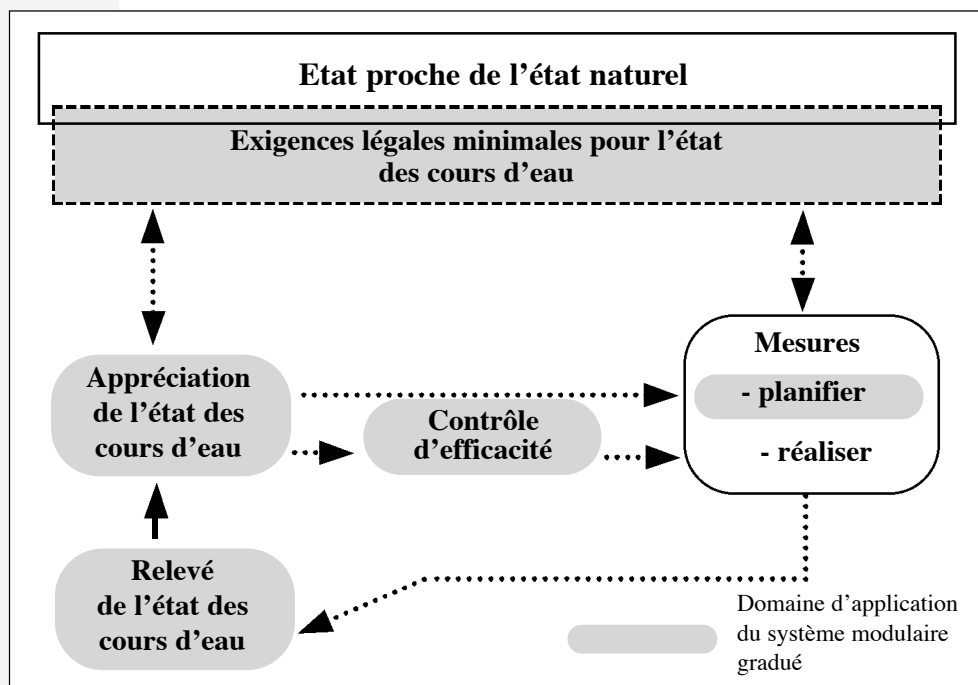


Tableau 2 : Domaine d'application du système modulaire gradué, compte tenu de l'état actuel des connaissances et des objectifs écologiques.

2 Système modulaire

2.1 Structure générale

Le présent système d'analyse et d'appréciation des cours d'eau suisses est un développement de la méthode contenue dans les «Recommandations pour l'analyse des eaux superficielles en Suisse», publiées en 1982. Conformément aux exigences de la nouvelle loi sur la protection des eaux, on tend à une appréciation globale des eaux, faisant appel à plusieurs méthodes partielles appelées modules. L'appréciation globale d'un cours d'eau nécessite des méthodes d'appréciation et d'étude qui prennent en compte toutes les influences naturelles et anthropiques. Lors de la planification des études et de l'appréciation, les informations existantes doivent donc aussi être prises en compte. Il peut s'agir de données sur les utilisations dans le bassin versant ou le cours d'eau, p. ex. l'inventaire des captages existants selon les articles 29 et 82 de la loi LEaux.

Seuls seront traités ici les domaines pour lesquels des directives concrètes et détaillées sont prévues dans la série L'environnement pratique.

Hydrodynamique et morphologie

- hydrologie
- écomorphologie

Biologie

- rives et végétation des rives
- plantes aquatiques et palustres
- algues
- macrozoobenthos
- poissons

Effets chimiques et toxiques

- chimie de l'eau
- écotoxicologie

Les différentes méthodes partielles sont harmonisées. Chaque module peut cependant être utilisé indépendamment des autres, le système modulaire garantissant que les relevés dans les différents modules soient complémentaires et les résultats comparables. La liste des modules est ouverte et peut être complétée.

Le choix de la méthode à utiliser dépend des problèmes à résoudre.

Selon les besoins, les objectifs et les conditions-cadres temporelles et matérielles, les études peuvent être menées plus ou moins en détail. Pour cette raison, chaque module comprend en général trois niveaux d'intensité de recherche et d'évaluation.

Appréciation intégrale du cours d'eau au moyen de plusieurs méthodes partielles (modules)

Utilisation d'autres informations disponibles

Hydrodynamique et morphologie

Biocénoses (plantes, animaux, micro-organismes)

Qualité de l'eau

Méthodes partielles, indépendantes, à résultats comparables

Trois niveaux d'investigation en fonction des moyens mis en jeu

2.2 Niveaux

Niveau R:
aperçu rapide des aspects importants

Mise en évidence des déficits évidents

Niveau C:
analyse détaillée du réseau hydrographique

R Analyses régionales
Dans les analyses de niveau R, ce sont des régions relativement grandes (cantons, communes, villes) qui seront examinées. L'ampleur du travail pour un tronçon donné de cours d'eau analysé est relativement modeste. Les analyses doivent donner aux spécialistes, mais aussi aux milieux politiques et administratifs, un aperçu de l'état des eaux et des atteintes qui leur sont portées. Pour faciliter ce travail, un système de classification aussi uniforme que possible a été adopté dans les différents modules. Les notes correspondantes peuvent être représentées en couleur sur des plans d'ensemble, ce qui permet de reconnaître rapidement les tronçons à déficit prononcé.

C Analyses de cours d'eau
Au niveau C, les eaux sont analysées et évaluées de façon systématique, c'est-à-dire que des cours d'eau entiers sont analysés, si possible avec tous leurs affluents. Les moyens mis en jeu et l'ampleur du travail sont nettement plus importants que pour le niveau R. L'analyse détaillée des différents déficits écologiques sur l'ensemble du cours d'eau considéré permet la planification de mesures globales et la fixation de priorités. Lorsque cela est possible et judicieux, les méthodes du niveau R, plus légères, font partie des analyses du niveau C.

Niveau	R	C	T
Echelle spatiale	R égion: analyse de tous les cours d'eau d'une région (p. ex. canton, commune, ville).	C ours d'eau: analyse de cours d'eau entiers, si possible avec leurs affluents importants.	T ronçons: analyse de tronçons choisis des cours d'eau.
Moyens nécessaires par point d'observation des eaux	faibles	moyens	élevés
Destinataires principaux des résultats des recherches	Spécialistes, autorités, décideurs politiques, public.	Spécialistes et autorités chargés des aménagements hydrauliques, de la protection des eaux, de la pêche, de la protection de la nature, de l'aménagement du territoire, etc.	Spécialistes, autorités et scientifiques chargés des aménagements hydrauliques, de la protection des eaux, de la pêche, de la protection de la nature, etc.
Objectifs	Examen superficiel de l'état des eaux et des déficits écologiques, notation par tronçon.	Examen détaillé de l'état des eaux avec analyse des déficits écologiques et déduction de plans de mesures.	Analyse spécifique de problèmes particuliers.

Tableau 3 : Définition des différents niveaux d'intensité de l'analyse

T Analyses de tronçons de cours d'eau

Le niveau T engage des moyens importants dans des analyses, ciblées, le plus souvent sur des tronçons particuliers et pour des problèmes spécifiques. Dans le cadre du système modulaire, seules des indications générales sont données pour ce niveau, car il est nécessaire de faire appel à des méthodes différentes selon les problèmes spécifiques. Comme exemples d'utilisation de méthodes du niveau T, on peut citer le suivi de la renaturation des cours d'eau, la fixation de débits de dotation pour des tronçons à débit résiduel et la vérification des effets écologiques des stations d'épuration.

2.3 Appréciation des résultats

Les modules cherchent à harmoniser les éléments d'appréciation pour permettre une appréciation globale des cours d'eau.

Notation au niveau R

Les tronçons de cours d'eau sont notés sur la base des paramètres étudiés et répartis en classes. Les différents niveaux de qualité ou de déficit peuvent être représentés en couleur sur des cartes, ce qui donne - même à un profane - un bon aperçu de la situation des cours d'eau. La répartition en classes sur la base de la pollution organique est relativement simple, car son incidence sur les cours d'eau est en principe indépendante de la région géographique. Une classification de l'état hydromorphologique et biologique est plus difficile, car ces paramètres dépendent largement des conditions locales.

Pour apprécier les paramètres étudiés, les différents modules du niveau R doivent utiliser si possible la même échelle de notation/classification à 4 points (1 à 4). Sur la base du nombre total de points obtenus, les tronçons de cours d'eau étudiés sont répartis en quatre classes.

Les résultats des appréciations peuvent ensuite être représentés de façon synoptique sur une carte quadrichrome (bleu, vert, jaune, rouge). Les synergies avec d'autres procédures doivent être utilisées. La localisation et la caractérisation des tronçons de cours d'eau peuvent par exemple être effectuées sur la base des résultats de GEWISS (Système suisse d'information sur les eaux). Les représentations cartographiques doivent être effectuées si possible à l'aide de systèmes d'information géographique (SIG). Les documents consacrés aux différents modules indiquent si les programmes de saisie et d'enregistrement électronique des données ont déjà été mis au point.

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
naturel / proche de l'état naturel	peu atteint	très atteint	dénaturé / artificiel

Tableau 4 : Classification des tronçons de cours d'eau.

Niveau T:
analyses approfondies de problèmes déterminés

L'évaluation fournit un aperçu clair de l'état du cours d'eau

Classification en quatre catégories

Représentation synoptique et quadrichrome

Evaluation d'après l'échelle de valeurs fixée

Référence géographique

Référence historique

Référence théorique reconstruite

Evaluation: différence par rapport à l'état de référence

Pas de critères uniformes d'évaluation

Niveau C - évaluation au moyen d'un cours d'eau de référence

Plus la procédure d'analyse est spécialisée, plus il est difficile d'évaluer les résultats d'après un modèle de base commun à tous les modules.

Contrairement à une appréciation générale, une évaluation suppose une échelle préalable de valeurs. Les modules s'appuient en général au niveau C sur une évaluation par comparaison avec un état de référence. L'état idéal de référence serait l'état naturel des cours d'eau non influencés par l'homme. Un tel état n'existe assurément plus en Suisse, à l'exception de régions de haute altitude. Pour les eaux modifiées par l'homme, on peut en principe définir trois types d'états de référence reconstitués: géographiques, historiques et théoriques.

Une *référence géographique* est un cours d'eau comparable, situé dans la même région et peu ou pas du tout influencé. En dehors du massif alpin, il s'agit le plus souvent de cours d'eau ou de tronçons dans des zones forestières proches de l'état naturel. Une standardisation des cours d'eau facilite la découverte de cours d'eau de référence adéquats, pour autant qu'il y ait suffisamment de cours d'eau proches de l'état naturel.

Pour une *référence historique*, on fait appel à des informations historiques. Il s'agit d'une part d'anciennes cartes sur lesquelles on reconnaît le cours originel et la forme du lit, et d'autre part de données sur les espèces originelles (p. ex. les poissons). Ces données de base ne sont en général disponibles que pour les cours d'eau d'une certaine importance.

Dans une *référence théorique reconstruite*, l'état de référence est déduit de façon pragmatique des connaissances scientifiques générales. Des lois générales géomorphologiques et géobotaniques servent par exemple à la reconstruction de la morphologie et de la végétation originelles. Il subsiste cependant une marge importante d'interprétation; des éléments subjectifs se glissent toujours dans l'appréciation.

Les trois types de références ne conviennent pas à tous les modules. Alors que pour le macrobenthos, par exemple, une référence géographique sous forme d'un ou de plusieurs cours d'eau est la plus adaptée, les trois types de références sont applicables en écomorphologie.

Les résultats de la comparaison des données obtenues avec un cours d'eau de référence doivent finalement aussi donner lieu à une évaluation (degré de divergence avec l'état de référence). Une représentation graphique de cette évaluation est un atout.

Evaluation au niveau T

Au niveau T, des études très détaillées sont en général entreprises. Au besoin, on utilise des méthodes qui comportent un système d'appréciation éprouvé. A ce niveau, on renonce donc à élaborer des bases uniformes d'appréciation des résultats des études.

2.4 Modules

Ce paragraphe présente les différents modules du système d'appréciation. La disponibilité de l'information dépend donc de l'état d'élaboration des méthodes partielles. En écomorphologie, une méthodologie détaillée existe déjà, alors qu'en biologie et en chimie, seules les premières propositions conceptuelles sont disponibles (état en janvier 1998). Ces méthodes sont en préparation. Les principales caractéristiques des modules se trouvent dans les tableaux de l'annexe A3.

2.4.1 Hydrodynamique et morphologie

Hydrologie

La structure des cours d'eau non influencés est déterminée par l'hydrologie et la géologie de la vallée et du bassin versant. La dynamique de l'écoulement et le charriage façonnent le paysage fluvial, dont les caractéristiques sont relevées dans le module «Ecomorphologie». Le module «Hydrologie» comprend en premier lieu une description des débits et du régime d'écoulement et le relevé des atteintes au régime des eaux.

R Les études de niveau R ont pour objectif une caractérisation simple et synoptique de l'hydrologie des cours d'eau d'une région. Si des mesures existent déjà, le régime d'écoulement est décrit à l'aide des paramètres statistiques de débit des annuaires hydrologiques (par ex. débit annuel moyen; moyenne, minimum et maximum mensuels; régime hydrographique et courbe de durée de la moyenne journalière; moyenne mensuelle de longue durée). Autrement, le régime et les moyennes mensuelles des débits peuvent être estimés par le procédé de ASCHWANDEN & WEINGARTNER (*Atlas Hydrologique de la Suisse* 1992, Feuille 5.2). Sur la base de catégories définies, le type et l'importance des atteintes au régime des eaux sont ensuite relevés et évalués quant à leurs effets sur l'hydrologie du cours d'eau. L'état du cours d'eau considéré est attribué à une catégorie sur la base de critères écologiques. L'étude fournit d'une part un inventaire des cours d'eau avec indication du régime d'écoulement et des atteintes observées et d'autre part une représentation des catégories de l'état des bassins versants sur une carte synoptique. Ces résultats doivent permettre d'entreprendre une appréciation des cours d'eau orientée sur les nécessités d'intervention, compte tenu des déficits écologiques dans le domaine hydrologique.

C Les analyses du niveau C ont pour objectif un examen détaillé de l'hydrologie d'un système hydrographique et de son bassin versant. Pour cela, l'existence de mesures enregistrées sur une longue durée, même anciennes, est indispensable. Les atteintes constatées de façon globale au niveau R, dans le cours d'eau, sont relevées et localisées de façon systématique et quantifiées grossièrement. La comparaison des données de différentes époques en relation avec différents

Le système modulaire est en développement continu

MODULE „HYDROLOGIE“

Description des débits et du régime d'écoulement

Caractérisation synoptique de l'hydrologie des cours d'eau d'une région

Analyse détaillée de l'hydrologie d'un réseau hydrographique et de son bassin versant

MODULE „ECOMORPHOLOGIE“

Description des conditions structurelles dans le cours d'eau et sur les berges

Evaluation de l'état naturel

Classification en quatre catégories

Communautés d'algues, de plantes et paramètres complémentaires

degrés d'influence ou la comparaison des données en relation avec l'estimation quantitative des atteintes permettent une reconstruction des conditions naturelles d'écoulement. On peut en déduire des mesures pour diminuer les déficits écologiques dans le domaine de l'hydrologie. Les mesures planifiées permettent inversement d'estimer les effets des atteintes. L'examen conduit à un inventaire des atteintes et de leurs effets sur le cours d'eau et à une description des conditions naturelles d'écoulement, sous la forme d'un rapport et de tableaux. Les catégories de l'état du réseau hydrographique sont représentées sous forme de carte.

Ecomorphologie

R L'objectif des études de niveau R est d'obtenir une analyse et une représentation synoptiques simples de l'état écomorphologique des cours d'eau. Lors d'une inspection, on procède à un relevé des données structurelles dans le cours d'eau et sur les berges. Ces analyses de terrain peuvent être effectuées après une brève instruction, qui ne requiert aucune formation scientifique particulière. Les relevés comprennent:

- la largeur du cours d'eau et la variabilité de la largeur du lit mouillé,
- l'endiguement du fond du lit,
- l'endiguement du pied de la berge,
- l'étendue et la nature des rives,
- la localisation et le type de perturbations de la continuité.

Au moyen des quatre premiers paramètres, l'état naturel des cours d'eau est évalué. Il est principalement caractérisé par la diversité des structures (cf. «Notation au niveau R», point 2.3).

Les paramètres mesurés et l'évaluation globale peuvent être représentés sur des cartes. La répartition en classes est représentée sur les plans en bleu, vert, jaune et rouge. Les perturbations de la continuité sont indiquées de façon distincte.

En plus des critères mentionnés précédemment, d'autres paramètres peuvent être relevés au niveau R du module «Ecomorphologie», notamment l'estimation de la fréquence des algues et des plantes aquatiques, qui ne sont considérées dans ce module qu'en tant qu'élément de structure. A ce niveau, on intègre les relevés concernant l'aspect selon l'article 1 de l'ordonnance sur le déversement des eaux usées (nouveau: annexe 1.2 de la loi révisée sur la protection des eaux, chiffre 11).

C Les études du niveau C ont pour objectif de fournir un relevé et une évaluation de l'état morphologique d'un réseau hydrographique, et de permettre d'en déduire les mesures à prendre.

Le niveau C du module «Ecomorphologie» comprend, en plus du relevé et de l'évaluation du niveau R, une série d'autres paramètres comme la ligne d'écoulement et l'abaissement du fond. De plus, pour chaque cours d'eau, un état de référence est reconstruit de façon théorique sur la base des lois géomorphologiques. Il sert de point de comparaison lors de l'appréciation. Le niveau C est prévu pour des réseaux hydrographiques entiers: il doit autant que possible intégrer les affluents du cours d'eau principal. On évalue l'importance des déficits écologiques constatés pour le réseau considéré. Sur cette base, des plans de mesures peuvent ensuite être élaborés pour la revalorisation écologique des cours d'eau d'après des principes fixés au préalable. Les priorités sont fixées en fonction du gain écologique.

Lorsque des interventions ou des mesures d'aménagement sont prévues, le niveau C fournit des informations essentielles sur le rôle des tronçons concernés du cours d'eau dans le réseau hydrographique. La vue d'ensemble met aussi en évidence les possibilités d'obtenir avec des moyens modestes les améliorations optimales.

2.4.2 Biologie

Alors que le relevé des rives et de la végétation des rives fait partie du module «Ecomorphologie», ce système prévoit des modules distincts pour l'étude des organismes aquatiques. Les études biologiques, comme par ex. pour les diatomées, permettent non seulement une appréciation de la composition des espèces, mais donnent aussi des indications sur une pollution d'une certaine durée par des substances. Les modules des études biologiques doivent s'articuler sur la base des considérations suivantes:

Plantes aquatiques et palustres

R Estimation de la fréquence des plantes aquatiques.

C Cartographie des espèces présentes.

Algues

R Estimation de la fréquence des algues, étude des diatomées.

C Etude des diatomées.

**Niveau R complété
par des critères complémentaires**

**Base des plans de
mesures**

**L'aperçu systémique
permet un profit écologique optimal des
mesures**

**Etudes biologiques
dans des modules
distincts**

**MODULE
„PLANTES AQUATIQUES
ET PALUSTRES“**

**MODULE
„ALGUES“**

**MODULE
„MACROZOO-
BENTHOS“**

Macrozoobenthos

- R** Relevé et appréciation simples des taxons identifiables sur le terrain.
- C** Comparaison des taxons avec ceux des cours d'eau de référence, analyse du déficit.

**MODULE
„POISSONS“**

Poissons

Suivant l'exemple de la législation sur la pêche, le module «Poissons» s'intéresse aux poissons osseux, aux décapodes et aux cyclostomes.

- R** Sondages pour connaître la composition spécifique.
- C** Relevé approfondi des espèces présentes.

**MODULE
„CHIMIE DES
EAUX“**

2.4.3 Effets chimiques et toxicologiques

Chimie de l'eau

R Les analyses chimiques du niveau R ont pour objectif de donner un aperçu des éventuelles charges polluantes enregistrées dans des cours d'eau le plus souvent modestes, qui n'ont pas encore été analysés du point de vue chimique - ou seulement dans une faible mesure. Elles comprennent les principaux paramètres qui peuvent traduire les pollutions anthropiques: phosphate, ammonium et DOC (carbone organique dissous). La température, le pH et le débit sont mesurés ou estimés comme valeurs auxiliaires pour l'interprétation des résultats. Si l'on travaille avec un laboratoire bien équipé utilisant des procédés largement automatisés, d'autres paramètres, comme au niveau C, peuvent être mesurés et appréciés. Il faut effectuer au minimum quatre mesures par année. Le prélèvement d'échantillons du niveau R doit se faire au moins une fois par saison, si possible pendant les eaux normales ou les basses eaux.

L'objectif des relevés est une estimation grossière du niveau de pollution. Les moyens utilisés pour le prélèvement d'échantillons doivent donc rester en rapport avec les renseignements possibles.

C Les analyses chimiques du niveau C visent un examen approfondi et nécessitent une fréquence élevée du prélèvement d'échantillons. En raison des moyens importants nécessaires, elles conviennent pour des rivières d'une certaine importance ou pour des fleuves. Pour des cours d'eau plus modestes, elles ne devraient être pratiquées que dans des situations particulières de pollution. En plus des paramètres du niveau R, elles comprennent également les substances énumérées dans le tableau «Exigences quantitatives concernant la qualité des eaux» (annexe 1.2, chiffre 12), ainsi que le nitrite, le chlorure,

Aperçu grossier des charges polluantes dans les petits cours d'eau

Analyse approfondie, fréquence d'échantillonnage supérieure, paramètres complémentaires

l'azote total, le phosphore total, le TOC et éventuellement des paramètres géochimiques.

Il faut effectuer au minimum douze mesures par année. L'appréciation doit livrer des indications sur les éventuelles mesures nécessaires à l'amélioration de l'état des eaux.

Ecotoxicologie

R Les analyses écotoxicologiques du niveau R doivent fournir rapidement et à peu de frais des renseignements sur les menaces par les substances toxiques et permettre d'identifier les cours d'eau susceptibles de connaître des problèmes.

Les échantillons sont soumis à une série de dilutions: au moyen de deux ou trois tests simples, on estime à quelle concentration aucun effet toxique ne peut plus être mis en évidence (No Observed Effect Concentration, NOEC). Plus la dilution est importante pour atteindre la valeur NOEC, plus la toxicité est forte.

C Les analyses toxicologiques saisonnières ou plus fréquentes du niveau C concernent les rejets et les affluents les plus importants, ainsi que les récepteurs en amont et en aval des rejets d'eaux usées. Elles permettent de localiser les rejets de substances toxiques et d'évaluer les mesures prises.

Comme pour le niveau R, les échantillons sont soumis à une série de dilutions: au moyen de différents tests, on estime à quelle concentration aucun effet toxique ne peut plus être mis en évidence (No Observed Effect Concentration, NOEC). Le facteur de dilution renseigne sur la toxicité.

MODULE „ECOTOXICOLOGIE“

Des tests rapides et peu coûteux donnent des renseignements sur les menaces par les substances toxiques

Des analyses ciblées, répétées, permettent de localiser l'origine des substances toxiques et de vérifier le respect des conditions

Annexe

A 1 Cadre juridique

Le présent aperçu donne une liste des principaux textes législatifs concernant l'état des eaux.

A 1.1 Protection des eaux

La protection des eaux s'articule autour de la *loi fédérale sur la protection des eaux* (LEaux; RS 814.20) du 24 janvier 1994 et de l'ordonnance révisée sur la protection des eaux (en préparation), qui réunira dorénavant sous une forme remaniée les prescriptions de l'ordonnance générale sur la protection des eaux (RS 814.201) du 19 juin 1972 et l'ordonnance sur le déversement des eaux usées (RS 814.225.21) du 8 décembre 1975.

La loi LEaux a un triple objectif: la protection des eaux contre les atteintes nuisibles (notamment dans l'intérêt de la santé, de l'approvisionnement en eau potable et de celui en eau d'usage industriel); la sauvegarde des biotopes naturels de la faune et de la flore; la conservation du cycle naturel de l'eau. Elle vise une protection globale des eaux. Celles-ci doivent donc être protégées contre toutes les atteintes et non seulement contre une pollution par des eaux usées. Alors que la qualité de l'eau se trouvait auparavant au centre des mesures de protection des eaux, il s'agit maintenant de protéger les écosystèmes aquatiques dans leur totalité, en incluant le régime hydrologique, la morphologie et les rives. Les eaux doivent pouvoir remplir à nouveau leur fonction de biotopes pour les plantes et les animaux.

La loi LEaux donne une grande importance à la protection, à la sauvegarde et à la restauration des eaux en tant que biotopes pour les animaux et les plantes (art. 1, but). A l'art. 9, al. 1, le Conseil fédéral est habilité à fixer les exigences auxquelles doit satisfaire la qualité des eaux superficielles et souterraines. Dans le domaine de l'aménagement des biotopes, elle contient quelques prescriptions déterminantes sur la morphologie des cours d'eau. Les endiguements et les corrections ne sont autorisés que lorsque la protection des personnes ou de biens importants l'exige ou que l'état d'un cours d'eau déjà dégradé peut être amélioré (LEaux, art. 37, al. 1). Les interventions doivent être aussi respectueuses que possible de l'état naturel du cours d'eau (art. 37, al. 2), c'est-à-dire que:

- le cours naturel doit autant que possible être respecté ou rétabli;
- les eaux et les rives doivent être aménagées de façon à ce que:
 - elles puissent accueillir une faune et une flore diversifiées;
 - les interactions entre eaux superficielles et eaux souterraines soient maintenues autant que possible;
 - une végétation adaptée à la station puisse croître sur les rives.

Loi fédérale sur la protection des eaux

La loi LEaux vise une protection globale des eaux

Les interventions doivent être aussi respectueuses que possible de l'état naturel du cours d'eau

En principe, les cours d'eau ne doivent plus être couverts ou mis sous terre. Les tronçons couverts ou mis sous terre doivent être remis à l'air lors des réfections nécessaires (LEaux, art. 38).

Lors de prélèvements, le débit résiduel minimal exigé par la loi (LEaux, art. 31, al. 1) doit être augmenté si les exigences fixées à l'art. 31, al. 2, ne sont pas satisfaites et qu'elles ne peuvent l'être par le biais d'autres mesures. Ces exigences concernent notamment le respect des prescriptions concernant la qualité des eaux, la conservation des biotopes et des biocénoses rares, ainsi que la libre migration et la reproduction des poissons.

L'art. 7, al. 3, LEaux, charge les cantons de réaliser un plan d'évacuation des eaux communal et, si nécessaire, régional.

L'ordonnance révisée sur la protection des eaux (en préparation) contient dans son annexe 1 les objectifs écologiques et les exigences concernant la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines. L'objectif fondamental est de garantir des écosystèmes aquatiques riches, équilibrés et viables, recelant une diversité spécifique conforme à la station (annexe 1.1). En plus de la qualité des eaux, la diversité morphologique du lit et des rives du cours d'eau, la dynamique de l'écoulement, le charriage et la température doivent satisfaire aux exigences d'un cours d'eau proche de l'état naturel. Les exigences concernant la qualité des eaux représentent des exigences minimales à respecter (annexe 1.2). Elles reprennent pour l'essentiel les prescriptions des articles 1 et 2 de l'ordonnance sur le déversement des eaux usées et les adaptent aux nouvelles connaissances. En plus des exigences générales concernant la qualité des eaux, une série d'exigences particulières s'appliquent aux cours d'eau.

Objectifs écologiques pour les eaux

- Les cours d'eau et les milieux environnants qu'ils influencent doivent posséder des biocénoses de plantes, d'animaux et de micro-organismes autonomes, pour ce qui est de la reproduction et de la régulation, aussi naturelles que possible.
- Les biocénoses doivent présenter une diversité et une fréquence des espèces typiques de l'état d'un cours d'eau pas ou peu influencé par l'homme.
- L'hydrodynamique (charriage, variations de niveau, régime d'écoulement) et la morphologie du cours d'eau doivent correspondre à des conditions aussi naturelles que possible.
- Elles doivent garantir sans entraves les procédés d'auto-épuration, l'échange naturel de substances entre l'eau et le fond ainsi qu'avec l'environnement.
- La qualité de l'eau doit être telle que le régime des températures soit aussi naturel que possible et que les substances qui arrivent dans les eaux à cause des activités humaines ne nuisent ni aux biocénoses, ni à l'utilisation des eaux, ni ne se concentrent dans les plantes, les animaux, les micro-organismes, les matières en suspension ou les sédiments.

En principe, pas de nouvelle mise sous terre

Débit résiduel exigé par la loi

Plan d'évacuation communal et régional des eaux

Objectifs écologiques et exigences concernant la qualité des eaux

Biocénoses autorégulatrices et typiques des cours d'eau

Hydrodynamique et morphologie dans des conditions aussi naturelles que possible

Pas d'effets négatifs de substances d'origine anthropique sur les biocénoses

Pas de substances de synthese a longue duree de vie dans l'eau, les matieres en suspension et les sediments

Obligations concernant la charge polluante des cours d'eau

- Des substances de synthese a longue duree de vie ne doivent pas se trouver dans l'eau, les matieres en suspension et les sediments. Les processus biologiques et chimiques responsables du metabolisme des animaux et des plantes ainsi que des relations entre les organismes doivent etre garantis.

Exigences fixees a la qualite de l'eau

- La qualite des eaux doit etre telle que ne se forment dans le cours d'eau ni des colonies de bacteries, de champignons et de protozoaires visibles a l'oeil nu, ni des proliferations d'algues et de plantes aquatiques superieures.
- Le deversement d'eaux usees ne doit pas provoquer dans les eaux un depot de vase, de la turbidite, une coloration, la formation de mousse, un appauvrissement en oxygene ou un changement nefaste du pH.
- Les concentrations de nitrite et d'ammoniaque dans les cours d'eau ne doivent pas affecter la reproduction et le developpement des organismes sensibles (p. ex. les salmonides).
- L'alimentation en oxygene du fond de l'eau doit etre suffisante pour les organismes qui y vivent; des taches de sulfure de fer ne doivent pas apparaître. Les conditions d'oxygenation ne doivent pas etre affectees par une augmentation non naturelle de sa consommation ou une diminution non naturelle de la permeabilite du fond (p. ex. par colmatage).
- Des exigences quantitatives concernant la qualite des eaux sont fixees pour une serie de parametres chimiques (DBO₅, DOC, ammonium, nitrate, metaux lourds et pesticides organiques).

A 1.2 Aménagement des eaux

La loi federale sur l'amenagement des cours d'eau du 21 juin 1991 (LACE; RS 721.100) est importante dans les domaines de la morphologie et de l'amenagement de biotopes. Ses exigences concernant l'endiguement des cours d'eau (art. 4, al. 2-4) concordent avec celles de la loi sur la protection des eaux (LEaux, art. 37, al. 2-4).

A 1.3 Aménagement du territoire

En vertu de la loi federale sur l'amenagement du territoire (LAT; RS 700), les sites naturels et les territoires servant au delassement doivent etre preserves. Les bords des lacs et des cours d'eau doivent etre tenus libres et l'accès du public aux rives doit etre facilite (art. 3, al. 2, let. c et d). Les cours d'eau, les lacs et leurs rives, ainsi que les biotopes des animaux et des plantes dignes d'etre proteges sont des zones a proteger importantes (art. 17).

Loi federale sur l'amenagement des cours d'eau

Loi federale sur l'amenagement du territoire

L'objectif général doit être la conservation et la restauration d'une diversité structurelle et d'une dynamique aussi fortes que possible.

A 1.4 Pêche

La *loi fédérale sur la pêche* du 21 juin 1991 (LPê; RS 923.0) a notamment pour but la protection des eaux en tant que biotopes des poissons, des écrevisses et des organismes leur servant de pâture (p. ex. les macro-invertébrés). Certaines exigences touchant la qualité des écosystèmes des cours d'eau peuvent être indirectement déduites des prescriptions sur la préservation des biotopes des poissons. En vertu de l'art. 7 LPê, les cantons doivent veiller à:

- préserver les ruisseaux et les secteurs aquatiques servant de frayères aux poissons ou d'habitat à leur progéniture;
- prendre si possible des mesures pour améliorer et reconstituer les biotopes de la faune aquatique.

De plus, en vertu de l'art. 22a LPê, les cantons recommandent des mesures de protection et d'entretien appropriées.

A 1.5 Protection de la nature et du paysage

La *loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage* du 1er juillet 1966 (LPN; RS 451) a notamment pour but de protéger la faune et la flore indigènes ainsi que leur espace vital naturel (art. 1, let. d). Il existe une corrélation entre les exigences touchant l'état des eaux et les prescriptions qui exigent le maintien de biotopes suffisamment étendus pour prévenir la disparition d'espèces animales et végétales indigènes (art. 18, al. 1). Dans les régions où l'exploitation du sol est intensive, les cantons veillent à une compensation écologique sous forme de bosquets champêtres, de haies, de rives boisées ou de toute autre végétation naturelle adaptée à la station (art. 18b, al. 2). La végétation des rives, notamment, est explicitement protégée (art. 21) et les cantons sont tenus de planter une végétation des rives là où elle fait défaut ou de réaliser les conditions nécessaires à son développement.

L'ordonnance sur la protection de la nature et du paysage du 16 janvier 1991 (OPN; RS 451.1) dispose que la compensation écologique a plusieurs buts: relier entre eux des biotopes isolés (au besoin en créant de nouveaux biotopes), favoriser la diversité des espèces, parvenir à une utilisation du sol aussi naturelle et modérée que possible, intégrer des éléments naturels dans les zones urbanisées et enfin animer le paysage (art. 15, al. 1).

Les cours d'eau et leurs rives conviennent particulièrement comme liaisons entre biotopes; à l'exception des ruisseaux mis sous terre ou à sec, les liaisons existent déjà le long du cours d'eau. Si les structures naturelles ou semi-naturelles sont restaurées dans les eaux ou à leur voisinage, les cours d'eau peuvent reprendre leur fonction originelle

Loi fédérale sur la pêche

Exigences concernant la qualité des écosystèmes

Protection et entretien

Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage

Protection et compensation écologique de la végétation adaptée à la station

Mise en réseau des biotopes

Les cours d'eau comme éléments paysagers de liaison

Protection des zones alluviales

La conservation et la restauration des fonctions fondamentales des cours d'eau supposent des études poussées

La diversité structurelle et la dynamique du cours d'eau doivent être conservées ou restaurées

d'éléments paysagers de liaison.

L'ordonnance sur la protection des zones alluviales d'importance nationale (ordonnance sur les zones alluviales; RS 451.31; art. 4) dispose que les objets protégés doivent être conservés intacts. Font notamment partie du but visé par la protection: la conservation et le développement non seulement de la flore et de la faune indigènes typiques des zones alluviales, mais aussi des éléments écologiques indispensables à leur existence, la conservation et, pour autant que ce soit judicieux et possible, le rétablissement de la dynamique naturelle du régime des eaux et du charriage.

A 2 Exigences écologiques pour les cours d'eau

A 2.1 Etat des cours d'eau

L'état des cours d'eau est déterminé par les facteurs naturels et anthropiques, le régime des eaux, les liens avec les environs, la nappe phréatique et les réactions se déroulant dans les eaux elles-mêmes. L'appréciation d'un cours d'eau tient compte de ses fonctions dans le paysage et des différentes utilisations par l'être humain. Les cours d'eau et leurs rives servent de biotopes aux animaux et aux plantes et de trajets de liaison pour la propagation des organismes. Ils sont ainsi déterminants pour la conservation de la biodiversité et de l'échange génétique à distance. Ces fonctions doivent être conservées ou restaurées dans les eaux et à leur voisinage. Les substances contenues, la morphologie et l'hydrologie influencent le milieu aquatique, sont déterminantes pour les espèces qui y vivent et doivent en conséquence être prises en compte lors d'analyses globales des cours d'eau.

A 2.2 Facteurs et exigences concrètes

Hétérogénéité

En ce qui concerne les facteurs physiques, un cours d'eau naturel reste stable sur d'assez longs tronçons et pendant d'assez longues périodes (p. ex. granulométrie moyenne des sédiments, courbe annuelle des températures), mais il est très hétérogène par endroits et par moments et sujet à de rapides changements (p. ex. alternance de cours rapide et calme, courbe journalière des températures, débit). Les organismes sont adaptés à ces conditions dynamiques et hétérogènes. Les conditions sans cesse changeantes sont la cause de la grande diversité des formes et de la stabilité des biocénoses. La diversité de la physiologie du cours d'eau est une condition importante pour une diversité spécifique élevée. Il en résulte une variété de petits milieux (mésohabitats et microhabitats) habités par un grand nombre de spécialistes. L'objectif général doit être la conservation et la restauration d'une diversité structurelle et d'une dynamique aussi fortes que possible.

Régime des températures

Le régime des températures d'un cours d'eau est caractérisé par la courbe journalière (amplitude et moment des valeurs extrêmes) et par la courbe annuelle résultant des moyennes journalières. Tout changement important d'un de ces aspects du régime des températures influence durablement les biocénoses typiques de la station.

Les atteintes ne doivent pas modifier de façon significative l'ordre de grandeur et le moment des variations thermiques. En vertu de l'ordonnance révisée sur la protection des eaux, un changement artificiel de température ne doit pas dépasser 3° C (1,5° C dans les eaux à frayères pour les truites).

Régime d'écoulement

Les débits d'un cours d'eau naturel sont sujets à des variations importantes. Selon les conditions naturelles, il peut survenir plusieurs fois par année des débits permettant du charriage. Ils influencent les biocénoses aquatiques. L'absence de hautes eaux peut entraîner une prolifération d'algues et de plantes. Les crues éventrent le lit, nettoient et restructurent. Ce phénomène empêche un colmatage des interstices par des particules sédimentaires. Ces interstices jouent un rôle important en tant que zone d'infiltration vers les nappes phréatiques et biotope pour de nombreux petits animaux.

Transport de matières solides

Le transport de matières solides dans un cours d'eau dépend d'une part de l'apport d'eau et de matériaux par le bassin versant, et d'autre part de la capacité de transport, qui est fonction de la pente, de la configuration et de la structure du lit. Les turbulences des eaux donnent naissance à des mouvements circulaires tourbillonnants qui permettent de soulever et d'entraîner des matériaux plus grossiers. Si les débits diminuent ou si la vitesse d'écoulement baisse pour d'autres raisons, la turbulence décroît également, le transport des alluvions se réduit, voire cesse carrément, et les matières en suspension s'accumulent dans le lit. Le lit d'un cours d'eau n'est stable que s'il existe un équilibre dynamique entre l'apport et l'évacuation des matériaux.

Tronçons à débit résiduel

Dans les tronçons à débit résiduel, l'alternance naturelle des basses, moyennes et hautes eaux fait largement défaut, les mouvements de charriage régressent fortement et les tronçons concernés deviennent plus monotones. Les matériaux apportés par les petites vallées latérales ne sont plus entraînés en quantité suffisante. Des plantes herbacées, des buissons et des arbres en provenance des environs occupent des secteurs riverains autrefois faiblement inondés; des biotopes disparaissent, en particulier les stades pionniers. La diminution de vitesse d'écoulement favorise le colmatage; les poissons frayant dans les graviers disparaissent ou émigrent.

Dans une grande proportion, les matières solides sont retenues dans les lacs de barrage, où elles sédimentent. Pour que le volume d'accu-

L'amplitude des températures ne doit pas être modifiée de façon significative

Les crues modifiant la morphologie ne doivent pas être entravées

Equilibre dynamique entre apport et évacuation des matériaux

Effets écologiques négatifs dans les tronçons à débit résiduel

Conséquences écologiques des purges des bassins d'accumulation

Erosion non naturelle et entraînement des organismes lors des pointes d'exploitation

Variabilité structurelle

Aménagement des cours d'eau en tenant compte des conditions naturelles du terrain

Perméabilité naturelle et étendue du lit du cours d'eau

mulation ne diminue pas trop fortement, les lacs de barrage doivent être purgés périodiquement. Cela peut entraîner dans les tronçons en aval des barrages un stress extrêmement fort, en particulier pour les poissons, car une forte teneur en particules fines est rapidement atteinte, qui ne se rencontre pratiquement jamais à l'état naturel; la respiration branchiale peut être tellement perturbée que les poissons périssent.

Tronçons de restitution

Les tronçons de cours d'eau en aval de la restitution d'installations de rétention d'eau sont également très perturbés. En hiver, quand la demande de courant électrique est forte, par à-coups, le débit de restitution est décuplé en quelques minutes et la faune aquatique est emportée.

A cause de son accumulation, l'eau est largement dépourvue de sédiments et de matières en suspension. Pour cette raison, la sédimentation est pratiquement nulle en aval de la restitution. La turbulence des flots quotidiens déstabilise des dépôts alluviaux même importants et entraîne en peu de temps les sédiments présents, ce qui cause une intense érosion profonde. Les flots quotidiens provoquent une érosion bien plus forte que les crues occasionnelles dues aux orages ou à la fonte de la neige, lesquelles amènent en même temps des alluvions.

Ligne d'écoulement et morphologie du cours d'eau

Le tracé des cours d'eau naturels est déterminé par le transport des matériaux et la morphologie du terrain, en tresse, en courbe ou en méandres. La variabilité de la profondeur et de la largeur du lit est importante (sauf pour les ruisseaux qui coulent dans des limons ou le substrat rocheux). Il en résulte une grande diversité de petits biotopes, ce qui garantit une diversité spécifique élevée.

Dans la mesure du possible, il faut conserver ou restaurer une ligne d'écoulement naturelle avec une structure diversifiée.

Dans les cours d'eau naturels, en raison des changements de pente, les tronçons à cours lent et ceux à cours rapide alternent fréquemment. Par conséquent, les matériaux transportés par les crues sédimentent différemment, déterminant des tronçons de lit à matériel fin ou grossier. Ces différents biotopes sont colonisés par des organismes spécialement adaptés.

Le profil en long des cours d'eau endigués doit être aménagé pour permettre l'existence de tronçons de pente variable, conformément aux conditions naturelles du terrain, et le développement par les crues d'une force permettant de garantir le charriage naturel.

Lit du cours d'eau

La colonisation du lit par les invertébrés dépend de la nature des sédiments. Dans un lit de gravier grossier, les organismes peuvent se rencontrer jusqu'à plus d'un mètre de profondeur.

Dans les tronçons endigués, la perméabilité, l'étendue et le matériel du lit devraient autant que possible rester proches des conditions naturelles.

Rives

Lors d'un endiguement ou d'une consolidation des berges par du béton ou des blocs jointifs, les interactions naturelles entre l'eau et la terre disparaissent. Les rives doivent offrir des abris aux poissons et des lieux d'émergence aux insectes.

Le milieu cours d'eau comprend également la végétation des rives. Pour les amphibiens, les oiseaux et les micromammifères, elle constitue un lieu de refuge et un habitat importants. Elle produit une part considérable de l'apport énergétique aux eaux sous forme de feuilles et d'autres débris végétaux, constitue le biotope de nombreux insectes ailés et, surtout, protège les petits cours d'eau d'un ensoleillement excessif. Les poissons évitent les tronçons ensoleillés. De plus, l'absence d'ombre favorise la croissance des herbes, influence le pH en augmentant le taux de photosynthèse et accroît la température de l'eau. En cas de teneurs significatives d'ammonium dues à des rejets d'eaux usées en amont, l'équilibre de la protolyse peut être fortement déplacé en direction de l'ammoniaque, toxique pour les poissons.

A l'exception des torrents et des ruisseaux encaissés, une bande plus ou moins large de terrain est inondée régulièrement le long de tous les cours d'eau lors des crues. Avec le temps, il s'y développe une végétation alluviale adaptée aux inondations et présentant une valeur écologique très élevée. Ces zones d'inondation doivent être conservées ou restaurées partout où c'est possible.

Continuité

La continuité des cours d'eau doit être assurée pour les organismes, dans la mesure où elle existerait à l'état naturel. Le maintien des échanges biologiques vers l'amont et vers l'aval est une condition nécessaire à la présence de différents organismes, en particulier des poissons.

Teneur en substances

L'érosion par l'eau courante et l'éclatement par le gel hivernal remodelent avec le temps les cours d'eau et leurs vallées. La plus grande partie des matières contenues dans l'eau proviennent de la désagrégation des roches. Les processus géochimiques naturels déterminent dans une large mesure leur teneur dans les eaux. Les substances d'origine géochimique varient moins en fonction de la quantité d'eau qu'en fonction des différences saisonnières dans l'origine des eaux (eau de fonte, eau de pluie, décharge d'un lac, dégorgement d'eau souterraine, etc.).

Le déversement d'eaux usées apporte aux cours d'eau des substances organiques, des composés azotés et phosphatés et des traces de substances toxiques comme les métaux lourds, les biocides, les composés organochlorés et les composés organiques peu dégradables les plus divers. En raison des activités humaines, il existe des variations quotidiennes, hebdomadaires et saisonnières du déversement dans les canalisations.

Le lessivage des terres agricoles contribue aussi à la pollution des

Interactions écologiques importantes entre l'eau et les rives:

- imbrication
- végétation des rives
- ombrage
- lieu d'inondation

Conservation de la continuité et du réseau naturels

Pollution des cours d'eau par:

- processus géochimiques naturels
- eaux usées
- lessivage des terres agricoles
- processus biochimiques

eaux par des substances nutritives (phosphore, azote et carbone organique). Le lessivage depend des evenements pluviometriques et augmente avec leur force. Quelques pluies estivales orageuses peuvent par exemple apporter jusqu'a 50% de la charge annuelle en phosphore.

Les processus biochimiques et biologiques qui se deroulent dans les eaux elles-memes sont aussi d'une grande importance pour la concentration et la variation des substances nutritives ou degradables. Pour elaborer leur matiere, les vegetaux ne prelevent pas seulement dans l'eau du dioxyde de carbone, ce qui modifie la durete carbonatee, mais egalement du phosphore et de l'azote, ce qui modifie la phase aqueuse. Comme les processus biologiques dependent dans une large mesure de la temperature et de la lumiere, les variations journalieres - et surtout saisonnieres - sont marquees.

Les variations journalieres et saisonnieres de debit, de temperature, de rayonnement solaire et d'utilisation par l'etre humain entraînent des fluctuations des substances contenues dans l'eau. La concentration d'ammonium peut etre decuplee en un jour.

Pour l'appréciation des substances contenues dans les eaux, d'autres connaissances detaillees sur les processus se deroulant dans les eaux et le bassin versant sont souvent necessaires. Les concentrations peuvent etre influencees par exemple par les variations saisonnieres (observees notamment dans le traitement des legumes, dans le travail des cidreries, dans la fabrication de conserves), par la reponse de deversoirs de crues, par une variation rapide des rejets d'eau dans une riviere et par le fonctionnement des installations hydroelectriques. Les concentrations sont aussi influencees par les contacts etroits des cours d'eau avec la vegetation des rives (p. ex. feuilles mortes).

Les atteintes anthropiques aux cours d'eau par des eaux usees chargees de polluants organiques et la consommation d'oxygene qui en resulte, les substances nutritives, les metaux lourds, les hydrocarbures chlorés et l'acidification par les pluies acides ne doivent pas entraîner d'atteinte aux biocenoses naturelles.

Utilisation comme eau potable

Tant les eaux superficielles que les eaux souterraines doivent etre traitables en eau potable sans moyens importants. L'eau ne doit pas avoir d'effet corrosif sur les installations d'approvisionnement en eau; les substances qui consomment de l'oxygene ne doivent pas atteindre des concentrations qui provoquent une consommation d'oxygene notable lors d'une infiltration (dans la nappe phreatique, a travers un filtre de traitement). De meme, le taux de germes et les substances toxiques ne doivent pas depasser certains seuils.

Irrigation des terres agricoles

Il doit etre possible d'utiliser directement de l'eau derivee pour l'irrigation des terres agricoles utiles. L'eau ne doit donc pas contenir de substances nocives pour les organismes du sol et les plantes, soit directement, soit apres accumulation.

Changements de teneur saisonniers et de courte durée

Les atteintes anthropiques ne doivent pas nuire aux biocenoses naturelles

L'eau doit etre utilisable a différentes fins sans moyens importants

Eau pour l'irrigation des terres agricoles utiles

Utilisation piscicole

Une utilisation durable des stations piscicoles exige un habitat suffisant. En particulier, les conditions naturelles de propagation et de reproduction doivent être conservées ou restaurées. L'eau ne doit contenir ni des substances toxiques pour les poissons eux-mêmes, ni des substances toxiques pouvant se concentrer dans les poissons.

Valeur esthétique / fonction récréative

Le bien-être de l'homme est influencé par l'état de l'environnement. Cet aspect doit être pris en compte dans les motivations en faveur de la protection des eaux. L'objectif doit être de préserver ou de restaurer la diversité et la beauté des eaux, et par là même leur valeur esthétique et sentimentale.

**Pas de substances
toxiques pour les pois-
sons**

**Préservation des
valeurs esthétiques**

A 3 Résumé des modules - Etat des travaux

Cette annexe présente les modules du système d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Les tableaux suivants donnent des informations sur les principales caractéristiques des méthodes et sur l'état des travaux. Dans chaque module, les niveaux R et C sont présentés séparément.

Ce résumé exclut les modules pour lesquels aucune discussion technique n'a eu lieu et pour lesquels aucun projet de concept n'était disponible au moment de la publication du présent rapport.

MODULE	HYDROLOGIE	Niveau: R
Objectif	Représentation simple et synoptique de la situation hydrologique des cours d'eau d'une région (p. ex. commune, canton).	
Problèmes à résoudre	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboration d'un inventaire des cours d'eau avec données sur le régime d'écoulement et sur les atteintes au cours d'eau constatées. - Appréciation préliminaire des cours d'eau quant à la nécessité d'agir en faveur de l'amélioration du biotope (déficits spatial et écologique). 	
Paramètres	<ul style="list-style-type: none"> - Au cas où des mesures sont disponibles, paramètres principaux de l'écoulement; sinon, type de régime d'écoulement d'après ASCHWANDEN & WEINGARTNER (<i>Atlas Hydrologique de la Suisse</i> 1992, Feuille 5.2). - Atteintes au cours d'eau selon un catalogue de catégories définies. 	
Epoque	Possible toute l'année.	
Evaluation	Evaluation grossière des atteintes quant à leur incidence sur l'hydrologie des cours d'eau et subdivision des bassins versants en catégories en fonction du degré d'influence.	
Résultats	Inventaire des cours d'eau sous forme de tableaux.	
Remarques		
Etat des travaux	Travaux détaillés prévus.	

20.01.1998

MODULE	HYDROLOGIE	Niveau: C
Objectif	Analyse détaillée de l'hydrologie d'un réseau hydrographique (en règle générale, rivière principale et choix d'affluents).	
Problèmes à résoudre	<ul style="list-style-type: none"> - Enquête détaillée sur la nécessité de mesures pour diminuer les déficits écohydrologiques d'un cours d'eau (analyse de déficit). - Etudes des effets de mesures hydrauliques. 	
Paramètres	<ul style="list-style-type: none"> - Régime d'écoulement et caractéristiques statistiques de l'écoulement au moyen d'un enregistrement du niveau de longue durée; si non disponibles, utilisation des données anciennes. - Atteintes au cours d'eau (localisation, type, quantification grossière). 	
Période	Possible toute l'année.	
Evaluation	Confrontation des mesures et de l'estimation des influences.	
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> - Localisation précise des atteintes et estimation de leurs effets (inventaire); - Reconstruction des conditions naturelles d'écoulement ou estimation des effets de mesures planifiées à l'échelle du bassin versant (rapport, tableaux). 	
Remarques		
Etat des travaux	Travaux détaillés prévus.	
		20.01.1998

MODULE	ECOMORPHOLOGIE	Niveau: R								
Objectif	Représentation simple, synoptique de l'état écomorphologique des cours d'eau d'une région (p. ex. commune, canton).									
Problèmes à résoudre	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire des cours d'eau avec données sur l'état des eaux (état du réseau hydrographique). - Appréciation préliminaire des cours d'eau quant à la nécessité d'agir en faveur de l'amélioration du biotope (perturbations spatiales et écologiques, déficits). 									
Paramètres	Perturbations de la continuité (localisation, type), largeur du lit, variation de la largeur du lit mouillé, endiguement du fond du lit et du pied de berge, largeur et nature des rives.									
Période	Possible toute l'année, de préférence du printemps à l'automne (à l'exclusion des situations de hautes eaux).									
Evaluation	Des points sont attribués aux différents paramètres en fonction de l'état écologique; les points sont additionnés et chaque tronçon est attribué à une classe en fonction du nombre total de points obtenus (<i>naturel/semi-naturel, peu perturbé, très perturbé, artificiel</i>).									
Résultats	<p>Les résultats sont représentés sous forme de tableau, les notes des tronçons en couleur:</p> <table style="margin-left: 20px; border: none;"> <tr> <td>naturel/semi-naturel</td> <td>= <i>bleu</i></td> </tr> <tr> <td>peu perturbé</td> <td>= <i>vert</i></td> </tr> <tr> <td>très perturbé</td> <td>= <i>jaune</i></td> </tr> <tr> <td>artificiel</td> <td>= <i>rouge</i></td> </tr> </table> <p>Présentation des perturbations de la continuité sur un plan.</p>		naturel/semi-naturel	= <i>bleu</i>	peu perturbé	= <i>vert</i>	très perturbé	= <i>jaune</i>	artificiel	= <i>rouge</i>
naturel/semi-naturel	= <i>bleu</i>									
peu perturbé	= <i>vert</i>									
très perturbé	= <i>jaune</i>									
artificiel	= <i>rouge</i>									
Remarques	D'autres critères peuvent être intégrés dans l'analyse, p. ex.: rejets, estimation de la fréquence des plantes aquatiques et des algues, turbidité, coloration, odeur, formation d'écume, ligne d'écoulement, colmatage. Les résultats peuvent aussi être représentés sur carte.									
Etat des travaux	Publication dans la série « L'environnement pratique; Informations concernant la protection des eaux » n°....., été 1998.									

19.11.1997

MODULE	ECOMORPHOLOGIE	Niveau: C
Objectif	Connaissance détaillée de l'état morphologique d'un réseau hydrographique (en règle générale, rivière principale et choix d'affluents).	
Problèmes à résoudre	<ul style="list-style-type: none"> - Enquête détaillée sur la nécessité de mesures en faveur de l'amélioration hydrologique d'un cours d'eau (analyse de déficit). - Etudes en relation avec les projets de constructions hydrauliques (situation de départ, modifications escomptées, modifications effectuées). - Recherche de tronçons de cours d'eau précieux du point de vue morphologique et donc dignes de protection. 	
Paramètres	Comme pour le module «Ecomorphologie» de niveau R; autres paramètres complémentaires: p. ex. forme de la vallée, ligne d'écoulement, profondeur moyenne de l'eau, variation de la profondeur de l'eau, altitude du lit, granulométrie du matériel du lit, colmatage, algues, plantes aquatiques, bois mort, ombre, environs.	
Période	En principe possible toute l'année, mais de préférence du printemps à l'automne, à l'exclusion des situations de hautes eaux.	
Evaluation	Appréciation par tronçon par comparaison avec un état de référence reconstruit pour chaque cours d'eau, le plus souvent de façon théorique sur la base des lois géomorphologiques.	
Résultats	Résultats sous forme de tableau et représentation de certains paramètres sur des plans de situation.	
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> - Les déficits constatés par comparaison avec l'état de référence doivent être examinés quant à leur importance pour le système considéré; développement de mesures écologiques ciblées; priorités en fonction du rapport coût/efficacité. - Pour toutes les mesures d'une certaine importance dans ou au voisinage de l'eau, des informations selon la méthode «Ecomorphologie» du niveau C doivent être disponibles: estimation de l'importance écologique des mesures prévues. 	
Etat des travaux	Présentation du projet de rapport à l'occasion de la séance d'information qui a eu lieu à l'IFAEPE en décembre 1995 (en remaniement).	

19.11.1997

MODULE	MACROZOOBENTHOS	Niveau: R
Objectif	Aperçu de la liste d'organismes du macrozoo-benthos.	
Problèmes à résoudre	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire des cours d'eau avec données sur l'état biologique des eaux (état du réseau hydrographique). - Appréciation préliminaire des cours d'eau quant aux charges de substances organiques ou non (mesure d'une certaine durée) et aux autres atteintes inconnues. 	
Paramètres	Nombre de taxons présents (choix de taxons bien définis); détermination et appréciation de tous les taxons présents; appréciation au moyen de taxons indicateurs sélectionnés, p. ex. indice des macro-invertébrés (modifié). Sulfure de fer comme témoin de la consommation d'oxygène; couches de ciliés visibles comme témoin de la pollution organique.	
Période	2 échantillons (fin de l'hiver / fin de l'été).	
Evaluation	Notation analogue à celle de l'«Ecomorphologie» de niveau R.	
Résultats	Analogues à ceux de l'«Ecomorphologie» de niveau R.	
Remarques	Cette méthode permet en premier lieu de mettre en évidence les charges en substances.	
Etat des travaux	Avant-projet en préparation; phase test prévue en 1999.	

20.5.1998

MODULE	MACROZOOBENTHOS	Niveau: C
Objectif	Description et analyse détaillées du macrozoo-benthos.	
Problèmes à résoudre	<ul style="list-style-type: none"> - Surveillance des cours d'eau en tant que biotopes des organismes aquatiques. - Enquête sur la nécessité d'agir en faveur de l'état des eaux de certains cours d'eau (biotope, qualité de l'eau). - Suivi après des mesures d'assainissement et détection des rejets de substances nocives. - Enquête sur la diversité spécifique, la protection des espèces et la répartition de quelques espèces. 	
Paramètres	Nombre et fréquence relative des taxons présents.	
Période	4 échantillons (1 par saison).	
Evaluation	Comparaison avec des cours d'eau de référence semi-naturels non pollués; diversité spécifique, rapports de dominance, exigences écologiques des taxons présents.	
Résultats	Analogues à «Ecomorphologie» niveau R	
Remarques	Cette méthode permet surtout de mettre en évidence les charges en substances et de détecter des atteintes ignorées.	
Etat des travaux	Avant-projet en préparation.	

19.11.1997

MODULE	Poissons	Niveau: R
Objectifs	Aperçu de la liste des espèces de poissons (et d'écrevisses).	
Problèmes à résoudre	<ul style="list-style-type: none"> - Données sur l'état biologique des eaux (état du réseau hydrographique). - Appréciation préliminaire des cours d'eau quant à la nécessité d'agir en faveur de l'amélioration du biotope. - Enquête sur la distribution des espèces de poissons avec un statut de menace de 1 à 3 d'après l'ordonnance sur la pêche / frayères et habitat des jeunes poissons. 	
Paramètres	Nombre d'espèces de poissons déterminées dans les échantillons choisis.	
Période	Fin de l'été, automne.	
Evaluation	Comparaison avec les cours d'eau semi-naturels en fonction des connaissances actuelles.	
Résultats		
Remarques	La méthode donne un aperçu des liaisons axiales.	
Etat des travaux	Avant-projet en préparation.	

19.11.1997

MODULE	POISSONS	Niveau: C
Objectif	Aperçu de la liste des espèces de poissons et de la présence d'écrevisses, analyse des populations de poissons.	
Problèmes à résoudre	<ul style="list-style-type: none"> - Enquête sur la nécessité d'agir en faveur de l'amélioration de l'état des eaux de certains cours d'eau en tant que biotopes à poissons et à écrevisses. - Etudes en relation avec les projets d'aménagement hydraulique (situation de départ, changements escomptés, changements réalisés, suivi des mesures après des projets de revitalisation). - Questions spécifiques de la pêche et de la protection des espèces. 	
Paramètres	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination de la liste des espèces et de la distribution des tailles au moyen de méthodes semi-quantitatives, informations sur les écrevisses. - Compléments: paramètres des habitats des poissons (diversité structurelle, mésohabitats et microhabitats). 	
Période	Fin de l'été, automne et éventuellement compléments en hiver (écrevisses en été).	
Evaluation	Comparaison avec des références historiques et avec des cours d'eau de référence semi-naturels.	
Résultats	Etat des liaisons axiales, diversité de la faune piscicole, diagnostic des populations.	
Remarques	Aperçu détaillé des liaisons axiales et de la richesse structurelle.	
Etat des travaux	Avant-projet en préparation.	

19.11.1997

MODULE	CHIMIE DE L'EAU	Niveau: R
Objectif	Aperçu de la qualité de l'eau des cours d'eau non ou peu analysés auparavant.	
Problèmes à résoudre	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire des cours d'eau avec données sur l'état des eaux (état du réseau hydrographique). - Appréciation indicative des cours d'eau quant à la nécessité d'agir en faveur de l'amélioration de la qualité de l'eau. - Recherche des rejets d'eaux usées inconnus. - Détermination de l'influence des rejets d'eaux usées connus. 	
Paramètres	Quelques paramètres de pollution anthropique, ainsi que pH, température, débit.	
Période	Une fois par saison, si possible lors des eaux moyennes et des basses eaux.	
Evaluation	Répartition des résultats en 3 ou 4 classes.	
Résultats	Représentation cartographique en couleur (échelle :).	
Remarques	Le choix des paramètres analysés est limité à ceux qui servent d'indicateurs de la pollution anthropique et peuvent être mesurés avec des moyens très modestes.	
Etat des travaux	Avant-projet en préparation.	

19.11.1997

MODULE	CHIMIE DE L'EAU	Niveau: C
Objectif	Connaissance détaillée de l'état qualitatif de l'eau dans un système de cours d'eau (en principe = cours d'eau principal et cours d'eau secondaires choisis).	
Problèmes à résoudre	<ul style="list-style-type: none"> - Définition de la nécessité d'agir quant aux mesures d'amélioration de l'état des eaux des cours d'eau, en vue du respect des exigences fixées à la qualité de leurs eaux. - Surveillance des cours d'eau au plan de la qualité des eaux, à court et long terme (tendances). - Contrôle d'efficacité après assainissement des rejets d'eaux usées. 	
Paramètres	Paramètres selon niveau R, autres paramètres en plus: nitrite, nitrate, DOC, débit, température; paramètres supplémentaires possibles: conductivité, chlorure, pesticides, pH, N-total, P-total, P-gel, TOC, DBO ₅ , paramètres géochimiques, métaux lourds.	
Période	Au moins 12 échantillons instantanés par année, répartis (remarque: prise en compte de la dynamique journalière).	
Evaluation	Appréciation par tronçons, sur la base d'une comparaison avec un état de référence reconstitué de façon indépendante pour chaque cours d'eau (d'une manière générale théoriquement, c.à.d. selon les lois de la géomorphologie).	
Résultats	Représentation cartographique en couleur (échelle :).	
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> - Dans la plupart des cas, échantillons cumulés sur un jour entier (24 h ou plus) de préférence à des échantillons instantanés. - Les analyses chimiques du niveau C sont de préférence effectuées avant la confluence avec des cours d'eau plus importants et en aval de sources de pollution critiques. 	
Etat des travaux	Avant-projet en préparation.	

19.11.1997

MODULE	ECOTOXICOLOGIE	Niveau: R
Objectif	Aperçu grossier de l'écotoxicologie des cours d'eau.	
Problèmes à résoudre	Détermination des cours d'eau potentiellement problématiques.	
Paramètres	Dilution par étapes des échantillons récoltés jusqu'à la concentration «No Observed Effect Concentration» (NOEC = seuil de concentration de substance nocive sans effet toxique connu); l'appréciation se fait à l'aide de deux ou trois tests représentatifs, mais simples et rapides.	
Période	Un à deux échantillons par année.	
Evaluation	Répartition des résultats en 4 classes d'après la dilution nécessaire pour atteindre la valeur NOEC.	
Résultats	Représentation cartographique en couleur (échelle :).	
Remarques	On se limite aux tests qui peuvent être effectués avec les moyens les plus modestes possibles.	
Etat des travaux	Travaux détaillés prévus.	

27.01.1998

MODULE	ECOTOXICOLOGIE	Niveau: C
Objectif	Localisation des rejets de substances toxiques.	
Problèmes à résoudre	Identification des sources inconnues de substances toxiques ou vérification de l'efficacité des mesures prises.	
Paramètres	Dilution par étapes des échantillons récoltés jusqu'à la concentration «No Observed Effect Concentration» (NOEC = seuil de concentration de substance nocive à partir duquel plus aucun effet toxique n'est observé); l'appréciation se fait à l'aide de différents tests.	
Période	Au moins un échantillon par saison.	
Evaluation		
Résultats		
Remarques		
Etat des travaux	Travaux détaillés prévus.	
		27.01.1998