

> NAWA – Observation nationale de la qualité des eaux de surface

Cours d'eau



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

> NAWA – Observation nationale de la qualité des eaux de surface

Cours d'eau

Impressum

Editeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

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

Auteurs

Werner Göggel, Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Christian Leu, Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Manuel Kunz, Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Joachim Hürlimann, AquaPlus AG, Zoug

Accompagnement

Marc Bernard, Service de la protection de l'environnement, canton du Valais

Rémy Estoppey, Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Michael Eugster, Amt für Umwelt und Energie, canton de Saint-Gall

Susanne Haertel-Borer, Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Daniel Hefti, Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Marin Huser, Amt für Umweltschutz und Energie, canton de Bâle-Campagne

Adrian Jakob, Office fédéral de l'environnement (OFEV)

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

Monika Schaffner, Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Sabine Zeller, Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Référence bibliographique

OFEV 2013: NAWA – Observation nationale de la qualité des eaux de surface. Cours d'eau. Office fédéral de l'environnement, Berne.

Connaissance de l'environnement n° 1327: 72 p.

Traduction

Milena Hrdina, Moutier

Graphisme

HP Hauser, 3110 Münsingen

Photo de couverture

Murg Pegel Frauenfeld, Amt für Umwelt (canton de Thurgovie)

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uw-1327-f

(il n'existe pas de version imprimée)

Cette publication est également disponible en allemand.

© OFEV 2013

> Table des matières

Abstracts	5		
Avant-propos	7		
<hr/>			
1 Introduction	9		
<hr/>			
2 Point de départ	11		
2.1 Bases légales et idées directrices	11		
2.2 Répartition des tâches entre Confédération et cantons	12		
2.3 Relevés assurés par les cantons	13		
2.4 Relevés assurés par la Confédération	14		
2.4.1 Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF)	14		
2.4.2 Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA)	15		
2.4.3 Réseaux d'observation hydrologique	17		
2.5 Réseau suisse d'observation de l'environnement (RSO)	18		
2.6 Relevés entrepris en Europe	18		
2.7 Point de départ et mise sur pied de l'observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA)	20		
<hr/>			
3 Objectifs	21		
<hr/>			
4 Système d'observation	22		
4.1 Généralités	22		
4.2 Observation de longue durée (TREND)	23		
4.2.1 Réseau de mesure	23		
4.2.2 Relevés	23		
4.2.3 Assurance qualité et gestion des données	23		
4.2.4 Organisation et coordination	24		
4.3 Observation spécifique (SPE)	25		
<hr/>			
5 Stations de mesure de NAWA TREND	26		
5.1 Choix des stations de mesure de NAWA TREND	26		
5.2 Emplacement, superficie et mesure du débit	27		
5.3 Représentativité des stations de mesure dont le bassin versant mesure moins de 1000 km ²	29		
		5.3.1 Régions biogéographiques de la Suisse	31
		5.3.2 Types de régimes d'écoulement	32
		5.3.3 Utilisation du sol	34
		5.3.4 Proportion d'eaux usées	38
		5.3.5 Etat écomorphologique	39
		5.3.6 Connectivité	41
		5.3.7 Atteintes hydrologiques	42
		5.4 Choix des stations de mesure de NAWA TREND – conclusion	44
<hr/>			
6 Programme NAWA TREND	45		
6.1 Généralités	45		
6.2 Relevés physico-chimiques	47		
6.3 Macrozoobenthos	48		
6.4 Diatomées	51		
6.5 Poissons	52		
6.6 Plantes aquatiques	55		
6.7 Aspect général	57		
6.8 Ecomorphologie	59		
6.9 Hydrologie	60		
<hr/>			
7 Observation spécifique: première campagne NAWA SPE	61		
7.1 Objectif	61		
7.2 Campagne NAWA SPE 2012	61		
7.2.1 Choix des stations de mesure de la campagne NAWA SPE 2012	61		
7.2.2 Programme de mesures et analyses	63		
<hr/>			
8 Perspectives	64		
<hr/>			
Bibliographie	65		
Index	67		
<hr/>			
Annexe	69		
A1 Choix des stations de mesure de NAWA	69		
A2 Fiches des stations de mesure de NAWA	72		

> Abstracts

In order to document and evaluate the status and developments of Swiss surface waters at the national level, the Federal Office for the Environment (FOEN) and the Cantons have jointly created the National Surface Water Quality Monitoring Programme NAWA. NAWA features a network of monitoring stations for long-term continuous monitoring (TREND) and problem-oriented special observations (SPEZ). This report describes the NAWA concept and goals, together with the NAWA TREND monitoring programme during which the physico-chemical and biological parameters at some 100 monitoring stations have been recorded since 2011. The results of the first NAWA SPEZ measurement programme are also presented.

Das Bundesamt für Umwelt BAFU und die Kantone haben mit der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA gemeinsam ein Messprogramm geschaffen, um den Zustand und die Entwicklung der Schweizer Oberflächengewässer auf nationaler Ebene dokumentieren und beurteilen zu können. NAWA umfasst ein Basismessnetz zur langfristigen Dauerbeobachtung (TREND) sowie problembezogene Spezialbeobachtungen (SPEZ). Der vorliegende Bericht beschreibt das Konzept und die Ziele von NAWA sowie das Messprogramm von NAWA TREND, in dem ab 2011 an rund 100 Messstellen chemisch-physikalische und biologische Erhebungen durchgeführt werden. Ebenso wird das erste Messprogramm im Rahmen von NAWA SPEZ präsentiert.

En mettant sur pied l'observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA), l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et les cantons ont mis en place conjointement un programme de mesure qui permet de documenter et d'évaluer l'état et l'évolution de la qualité des eaux de surface à l'échelle de la Suisse. Ce programme comprend un réseau de base pour l'observation de longue durée (NAWA TREND) et une observation spécifique (NAWA SPE). Le présent rapport décrit ce système et ses objectifs, ainsi que le programme NAWA TREND, dans le cadre duquel des relevés physico-chimiques et biologiques sont effectués depuis 2011 dans quelque 100 stations de mesure. Il présente aussi la première campagne d'analyses menée dans le cadre de NAWA SPE.

Keywords:

Water monitoring,
Surface waters, Water quality,
Monitoring

Stichwörter:

Gewässerbeobachtung,
Oberflächengewässer,
Gewässerqualität, Monitoring

Mots-clés:

Observation des milieux
aquatiques, eaux de surface,
qualité des cours d'eaux,
surveillance

L'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), i Cantoni e l'Osservazione nazionale della qualità delle acque superficiali (NAWA) hanno creato un programma di misurazione comune per documentare e valutare lo stato e l'evoluzione delle acque superficiali svizzere a livello nazionale. NAWA include una rete di misurazione di base per l'osservazione continua sul lungo termine (TREND) e osservazioni specifiche di problemi (SPEZ). Il presente rapporto descrive la strategia e gli obiettivi di NAWA come pure il programma di misurazione NAWA TREND che, dal 2011, ha effettuato rilevamenti chimico-fisici e biologici presso un centinaio di stazioni di misurazione. Inoltre, viene presentato il primo programma di misurazione nel quadro di NAWA SPEZ.

Parole chiave:
osservazione delle acque,
acque superficiali, qualità delle
acque, monitoraggio

> Avant-propos

La protection et l'observation des milieux aquatiques relèvent d'une longue tradition en Suisse. De plus, grâce aux efforts consentis depuis le milieu du siècle dernier par la Confédération, les cantons et les communes pour étendre les réseaux d'assainissement et optimiser l'épuration des eaux, les rivières et ruisseaux nauséabonds et couverts de mousse appartiennent au passé.

La pollution des eaux par les substances chimiques, en particulier par les nutriments, ayant reculé, la protection des eaux se concentre sur d'autres problématiques. Outre la qualité de l'eau, les modifications du débit engendrées par l'exploitation de la force hydraulique ou les atteintes portées à la structure des cours d'eau (aménagement, voire canalisation) influent également sur l'état des milieux aquatiques. Pris ensemble, ces trois facteurs – qualité de l'eau, débit et écomorphologie – déterminent la qualité du cours d'eau et sa capacité à servir d'habitat à la faune et à la flore.

Compétents en matière de protection des eaux, les cantons ont largement étudié et décrit les améliorations obtenues grâce à la réduction de la pollution par diverses substances. Leurs travaux dans ce domaine se sont longtemps concentrés principalement sur la chimie des eaux. Or une surveillance globale de l'état des milieux aquatiques exige de prendre en considération tous les aspects de la qualité de l'eau. Cette approche globale ne s'est toutefois imposée comme norme que vers la fin du siècle dernier.

En raison des différences qui distinguent les divers programmes cantonaux d'analyse, il était jusqu'ici très difficile d'établir un aperçu de l'état des cours d'eau et de son évolution à l'échelle nationale. D'où l'impossibilité d'évaluer les effets de la politique nationale en matière de protection des eaux. Reconnaissant le manque de coordination entre leurs programmes, les cantons ont lancé l'idée d'un programme national d'observation de la qualité des eaux de surface à mettre sur pied en collaboration avec la Confédération. Le système d'observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA) présenté ici a été élaboré conjointement par les services spécialisés de la Confédération et des cantons, et les premiers relevés de l'observation de base de longue durée (NAWA TREND) ont débuté en 2011.

Nous sommes très heureux de constater que ce programme national a vu le jour sous des auspices prometteurs et nous réjouissons de prendre connaissance des résultats de ses analyses. A l'avenir, la protection des eaux ainsi que l'observation des eaux seront toutefois appelées à relever de nouveaux défis. Mentionnons en particulier la renaturation des eaux et les travaux qui visent à améliorer encore la qualité de l'eau en luttant notamment contre la présence de micropolluants dans les milieux aquatiques.

La mise sur pied de l'observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA) n'a été possible que grâce au travail et à la volonté des spécialistes au sein des services cantonaux chargés de la protection des eaux. Je tiens à remercier vivement tous ceux qui ont contribué à cet effort commun.

Franziska Schwarz
Sous-directrice
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

1 > Introduction

Les cours d'eau et les plans d'eau remplissent toutes sortes de fonctions: ils transportent et stockent l'eau, les matières dissoutes et solides emportées par les flots, alimentent les nappes d'eau souterraines, contribuent à l'approvisionnement en eau potable, servent à produire de l'énergie, fournissent de l'eau pour l'irrigation ou le refroidissement, font office de voie de communication, mais constituent aussi les habitats naturels d'innombrables animaux et végétaux, structurent et embellissent le paysage et servent de lieu de détente à l'être humain. La protection des eaux, leur exploitation durable et la protection contre les crues sont les principaux objectifs de la législation en vigueur dans le domaine de l'eau (loi fédérale sur la protection des eaux, loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau, loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques). Pour assurer une protection efficace des eaux et leur permettre de remplir leurs fonctions, il importe de bien connaître leur état. A cet effet les cantons et la Confédération analysent les eaux et vérifient si les prescriptions légales sont respectées et si les mesures prises afin de protéger les eaux produisent leurs effets. Pollution et autres types de dégradation des eaux ignorent cependant les frontières politiques, de sorte que les mesures de protection mises en œuvre sur un cours d'eau ont aussi des conséquences pour les riverains en aval. Il convient dès lors de coordonner l'observation des eaux entre bassins versants et entre cantons.

**Protection et observation
des eaux**

Comme dans d'autres domaines de l'environnement, il incombe aux cantons de réaliser la majeure partie des études sur les milieux aquatiques. Il s'agit de vérifier en priorité l'exécution de la législation sur la protection des eaux dans le canton concerné. Les spécificités de chaque canton, la diversité des eaux et de leurs utilisations, ainsi que les atteintes qu'elles subissent, engendrent des différences entre les études cantonales. En raison de ces écarts, il est difficile de comparer les relevés cantonaux dans le cadre d'une analyse à l'échelle nationale et de représenter de manière uniforme l'état des eaux dans des publications (tel l'Atlas hydrologique de la Suisse, OFEV 2010).

Etudes réalisées par les cantons

La Confédération se limite aux études d'intérêt national. La surveillance des débits des eaux de surface relève d'une vieille tradition, puisque les mesures systématiques de la Confédération remontent au milieu du XIX^e siècle. Quant à la qualité des grands cours d'eau, elle est suivie depuis 1972 dans le cadre de la surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF). La Confédération a par ailleurs commencé à mesurer systématiquement la quantité des eaux souterraines dans les années 1970, puis en 1997 à déterminer leur qualité, grâce à la mise en place de l'Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA).

**Etudes réalisées
par la Confédération**

En améliorant la coordination des observations portant sur la qualité des eaux de surface, la Confédération entend définir avec les cantons les bases permettant d'harmoniser, dans l'ensemble de la Suisse, les informations concernant les eaux de surface (leur état et l'évolution à moyen et à long terme, l'identification précoce de problèmes, l'efficacité des mesures prises) et de piloter ainsi la politique suisse en matière de protection des eaux.

Coordination

L'idée de mettre en place un système national d'observation de la qualité des eaux de surface, coordonné entre Confédération et cantons, émane des services cantonaux chargés de la protection des eaux. Ils escomptaient que l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA) permettrait d'exploiter au mieux les synergies existantes, d'améliorer les échanges d'informations et d'expériences, de comparer les résultats d'études sur l'ensemble de la Suisse et d'harmoniser l'appréciation des eaux à l'échelle nationale.

Un groupe de travail réunissant des représentants de la Confédération et des cantons a été constitué en 2007 pour l'élaboration du système d'observation, et les services spécialisés de tous les cantons ont été conviés à plusieurs reprises à participer aux travaux préparatoires. Les premiers relevés de NAWA ont été entrepris en janvier 2011. Dans un premier temps, l'observation se limite aux cours d'eau, mais s'étendra aux lacs par la suite.

Le présent rapport décrit les objectifs et le système des relevés de NAWA, le choix des stations de mesure et les paramètres mesurés dans le cas des cours d'eau.

2 > Point de départ

2.1 Bases légales et idées directrices

En vertu de la Constitution fédérale (Cst.), la Confédération est tenue, «dans la limite de ses compétences, de pourvoir à l'utilisation rationnelle des ressources en eau, à leur protection et à la lutte contre l'action dommageable de l'eau» (art. 76, al. 1, Cst.).

Constitution fédérale

La loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE) oblige les autorités à renseigner le public de manière objective sur l'état des nuisances grevant l'environnement (art. 6 LPE), de même qu'à procéder à des enquêtes sur ces nuisances et à contrôler l'efficacité des mesures appliquées. Il incombe par ailleurs à la Confédération de coordonner les enquêtes et les bases de données sur le plan fédéral et cantonal (art. 44 LPE).

Loi sur la protection de l'environnement

La loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux) ordonne que la Confédération et les cantons informent le public sur la protection des eaux et sur l'état de celles-ci (art. 50 LEaux). La loi charge par ailleurs la Confédération d'effectuer les relevés d'intérêt national, notamment sur la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines, ainsi que d'autres aspects de la protection des eaux, et de mettre les données recueillies et leur interprétation à la disposition des intéressés (art. 57 LEaux). Les cantons effectuent les autres relevés nécessaires à l'exécution et en communiquent les résultats aux services fédéraux compétents (art. 58 LEaux).

Loi sur la protection des eaux

L'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux) précise les dispositions légales, notamment pour ce qui est des objectifs écologiques fixés pour les eaux (annexe 1 OEaux) et les exigences de qualité des eaux (annexe 2 OEaux).

Ordonnance sur la protection des eaux

La qualité de l'eau, de même que l'espace nécessaire aux cours d'eau et un débit suffisant, constituent les trois objectifs formulés dans les *Idées directrices – Cours d'eau suisse* (OFEFP, OFEG 2003) à prendre en compte dans toute approche des cours d'eau. En effet, ce n'est que lorsque ces objectifs sont atteints et que les facteurs qui déterminent l'écosystème sont proches de l'état naturel, qu'une biocénose naturelle et typique de la station pourra se développer dans un cours d'eau.

Idées directrices
– Cours d'eau suisses

2.2 Répartition des tâches entre Confédération et cantons

Pour assurer une bonne protection globale des eaux, il est crucial de bien connaître leur état. Cette connaissance présuppose une observation des eaux, qui ne porte pas uniquement sur les aspects de la qualité de l'eau, mais comprend aussi les principaux facteurs abiotiques (caractéristiques physico-chimiques, hydrologiques et structurelles des eaux), de même que les biocénoses aquatiques. Chargés d'exécuter les dispositions sur la protection des eaux, les cantons surveillent leur état. Se fondant sur les résultats de leurs relevés, ils déterminent le besoin d'intervenir pour protéger les eaux et améliorer leur état. Les études entreprises après l'application de ce genre de mesures servent à en vérifier l'efficacité et à piloter la gestion des eaux et la politique de protection des eaux.

La surveillance des eaux
incombe aux cantons

La Confédération procède aux relevés d'intérêt national, notamment dans le domaine de l'hydrologie. Dans le cadre du programme NADUF, elle collecte par ailleurs des données physico-chimiques, en particulier sur les grands cours d'eau. Pour ce qui est de la qualité des eaux de surface, elle se limite toutefois principalement à mettre au point des méthodes d'analyse et d'appréciation. En 1974, elle a ainsi publié pour la première fois des recommandations concernant l'analyse des eaux de surface, qui ont été adaptées et étendues en 1982. Depuis 1998, la Confédération collabore avec les cantons et l'Eawag dans le cadre du projet Système modulaire gradué, afin de développer des méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau (www.modul-stufenkonzept.ch/index_FR). Ces méthodes précisent les exigences légales en matière de vérification de l'état des eaux et servent à coordonner et à harmoniser l'analyse et l'appréciation des cours d'eau par les cantons. Ils effectuent les relevés selon les méthodes définies par la Confédération et facilitent ainsi grandement la mise en commun des données au niveau national. Sur la base des données que les cantons ont collectées à l'aide du module Ecomorphologie – niveau R, il a ainsi été possible de dresser un aperçu à l'échelle suisse de la morphologie des cours d'eau (OFEV 2009). Les méthodes élaborées dans le cadre du système modulaire gradué laissent cependant une certaine marge de manœuvre aux cantons, par exemple quant au mode de prélèvement des échantillons. L'application de ces méthodes constitue donc une condition nécessaire, mais non suffisante, à la comparaison des données.

Tâches de la Confédération:
relevés d'intérêt national
et méthodologie

2.3 Relevés assurés par les cantons

L'analyse de la qualité des eaux de surface par les cantons relève d'une tradition longue de plusieurs décennies. Les divers relevés chimiques, physiques et biologiques entrepris au cours du siècle dernier ont permis de documenter l'évolution de la qualité de l'eau sur fond de pollution croissante, puis de suivre l'amélioration de cette qualité grâce à l'extension des réseaux d'assainissement en Suisse. Les analyses entreprises par les cantons ciblent en règle générale un problème spécifique et les relevés visaient en priorité à vérifier, au moyen d'analyses physico-chimiques, l'efficacité des mesures prises en matière d'assainissement.

Bien que le système modulaire gradué assure une bonne standardisation des méthodes d'analyse, les programmes cantonaux diffèrent beaucoup pour ce qui est de leur résolution spatiale (nombre de stations de mesure) et temporelle (fréquences des échantillonnages) et du dépouillement des résultats. Les relevés physico-chimiques illustrent bien ces différences: la majorité des cantons analysent leurs cours d'eau en prélevant des échantillons ponctuels à des fréquences variables (quatre, six, douze ou treize prélèvements par an ou prélèvements irréguliers). Les études sont menées pendant plusieurs années consécutives ou périodiquement seulement, tous les trois ou quatre ans. Quelques rares cantons prélèvent des échantillons en continu, les programmes de prélèvement variant, dans ce cas aussi, d'un canton à l'autre (ils vont de 12 à 365 échantillons journaliers par an, complétés par exemple par des échantillons prélevés en continu en cas de crue ou par 52 échantillons en continu hebdomadaires). Pour interpréter les données, les résultats des diverses analyses font l'objet d'approches statistiques différentes, les représentations au 80^e ou au 90^e percentile de douze échantillons ponctuels par an étant les plus fréquentes. D'autres types de dépouillement sont aussi appliqués, tel le calcul de la moyenne pondérée de diverses grandeurs afin d'obtenir une évaluation globale.

Les cantons fournissent régulièrement à l'OFEV les données issues de leurs relevés physico-chimiques. Stockées dans la base de données nationale sur l'état des eaux superficielles et valorisées périodiquement avec les relevés du NADUF, ces données sont publiées régulièrement, notamment dans l'Atlas hydrologique de la Suisse (OFEV 2010).

Outre l'étude de la qualité des eaux de surface, les cantons procèdent à d'autres relevés, en recourant à leur réseau hydrométrique par exemple, afin de disposer de données quantitatives (débit) sur les eaux de surface. Ils déterminent également la qualité et la quantité des eaux souterraines.

Analyses des eaux par les cantons: une vieille tradition

Des systèmes d'analyse différents

2.4 Relevés assurés par la Confédération

2.4.1 Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF)

L'observation de la qualité des eaux de surface par la Confédération se limitait jusqu'ici à la détermination de paramètres physico-chimiques dans un petit nombre de stations (fig. 1) dans le cadre de la surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF). Ce programme suit depuis le milieu des années 1970 la présence de certaines substances dans l'eau (nutriments, substances géogènes, métaux lourds et divers polluants), principalement dans les grandes rivières suisses, afin de fournir des bases à la protection des eaux et à la recherche. A cet effet, les cours d'eau font l'objet d'analyses continues dans six stations de mesure fonctionnant en permanence. Grâce aux échantillons en continu proportionnels au débit prélevés tout au long de l'année, le programme NADUF permet de calculer des flux annuels pour établir des bilans de substances. Outre les échantillons prélevés en continu, il mesure le débit, la température, la conductivité électrique, le pH et l'oxygène. Le programme englobe d'autres stations de mesure sur des cours d'eau plus petits; celles-ci ne fonctionnent toutefois pas en permanence.

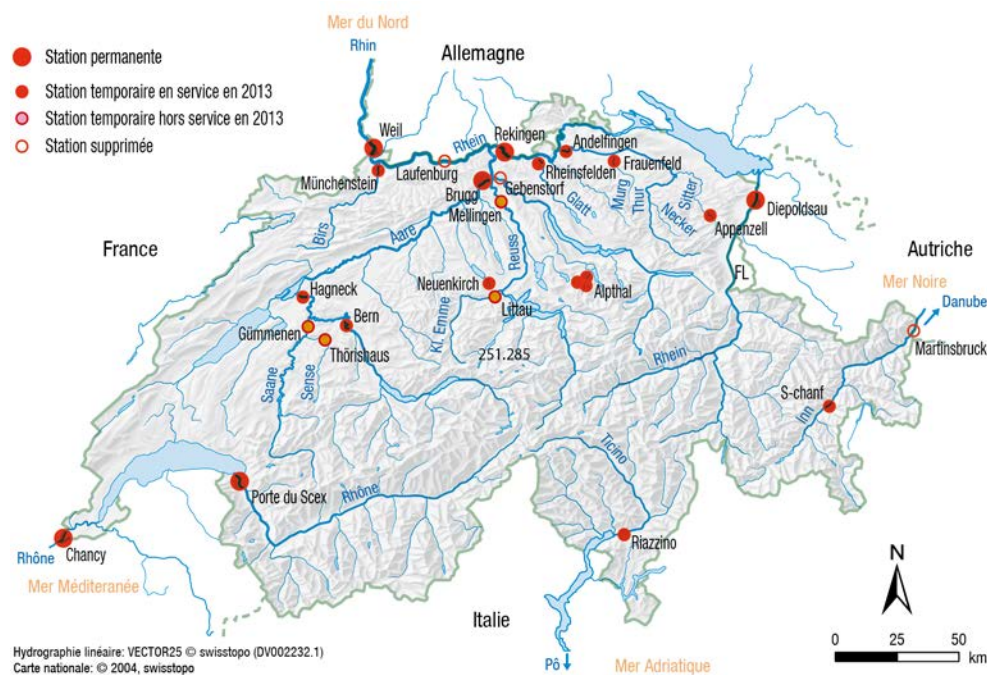
Les valeurs mesurées sont publiées régulièrement dans l'Annuaire hydrologique de la Suisse (OFEV 2009b). Une compilation des résultats est parue sous le titre *NADUF – Messresultate 1997–1998* (Binderheim-Bankay et al. 2000). Les résultats du programme ont par ailleurs servi à l'élaboration du chapitre consacré au bilan des matières de l'Atlas hydrologique de la Suisse (OFEV 2010).

Les relevés effectués dans le cadre du NADUF permettent certes de vérifier, à l'échelle nationale, l'efficacité des mesures prises pour protéger les eaux, notamment la réduction des charges de nutriments dans les grands cours d'eau obtenue grâce à l'extension des réseaux d'assainissement. Ils ne fournissent toutefois qu'un aperçu restreint de l'état des cours d'eau de taille petite à moyenne, soit ceux qui forment l'essentiel du réseau hydrographique suisse. Le Confédération n'a jusqu'ici pas entrepris d'autres relevés au plan national concernant l'état des eaux de surface, en particulier les biocénoses aquatiques.

Relevés physico-chimiques
sur les grands cours d'eau

Annuaire hydrologique
et Atlas hydrologique

Fig. 1 > Carte présentant l'emplacement des stations de mesure du NADUF



www.bafu.admin.ch/hydrologie/01831/01840/10432/index.html?lang=fr.

2.4.2 Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA)

L'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA, menée en étroite collaboration avec les cantons, fournit une image représentative de l'état des eaux souterraines suisses et de leur évolution, tant sur le plan qualitatif que quantitatif. NAQUA constitue donc une base de référence pour la protection des eaux souterraines à l'échelle de la Suisse, protégeant ainsi l'être humain contre les substances et les organismes nuisibles. Dans le cadre de NAQUA, l'OFEV enregistre l'état et l'évolution des ressources en eaux souterraines dans plus de 600 stations de mesure réparties sur l'ensemble du pays (fig. 2, stations de mesure servant à l'observation de la qualité des eaux souterraines). Portant sur les aquifères typiques de Suisse, l'observation détermine leur état naturel et l'influence que leur font subir les activités humaines. NAQUA comprend les modules QUANT (observation quantitative), SPE (observation qualitative orientée sur les polluants), TREND (observation qualitative visant à comprendre le système et les processus naturels) et ISOT (observation des isotopes présents dans les précipitations et les cours d'eau).

Quantité et qualité
des eaux souterraines

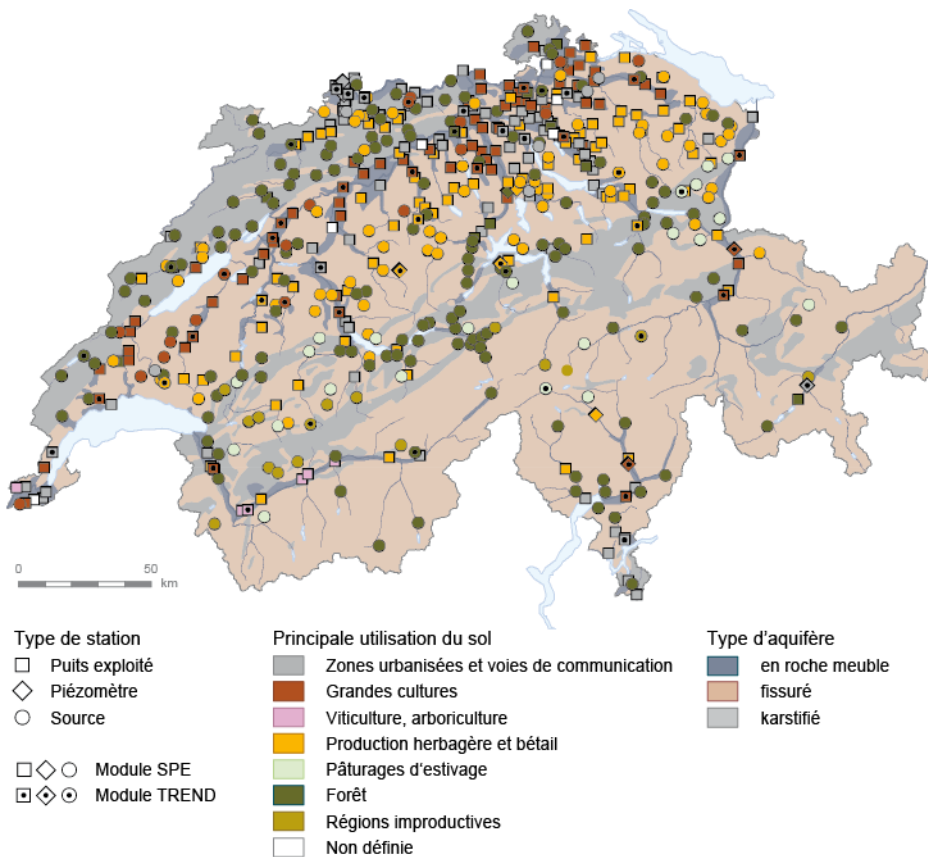
Voici les objectifs de NAQUA:

- > consigner l'état actuel ainsi que l'évolution de la qualité et de la quantité des eaux souterraines dans l'ensemble du pays;
- > repérer rapidement et suivre de manière ciblée la présence de substances problématiques ou des changements indésirables;
- > vérifier l'efficacité de mesures de protection déjà prises (mesures écologiques appliquées dans l'agriculture, p. ex.) et identifier la nécessité de prendre d'autres mesures;
- > caractériser et classer les principales nappes d'eaux souterraines de Suisse.

Les résultats de NAQUA sont présentés essentiellement sur Internet ainsi que dans le rapport NAQUA qui paraît régulièrement (OFEV 2009c).

Fig. 2 > Stations de mesure de l'Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA)

Stations de mesure des modules SPE et TREND de NAQUA qui servent à l'observation de la qualité des eaux souterraines, utilisation principale du sol dans le bassin versant et type d'aquifère.



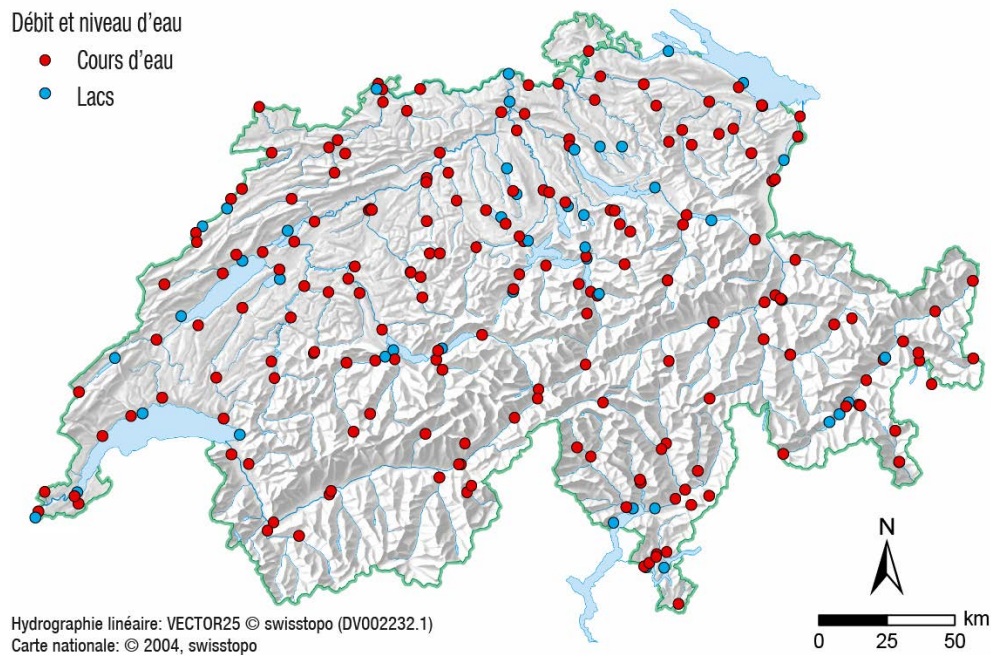
Situation en 2011

2.4.3 Réseaux d'observation hydrologique

L'enregistrement systématique du niveau d'eau et du débit des cours d'eau et des lacs suisses remonte au milieu du XIX^e siècle. Ces longues séries de mesures servent de base aux applications les plus diverses, telles la protection contre les crues, la protection et l'utilisation des eaux ou encore l'analyse des effets du changement climatique. Actuellement, la Confédération enregistre le niveau des lacs et le débit des cours d'eau dans quelque 260 stations, la plupart étant équipées d'un dispositif d'interrogation à distance (fig. 3, www.hydrodaten.admin.ch/fr/index.html).

Niveau d'eau et débit

Fig. 3 > Emplacements des stations hydrométriques de la Confédération



Le réseau de mesure de la température fournit les bases pour vérifier l'application de la législation suisse sur la protection des eaux dans le domaine de la température. Limité aux cours d'eau, ce réseau comprend actuellement 76 stations. Effectuées en continu, les mesures en ligne permettent d'analyser aussi bien les causes des variations de la température (centrales thermiques, apports et prélèvements anthropiques de chaleur, interventions relevant de l'économie des eaux et évolution du climat) que l'influence de la température sur des organismes vivants (tels les poissons). A cet effet, une sélection des stations du réseau servent d'une part à une observation sur le long terme et, d'autre part, à des relevés ponctuels ciblés sur des problèmes actuels.

Température

Dans un cours d'eau, les matériaux solides sont transportés soit par charriage soit en suspension. Pour assurer le suivi du transport de matériaux solides dans les cours d'eau suisses, l'OFEV se fonde sur les données suivantes:

Matériaux solides

- > mesures des concentrations de matières en suspension;
- > mesures de la turbidité;
- > estimation des volumes de sédiments charriés sur le fond et collectés dans des dépotoirs.

Ces diverses grandeurs exigent la mise en œuvre de modes de mesure différents et requièrent dès lors différents réseaux, que nous ne présenterons pas ici en détail.

2.5 Réseau suisse d'observation de l'environnement (RSO)

Dans le cadre du Réseau suisse d'observation de l'environnement (RSO), la Confédération et les cantons visent à améliorer la coordination en matière de relevés, d'échanges et d'administration des données concernant l'environnement, afin d'offrir à tous les utilisateurs un accès plus rapide et plus simple aux données recueillies. Le RSO comprend l'ensemble des processus, des conventions et des équipements techniques requis pour la mise en place, l'exploitation et la modernisation périodique d'une base de données harmonisée à l'échelle suisse et axée sur les besoins, qui soit à même de fournir toutes les informations utiles sur l'environnement. Le programme NAWA fournit les données sur la qualité des eaux de surface telles qu'elles sont définies par le RSO.

2.6 Relevés entrepris en Europe

En Europe, tant les données physico-chimiques que biologiques sur la qualité des eaux sont consignées depuis le début du XX^e siècle. Les paramètres mesurés, les méthodes appliquées et la manière de procéder ont évolué au fil du temps et varient d'un pays à l'autre. L'entrée en vigueur, en 2000, de la directive-cadre de l'UE dans le domaine de l'eau (DCE, directive 2000/60/CE) a créé une base commune à l'observation des eaux au sein de l'UE.

Directive-cadre de l'UE: base de référence pour l'observation des milieux aquatiques

La DCE distingue trois niveaux de surveillance (DCE, annexe V, ch. 1.3): contrôles de surveillance, contrôles opérationnels et contrôles d'enquête. Les contrôles opérationnels et les contrôles d'enquête prévus par la DCE correspondent aux relevés que les cantons effectuent dans le cadre de l'exécution de la législation. Ces relevés servent en particulier à consigner l'état des eaux qui ne remplissent pas les exigences légales et à constater les effets de mesures sur les eaux ou en cas d'événements spécifiques (pollutions des eaux).

Les contrôles de surveillance au sens de la DCE visent à fournir une appréciation de l'état des eaux de surface, qui servira de base pour évaluer le besoin d'intervenir et planifier les mesures requises, ainsi que pour suivre l'évolution à long terme. Les objectifs de cette surveillance sont dès lors similaires à ceux du programme NAWA. Les paramètres relevés correspondent aussi largement à ceux décrits dans le présent document. Pour évaluer l'état écologique des eaux, la DCE prévoit l'étude des éléments de qualité ci-après:

- > éléments de la qualité biologique: macrozoobenthos, poissons, macrophytes, phyto-benthos et phytoplancton;
- > éléments de la qualité hydromorphologique: conditions morphologiques, continuité de la rivière et régime hydrologique;
- > éléments de la qualité physico-chimique: nutriments, pH, température et certains polluants synthétiques ou non synthétiques spécifiques.

Les Etats membres de l'Union européenne apprécient les divers éléments de la qualité à l'aide de leurs méthodes nationales selon les instructions spécifiées à l'annexe V de la DCE. Pour garantir la comparabilité des résultats obtenus par les divers pays, la DCE prévoit un interétalonnage des méthodes nationales. Conformément à la DCE, l'appréciation intervient selon une échelle comportant cinq classes d'état, de sorte que les résultats des pays voisins, une fois adaptés à cette échelle, peuvent être comparés avec les résultats des analyses effectuées en Suisse.

Outre l'«état écologique», la DCE évalue également l'«état chimique» des eaux de surface. Cette évaluation examine si les exigences des annexes IX et X de la DCE, qui se réfèrent à des valeurs limites d'émission et à des normes de qualité environnementales pour certaines substances (mercure, cadmium, HAP, etc.), sont respectées. Contrairement au contrôle de surveillance au sens de la DCE, le programme NAWA ne définit pas de substances à étudier en priorité.

La densité du réseau de station de mesure distingue notamment NAWA du contrôle de surveillance au sens de la DCE. Alors que ce dernier porte en priorité sur des stations dont le bassin versant mesure plus de 2500 km², celles de NAWA se situent également sur de plus petits cours d'eau dont le bassin versant mesure moins de 100 km².

DCE et NAWA

Evaluation de l'état écologique
selon la DCE

Résolution spatiale

2.7

Point de départ et mise sur pied de l'observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA)

A l'occasion de la conférence de 2006 de l'Association des spécialistes cantonaux de la biologie et chimie des eaux (Cercl'eau, www.cercl'eau.ch), les services cantonaux chargés de la protection des eaux se sont penchés sur la coordination de l'observation des eaux entre les cantons, ainsi qu'entre la Confédération et les cantons. Ayant identifié les lacunes et les déficits des procédures existantes, ils ont formulé des propositions pour développer l'observation des eaux. Les lacunes et déficits identifiés comprenaient notamment:

- > des lacunes dans les méthodes d'analyse et d'appréciation des eaux;
- > un manque de coordination des programmes de mesure;
- > une comparabilité insuffisante des résultats entre les cantons et au niveau national;
- > l'absence de bases de référence permettant d'identifier rapidement des modifications et des tendances à l'échelle nationale, comme l'a démontré le projet Réseau suisse poissons en diminution en étudiant le recul des peuplements piscicoles dans les cours d'eau suisses;
- > l'absence de stratégies d'analyse et de critères d'appréciation dans le cas des micro-polluants.

Le programme NAWA a été lancé afin de contribuer à remédier aux insuffisances observées.

Le programme NAWA a été conçu sous la direction de l'OFEV en étroite collaboration avec les services cantonaux chargés de la protection des eaux. Un groupe de travail réunissant des représentants de la Confédération et des cantons a élaboré un avant-projet, qui a fait l'objet de discussions approfondies en juin 2008 lors d'une conférence réunissant les représentants cantonaux. Le groupe de travail a repris les résultats de ces discussions afin d'affiner le projet. Le choix des stations de mesure de NAWA a aussi été débattu avec les cantons à l'occasion de plusieurs ateliers régionaux. Une fois revu et corrigé, le système d'observation, tel qu'il est présenté dans ce rapport, a permis de définir les relevés nécessaires. Il a ensuite été inscrit dans les contrats conclus entre Confédération et cantons, et les relevés ont pu débuter en 2011.

Améliorer la coordination
dans l'observation des eaux

3 > Objectifs

En mettant en place l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA), la Confédération et les cantons veulent définir les bases permettant de consigner et d'évaluer à l'échelle nationale l'état et l'évolution des eaux de surface.

Les objectifs de NAWA:

- > Procurer une **vue d'ensemble** de l'état des eaux de surface: simple, uniformisée et permettant des comparaisons sur l'ensemble du territoire national.
- > Servir de base à la **documentation** concernant l'évolution à moyen et à long termes de l'état des eaux de surface en Suisse.
- > Mettre à disposition des bases pour l'**identification précoce** des changements posant problème et pour le pilotage de la politique nationale en matière de protection des eaux.
- > Mettre à disposition un **corpus de données** uniformisées pour des études détaillées.
- > Permettre de **contrôler l'efficacité** des mesures actuelles et futures appliquées dans la protection des eaux et dans d'autres domaines.
- > Faciliter les **comparaisons entre bassins versants** de différents cantons, subissant le même type d'atteintes.
- > Promouvoir la **collaboration entre Confédération et cantons** et entre les cantons (exploiter les synergies existantes).
- > Améliorer l'**échange d'informations et d'expériences** par-delà les frontières administratives et hydrographiques.
- > Améliorer la collaboration dans le cadre de **projets intercantonaux** et la comparabilité des relevés entre les cantons.

Les cantons procèdent aux autres relevés requis pour exécuter la législation sur la protection des eaux et surveiller l'état des eaux au niveau cantonal. Pour s'acquitter de leurs tâches d'exécution, ils doivent effectuer des relevés dans un nombre de stations nettement plus élevé, déterminer un ensemble approprié de paramètres et consentir un travail plus grand que dans le cadre de NAWA. Le programme NAWA ne peut pas remplacer ces relevés, qui incombent aux services cantonaux spécialisés.

4 > Système d'observation

4.1 Généralités

L'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA) comprend les relevés sur l'état des eaux de surface. Des méthodes standardisées d'analyse et d'appréciation n'existant actuellement que pour les cours d'eau, NAWA se limitera dans un premier temps à ce domaine. En ce qui concerne l'évaluation des lacs suisses, les méthodes requises sont actuellement en préparation.

Etat des cours d'eau

Les relevés de NAWA sont entrepris dans le cadre d'une collaboration étroite entre Confédération et cantons, la coordination étant assurée par l'OFEV.

Le programme prévoit deux niveaux d'observation, qui se distinguent par leurs objectifs, les stations de mesure utilisées, les paramètres mesurés et la fréquence des relevés:

- > **TREND:** réseau de base dédié à l'observation sur le long terme.
En fournissant un aperçu de l'état des cours d'eau suisses sur la durée, le programme TREND devrait réaliser les objectifs à long terme de NAWA. A cet effet, les cours d'eau seront analysés à partir d'un même ensemble de paramètres déterminés dans des stations de mesure réparties sur l'ensemble du territoire suisse.
- > **SPE:** observation spécifique (axée sur des problèmes précis).
L'observation sur le long terme est complétée par des campagnes de mesure limitées dans le temps, qui servent à étudier certains problèmes particuliers, comme l'évolution de petits cours d'eau dont l'état est fortement influencé par les activités menées dans le bassin versant. Les relevés, effectués dans certaines stations et dans certains bassins versants, sont analysés plus en détail au moyen de méthodes spécifiques.

4.2 Observation de longue durée (TREND)

4.2.1 Réseau de mesure

Le réseau de mesure de NAWA TREND comprend pour l'essentiel des stations de mesure cantonales existantes. Les stations qui forment ce réseau ont été sélectionnées en collaboration avec les services cantonaux spécialisés. Le chapitre 5 décrit la procédure de sélection des stations et leurs caractéristiques.

Stations de mesure

4.2.2 Relevés

L'appréciation exhaustive d'un cours d'eau comprend aussi bien l'analyse des aspects abiotiques de la qualité de l'eau que celle des biocénoses qui y vivent. Les relevés abiotiques englobent les paramètres physico-chimiques, en priorité les nutriments, qui servent à évaluer la qualité de l'eau. Les relevés biologiques portent sur les petits invertébrés qui peuplent le fond du lit (macrozoobenthos), les diatomées, les poissons et les plantes aquatiques. Les analyses biologiques sont complétées par l'évaluation de l'écomorphologie à la station de mesure, ainsi que par un relevé des atteintes macroscopiques (aspect général).

Nutriments, macrozoobenthos, diatomées, poissons et plantes aquatiques

Les données fournies par les stations hydrométriques permettent de connaître les influences hydrologiques que subissent les stations de mesure de NAWA et servent à interpréter les résultats des relevés physico-chimiques et biologiques.

Débit

Tous les relevés sont effectués conformément aux méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau définies dans le cadre du système modulaire gradué (www.systeme-modulaire-graduate.ch). Le chapitre 6 présente les paramètres et les méthodes appliquées.

4.2.3 Assurance qualité et gestion des données

Pour réaliser les objectifs de NAWA, notamment celui d'assurer la comparabilité des analyses à l'échelle de la Suisse, il importe de garantir la qualité des données collectées, de leur analyse et de leur interprétation. Le respect des règles régissant l'échantillonnage et l'interprétation des données, de même que les mesures visant à garantir la qualité, sont contraignants pour tous les relevés, quel que soit l'organisme chargé de les effectuer. Outre les instructions méthodologiques définies dans le système modulaire gradué (SMG), le programme NAWA prévoit les mesures ci-après à titre d'assurance qualité.

Comparabilité

Les relevés physico-chimiques doivent être confiés à un laboratoire agréé par le Service d'accréditation suisse (SAS) selon ISO/IEC 17025 ou par un laboratoire cantonal jouissant de qualifications équivalentes. Les relevés physico-chimiques pouvant s'appuyer sur une longue tradition, ils jouissent d'une bonne assurance qualité et des

Garantie de la qualité des relevés physico-chimiques

échanges réguliers ont lieu à ce sujet dans le cadre du groupement des laboratoires cantonaux de protection des eaux et de l'environnement (Lab'Eaux, www.labeaux.ch).

En ce qui concerne les relevés biologiques, il n'existe pas encore de système reconnu d'assurance qualité. Dans le cadre du programme NAWA, différents éléments d'une assurance qualité ont été mis en place, telle l'obligation du mandataire de faire une déclaration spontanée concernant ses compétences techniques (formation, expérience, formation continue et équipement) et le respect des instructions méthodologiques. Afin d'harmoniser les modes de travail des divers intervenants, des cours sont organisés sur les méthodes de prélèvement avant le début des relevés. D'autres mesures sont également mises en œuvre, comme l'archivage des échantillons dans des collections suisses ou l'identification ultérieure de groupes d'organismes prédéfinis (macrozoobenthos et diatomées, ch. 6.3 et 6.4).

**Garantie de la qualité
des relevés biologiques**

La gestion des données, c'est-à-dire le flux, le contrôle et la conservation des données, constituent un élément essentiel du programme NAWA. Ses objectifs ne pourront être atteints que si les données sont actualisées, aisément accessibles et mises en relation entre les divers paramètres. Actuellement, la conservation des données varie encore beaucoup d'un domaine à l'autre, aussi bien au niveau des cantons qu'au sein de la Confédération. Cette dernière a entrepris d'étendre les bases de données existantes ou d'en créer de nouvelles, aussi bien pour les données physico-chimiques que pour les données issues des relevés biologiques. Pour faciliter les échanges entre les divers intervenants, la transmission des données respecte un format prédéfini, qui impose une présentation standardisée des indications importantes (résultats d'analyse, limite de détection, taxons spécifiques, leur abondance, etc.).

Gestion des données

4.2.4 Organisation et coordination

Les prélèvements d'échantillons et les analyses des paramètres physico-chimiques sont assurés par les services cantonaux spécialisés. La Confédération participe à leur financement. Les stations de mesure qui font également partie du NADUF constituent une exception: dans leur cas, la Confédération se charge des prélèvements et des analyses. Les relevés biologiques sont en général confiés par la Confédération à des entreprises spécialisées, mais les services cantonaux peuvent également les réaliser ou déléguer cette tâche à des tiers. Ces relevés sont essentiellement financés par la Confédération.

**Répartition des tâches
entre Confédération et cantons**

Les instructions élaborées par la Confédération et les représentants cantonaux concernant la méthode, la période et le lieu des relevés, ainsi qu'en matière d'assurance qualité et d'échange des données, garantissent la comparabilité à l'échelle suisse des données collectées. Les instructions adoptées ne débordent pas du cadre défini par le système modulaire gradué, en particulier pour ce qui est de la période des prélèvements (jour de la semaine ou moment dans la journée). Les cantons s'efforceront de coordonner leurs travaux au sein des bassins versants.

Coordination des relevés

4.3 Observation spécifique (SPE)

En appliquant des méthodes et des systèmes d'analyse appropriés, les études plus ponctuelles de l'observation spécifique (SPE) permettent d'étudier des problèmes particuliers. Contrairement au programme TREND, le programme SPE est à même de fournir des informations détaillées concernant les effets de certaines pollutions sur l'état des cours d'eau, en particulier les petits cours d'eau. En 2012, un premier projet du programme SPE a porté sur la détection des substances actives de produits phytosanitaires et de biocides dans les cours d'eau (ch. 7.2). D'autres projets seront lancés régulièrement sur d'autres domaines spécifiques.

Les problèmes susceptibles de faire l'objet de futures campagnes SPE comprennent en priorité l'influence de certaines utilisations (affectations) ou de pollutions spécifiques sur les cours d'eau. En voici quelques exemples:

- > exploitation agricole: pesticides, nutriments;
- > eaux usées, stations d'épuration: micropolluants (pesticides, produits pharmaceutiques, biocides, etc.), nutriments;
- > industrie chimique: micropolluants (pesticides, produits pharmaceutiques, biocides, etc.);
- > évacuation des eaux des agglomérations et des voies de circulation;
- > exploitation de la force hydraulique: débits résiduels, exploitation par éclusées, curage des installations de retenue);
- > prélèvement d'eau pour le chauffage et le refroidissement et leur influence sur le régime thermique.

Voici d'autres problèmes que le programme SPE permettra également d'aborder:

- > état de référence: eaux proches de l'état naturel, à même de servir de référence lors de l'étude d'eaux subissant des atteintes;
- > effets des revitalisations et d'un aménagement des eaux proche de l'état naturel;
- > bilan des matériaux solides: charriages, matières en suspension, colmatage du fond du lit.

Pour chacun de ces problèmes et pour chaque thème traité, il convient d'élaborer un système d'analyse, qui tienne compte du problème spécifique lors du choix des paramètres, des stations de mesure, de la fréquence des relevés et de l'interprétation des données.

Tout comme le programme NAWA TREND, les campagnes NAWA SPE seront coordonnées entre la Confédération et les cantons, afin d'exploiter au mieux les synergies potentielles entre programmes et stations de mesure. Des stations de mesure incluses aussi bien dans le programme TREND que dans les campagnes SPE permettront d'illustrer les liens entre les deux programmes.

Analyses détaillées

Coordination entre
Confédération et cantons

5 > Stations de mesure de NAWA TREND

5.1 Choix des stations de mesure de NAWA TREND

Les stations de mesure du réseau d'observation NAWA TREND doivent donner un aperçu aussi représentatif que possible de l'état des cours d'eau suisses de taille moyenne à grande. A cet effet, des critères ont été définis qui concernent l'emplacement de la station de mesure, la taille et l'emplacement de son bassin versant et les apports polluants à la station. Parmi les nombreuses stations de mesure de la Confédération et des cantons, les spécialistes ont retenu celles qui remplissent au mieux ces divers critères.

Critères généraux entrant dans le choix des stations de mesure:

- > Le cours d'eau sur lequel se trouve la station draine un bassin versant de plus de 25 km², de sorte que des échantillons ponctuels permettent de caractériser avec précision la dynamique des valeurs physico-chimiques.
- > La station possède aussi une station hydrométrique ou alors une station hydrométrique proche fournit des données représentatives pour la station de mesure de NAWA.
- > Le bassin versant de la station se trouve pour l'essentiel sur territoire suisse.
- > Le bassin versant de la station est clairement délimité (un canal de dotation, p. ex., n'entre pas en ligne de compte).
- > Des stations voisines se distinguent par la charge polluante.
- > Une station au moins par canton.

Critères pour les cours d'eau dont le bassin versant présente une superficie supérieure à 1000 km²:

- > Stations situées sur de grands cours d'eau et leurs principaux affluents.
- > Stations situées sur les affluents ou les effluents de grands lacs.
- > Grands cours d'eau qui quittent la Suisse (stations situées à la frontière).

Critères pour les cours d'eau dont le bassin versant mesure entre 25 et 1000 km²:

- > Stations situées sur des cours d'eau d'importance régionale, représentatives de divers types d'eaux courantes et de divers apports de pollutions.
- > Stations situées sur le cours amont et non polluées.

La sélection des stations selon les critères énumérés ci-dessus a également pris en considération les besoins en matière d'échange des données qui découlent d'engagements internationaux (Agence européenne pour l'environnement, p. ex.).

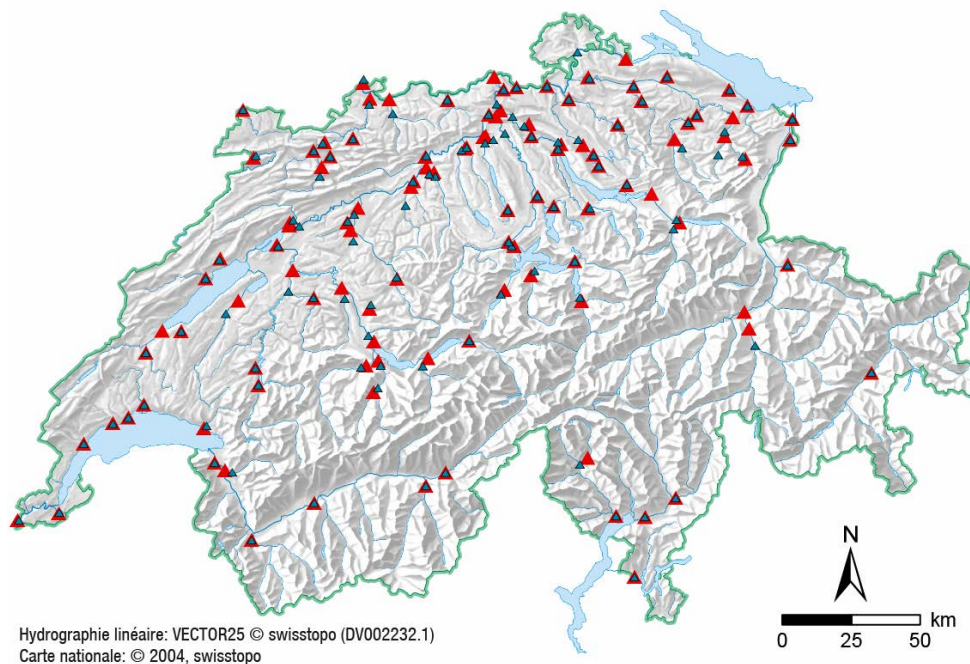
Critères de sélection
des stations de mesure

L'application de ces critères a permis de retenir 111 stations de mesure pour le réseau de NAWA, toutes ne remplissant pas entièrement la liste de critères. Environ 20 de ces stations ne peuvent pas faire l'objet de relevés biologiques et, dans 30 autres environ, il est impossible de procéder à des relevés piscicoles, car le cours d'eau y est en général trop profond ou trop large. Le ch. 5.2 ci-après, de même que les annexes 8.1 et 8.2, décrivent en détail le réseau de NAWA. Le ch. 5.3 démontre la représentativité pour la Suisse des stations dont le bassin versant mesure entre 25 et 1000 km².

5.2 Emplacement, superficie et mesure du débit

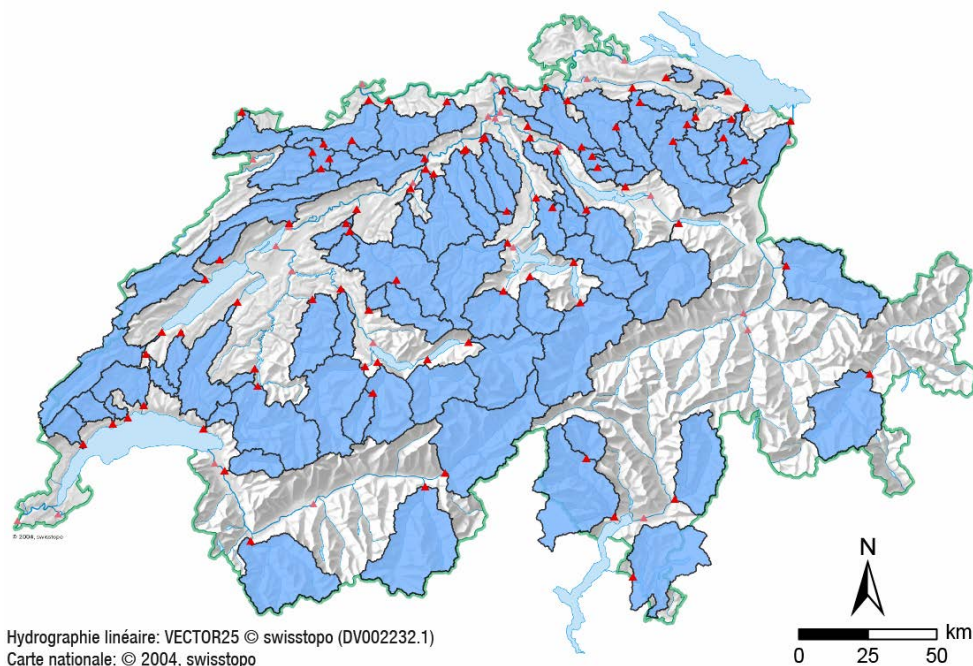
La fig. 4 indique les emplacements des 111 stations de mesure de NAWA et des stations hydrométriques qui leur sont associées et la fig. 5 présente les 86 bassins versants dont la superficie est inférieure à 1000 km².

Fig. 4 > Emplacements des 111 stations de mesure de NAWA (triangles rouges) et des stations hydrométriques qui leur sont associées (triangles bleus)



cf. annexe A1

Fig. 5 > Emplacements des stations de mesure de NAWA (triangles rouges) et leurs bassins versants (surfaces bleues, sans les bassins versants de plus de 1000 km²)



Les cours d'eau étudiés dans le cadre de NAWA drainent des bassins versants dont la superficie se situe entre 25 et 36 500 km² (tab. 1). Bien qu'ils représentent 75 % environ du réseau hydrographique suisse, les petits cours d'eau, portant les numéros d'ordre 1 ou 2 selon Strahler¹ ne sont pas pris en compte.

Taille des bassins versants

Les bassins versants de 21 stations ne se trouvent pas entièrement sur territoire suisse. La portion étrangère n'est toutefois supérieure à 10 % que dans 10 cas et supérieure à 50 % dans 3 cas (Rhin à Stein am Rhein, Doubs à la hauteur d'Ocourt et Arve à Genève).

Au total, 80 stations hydrométriques fédérales et 33 cantonales relèvent en continu des données que le réseau d'observation NAWA peut utiliser directement. Dans le cas de 107 des stations de NAWA, la station hydrométrique se trouve au même endroit ou à proximité, de sorte que les débits mesurés sont représentatifs fig. 4, annexe A1). Dans les quatre stations restantes, seules des indications qualitatives sont disponibles sur le débit ou alors il faut estimer le débit à partir des données de plusieurs stations (pour plus de détails, cf. annexe A1).

Stations de mesure de débit

Aux stations de mesure de NAWA, les débits Q_{347} ² varient entre 0,08 et 533 m³/s (tab. 1).

¹ www.bafu.admin.ch/hydrologie/01835/02118/02120/index.html?lang=fr

² Le débit Q_{347} est le débit atteint ou dépassé pendant 347 jours par année, dont la moyenne est calculée sur une période de dix ans et qui n'est pas influencé sensiblement par des retenues, de prélèvements ou des apports d'eau (art. 4 LEaux).

Tab. 1 > Nombre de bassins versants étudiés dans chacune des quatre catégories

Nombre	Taille du bassin versant [km ²]	Débit Q ₃₄₇ [m ³ /s]	Numéro d'ordre hydrographique [-]	Exemples
7	> 10 000	130–530	7–9	Aar, Rhin, Rhône
18	1 000–10 000	5,1–110	5–9	Doubs, Limmat, Reuss, Ticino
62	100–1 000	0,08–11	3–7	Areuse, Birse, Emme, Lorze
24	25–100	0,23–0,60	3–6	Boiron de Morges, Steinach, Urtenen

5.3 Représentativité des stations de mesure dont le bassin versant mesure moins de 1000 km²

Afin d'évaluer si les 86 stations de mesure dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² sont représentatives du type de milieu aquatique et de la pollution présente, on a caractérisé leur bassin versant et comparé les informations obtenues avec les données correspondantes pour l'ensemble de la Suisse (tab. 2). Les analyses spatiales n'ont été entreprises que pour la portion suisse des bassins versants transfrontaliers. La comparaison s'est fondée sur les 290 bassins de bilan de l'Atlas hydrologique de la Suisse (HADES; fig. 6). Ces bassins présentent des superficies comparables (entre 10 et 535 km²) à celles des bassins versants de moins de 1000 km² du réseau de NAWA et couvrent entièrement le territoire suisse, de sorte qu'ils sont considérés comme représentatifs pour toute la Suisse. Pour l'écomorphologie et la connectivité, la comparaison s'est fondée sur les quelque 29 000 km de tronçons de cours d'eau qui ont été cartographiés jusqu'ici selon le module Ecomorphologie – niveau R (tab. 2). A titre de comparaison pour la proportion d'eaux usées, on a utilisé les 5000 km de tronçons de cours d'eau qui servent de milieu récepteur aux effluents de stations d'épuration. Quant aux atteintes hydrologiques, la comparaison s'appuie sur les 182 stations hydrométriques de la Confédération. *L'annexe A2* contient, pour chaque station de mesure, une fiche qui résume les facteurs d'influence énumérés dans le tab. 2.

Caractéristiques
des bassins versants

Tab. 2 > Caractéristiques des bassins versants

Bassins versants étudiés, caractéristiques des milieux aquatiques et données comparatives qui représentent au mieux la proportion des diverses typologies dans l'ensemble de la Suisse.

Caractéristiques du bassin versant et du milieu aquatique	Données comparatives
Zone biogéographique (Gonseth et al. 2001)	290 bassins de bilan du HADES (fig. 6; OFEV 2010)
Utilisation du sol selon la statistique de la superficie (OFS 2006): <ul style="list-style-type: none"> • Surfaces boisées • Surfaces agricoles • Surfaces improductives • Surfaces urbanisées 	
Utilisation du sol selon le recensement des entreprises du secteur agricole (OFS 2010): <ul style="list-style-type: none"> • Surface agricole utile • Terres ouvertes • Surface herbagère • Unités de gros bétail 	
Type de régime d'écoulement (Pfaundler et al. 2011)	
Pourcentage d'eaux usées traitées dans le débit Q_{347}	Tronçons du réseau hydrographique suisse qui reçoivent des eaux usées épurées (env. 5000 km)
Etat écomorphologique	Environ 29 000 km des cours d'eau cartographiés selon le module Ecomorphologie (45 % réseau hydrographique suisse, Zeh et al. 2009)
Connectivité	
Atteintes hydrologiques	Les 182 stations hydrométriques de la Confédération qui étaient en service en 2010

Fig. 6 > Bassins de bilan selon l'HADES

Bassins de bilan selon l'HADES (tracés rouges), utilisés comme données comparatives afin d'évaluer la représentativité des stations de mesure de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km².



5.3.1 Régions biogéographiques de la Suisse

Les régions biogéographiques de la Suisse (fig. 7) ont été délimitées selon la répartition floristique et faunistique (Gonseth et al. 2001). Elles reflètent un découpage du pays basé sur des critères climatiques, géographiques et topographiques.

La fig. 7 illustre la répartition des 86 stations de mesure de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² entre les six régions biogéographiques de la Suisse. La majorité des stations (59 %) se situent sur le Plateau. Puisque les processus abiotiques et biologiques se déroulant dans une station dépendent en grande partie du bassin versant, tant l'emplacement de la station que celui du bassin versant jouent un rôle déterminant. Lorsque l'on sait que les stations sont réparties entre les régions biogéographiques sur la base de la partie dominante de leur bassin versant, on constate que le Jura et le versant nord des Alpes sont également bien représentés (fig. 8).

Emplacements
des stations de mesure

Fig. 7 > Stations de mesure de NAWA et les régions biogéographiques de la Suisse: répartition des stations de mesure de NAWA (triangles rouges) entre les régions biogéographiques de la Suisse (en vert)

Les bassins versants de moins de 1000 km² (délimités par des lignes grises) sont les mêmes que dans la fig. 5. Pour chaque région, la figure indique le nombre de stations dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² et, entre parenthèses, le nombre de stations de l'ensemble du réseau.

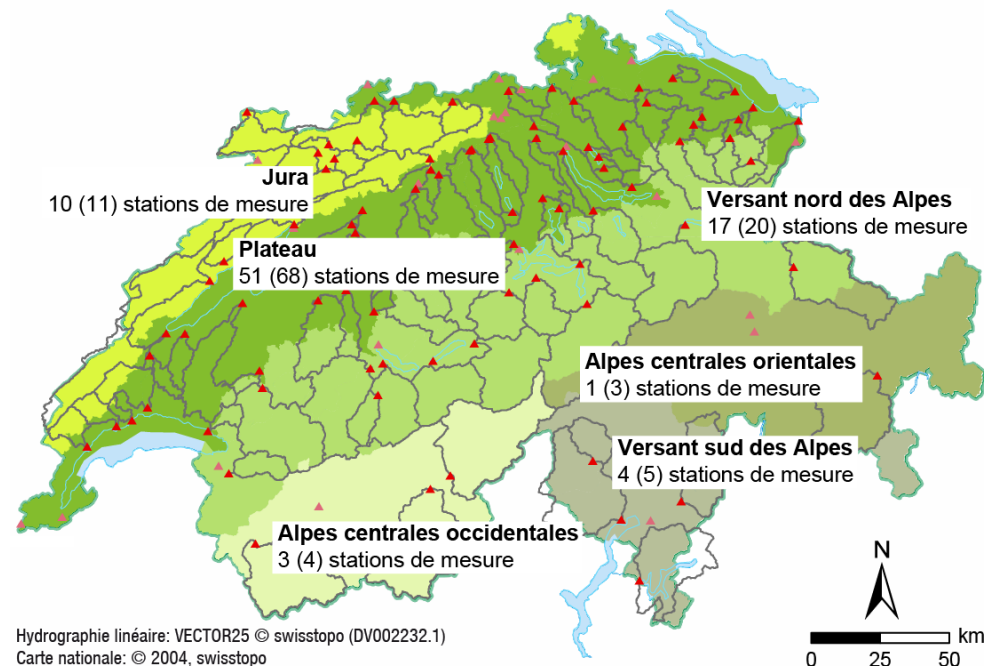
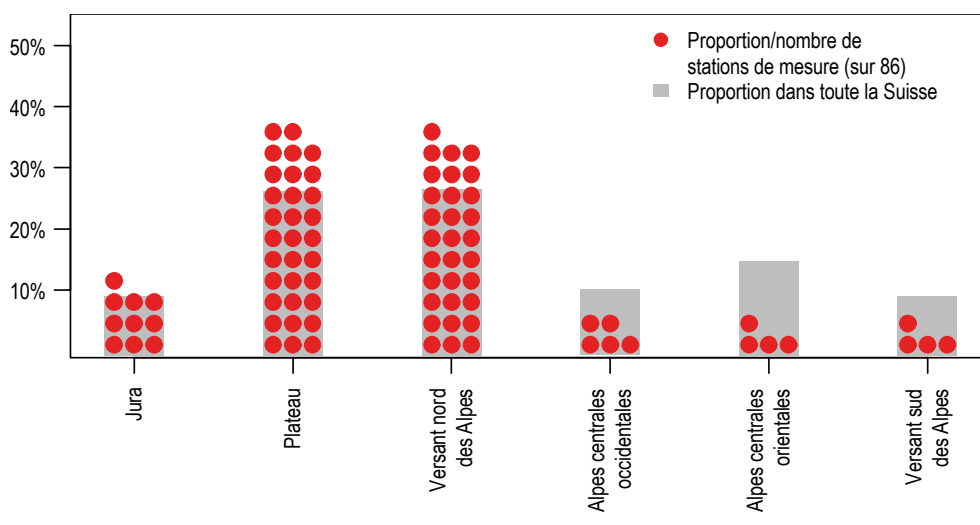


Fig. 8 > Répartition (selon la portion dominante du bassin versant) des 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² entre les régions biogéographiques

Les points rouges représentent les stations de mesure; la hauteur de la colonne qu'ils forment correspond au pourcentage que ces stations représentent dans le réseau d'observation (soit sur 86 stations). A titre de comparaison, la figure montre la répartition des bassins de bilan du HADES (colonnes grises) entre les régions biogéographiques. Alors que les stations de mesure dont le bassin versant se situe principalement sur le Plateau et sur le versant nord des Alpes sont surreprésentées, celles dont le bassin versant se situe dans les Alpes centrales et sur le versant sud des Alpes sont sous-représentées par rapport aux bassins de bilan du HADES.



5.3.2 Types de régimes d'écoulement

L'expression «régime d'écoulement» désigne le comportement hydrologique d'un cours d'eau au cours de l'année. Il dépend principalement des facteurs environnementaux que sont le climat, l'altitude, la situation géographique et la végétation, mais aussi de la structure hydrogéologique de la région. C'est toutefois le climat qui exerce l'influence la plus grande (pour plus de détails, cf. module Hydrologie du système modulaire gradué, Pfaundler 2011). Les spécialistes (Aschwanden et Weingartner 1985) ont défini 16 types de régimes d'écoulement pour la Suisse, qui se fondent essentiellement sur les variations saisonnières du débit moyen. A titre d'exemple, la

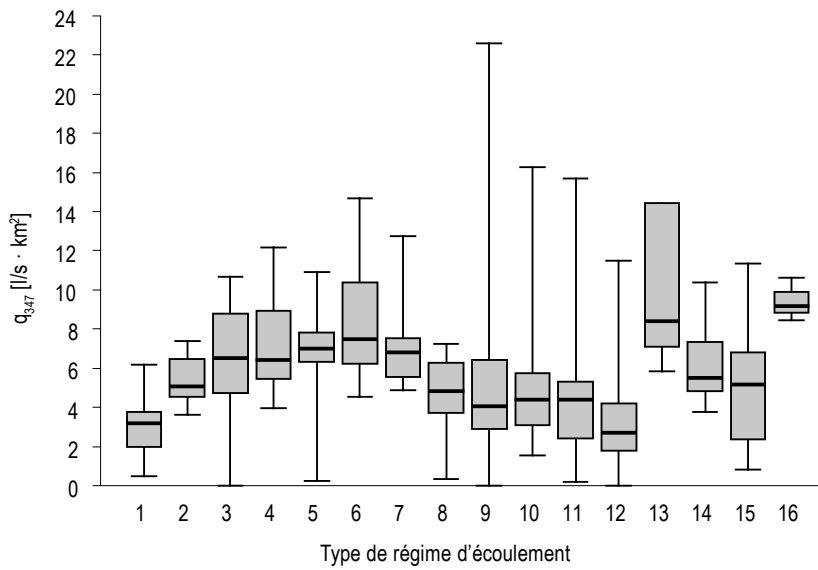
Variations saisonnières du débit

fig. 9 donne les caractéristiques d'un type de régime sur la base du coefficient de variation du débit d'étiage Q_{347} . Pour les stations de NAWA, le type de régime d'écoulement a été déterminé à partir de la situation géographique de la station de mesure³. Comme le laissait prévoir la répartition géographique des stations de NAWA, les régimes d'écoulement 8 à 12, typiques du Plateau et du Jura, sont surreprésentés dans le réseau d'observation (fig. 7 et fig. 10), tandis que les régimes alpins (1 à 6) et du sud des Alpes (13 à 16), de même que le régime du Plateau (type 7) sont sous-représentés.

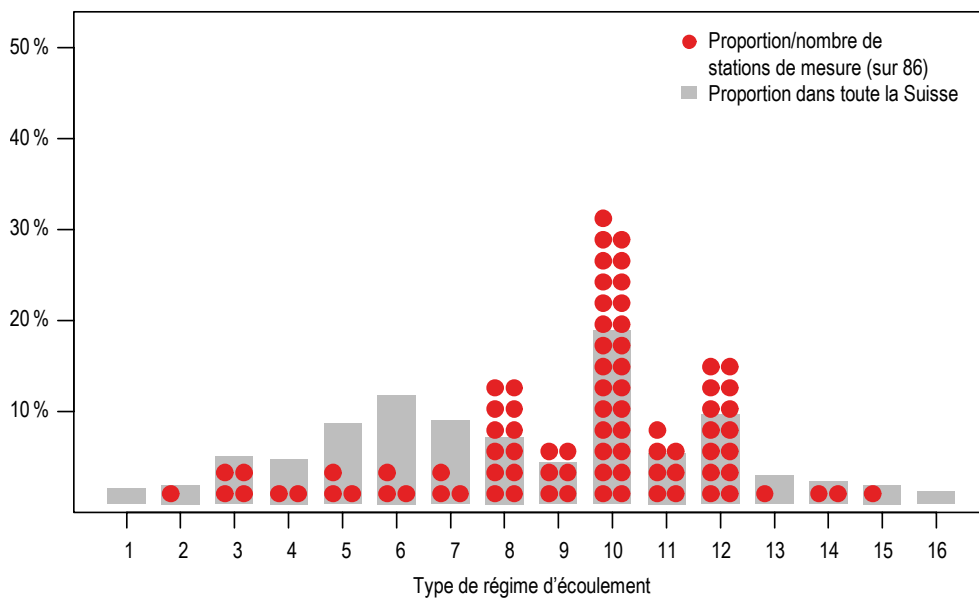
³ www.bafu.admin.ch/hydrologie/01835/08987/08998/index.html

Fig. 9 > Types de régimes d'écoulement et débits d'étiages

Types de régimes d'écoulement en Suisse et leurs débits d'étiages spécifiques, représentés à l'aide de graphiques box-plots (q_{347} , $l/s \cdot km^2$; selon Pfaundler 2011). La ligne horizontale qui barre chaque rectangle gris correspond à la médiane des valeurs, les limites inférieure et supérieure aux quantiles 25 % et 75 % respectivement. Les lignes horizontales reliées aux rectangles par un trait représentent les valeurs maximales et minimales. Cette représentation de séries de mesures donne un aperçu du débit et de la répartition des valeurs mesurées.

**Fig. 10 > Représentativité des stations NAWA quant aux régimes d'écoulement**

Parmi les 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km², les régimes d'écoulement du Plateau et du Jura (types 8 à 12) sont surreprésentés.



Pour l'explication des signes utilisés, cf. fig. 8

5.3.3 Utilisation du sol

L'utilisation du sol dans un bassin versant détermine les processus hydrologiques, chimiques, morphologiques et biologiques qui s'y déroulent. En Suisse, 37 % du territoire sont dédiés à l'agriculture, les surfaces boisées en couvrent 31 %, les surfaces urbanisées et de transport 7 % et les diverses surfaces improductives (eaux et surfaces dépourvues de végétation) représentent ensemble 25 % du territoire (OFS 2006).

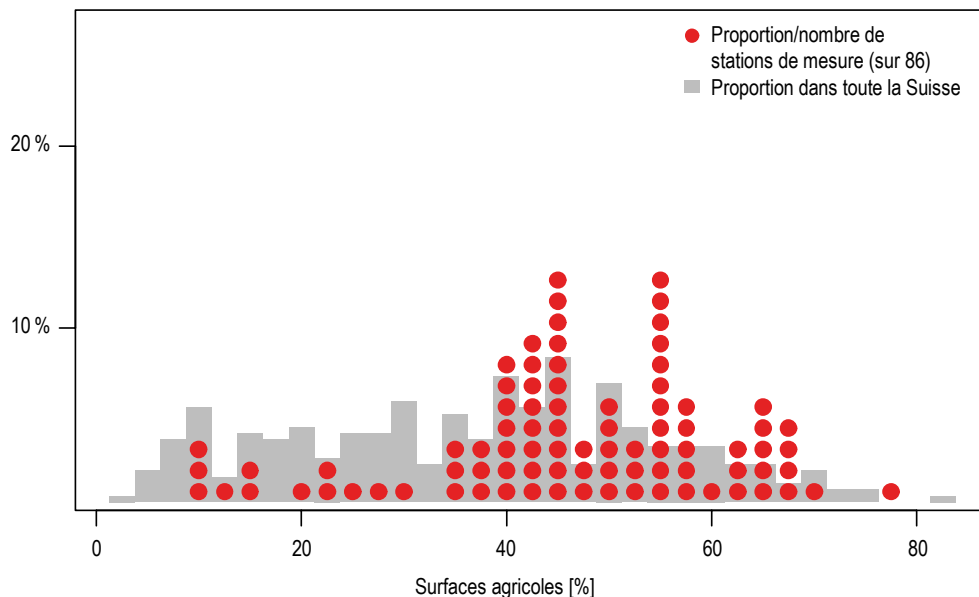
Les fig. 11 à 14 indiquent la part de ces quatre principales utilisations du sol (OFS 2006) dans les bassins versants de moins de 1000 km² des stations de NAWA (86 stations) et dans les bassins de bilan du HADES. De plus, le recensement des entreprises du secteur agricole (OFS 2010) a servi à déterminer la part des terres ouvertes, des cultures pérennes et des surfaces herbagères dans le bassin versant, ainsi que le nombre d'unités de gros bétail par km² (fig. 15 à 17). L'analyse de l'utilisation du sol montre que les 86 stations de mesure de NAWA, plus précisément leurs bassins versants, reflètent bien l'utilisation du sol dans l'ensemble de la Suisse et, dès lors, les atteintes potentielles subies par les cours d'eau. Par rapport aux bassins de bilan du HADES, les bassins versants comprenant une grande portion de surfaces boisées ou improductives sont sous-représentés, de même que ceux où les zones urbanisées et les surfaces agricoles utiles occupent peu de place (fig. 11 à 17). Les bassins versants présentant ces caractéristiques se situent dans les Alpes et sont sous-représentés dans le réseau de NAWA (fig. 7). La charge polluante dans les cours d'eau étant en général plus faible et variant moins fortement dans les Alpes que dans le reste de la Suisse et sur le Plateau en particulier, la prise en compte d'un grand nombre de bassins versants dans le Jura, sur le Plateau et sur le versant nord des Alpes a été faite de manière intentionnelle.

Surfaces agricoles, urbanisées,
de transport, boisées et
improductives

Prise en compte
des atteintes écologiques

Fig. 11 > Surfaces agricoles

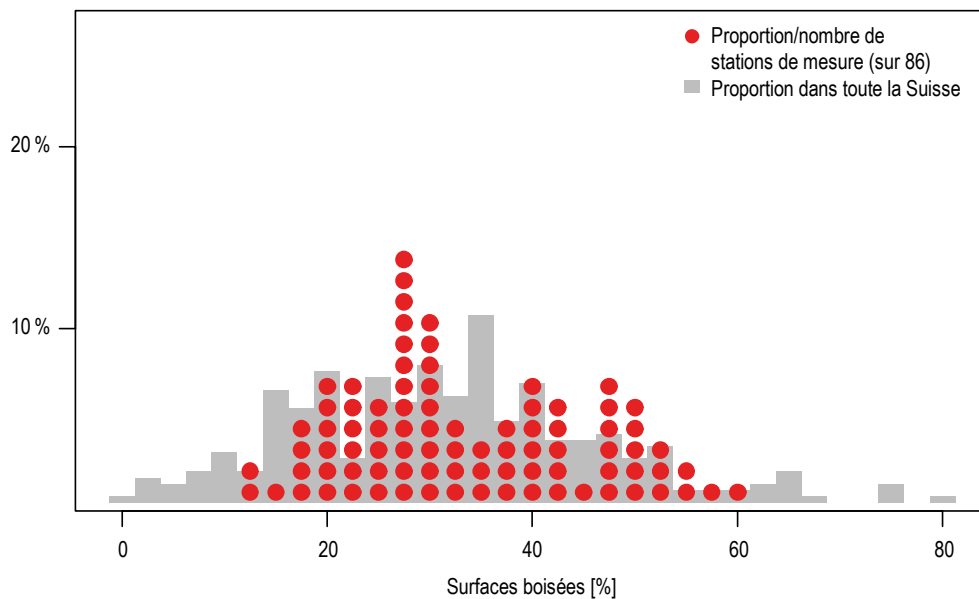
Pour 74 des 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km², les surfaces agricoles occupent plus de 30 % du bassin versant. La comparaison avec les bassins de bilan du HADES montre que les régions où les surfaces agricoles occupent moins de 30 % du territoire sont sous-représentées.



Pour l'explication des signes utilisés, cf. Fig. 8

Fig. 12 > Surfaces boisées

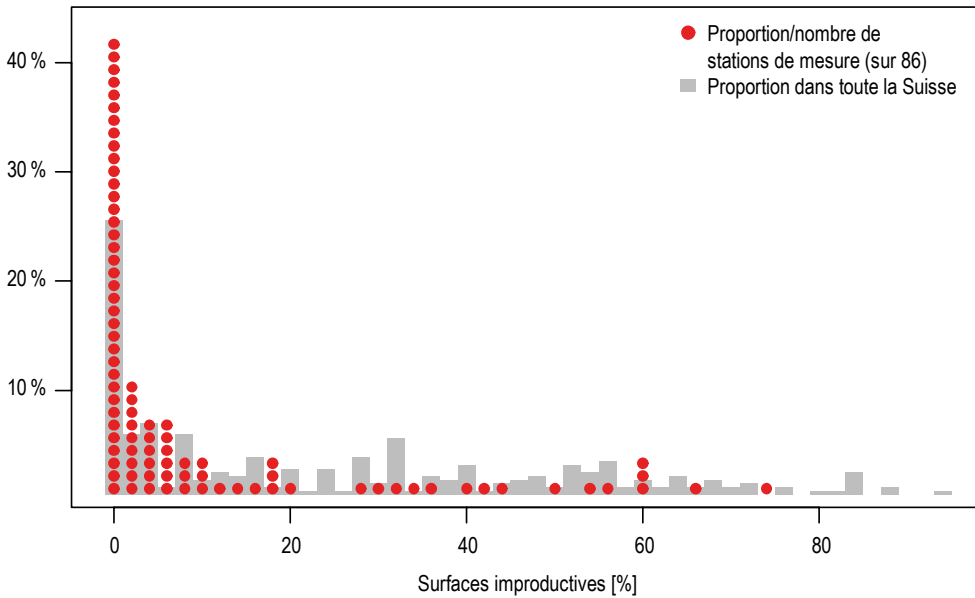
Dans les 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km², la proportion des surfaces boisées varie entre 12 et 59 % et correspond bien à la situation des bassins de bilan du HADES. Le réseau de NAWA ne comprend pas de bassin versant où les surfaces boisées occupent une part très grande ou très petite du territoire.



Pour l'explication des signes utilisés, cf. Fig. 8

Fig. 13 > Surfaces improductives

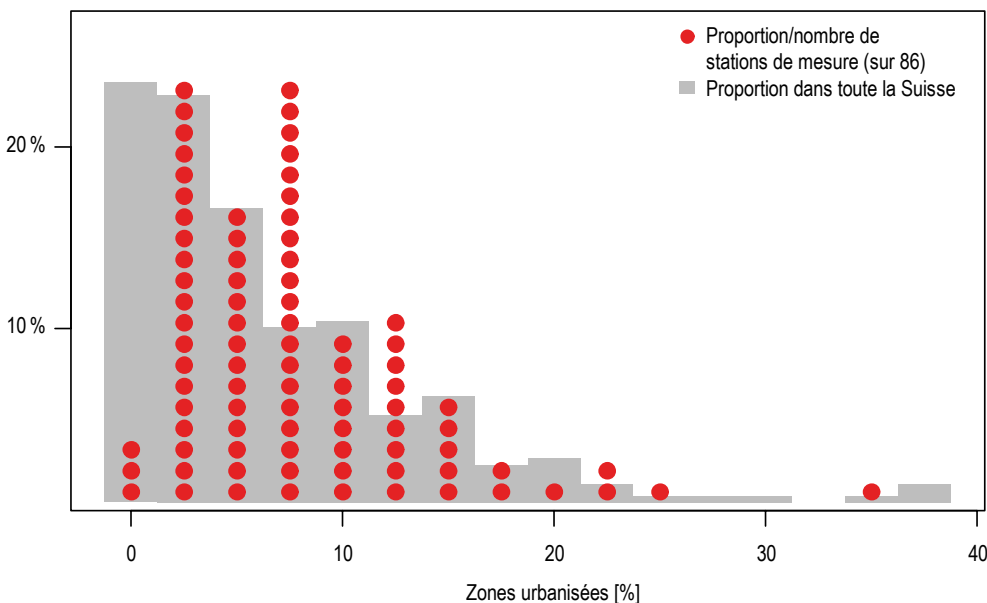
Pour ce qui est de la proportion de surfaces improductives, les 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² présentent à peu près la même répartition que les bassins de bilan du HADES. Les bassins où la proportion de ces surfaces avoisine 0 % sont toutefois surreprésentés et ceux où elle est supérieure à 80 % sont absents.



Pour l'explication des signes utilisés, cf. Fig. 8

Fig. 14 > Zones urbanisées

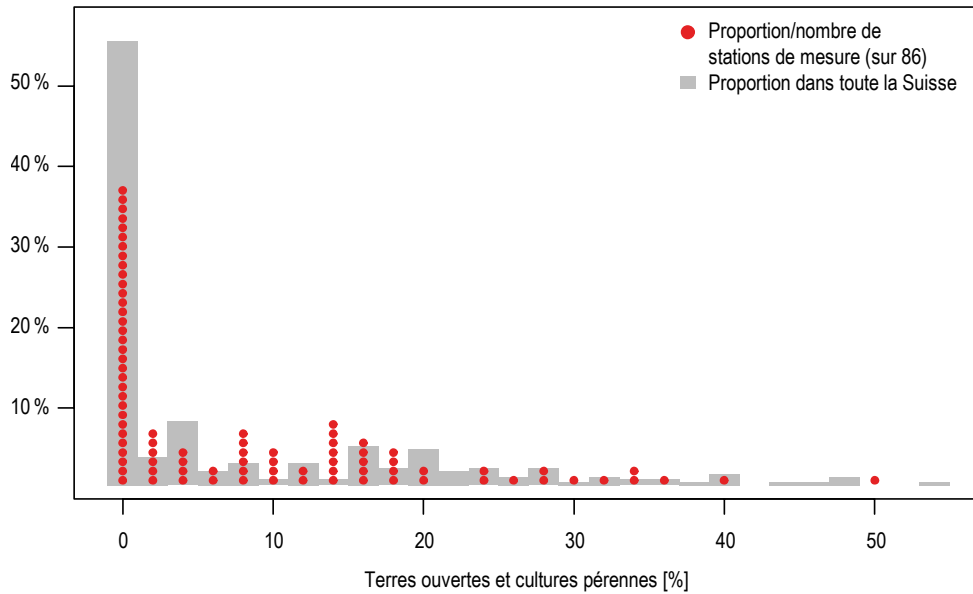
En ce qui concerne la proportion des zones urbanisées, les 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² présentent à peu près la même répartition que les bassins de bilan du HADES. Les bassins sans zone urbanisée (0 %) sont toutefois sous-représentés.



Pour l'explication des signes utilisés, cf. Fig. 8

Fig. 15 > Terres ouvertes et cultures pérennes

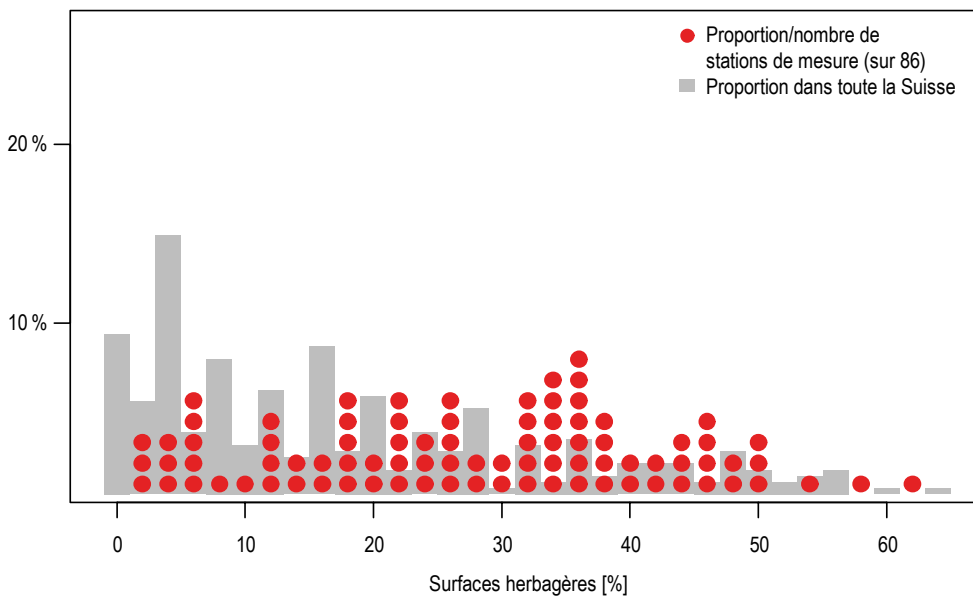
Concernant la proportion des terres ouvertes et des cultures pérennes, les 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² présentent à peu près la même répartition que les bassins de bilan du HADES. Les bassins où la proportion de terres ouvertes et de cultures pérennes est très faible (env. 0 %) sont toutefois sous-représentés.



Pour l'explication des signes utilisés, cf. Fig. 8

Fig. 16 > Surfaces herbagères

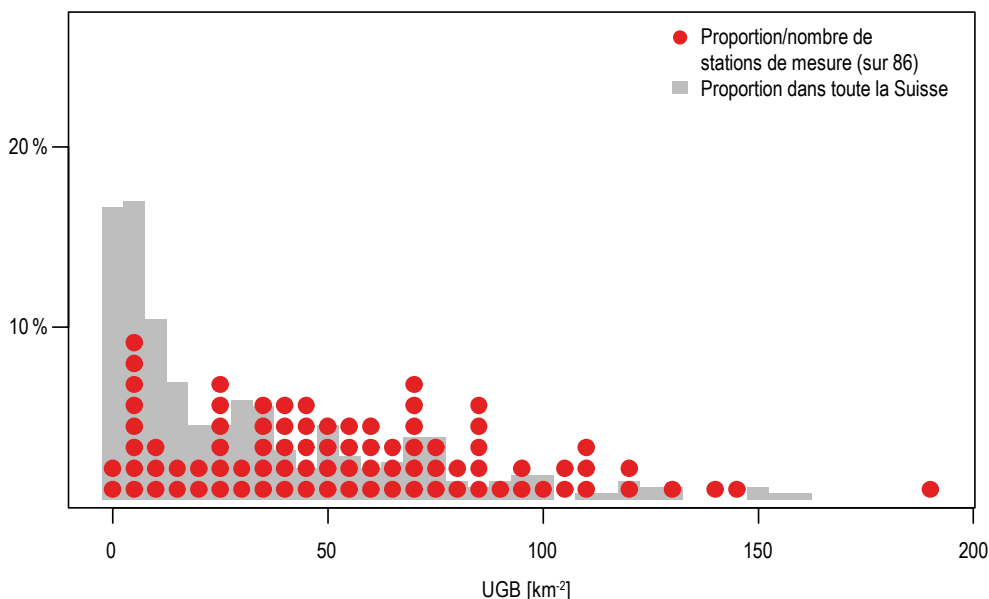
Pour ce qui est de la proportion de surfaces herbagères, les 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² présentent à peu près la même répartition que les bassins de bilan du HADES. Les bassins où la proportion de surfaces herbagères est faible (0 à 10 %) sont cependant sous-représentés.



Pour l'explication des signes utilisés, cf. Fig. 8

Fig. 17 > Unités de gros bétail

Pour ce qui est du nombre d'unités de gros bétail par unité de surface (UGB/km²), les 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² présentent à peu près la même répartition que les bassins de bilan du HADES. Les bassins comptant peu de gros bétail (UGB/km² < 25) sont plutôt sous-représentés.



Pour l'explication des signes utilisés, cf. Fig. 8

5.3.4 Proportion d'eaux usées

Le pourcentage d'eaux usées communales par rapport au débit Q_{347} constitue un indicateur du degré de pollution par des substances provenant des agglomérations, de l'industrie et de l'artisanat, qui parviennent dans les eaux par l'intermédiaire des stations d'épuration (STEP).

La quantité totale d'eaux usées provenant de STEP communales a été estimée pour 85 des 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km², puis mise en rapport avec le débit Q_{347} ⁴. L'estimation se fonde sur l'hypothèse selon laquelle chaque habitant déverse 500 l d'eaux usées par jour à la station d'épuration. Le nombre d'habitants raccordés à une STEP dans le bassin versant considéré a été déterminé à l'aide de la base de données de l'OFEV sur les STEP. Les valeurs du débit Q_{347} ont été calculées à partir de séries de mesures hydrologiques. Neuf stations se trouvent sur un tronçon de cours d'eau ne subissant pas l'influence d'une STEP (0 % d'eaux usées), 65 stations subissant l'influence d'une STEP (0 à 50 % d'eaux usées) et 11 sur des tronçons subissant une forte influence d'une STEP (plus de 50 % d'eaux usées) (fig. 18).

Estimation de la proportion d'eaux usées

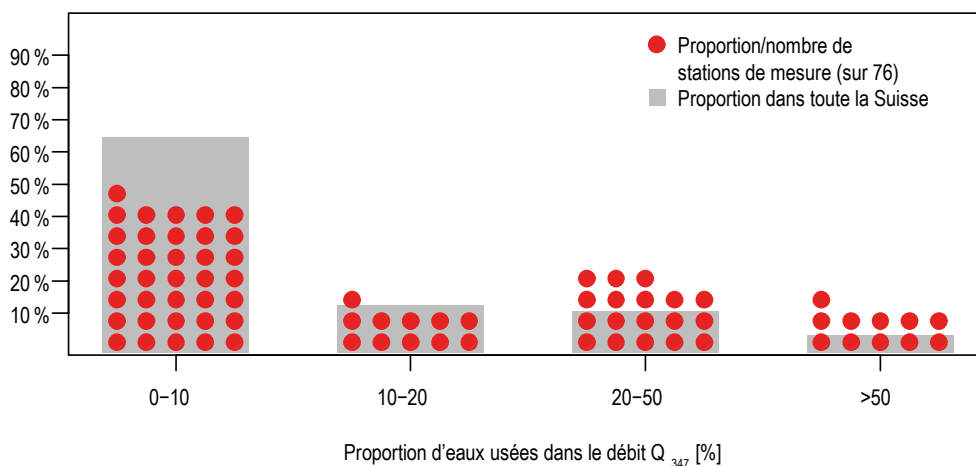
⁴ Le nombre d'habitants raccordés à une STEP dans le bassin versant de la Sorne à la hauteur de Delémont n'étant pas connu, la proportion d'eaux usées n'a pas pu être estimée dans ce cas.

La proportion d'eaux usées dans les 76 stations de NAWA où elle est supérieure à 0 % a été comparée à celle mesurée dans les quelque 5000 km de cours d'eau suisses qui servent de milieu récepteur aux effluents de STEP (fig. 18). La comparaison révèle que les 76 stations du réseau d'observation reflètent bien la situation de ces tronçons de cours d'eau. Cependant, seules neuf stations de NAWA se situent sur des tronçons de cours d'eau ne recevant pas du tout d'eaux usées, alors que la majeure partie des 65 000 km du réseau hydrographique présentent cette caractéristique. Cette situation s'explique avant tout par le fait que le réseau d'observation NAWA ne comprend pas de petit cours d'eau (numéros d'ordre 1 ou 2). Parmi ces petits cours d'eau, qui forment 75 % environ du réseau hydrographique suisse, la part des tronçons où la proportion d'eaux usées est supérieure à 0 % est infime.

Forte proportion de cours d'eau pollués

Fig. 18 > Proportion d'eaux usées traitées dans le débit Q_{347}

Proportion d'eaux usées traitées dans le débit Q_{347} dans les 76 stations de NAWA situées sur des tronçons dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² et qui reçoivent des eaux usées traitées. La comparaison se fonde sur les quelque 5000 km de tronçons qui servent de milieu récepteur aux effluents de STEP.



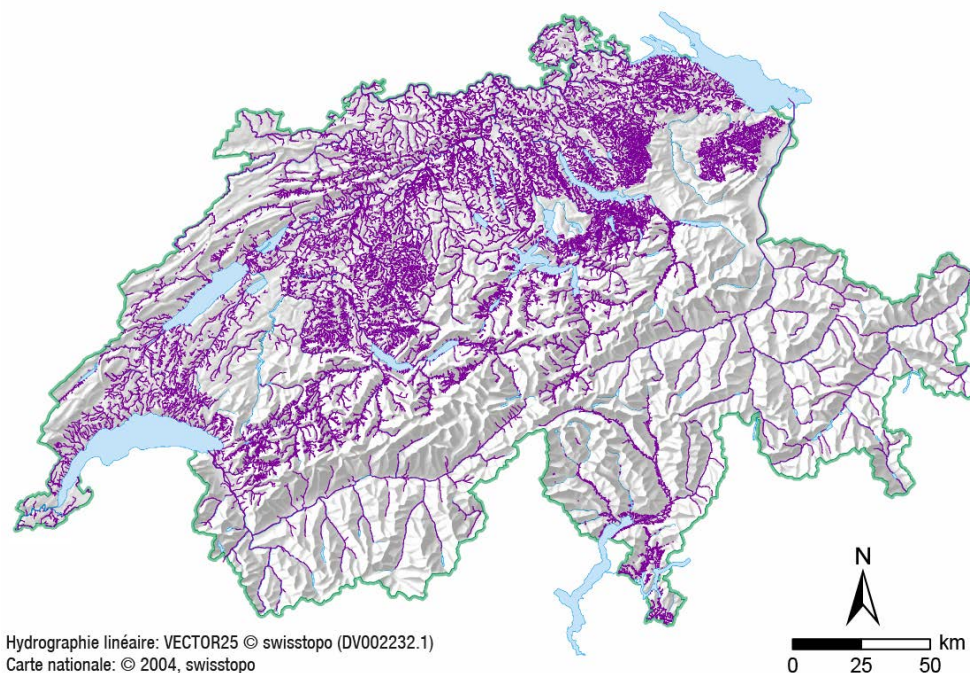
Pour l'explication des signes utilisés, cf. fig. 8

5.3.5 Etat écomorphologique

L'écomorphologie désigne les caractéristiques structurelles d'un cours d'eau, ainsi que celles de ses rives. Pour qu'un cours d'eau puisse remplir sa fonction d'habitat naturel, il faut non seulement que l'eau soit de bonne qualité et le débit suffisant, mais aussi que son écomorphologie soit proche de l'état naturel. A cet égard, c'est le module Eco-morphologie – niveau R du système modulaire gradué (OFEP 1998) qui permet d'apprécier les cours d'eau. Entre 1997 et 2008, cette méthode a servi à cartographier quelque 29 000 km de tronçons de cours d'eau dans 24 cantons (soit environ 45 % des 65 000 km de cours d'eau suisses; (fig. 19). L'OFEV a ensuite compilé et interprété les résultats (OFEV 2009).

Structure des eaux et des rives

Fig. 19 > Cours d'eau suisses dont l'état écomorphologique a été cartographié (lignes violettes)

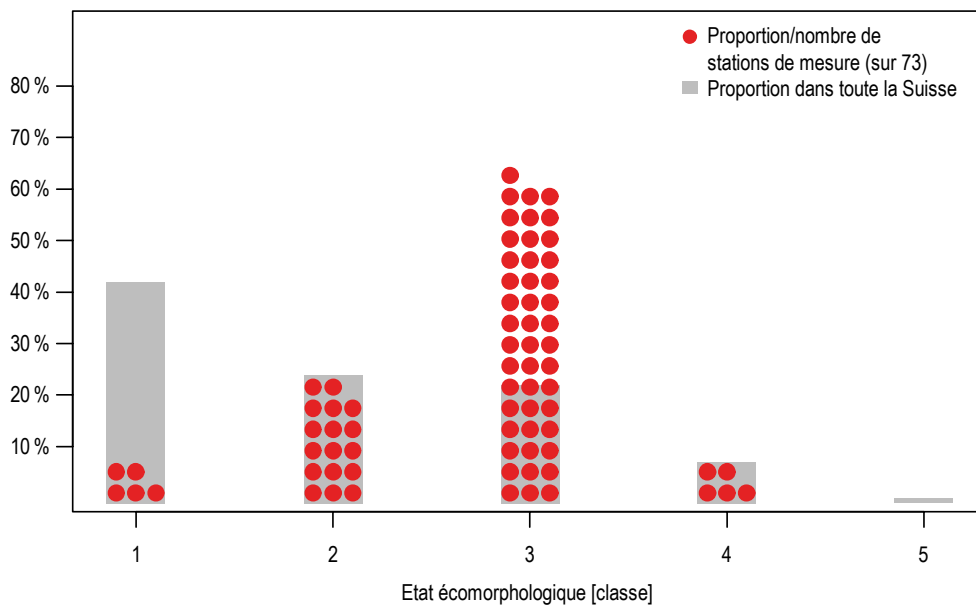


La caractérisation écomorphologique des stations de NAWA se fonde sur l'appréciation écomorphologique globale d'un tronçon de 1 km à la hauteur de la station (affluents non compris), soit 500 m en amont et 500 m en aval. Des indications écomorphologiques existent pour 73 des 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km². Les cours d'eau très atteints sont fortement surreprésentés dans le réseau d'observation, tandis que les cours d'eau naturels ou semi-naturels sont sous-représentés (fig. 20). Ce sont les petits cours d'eau (numéros d'ordre 1 et 2) qui présentent une grande proportion de tronçons naturels ou semi-naturels. L'absence de ces cours d'eau dans le réseau NAWA explique la faible proportion des stations de mesure possédant une morphologie naturelle ou semi-naturelle.

Le réseau d'observation compte peu de stations naturelles ou proches de l'état naturel

Fig. 20 > Etat écomorphologique des cours d'eau à l'endroit des stations de mesure: les 73 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km²

Les quatre classes d'état écomorphologique: 1 (naturel/semi-naturel; 2 (peu atteint); 3 (très atteint); 4 (non naturel/artificiel). A titre de comparaison, la figure donne le classement écomorphologique de 29 000 km de cours d'eau suisses (OFEV 2009). Pour compléter la comparaison, elle indique aussi la proportion de cours d'eau enterrés (classe 5).



Pour l'explication des signes utilisés, cf. fig. 8

5.3.6 Connectivité

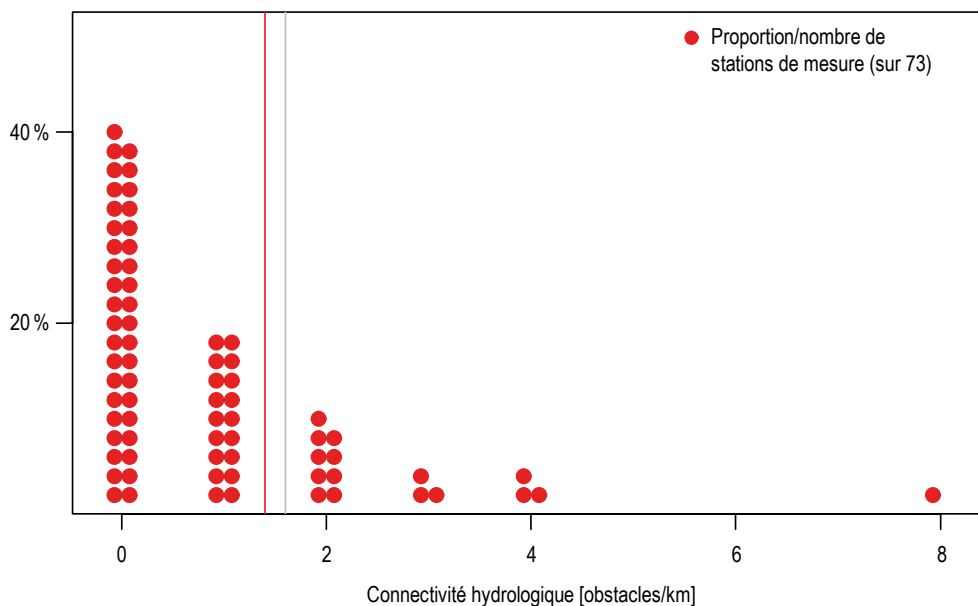
La connectivité le long du tracé d'un cours d'eau, de même que dans ses affluents, joue un rôle essentiel dans la dissémination des organismes aquatiques. Dans le cas des stations de NAWA, la connectivité a été déterminée sur la base du nombre d'obstacles (seuils naturels ou artificiels) d'une hauteur supérieure à 50 cm sur un tronçon de 1 km (500 m en amont et 500 m en aval de la station). Les données requises avaient été collectées par les cantons lors du relevé écomorphologique (OFEV 2009).

Le tronçon examiné est libre d'obstacles pour 40 % environ des 73 stations considérées et le nombre moyen d'obstacles de plus de 50 cm de hauteur est de 1,4 (fig. 21). A proximité des stations de mesure, la connectivité est moins perturbée qu'en moyenne suisse (1,6 obstacle de plus de 50 cm par kilomètre; OFEV 2009).

Les obstacles entravent la dissémination des organismes aquatiques

Fig. 21 > Connectivité des cours d'eau à l'endroit des stations de mesure

Nombre d'obstacles par km de cours d'eau (soit 500 m en amont et 500 m en aval) pour les 73 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² et dont l'écomorphologie a été appréciée. La moyenne suisse se situe à 1,6 (ligne grise) et celle des stations de NAWA à 1,4 obstacle (ligne rouge) par km.



Pour l'explication des signes utilisés, cf. fig. 8

5.3.7 Atteintes hydrologiques

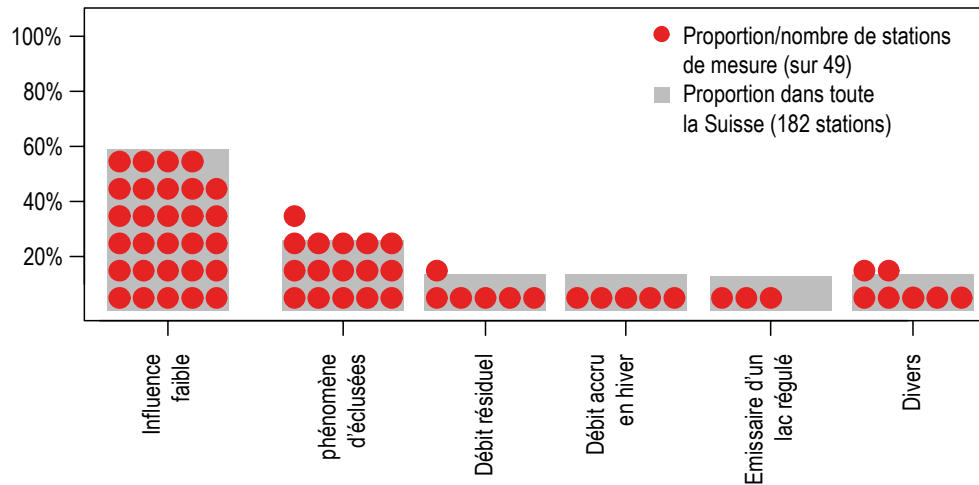
Le débit influence les habitats dans un cours d'eau autant que la qualité de l'eau et la structure du milieu aquatique. Les activités qui influent sur la capacité d'un cours d'eau à remplir ses fonctions naturelles comprennent les prélèvements d'eau (tronçons à débit résiduel), l'exploitation par éclusées de centrales à accumulation, un débit supérieur à l'ordinaire durant le semestre d'hiver, les conditions en aval de lacs régulés ou d'autres interventions anthropiques.

Débits résiduels, éclusées,
débit hivernal accru,
émissaire d'un lac régulé

Une étude, non publiée, s'est appuyée sur les données de l'Atlas hydrologique de la Suisse (OFEV 2010), sur la littérature spécialisée et sur l'audition d'experts, afin d'évaluer l'existence et l'importance d'influences hydrologiques dans les 182 stations hydrométriques fédérales en service en 2010. Parmi ces stations, 49 font partie du réseau de NAWA et possèdent un bassin versant de moins de 1000 km². Une comparaison des 182 stations fédérales évaluées avec celles incluses dans le réseau de NAWA révèle que les influences sont équitablement réparties (fig. 22): dans 60 % des stations, l'influence est minime et 40 % sont influencées par une ou plusieurs des activités anthropiques mentionnées. Selon leur catégorie, 6 à 33 % des stations subissent une influence anthropique (fig. 22).

Fig. 22 > Influence hydrologique

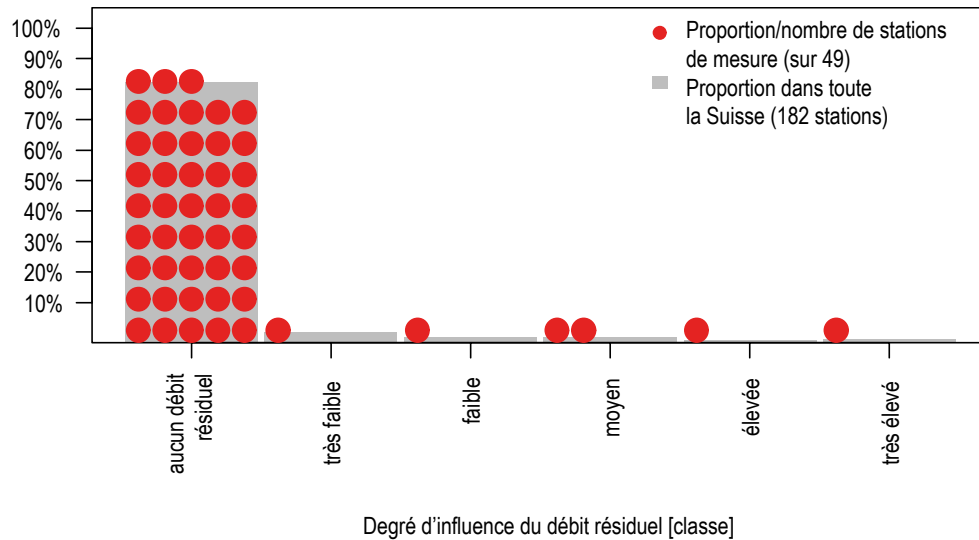
Influence hydrologique subie par les 182 stations hydrométriques fédérales étudiées (colonnes grises), comparée à celle subie par les 49 stations incluses dans le réseau de NAWA (dont le bassin versant mesure moins de 1000 km²; points rouges). Au total, 60% ne subissent qu'une influence minimale; les 40% restants sont influencées par des éclusées, un débit résiduel, un débit accru en hiver, l'émissaire d'un lac régulé ou divers autres facteurs.



Pour l'explication des signes utilisés, cf. fig. 8

Fig. 23 > Débit résiduel

Degré d'influence du débit résiduel dans les 182 stations hydrométriques fédérales (colonnes grises) comparé au degré d'influence dans les 49 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km².



Pour l'explication des signes utilisés, cf. fig. 8

L'importance de l'effet dû à un débit résiduel a été appréciée sur une échelle allant de 1 à 5 (fig. 23). Comme pour les facteurs d'influence en général, ce degré d'influence est équitablement réparti sur les 182 stations de mesure étudiées et les stations de NAWA. Bien que les stations de NAWA soumises à un régime de débit résiduel soient peu nombreuses (six), elles couvrent tout le spectre des degrés d'influence.

5.4 **Choix des stations de mesure de NAWA TREND – conclusion**

Sur la base des critères définis au ch. 5.1, un total de 111 stations de mesure nationales et cantonales (situées sur des cours d'eau) ont été retenues pour le réseau de NAWA TREND. Cette sélection comprend des bassins versants répartis sur toute la Suisse, dont la superficie varie entre 25 et 36 500 km² (ch. 5.2).

Le réseau d'observation comprend 25 stations dont le bassin versant mesure plus de 1000 km², qui couvrent toutes les grandes rivières, leurs principaux affluents, les affluents et les émissaires des grands lacs, ainsi que les grandes rivières à leur sortie de Suisse. Les 86 stations dont le bassin versant mesure entre 25 et 1000 km² couvrent les différents types de cours d'eau et d'atteintes écologiques. Des données comparatives ont permis de prouver leur représentativité pour l'ensemble de la Suisse (ch. 5.3). Pour donner un aperçu de la pollution, le programme analyse un nombre plus que proportionnel de cours d'eau au bassin versant inférieur à 1000 km² dans les régions qui subissent une grande influence anthropique (Plateau, Jura et versant nord des Alpes). Bien que toutes les régions biogéographiques soient représentées dans ce choix, la concentration géographique des stations engendre deux conséquences: les types correspondants de régimes d'écoulement sont surreprésentés et l'état écomorphologique des tronçons étudiés appartient le plus souvent à la classe «atteint». L'analyse des facteurs d'influence que sont l'utilisation du sol et la proportion d'eaux usées établit malgré tout que les 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² couvrent bien le spectre d'influence de ces facteurs. Enfin, le réseau observe également les influences hydrologiques, bien que les stations de mesure en question soient peu nombreuses. Les sites peu ou pas du tout influencés (sites de référence) sont sous-représentés dans le réseau. Sur les 51 stations situées sur le Plateau et dont le bassin versant mesure moins de 1000 km², seules quatre ont un bassin versant dont moins de 10 % sont occupés par des terres ouvertes et des cultures pérennes, où le nombre d'unités gros bétail est inférieur à 50 par km² et où les eaux usées représentent moins de 10 % du débit Q_{347} . De même, les stations situées dans les Alpes, en particulier sur les petits cours d'eau, sont sous-représentées. Bien qu'ils forment une grande partie du réseau hydrographique suisse, les cours d'eau petits et très petits, qui ont un bassin versant de moins de 25 km² et qui portent le numéro d'ordre 1 ou 2 (cf. tab. 1) ne sont pas inclus dans le réseau d'observation de NAWA TREND.

Représentativité des stations
de mesure de NAWA TREND

6 > Programme NAWA TREND

6.1 Généralités

Ce chapitre décrit plus en détail les paramètres mesurés dans le cadre du programme NAWA TREND. Les relevés sont effectués conformément aux méthodes du système modulaire gradué (tab. 3). Pour de plus amples informations, il convient donc de se référer à la méthode concernée.

Les relevés physico-chimiques se basent sur le module *Analyses physico-chimiques, nutriments*. Quant aux paramètres biologiques (macrozoobenthos, diatomées, poissons et plantes aquatiques), ils feront probablement l'objet de relevés tous les quatre ans selon les modules correspondants du système modulaire gradué. Pour compléter les relevés portant sur le macrozoobenthos et les diatomées, l'aspect général et l'ecomorphologie (selon le module *Ecomorphologie – niveau R*) seront également déterminés aux diverses stations de mesure.

Le programme NAWA TREND se fonde sur les méthodes du système modulaire gradué.

Tab. 3 > Aperçu des relevés selon le système modulaire gradué (SMG)

Module du SMG	Fréquence des relevés	Période/moment des relevés	Données de base	Appréciation
Analyses physico-chimiques, nutriments (Liechti 2010)	Echantillons mensuels	Tout au long de l'année	Concentration de substances	5 classes
Macrozoobenthos – niveau R (Stucki 2010)	Tous les 4 ans	Au printemps	Diversité et abondance des espèces	5 classes
Diatomées – niveau R (région) (Hürlimann et Niederhauser 2007)	Tous les 4 ans	Au printemps	Variété et abondance des espèces	5 classes
Poissons – niveau R (région) (Schager et Peter 2004)	Tous les 4 ans	Fin de l'été et automne	Variété et abondance des espèces, classes d'âge et autres caractéristiques	5 classes
Plantes aquatiques (AWEL 2010, Känel 2009)	Tous les 4 ans	De juin à septembre	Variété et abondance des espèces	4 classes (échelle provisoire)
Aspect général (Binderheim et Gögge 2007)	Tous les 4 ans	Au printemps	Atteintes macroscopiques	3 classes
Ecomorphologie – niveau R (région) (aux stations de mesure, OFEFP 1998)	Tous les 4 ans	Au printemps	Structure du fond du lit, de la berge et de la rive	4 classes (sans la catégorie «enterré»)
Hydrologie – régime d'écoulement. Niveau R (région) (Pfaundler 2011)	Mesure du débit: en continu Appréciation: unique	Tout au long de l'année	Données des stations hydrométriques	5 classes

Alors que les analyses physico-chimiques fournissent des informations sur la qualité de l'eau au moment du prélèvement d'échantillons, les analyses biologiques permettent de connaître l'influence des facteurs abiotiques sur les biocénoses aquatiques (poissons, invertébrés, plantes aquatiques et diatomées). Les divers groupes d'organismes étudiés réagissent de manière différente aux atteintes subies. La composition des communautés de diatomées fournit par exemple des indications sur la présence de nutriments dans les eaux. Les poissons sont sensibles à diverses atteintes, qu'elles touchent la qualité de l'eau ou la morphologie et l'hydrologie du cours d'eau. Ces bio-indicateurs ont l'avantage de refléter les atteintes écologiques sur une période relativement longue et pas seulement au moment des relevés. Alors que la concentration de certaines substances prouve l'existence d'une pollution, l'interprétation des résultats de relevés biologiques est plus complexe et moins univoque: les atteintes observées au niveau du macro-zoobenthos, par exemple, peuvent être dues aussi bien à une pollution qu'à une dégradation de la structure du cours d'eau.

Relevés biologiques

Les relevés biologiques ne sont possibles que dans les eaux de faible profondeur. Pour ce qui est des relevés dans les grands cours d'eau, des méthodes standardisées font défaut en Suisse, de sorte que les 111 stations de NAWA ne peuvent pas toutes faire l'objet d'analyses biologiques (cf. ch. 6.4 à 6.8 et annexe A1).

Réserves






Outre les relevés biologiques prévus tous les quatre ans, la phase initiale comprendra des relevés annuels dans 20 stations sélectionnées (annexe A1). Ces analyses auront pour objectif principal de vérifier la variabilité des résultats. Elles serviront ainsi à déterminer si le rythme quadriennal prévu est suffisant pour atteindre les objectifs de NAWA, notamment pour suivre l'évolution de la situation sur le long terme.

Fréquence
des relevés biologiques

Les analyses conduisent à une appréciation sur une échelle comprenant cinq classes (tab. 4), sauf pour ce qui est de l'écomorphologie et des macrophytes (quatre classes) ainsi que de l'aspect général (trois classes). Ces cinq classes correspondent à l'appréciation prévue par la directive-cadre de l'Union européenne dans le domaine de l'eau (DCE), de sorte que les résultats des analyses menées en Suisse peuvent être comparés à ceux obtenus dans les pays voisins.

Cinq classes d'appréciation

Tab. 4 > Echelle d'appréciation selon le système modulaire gradué (classes et codes de couleur)

Classe	Etat écologique
 1	très bon
 2	bon
 3	moyen
 4	médiocre
 5	mauvais

6.2 Relevés physico-chimiques

Méthode	Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques, nutriments (Liechti 2010)
Echantillonnage	Echantillons ponctuels
Fréquence/période	Relevés mensuels / période non spécifiée
Paramètres	Ammonium (NH ₄ -N), nitrites (NO ₂ -N), nitrates (NO ₃ -N), orthophosphates (PO ₄ -P), phosphore total non filtré, carbone organique dissous (COD), autres paramètres servant à apprécier les résultats
Nombre de stations de mesure	111
Appréciation	5 classes, 90 ^e centile de 12 échantillons ponctuels

Les relevés physico-chimiques comprennent pour l'essentiel les paramètres classiques que l'on détermine depuis des décennies afin de surveiller l'état des eaux. Conformément au module des analyses physico-chimiques, il s'agit des principaux nutriments (ammonium, nitrates, nitrites et orthophosphate) et de paramètres totaux (phosphore total non filtré et carbone organique dissous). Pour faciliter l'appréciation, les relevés comprennent aussi des paramètres complémentaires tels que la température, le pH, l'oxygène dissous et les chlorures.

Nutriments

L'échantillonnage est ponctuel et intervient une fois par mois. Le SMG ne contient pas d'autres instructions quant au moment des prélèvements (jour de la semaine, heure dans la journée, conditions météo ou débit). On admet que l'échantillonnage est aléatoire, c'est-à-dire que les conditions météo, le débit, la charge polluante (présentant p. ex. des variations journalières ou hebdomadaires en présence de STEP) ou autres événements ne sont pas pris en compte dans la planification des prélèvements.

Echantillonnage

Une stratégie uniformisée en matière d'échantillonnage est indispensable pour obtenir des résultats comparables et statistiquement significatifs. Voici les points à prendre en compte lors de l'interprétation des résultats de douze échantillons mensuels:

Comparabilité
et utilité des mesures

- > Il est peu probable que des échantillons mensuels permettent d'enregistrer des pics de pollution engendrés par des activités anthropiques ou des conditions climatiques ou hydrologiques particulières, telles de fortes précipitations (crues) ou de longues périodes froides ou sèches (étiages). Cette remarque vaut d'autant plus que le bassin versant du cours d'eau étudié est petit et que les variations du débit et des flux de substances sont dynamiques. Voilà pourquoi la superficie minimale des bassins versants pris en compte a été fixée à 25 km².
- > Les échantillons mensuels ne conviennent pas pour déterminer la pollution due à des substances dont les apports sont très dynamiques (ce qui est le cas de nombreux pesticides).
- > Les échantillons mensuels ne permettent d'évaluer que dans une mesure limitée les flux de substances.
- > Dans les stations situées sur des cours d'eau d'altitude peu pollués, un échantillonnage mensuel occasionne des frais élevés par rapport à l'utilité des résultats obtenus.
- > Contrairement aux échantillons prélevés en continu, les échantillons ponctuels permettent de mesurer des paramètres instables (ammonium et nitrites), qui doivent être

analysés aussitôt après le prélèvement. Aux stations de base du programme NADUF, qui font partie du réseau de NAWA TREND, seront désormais prélevés, outre les échantillons prélevés en continu sur quinze jours, également des échantillons ponctuels mensuels.

L'évaluation des paramètres chimiques se fonde sur le 90^e centile de douze échantillons ponctuels, qui sert d'indice statistique. Cet indice sera mis en rapport avec les exigences en matière de qualité de l'eau définies dans l'annexe A2, ch. 12, OEaux et les autres valeurs cibles fixées dans le système modulaire gradué. Le résultat obtenu fournira l'appréciation selon l'échelle comprenant cinq classes.

Le 90^e centile
sert de base à l'évaluation

L'interprétation des paramètres chimiques s'appuie ensuite sur des informations concernant le débit du cours d'eau au moment du prélèvement (débit d'étiage, moyen, par temps de pluie et de crue), ainsi que sur les hydrogrammes fournis par les stations hydrométriques. L'analyse du bassin versant de la station de mesure quant à l'utilisation du sol ou d'éventuelles causes spécifiques de pollution (cf. ch. 5 et l'annexe A2) permet d'approfondir l'interprétation des données. Les stations ayant été choisies de manière à couvrir les utilisations les plus variées du sol, les tailles aussi différentes que possible du bassin versant et toutes sortes de sources polluantes, on peut escompter qu'il sera possible, pour chaque paramètre étudié, d'enregistrer les diverses marges de ses concentrations et leurs éventuelles tendances. Les données recueillies dans le cadre de NAWA TREND ne constituent cependant pas une base suffisante pour prendre des mesures spécifiques.

Interprétation de l'évaluation

Des analyses plus poussées, qui exigent un échantillonnage et des procédés de laboratoire plus conséquents et coûteux (telle l'analyse des micropolluants organiques), sont entreprises dans le cadre des campagnes NAWA SPE (cf. ch. 7)

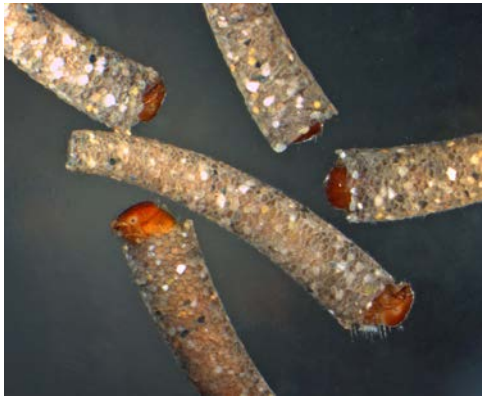
6.3

Macrozoobenthos

Méthode	Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Macrozoobenthos – niveau R (région) (Stucki 2010)
Echantillonnage	Prélèvement «kick-sampling» (8 échantillons partiels)
Fréquence/période	Une fois tous les quatre ans; selon l'altitude de la station, le plus souvent au printemps (mars, avril)
Paramètres	Macroinvertébrés au niveau des familles, abondance
Nombre de stations de mesure	88
Appréciation	5 classes, IBCH (inspiré de l'IBGN)

Le terme «macrozoobenthos» désigne les invertébrés qui colonisent le fond des cours d'eau (fig. 24). L'appréciation des cours d'eau à partir du macrozoobenthos s'appuie sur une tradition vieille de plusieurs décennies. Les macroinvertébrés dont le cycle de vie se déroule en majeure partie dans l'eau conviennent bien comme bio-indicateurs, car ils reflètent l'état du milieu aquatique tout au long de leur existence et que leurs exigences en matière de qualité de l'eau et d'écosystème sont largement connues. La diversité et l'abondance des espèces varient ainsi selon la qualité de l'eau et l'état de l'écosystème.

Le macrozoobenthos:
bio-indicateur de la qualité
de l'eau et des écosystèmes

Fig. 24 > Macrozoobenthos*Allogamus auricollis.**Limnephilus sp.**Notidobia ciliaris.**Drusus muelleri.*

Photos: H. Vicentini et P. Stucki

L'analyse et l'appréciation du macrozoobenthos se fondent sur le module Macrozoobenthos du système modulaire gradué. Elles partent de l'hypothèse que les atteintes anthropiques amenuisent en général la diversité biologique, et que certains insectes en souffrent plus particulièrement.

Les échantillons ne sont prélevés que dans des cours d'eau peu profonds en même temps que les échantillons de diatomées. A titre complémentaire, il convient de consigner également l'aspect général et l'écomorphologie du cours d'eau au lieu de prélèvement. Le moment du prélèvement dépend de l'altitude du site étudié, mais intervient en mars dans la majorité des stations de mesure (entre 200 et 600 m d'altitude) ou en avril (entre 600 et 1000 m d'altitude). L'échantillonnage du macrozoobenthos est standardisé et recourt à la technique dite «kick-sampling» (fig. 25), qui consiste à capturer la faune benthique à l'aide d'un filet normé dans plusieurs sous-habitats différents. Les animaux sont déterminés, le plus souvent au niveau de la famille, selon une liste taxonomique prédéfinie.

Echantillonnage

Fig. 25 > Prélèvement de macrozoobenthos au moyen d'un filet kicknet



Photo W. Göggel

L'application du module Macrozoobenthos du SMG débouche sur le calcul d'un indice standardisé (IBCH). L'indice calculé est attribué à une des cinq classes de qualité pour évaluer l'état du cours d'eau (tab. 4). L'appréciation chiffrée s'accompagne d'une description de l'état biologique.

Appréciation: indice IBCH

Ce procédé n'assure pas une évaluation exhaustive de la biodiversité des invertébrés aquatiques aux stations de mesure. Outre l'indice de qualité IBCH, il ne fournit que des indications sur la diversité du macrozoobenthos. Une appréciation détaillée de la biodiversité exigerait de déterminer les espèces en présence. Dans le cadre de NAWA TREND, certains groupes d'invertébrés (éphémères, plécoptères et trichoptères) sont déterminés au niveau de l'espèce. Il est ainsi possible de formuler des interprétations plus poussées et de comparer les résultats avec les données obtenues selon le même mode d'échantillonnage dans le cadre du Monitoring de la biodiversité en Suisse (www.biodiversitymonitoring.ch/fr/home.html).

Réerves

6.4 Diatomées

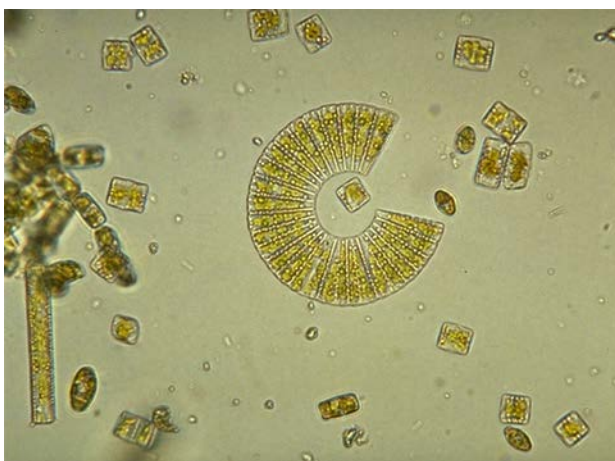
Méthode	Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Diatomées. Niveau R (région) (Hürlimann et Niederhauser 2007)
Echantillonnage	Raclage ou grattage de la couche de diatomées présente sur un substrat solide
Fréquence/période	Une fois tous les quatre ans; en même temps que les prélèvements de macrozoobenthos: selon l'altitude de la station, le plus souvent au printemps (mars, avril)
Paramètres	Espèces de diatomées, fréquence, tératologie (malformations)
Nombre de stations de mesure	88 (mêmes stations que pour le macrozoobenthos)
Appréciation	DI-CH, 5 classes

Les diatomées sont des algues unicellulaires, qui vivent tant dans les eaux douces que salées et même sur la terre ferme. Elles sont utilisées depuis des décennies comme bio-indicateurs de la qualité de l'eau, car elles sont présentes dans tous les cours d'eau tout au long de l'année et que leurs réactions à des modifications du milieu aquatique sont bien connues (fig. 26). La variété et la fréquence des espèces observées dépendent pour beaucoup des substances présentes depuis un certain temps dans l'eau.

Les diatomées: bio-indicatrices de la qualité de l'eau

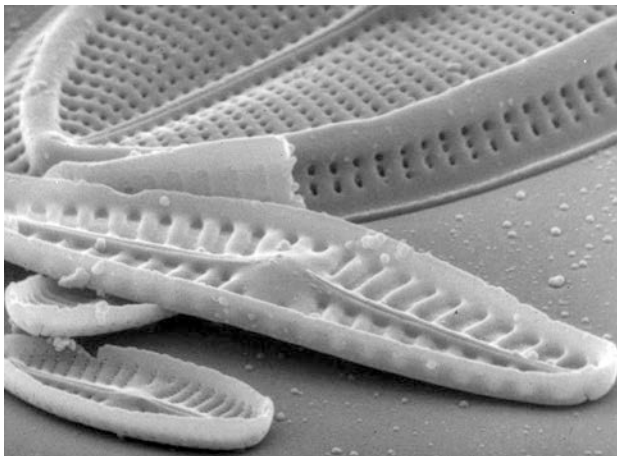
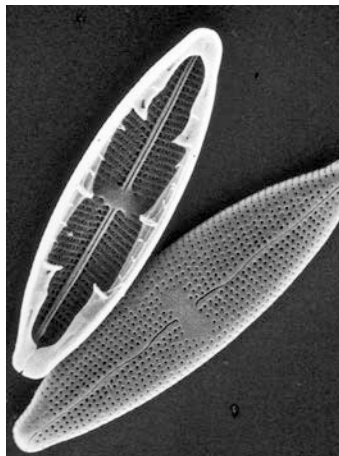
Fig. 26 > Diatomées en microscopies optique (MO) et électronique à balayage (MEB); cellules vivantes...

Meridon en MO.



Coconeis incluses dans le Naphrax en MO.



... et valves préparées*Coconeis en MEB.**Mastogloia en MEB.*

Photos: AquaPlus

Les échantillons de diatomées sont prélevés en même temps que les échantillons de macrozoobenthos. Les diatomées sont raclées ou grattées sur des pierres de la taille d'un poing ou d'une tête collectées dans la section transversale du cours d'eau (transect). L'échantillon subit ensuite une préparation chimique en laboratoire, afin qu'il soit possible de déterminer et de compter les diatomées. Pour compléter les relevés effectués conformément au module Diatomées du SMG, il convient d'étudier la tératologie des valves (taux de malformations). Comme pour le macrozoobenthos, le prélèvement n'est effectué qu'une fois tous les quatre ans, toujours au printemps (selon l'altitude de la station de mesure).

Echantillonnage

L'appréciation suit la méthode du module Diatomées: elle consiste à calculer l'indice DI-CH, qui indique ensuite la classe d'état écologique (tab. 4). Le système d'appréciation a été étalonné à l'aide de six paramètres chimiques (principalement des nutriments, tels l'ammonium, les nitrites et le phosphore total). Ce procédé fournit donc en priorité des informations sur la concentration de nutriments dans l'eau, l'écomorphologie du cours d'eau n'influençant guère les résultats.

Appréciation: indice DI-CH

6.5

Poissons

Méthode	Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Poissons – niveau R (région) (Schager et Peter 2004)
Echantillonnage	Pêche électrique
Fréquence/période	Une fois tous les quatre ans, entre la fin de l'été et l'automne
Paramètres	Composition de l'ichtyofaune, dominance des espèces, structure de la population des espèces indicatrices (classes d'âge, reproduction), densité des populations d'espèces indicatrices, déformation et anomalies
Nombre de stations de mesure	60 environ
Appréciation	5 classes

Les poissons se prêtent bien à l'évaluation de l'état biologique des cours d'eau. Ils sont en effet présents dans presque tous les fleuves, rivières et ruisseaux et, par la grande diversité des habitats qu'ils nécessitent, ils sont de bons indicateurs de la qualité morphologique et hydrologique des cours d'eau. La mobilité et les migrations des espèces piscicoles permettent aussi d'estimer la continuité hydrologique et la connectivité des milieux aquatiques. La plupart des poissons vivant relativement longtemps, l'évaluation de l'ichtyofaune fournit des résultats sur une période plus longue que d'autres indicateurs. Enfin, les poissons sont assez faciles à déterminer et leur écologie a déjà été bien étudiée.

Les poissons: bio-indicateurs de l'état hydromorphologique des milieux aquatiques

L'échantillonnage et l'appréciation de l'ichtyofaune intervient conformément au module Poissons – niveau R du SMG, moyennant toutefois quelques adaptations de la méthode d'échantillonnage (pêche dans un seul tronçon de cours d'eau et uniquement sur toute la surface). Les prélèvements sont effectués à l'aide de la pêche électrique (fig. 27) et uniquement dans des eaux peu profondes. Un échantillonnage de poissons n'est pas possible dans toutes les stations aux eaux peu profondes où l'on prélèvera des échantillons de macrozoobenthos et de diatomées. Afin d'assurer la comparabilité des données en recourant à des moyens raisonnables (deux anodes au maximum), la largeur mouillée du cours d'eau ne devrait en général pas excéder 14 m et l'emplacement le plus profond devrait être atteignable.

Echantillonnage

Les prélèvements ont lieu à la fin de l'été et en automne. A cette période, les alevins qui ont éclos en hiver et au printemps («poissons 0+») sont assez grands pour que leur capture soit représentative. De plus, cette période se caractérise souvent par de basses eaux, ce qui facilite la pêche. Les prélèvements ont toujours lieu en étroite collaboration avec les services cantonaux de la pêche.

L'appréciation considère la composition de l'ichtyofaune et la dominance des espèces parmi les poissons pêchés, la structure et la densité de la population des espèces indicatrices, ainsi que les déformations et les anomalies. Elle recourt à un système de notation qui permet de déduire la classe d'état écologique (tab. 4). Le score final est complété par une description. L'appréciation se fonde surtout sur la structure et la densité de la population des espèces indicatrices, en particulier la truite de rivière. Ces paramètres sont influencés par les alevinages opérés régulièrement dans nombre de cours d'eau suisses. Il est dès lors essentiel de coordonner les échantillonnages avec les lâchers de jeunes poissons: l'alevinage doit être abandonné l'année des prélèvements ou intervenir seulement après l'échantillonnage; on peut aussi envisager de marquer les alevins lâchés. Les alevinages étant souvent assurés par les associations de pêcheurs, la communication avec ces organismes revêt une grande importance.

Appréciation

Fig. 27 > Echantillonnage de poissons au moyen de la pêche électrique

Photo Eawag

Pour compléter les paramètres mesurés conformément au module Poissons, il est recommandé d'examiner la prévalence de la maladie rénale proliférative (MRP) parmi les jeunes truites de rivières pêchées (poissons 0+). Affectant surtout cette espèce piscicole, cette affection des reins peut exercer une forte influence sur la mortalité, en particulier des poissons 0+. La détection de la MRP aux stations de mesure de NAWA peut s'avérer utile pour interpréter les données collectées, ainsi que pour observer la propagation de cette maladie.

Relevés complémentaires

6.6

Plantes aquatiques

Méthode	Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Macrophytes: instructions pour le prélèvement d'échantillons (Känel 2009)
Echantillonnage	Relevés sur le terrain, détermination des plantes aquatiques sur place
Fréquence/période	Une fois tous les quatre ans; de juin à septembre (période de végétation)
Paramètres	Espèces végétales (plantes vasculaires, mousses, algues), types de végétation, taux de recouvrement
Nombre de stations de mesure	80 environ
Appréciation	4 classes (appréciation provisoire selon la méthode du canton de Zurich, AWEL 2010)

Les relevés portant sur les plantes aquatiques (macrophytes) consistent à recenser les plantes vasculaires, les mousses (bryophytes) et les algues macroscopiques (visibles à l'œil nu). Liés à un site et présentant une longue durée de vie, les macrophytes rendent bien compte de l'état d'un cours d'eau. Contrairement aux diatomées, ils ne reflètent pas en priorité la qualité de l'eau, mais plutôt l'ensemble des conditions écologiques. Les macrophytes sont particulièrement sensibles aux spécificités hydrauliques et morphologiques du milieu aquatique.

Les végétaux aquatiques:
bio-indicateurs de l'état
hydromorphologique et chimique
des milieux aquatiques

Conformément au projet de module en préparation, l'analyse des plantes aquatiques intervient durant l'été (de juin à septembre). Compte tenu de la température de l'eau et de la luminosité, la croissance des végétaux est optimale durant cette période et la variété des espèces, des plantes vasculaires en particulier, atteint son maximum. Les macrophytes sont pratiquement absents des cours d'eau où le charriage est régulier et important, de même que des émissaires de glaciers et des torrents de haute altitude. Ces cours d'eau ne seront dès lors pas analysés. Il en va de même pour les cours d'eau profonds et ne pouvant être inspectés à pied.

Echantillonnage

Les relevés consistent à consigner les espèces de plantes aquatiques présentes sur place et leur fréquence (taux de recouvrement) dans le milieu aquatique. Ce faisant, il convient de distinguer les cinq types de végétation ci-après (fig. 28):

- > algues filamenteuses (ex.: algue verte, *Cladophora glomerata*);
- > bryophytes (ex.: mousse aquatique, *Fontinalis antipyretica*);
- > héliophytes ou plantes émergentes (plantes enracinées dans les sédiments, mais s'élevant au-dessus de la surface);
- > plantes à feuilles flottantes (ex.: *Potamogeton natans*);
- > plantes vasculaires submergées (ex.: *Ranunculus fluitans*).

Fig. 28 > Exemples des cinq types de plantes aquatiques

Algues filamenteuses



Algues filamenteuses



Plantes émergentes (hélrophytes)



Plantes émergentes (hélrophytes)



Bryophytes



Plantes à feuilles flottantes



Plantes submergées



Plantes submergées



Une méthode d'appréciation des plantes aquatiques, uniformisée au niveau suisse, est actuellement en préparation dans le cadre du système modulaire gradué. A titre provisoire, il convient de recourir à la méthode d'appréciation proposée par le canton de Zurich (AWEL 2010), qui évalue l'adéquation avec la station et le taux d'enherbement. Dans un premier temps, les relevés des plantes aquatiques ont surtout pour objectif de déterminer la variété, la distribution et l'abondance des espèces par type de cours d'eau, région, altitude et degré de pollution. Les données ainsi recueillies contribueront à l'élaboration de la méthode d'appréciation des macrophytes dans le cadre du système modulaire gradué.

Appréciation

6.7 Aspect général

Méthode	Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Aspect général (Binderheim et Göggel 2007)
Echantillonnage	Observation le long des cours d'eau
Fréquence/période	Une fois tous les quatre ans (en même temps que les échantillonnages du macrozoobenthos et des diatomées)
Paramètres	Turbidité, coloration, mousse, odeur, boues (envasement du lit), sulfure de fer, colmatage, organismes hétérotrophes, matières solides et déchets
Nombre de stations de mesure	88 (les mêmes stations que pour le macrozoobenthos et les diatomées)
Appréciation	3 classes

L'observation de l'aspect général fournit une première évaluation sommaire de l'état du cours d'eau et permet de vérifier le respect des exigences en matière de qualité définies à l'annexe A2, ch. 11 et 12, OEaux, que doivent respecter les eaux de surface. Les relevés de l'aspect général sont effectués en même temps que les relevés du macrozoobenthos et des diatomées et constituent une information complémentaire utile pour l'interprétation des analyses biologiques.

Evaluation sommaire de l'état
des cours d'eau

- > Les relevés de l'aspect général englobent les paramètres suivants:
- > turbidité (causes possibles: eaux usées, chantier, émissaire de marais, écoulement glaciaire, etc.);
- > coloration (causes possibles: eaux usées, chantier, émissaire de marais ou de lac, etc.);
- > mousse (causes possibles: eaux usées, chantier, purin, émissaire de marais, abondance de renoncules aquatiques, etc.);
- > odeur (causes possibles: eaux usées, lessive, purin, etc.);
- > envasement du lit (causes possibles: eaux usées, purin, feuilles mortes, drainages, etc.);
- > sulfure de fer (causes possibles: eaux usées, feuilles mortes, purin, etc.);
- > colmatage du fond du lit;
- > matières solides provenant du réseau d'assainissement (exemples: papier w.c., serviettes hygiéniques, etc.);
- > déchets (exemples: sacs à ordures, emballages, etc.);
- > organismes hétérotrophes (causes possibles: eaux usées, feuilles mortes, purin, drainages, etc.);
- > végétation (algues, mousses et plantes aquatiques).

Ces paramètres sont influencés aussi bien par l'hydrologie et la morphologie du milieu aquatique, que par la qualité de l'eau et la biologie aquatique. Une partie d'entre eux (turbidité, coloration ou présence de mousse, p. ex.) reflètent l'état du milieu aquatique au moment des relevés et peuvent varier rapidement. D'autres (colmatage du fond du lit, sulfure de fer ou organismes hétérotrophes, p. ex.) témoignent de l'état du milieu aquatique sur une plus longue période (fig. 29).

Les paramètres de l'aspect général sont évalués séparément selon une échelle à trois degrés, l'appréciation des organismes hétérotrophes pouvant toutefois utiliser une échelle à cinq degrés. Les paramètres ne sont pas agrégés pour fournir une appréciation globale. L'évaluation doit toujours tenir compte de la cause de la situation observée, car certaines atteintes à l'aspect général peuvent être d'origine naturelle (coloration des émissaires de marais ou turbidité d'un torrent glaciaire, p. ex.). Certaines atteintes, tels l'eutrophisation, la pollution par les eaux usées ou les déversements dus à des erreurs de raccordement dans le réseau d'égouts, sont toutefois perceptibles sur le terrain et les relevés de l'aspect général permettent de les identifier.

Appréciation

Fig. 29 > Exemples d'atteintes subies par le cours d'eau ou le fond du lit que l'évaluation de l'aspect général permet d'identifier



Photos: AquaPlus

6.8

Ecomorphologie





Méthode	Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Ecomorphologie – niveau R (région) (OFEFP 1998)
Echantillonnage	Observation sur le terrain
Fréquence/période	Une fois tous les quatre ans (en même temps que les échantillonnages du macrozoobenthos et des diatomées) Relevés effectués dans toute la Suisse de 1997 à 2008
Paramètres	Variabilité de la largeur du lit mouillé, type et importance de l'aménagement du fond du lit et du pied de la berge, nature des rives, perturbations de la connectivité
Nombre de stations de mesure	88 (les mêmes stations que pour le macrozoobenthos et les diatomées)
Appréciation	4 classes

L'écomorphologie englobe l'ensemble des conditions structurelles dans le milieu aquatique et dans ses alentours: la morphologie des eaux proprement dite, les mesures d'aménagement hydraulique (endiguement des berges, aménagement du lit, barrages, etc.) et les conditions environnantes (constructions, exploitation du sol, végétation). Ces conditions sont évaluées à l'aide de quatre paramètres sélectionnés conformément au module Ecomorphologie niveau R du système modulaire gradué (variabilité de la largeur du lit mouillé, type et importance de l'aménagement du fond du lit et du pied de la berge et nature des rives), puis appréciées selon une échelle à quatre degrés (tab. 5). A titre de complément, on recense les perturbations de la connectivité qui empêchent les organismes de migrer vers l'amont ou l'aval. Ces perturbations n'interviennent toutefois pas dans le classement final.

Structure du cours d'eau

Tab. 5 > Tableau de classification (avec numéros et codes de couleur) de l'état écomorphologique de milieux aquatiques conformément au module Ecomorphologie – niveau R

Le réseau NAWA ne comprend pas de tronçons appartenant à la classe «enterré».

Classe	Etat écomorphologique
 I	naturel / semi-naturel
 II	peu atteint
 III	très atteint
 IV	non naturel / artificiel

Le module Ecomorphologie niveau R du système modulaire gradué est conçu pour évaluer de longs tronçons de cours d'eau ou des cours d'eau entiers, mais pas des sites ponctuels comme ceux des stations de mesure. Consigné lors de l'échantillonnage du macrozoobenthos et des diatomées, leur état écomorphologique peut fournir des informations complémentaires lors de l'interprétation des analyses biologiques. A proximité des stations de mesure, l'écomorphologie est de plus caractérisée au moyen des données cantonales, cette caractérisation prenant en compte un tronçon de 500 m en amont et de 500 m en aval de la station (cf. ch. 5.3.5).

Relevés

L'appréciation écomorphologique des stations de mesure de NAWA ne permet pas de tirer des conclusions générales sur l'état écomorphologique des cours d'eau suisses. Ceux-ci ont fait l'objet d'un relevé à l'échelle nationale entre 1997 et 2008 (29 000 km de cours d'eau étudiés dans 24 cantons), dont les résultats ont été publiés en 2009 par l'OFEV (Zeh et al. 2009).

6.9

Hydrologie

Méthode	Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Hydrologie – régime d'écoulement. Niveau R (région) (ou HYDMOD-R; Pfaundler 2011)
Echantillonnage	Données des stations hydrométriques
Fréquence/période	Débit mesuré en continu; appréciation unique
Paramètres	Débit
Nombre de stations de mesure	113 (80 stations de l'OFEV, 33 stations cantonales)
Appréciation	5 classes

Etant donné que le comportement hydrologique influe sur tous les processus physico-chimiques et biologiques qui se déroulent dans le milieu aquatique, il est indispensable de connaître les conditions hydrologiques pour interpréter les données recueillies dans une station de mesure. Les stations de NAWA TREND ont dès lors été choisies de telle sorte qu'elles se trouvent au même emplacement qu'une station hydrométrique ou à proximité. La majorité des stations hydrométriques sont gérées par la Confédération, quelques-unes par les cantons (cf. ch. 5.2).

Conditions hydrologiques

Le module HYDMOD-F permet de décrire les conditions hydrologiques d'un bassin versant, y compris les perturbations du régime hydrologique, et d'apprécier l'impact de ces atteintes sur le régime d'écoulement. A cet effet, le degré de naturalité du régime d'écoulement est apprécié et classé à l'aide de neuf indicateurs tenant compte de diverses caractéristiques du régime d'étiage, du régime des débits moyens et du régime de crue.

Perturbations du régime hydrologique et du régime d'écoulement

HYDMOD-F applique une approche axée sur les atteintes. La plupart des perturbations hydrologiques importantes sont dues à des atteintes ponctuelles liées à la gestion des eaux. L'avantage, c'est que les relevés peuvent se focaliser de façon précise sur les atteintes et les tronçons de cours d'eau concernés. Ces atteintes sont en grande partie causées par l'exploitation de l'énergie hydraulique et la gestion des eaux urbaines.

Dans le cadre de NAWA TREND, il est prévu d'évaluer les conditions hydrologiques de toutes les stations de mesure à l'aide de la méthode HYDMOD-F. Il s'agit là d'une appréciation unique, une actualisation ne s'imposant que si une évolution des atteintes hydrologiques modifie sensiblement le régime d'écoulement.

Relevés

7 > Observation spécifique: première campagne NAWA SPE

7.1 Objectif

L'observation spécifique NAWA SPE sert à étudier des problèmes spécifiques à l'aide de méthodes et de programmes d'analyses appropriés. Contrairement au programme NAWA TREND, les campagnes de NAWA SPE peuvent décrire en détail les effets d'atteintes spécifiques sur l'état des milieux aquatiques, en particulier sur les petits cours d'eau (cf. ch. 4.3).

Etude de problèmes spécifiques

A titre d'exemple, nous présentons brièvement ci-après la première campagne de l'observation spécifique, une détection analytique des substances actives de biocides et de produits phytosanitaires. Des plans pour des campagnes portant sur d'autres problématiques seront élaborés au fur et à mesure.

7.2 Campagne NAWA SPE 2012

La campagne NAWA SPE 2012 avait pour but de détecter, de manière aussi exhaustive que possible, les substances actives de biocides et de produits phytosanitaires dans certaines stations de NAWA TREND. Portant sur des bassins versants dont le sol est voué à des utilisations aussi variées que possible, elle a tenté d'identifier la gamme de substances actives correspondant à diverses utilisations (zones urbanisées et diverses cultures agricoles). La campagne visait davantage à identifier un maximum de substances qu'à déterminer les concentrations maximales des substances décelées. Elle n'était par exemple pas conçue pour étudier en détail la présence de substances actives dans de très petits cours d'eau qui drainent des bassins versants dédiés à des cultures particulières (arboriculture, viticulture et cultures maraîchères), problématique qui fera l'objet d'une campagne ultérieure.

Détection de biocides
et de produits phytosanitaires

7.2.1 Choix des stations de mesure de la campagne NAWA SPE 2012

Parmi les 111 stations de mesure de NAWA TREND, cinq stations réparties sur le Plateau suisse ont été retenues pour la campagne NAWA SPE 2012. Si elles ont été choisies, c'est que l'on s'attendait, compte tenu de l'utilisation du sol dans leur bassin versant, à y trouver un vaste éventail des substances actives de biocides et de produits phytosanitaires utilisés sur les surfaces agricoles et dans les zones urbanisées. De plus, les régions retenues englobent une portion aussi faible que possible de surfaces improductives, de forêts et d'eaux stagnantes, et une proportion maximale de surfaces agricoles ou de zones urbanisées. Parmi les régions à forte proportion de surfaces agricoles, ont été sélectionnées celles vouées aux principales cultures de Suisse en termes de

Cinq stations de mesure

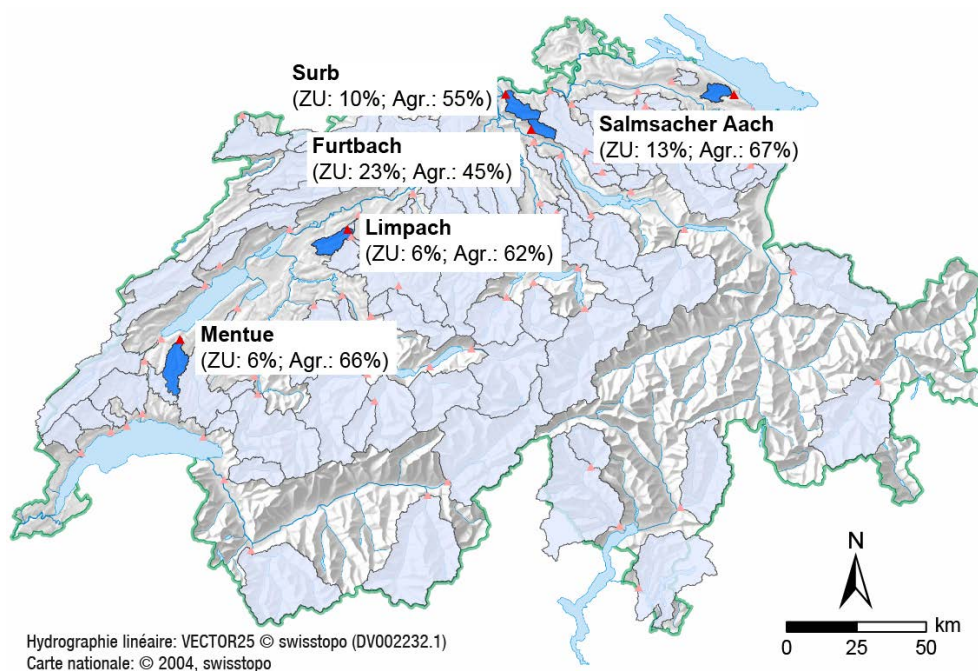
superficie (blé, maïs, orge, colza et betterave à sucre) et dont une forte proportion est dédiée aux cultures les plus intensivement traitées (arbres fruitiers, vigne et pommes de terre).

La fig. 30 indique l'emplacement des cinq stations de mesure: Furtbach près d'Otel-fingen, Limpach près de Kyburg, Mentue près de Menguetz, Salmsacher Aach près de Salmsach et Surb près de Döttingen. La proportion de zones urbanisées dans le bassin versant varie entre 6% (Mentue et Limpach) et 23% (Furtbach, cette station occupant le quatrième rang dans ce domaine dans le réseau de NAWA). Quant aux surfaces agricoles, elles occupent entre 45% (Furtbach) et 67% (Salmsacher Aach, troisième station pour ce critère dans le réseau de NAWA).

Caractéristiques
des bassins versants

Fig. 30 > Emplacements des cinq stations de mesure (triangles rouges) et de leurs bassins versants (en bleu roi) de la campagne NAWA SPE 2012

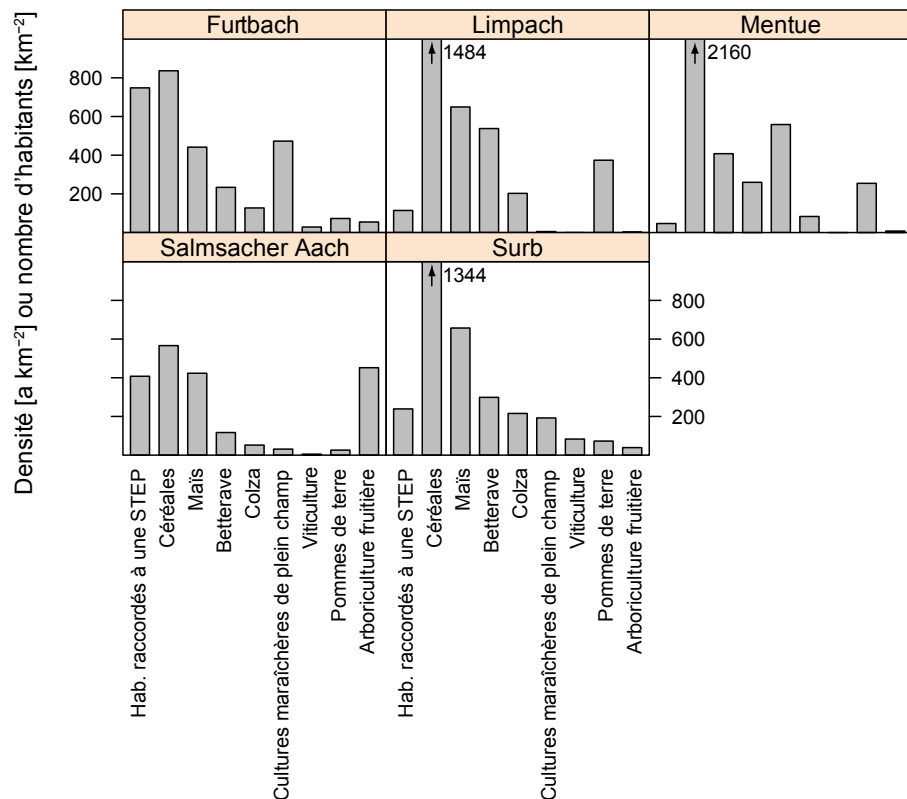
Les proportions de zones urbanisées (ZU) et de surfaces agricoles (Agr.) sont indiquées entre parenthèses. Les bassins versants (de moins de 1000 km²) des autres stations de mesure de NAWA sont colorés en bleu clair.



Les principales cultures en termes de superficie (blé, maïs, orge, colza et betterave à sucre) et les cultures les plus intensivement traitées (arbres fruitiers, vigne et pommes de terre) sont fortement représentées dans les cinq bassins versants sélectionnés, sauf pour ce qui est de la vigne. Les champs de céréales en occupent par exemple entre 6% (Salmsacher Aach) et 22% (Mentue), ceux de pommes de terre entre 0,7% (Furtbach) et 4% (Limpach; fig. 31).

Fig. 31 > Proportion des principales cultures dans les bassins versants de la campagne SPE 2012

Proportion (en a/km²) des principales cultures de Suisse en termes de superficie (blé, maïs, orge, colza et betterave à sucre) et des cultures les plus intensivement traitées (arbres fruitiers, vigne et pommes de terre) dans les cinq bassins versants sélectionnés. A titre complémentaire, la figure indique aussi le nombre d'habitants raccordés à une STEP.



7.2.2 Programme de mesures et analyses

Dans les cinq stations de mesure sélectionnées, les services cantonaux chargés de la protection des eaux ont prélevé, entre début mars et fin juillet 2012, des échantillons composites hebdomadaires proportionnels au temps (10 à 60 minutes).

Echantillonnage

La détection de biocides et de produits phytosanitaires dans les échantillons s'est basée sur une méthode mise au point à l'Eawag, qui permet de déceler plus de 80 % des substances actives de biocides et de produits phytosanitaires obtenus par synthèse dont l'emploi est autorisé en Suisse. Cette méthode consiste à concentrer les substances par extraction en phase solide, puis à les mesurer par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse haute résolution. Elle permet d'une part de quantifier les substances actives présentes en concentrations très faibles (de l'ordre du ng/l). En mesurant leur masse moléculaire exacte, elle permet d'autre part une identification qualitative des substances, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des normes de référence dans un échantillon. Bien que cette détection qualitative sans normes de référence ne soit pas sans équivoque, ses résultats peuvent identifier, parmi une foule de substances, celles qui méritent d'être soumises à une détermination quantitative.

Analyses

8 > Perspectives

Les données recueillies dans le cadre de NAWA TREND et de NAWA SPE sont régulièrement dépouillées et périodiquement publiées sur Internet sous forme de rapports ou d'articles thématiques.

Dépouillement et publication

Le dépouillement des données collectées sert aussi à évaluer les programmes de mesure. Cette évaluation, l'expérience acquise et les nouvelles priorités en matière de protection des eaux conduiront à adapter périodiquement le programme d'analyse. Ces adaptations peuvent toucher l'organisation et la coordination des relevés, la fréquence des échantillonnages ou les paramètres à analyser, de même que le choix des stations de mesure.

Evaluation et évolution de NAWA

L'analyse du réseau de NAWA TREND a révélé que les stations de mesure représentent très bien les moyens et grands cours d'eau suisses, ainsi que les atteintes qu'ils subissent, mais aussi que le réseau présente certaines lacunes (cf. ch. 5.4). Cette remarque concerne notamment les petits et très petits cours d'eau, qui forment la majeure partie du réseau hydrographique suisse. Pour donner un meilleur aperçu non seulement des charges polluantes, mais aussi des atteintes hydrologiques, il faudrait inclure davantage les cours d'eau alpins dans le réseau. De même, les stations proches de l'état naturel et largement épargnées par les activités anthropiques sont sous-représentées dans le réseau. Un projet de l'OFEV sur l'identification de sites de référence permettra d'évaluer s'il convient d'inclure des stations de ce type dans le réseau de NAWA.

Eventuels compléments
à apporter au réseau
et au programme de mesure

Alors que les nutriments, leur charge dans les cours d'eau et leur impact sur les eaux ont été largement étudiés, l'observation des eaux ne s'intéresse que depuis peu au problème des micropolluants. Dans un premier temps, ceux-ci seront étudiés dans le cadre des campagnes NAWA SPE, mais pourraient être inclus dans le programme NAWA TREND par la suite.

La modification apportée le 11 décembre 2009 à la loi sur la protection des eaux portait le sous-titre «renaturation». Son application comprendra des mesures destinées à revitaliser les eaux et à réduire les effets néfastes de l'exploitation des aménagements hydroélectriques. Il s'agit de recenser les effets de ces mesures avec les relevés de NAWA. Il reste néanmoins à élaborer les campagnes NAWA SPE ou à adapter le programme NAWA TREND en conséquence.

> Bibliographie

Aschwanden, H. et Weingartner, R. 1985: Die Abflussregimes der Schweiz. Geographisches Institut der Universität Bern, Abt. Physikalische Geographie-Gewässerkunde, Bern. Publikation Gewässerkunde Nr. 65: 237 p.

AWEL: Amt für Abfall, Wasser Energie und Luft des Kantons Zürich, Abteilung Gewässerschutz (éd.) 2010: Methode zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer-Vegetation im Kanton Zürich. Baudirektion Kanton Zürich, Zürich. 102 p. Internet: www.gewaesserqualitaet.zh.ch/fq_methoden.

Binderheim-Bankay, E., Jakob, A. et Liechti, P. 2000: NADUF: Messresultate 1977-1998. Nationales Programm für die analytische Daueruntersuchung der schweizerischen Fliessgewässer. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bundesamt für Wasser und Geologie BWG et Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz EAWAG (éd.), Bern. Schriftenreihe Umwelt 319: 241 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00465/index.html.

Binderheim, E. et Göggel, W. 2007: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Aspect général. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. L'environnement pratique 0701: 43 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00038/index.html.

Gonseth, Y., Wohlgenuth, T., Sansonnens, B. et Buttler, A. 2001: Les régions biogéographiques de la Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP, Berne. Documents environnement 137: 48 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00207/index.html.

Hürlimann, J. et Niederhauser, P. 2007: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Diatomées Niveau R (région). Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. L'environnement pratique 0740: 132 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00077/index.html.

Hütte, M. et Niederhauser, P. 1998: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse: Ecomorphologie niveau R (région). Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP (éd.), Berne. Informations concernant la protection des eaux 27: 47 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00398/index.html.

Känel, B., Göggel, W. et Weber, C. 2009: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Macrophytes. Instructions pour le prélèvement d'échantillons. Office fédéral de l'environnement OFEV (éd.), Berne: 60 p. Internet: www.modul-stufen-konzept.ch/fq/module/wasserpflanzen/index_FR.

Liechti, P. 2010: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques, nutriments. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. L'environnement pratique 1005: 44 p. Internet: www.environnement-suisse.ch/uv-1005-f.

Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE; RS 814.01).

Loi fédérale du 21 juin 1991 sur l'aménagement des cours d'eau (RS 721.100).

Loi fédérale du 22 décembre 1916 sur l'utilisation des forces hydrauliques (Loi sur les forces hydrauliques, LFH; RS 721.80).

Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux; RS 814.20).

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP, Office fédéral des eaux et de la géologie OFEG, Office fédéral de l'agriculture OFAG et Office fédéral du développement territorial ARE (éd.) 2003: Idées directrices - Cours d'eau suisses. Pour une politique de gestion durable de nos eaux, Berne. 12 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00404/index.html.

Office fédéral de l'environnement OFEV 2007: Atlas hydrologique de la Suisse. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. Internet: <http://hydrant.unibe.ch/hades/index.html>.

Office fédéral de l'environnement OFEV (éd.) 2009a: Annuaire hydrologique de la Suisse 2008. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. Connaissance de l'environnement 0921: 623 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01062/index.html.

Office fédéral de l'environnement OFEV 2009b: Résultats de l'observatoire national des eaux souterraines (NAQUA). Etat et évolution de 2004 à 2006. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. Etat de l'environnement 0903: 144 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01021/index.html.

Office fédéral de la statistique OFS 2006: Statistique de la superficie 1992/97. Internet: www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/02/03/blank/key/01/zustand_und_entwicklung_tabelle.html (consulté le 11 mars 2013).

Office fédéral de la statistique OFS 2010: Recensement des entreprises. Portrait de branche: agriculture. Office fédéral de la statistique OFS, Neuchâtel. Actualités OFS: 20 p. Internet: www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/07/22/publ.html?publicationID=4240.

Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux; RS 814.201).

Pfandler, M., Dübendorfer, C. et Zysset, A. 2011: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Hydrologie – régime d'écoulement niveau R (région). Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. L'environnement pratique 1107: 113 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01603/index.html.

Schager, E. et Peter, A. 2004: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Poissons niveau R (région). Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP, Berne. Informations concernant la protection des eaux 44: 63 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00592/index.html.

Stucki, P. 2010: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Macrozoobenthos – niveau R (région). Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. L'environnement pratique 1026: 61 p. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01575/index.html.

Union Européenne 2000: Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (DCE).

Zeh, W.H., Könitzer, C. et Bertiller, A. 2009: Ecomorphologie des cours d'eau suisses. Etat du lit, des berges et des rives. Résultats des relevés écomorphologiques (avril 2009). Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. Etat de l'environnement 0926: 100 pp. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01075/index.html.

> Index

Abréviations

Cst.

Constitution fédérale

DCE

Directive-cadre de l'UE dans le domaine de l'eau

DI-CH

Indice suisse des diatomées

HADES

Atlas hydrologique de la Suisse (OFEV 2010)

Hydmod-R

Module Hydrologie – régime d'écoulement au niveau R du système modulaire gradué

IBCH

Indice biologique suisse (pour les macro-invertébrés)

LEaux

Loi fédérale sur la protection des eaux

NADUF

Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses

NAQUA

Observation nationale des eaux souterraines

NAWA

Observation nationale de la qualité des eaux de surface

NAWA SPE

Campagnes de l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface consacrées à des problèmes spécifiques

NAWA TREND

Réseau de base de l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface servant à l'observation sur le long terme

OEaux

Ordonnance sur la protection des eaux

OFEFP

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (maintenant OFEV)

OFEV

Office fédéral de l'environnement

Q347

Débit d'un cours d'eau atteint ou dépassé pendant 347 jours par année, dont la moyenne est calculée sur une période de dix ans et qui n'est pas influencé sensiblement par des retenues, des prélèvements ou des apports d'eau (art. 4, let. h, LEaux).

RSO

Réseau suisse d'observation de l'environnement

STEP

Station d'épuration des eaux usées

UE

Union européenne

Figures

Fig. 1

Carte présentant l'emplacement des stations de mesure du NADUF

15

Fig. 2

Stations de mesure de l'Observation nationale des eaux souterraines (NAQUA)

16

Fig. 3

Emplacements des stations hydrométriques de la Confédération

17

Fig. 4

Emplacements des 111 stations de mesure de NAWA (triangles rouges) et des stations hydrométriques qui leur sont associées (triangles bleus)

27

Fig. 5

Emplacements des stations de mesure de NAWA (triangles rouges) et leurs bassins versants (surfaces bleues, sans les bassins versants de plus de 1000 km²)

28

Fig. 6

Bassins de bilan selon l'HADES

30

Fig. 7

Stations de mesure de NAWA et les régions biogéographiques de la Suisse: répartition des stations de mesure de NAWA (triangles rouges) entre les régions biogéographiques de la Suisse (en vert)

31

Fig. 8

Répartition (selon la portion dominante du bassin versant) des 86 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km² entre les régions biogéographiques

32

Fig. 9

Types de régimes d'écoulement et débits d'étiages

33

Fig. 10 Représentativité des stations NAWA quant aux régimes d'écoulement	33	Fig. 27 Echantillonnage de poissons au moyen de la pêche électrique	54
Fig. 11 Surfaces agricoles	35	Fig. 28 Exemples des cinq types de plantes aquatiques	56
Fig. 12 Surfaces boisées	35	Fig. 29 Exemples d'atteintes subies par le cours d'eau ou le fond du lit que l'évaluation de l'aspect général permet d'identifier	58
Fig. 13 Surfaces improductives	36	Fig. 30 Emplacements des cinq stations de mesure (triangles rouges) et de leurs bassins versants (en bleu roi) de la campagne NAWA SPE 2012	62
Fig. 14 Zones urbanisées	36	Fig. 31 Proportion des principales cultures dans les bassins versants de la campagne SPE 2012	63
Fig. 15 Terres ouvertes et cultures pérennes	37		
Fig. 16 Surfaces herbagères	37		
Fig. 17 Unités de gros bétail	38		
Fig. 18 Proportion d'eaux usées traitées dans le débit Q_{347}	39		
Fig. 19 Cours d'eau suisses dont l'état écomorphologique a été cartographié (lignes violettes)	40		
Fig. 20 Etat écomorphologique des cours d'eau à l'endroit des stations de mesure: les 73 stations de NAWA dont le bassin versant mesure moins de 1000 km ²	41		
Fig. 21 Connectivité des cours d'eau à l'endroit des stations de mesure	42		
Fig. 22 Influence hydrologique	43		
Fig. 23 Débit résiduel	43		
Fig. 24 Macrozoobenthos	49		
Fig. 25 Prélèvement de macrozoobenthos au moyen d'un filet kicknet	50		
Fig. 26 Diatomées en microscopies optique (MO) et électronique à balayage (MEB); cellules vivantes et valves préparées	51/52		
		Tableaux	
		Tab. 1 Nombre de bassins versants étudiés dans chacune des quatre catégories	29
		Tab. 2 Caractéristiques des bassins versants	30
		Tab. 3 Aperçu des relevés selon le système modulaire gradué (SMG)	45
		Tab. 4 Echelle d'appréciation selon le système modulaire gradué (classes et codes de couleur)	46
		Tab. 5 Tableau de classification (avec numéros et codes de couleur) de l'état écomorphologique de milieux aquatiques conformément au module Ecomorphologie – niveau R	59
		Tab. 6 Liste des stations de mesure, par canton et nom du cours d'eau	69

> Annexe

A1 Choix des stations de mesure de NAWA

Tab. 6 > Liste des stations de mesure, par canton et nom du cours d'eau

Canton	ID	Station de mesure de NAWA	Station hydrométrique	Distance (km)	Profondeur faible
AG	079	Aabach – Niederlenz*	Aabach – Lenzburg (AG 346)	2.6	oui
AG	080	Aare – Brugg*/**/*	Aare – Brugg (LH 2016)	0	non
AG	031	Aare – Felsenau*/**	Aare – Untersiggenthal, Stilli (LH 2205)	12.2	non
AG	034	Bünz – Möriken	Bünz – Othmarsingen (AG 332)	3.9	oui
AG	038	Limmat – Turgi*/**	Limmat – Baden, Limmatpromenade (LH 2243)	6.7	non
AG	032	Pfaffnern – Rothrist	Pfaffnern – Vordemwald (AG 340)	3.1	oui
AG	037	Reuss – Gebenstorf*/**	Reuss – Mellingen (LH 2018)	10	non
AG	103	Rhein – Rekingen*/**/*	Rhein – Rekingen (LH 2143)	0	non
AG	036	Sissle – Eiken*	Sissle – Eiken (AG 331)	0.1	oui
AG	039	Suhre – Suhr, beim Bahnhof*	Suhre – Suhr (AG 333)	1.4	oui
AG	035	Surb – Döttingen, Rietholz	Surb – Döttingen (AG 358)	0	oui
AG	111	Wigger – Zofingen*	Wigger – Zofingen (LH 2450)	1.4	oui
AG	033	Wyna – Suhr	Wyna – Suhr (AG 348)	0	oui
AI	115	Sitter – Appenzell	Sitter – Appenzell (LH 2112)	1.6	oui
AR	135	Urnäsch – Kubel, ob Sitter	Urnäsch-Aeschentobel (AR 9101)	9.2	oui
BE	055	Aare – Brienzwiler*/**	Aare – Brienzwiler (LH 2019)	0	non
BE	081	Aare – Hagneck*/**	Aare – Hagneck (LH 2085)	0.8	non
BE	006	Aare – Murgenthal*/**	Aare – Murgenthal (LH 2063)	0.3	non
BE	082	Aare – Nidau*/**	Aare – Brügg, Aegerten (LH 2029)	3.8	non
BE	083	Aare – Thun Schadau*/**	Aare – Thun (LH 2030)	3.2	non
BE	134	Birse – Choindez-Aval de la Roche St-Jean	Birse – Moutier, La Charme (LH 2122)	3.9	oui
BE	058	Chise – Oberdiessbach	Chise – Freimettigen (BE A086)	1.8	oui
BE	114	Emme – Emmenmatt mitte	Emme – Emmenmatt (LH 0070)	0.7	oui
BE	007	Emme – Gerlafingen, Steg*	Emme – Wiler, Limpachmündung (LH 0155)	2.8	oui
BE	056	Engstlige – Frutigen	Entschlige – Frutigen (BE A078)	2.2	oui
BE	059	Gürbe – Vor Mündung, bei Bodenacher Fähre	Gürbe – Belp, Mülimatt (LH 2159)	4.5	oui
BE	092	Kander – Hondrich	Kander – Hondrich (LH 2469)	2.1	oui
BE	063	Langete – Mangen	Langete – Lotzwil (BE A001)	8.2	oui
BE	097	Lütschine – Bönigen mitte*/**	Lütschine – Gsteig (LH 2109)	3.7	non
BE	106	Saane – Marfeldingen*	Saane – Laupen (LH 2215)	8.8	oui
BE	060	Sense – Thörishaus*	Sense – Thörishaus, Sensematt (LH 2179)	0.2	oui
BE	133	Simme – Latterbach	Simme – Latterbach (LH 0488)	2	oui
BE	094	Suze – Biel mitte, vor Mündung*	Suze – Biel/Bienne (Total) (BE A067)	1.8	oui
BE	062	Urtenen – Schalunen	Urtenen – Kernenried (BE A042)	4.1	oui
BL	067	Ergolz – Augst, Autobahn	Ergolz – Liestal (LH 2202)	5.9	oui
BS	002	Birs – Birskopf	Birs – Münchenstein, Hofmatt (LH 2106)	4.5	oui

Canton	ID	Station de mesure de NAWA	Station hydrométrique	Distance (km)	Profondeur faible
BS	000	Rhein – Weil, Palmrainbrücke*/**/****	Rhein – Weil, Palmrainbrücke (LH 2613)	0	non
FR	107	Sarine – Broc, Halte des Marches*	Sarine – Broc, Château d'en bas (LH 2160)	0	oui
FR	054	Sionge – Vuippens	Sionge – Vuippens (LH 2412)	0.1	oui
GE	086	Arve – Passerelle E. de Médecine*/**	Arve-Genève, Bout du Monde (LH 2170)	3.4	oui
GE	104	Rhône – Chancy*/**/****	Rhône – Chancy, Aux Ripes (LH 2174)	0.2	non
GL	096	Linth – Mollis, Gâsi*/**	Linth – Mollis, Linthbrücke (LH 2372)	3.6	non
GR	090	Hinterrhein – Rothenbrunnen*/**	Hinterrhein – Fürstenu (LH 2387)	6.5	non
GR	091	Inn – S-chanf*/**	Inn – S-chanf (LH 2462)	0	oui
GR	095	Landquart – Felsenbach*	Landquart – Felsenbach (LH 2150)	0	oui
GR	110	Vorderrhein – Reichenau*/**	[estimé à partir des données de stations Vorderrhein – Illanz, Glenner – Castrisch]	–	non
JU	084	Allaine – Boncourt	Allaine – Boncourt, Frontière (LH 2485)	0.2	oui
JU	087	Birs – Les Riedes-Dessus	Birse – Soyhières, Bois du Treuil (LH 2478)	1.3	oui
JU	088	Doubs – Ocourt, Pesses des Vernes*	Doubs – Ocourt (LH 2210)	1.7	oui
JU	069	Scheulte – Vicques	Scheulte – Vicques (LH 2610)	0	oui
JU	068	Sorne – Delémont	Sorne – Delémont (LH 2479)	0	oui
LU	093	Kleine Emme – Littau-Reussbühl*	Kleine Emme – Littau, Reussbühl (LH 2425)	0	oui
LU	014	Reuss – Luzern, Bahnhof*	Reuss – Luzern, Geissmatthbrücke (LH 2152)	0.9	oui
LU	116	Ron – Vor ARA Hochdorf	Ron – Hochdorf (LU 404/344)	0	oui
NE	085	Areuse – Boudry, Brücke*	Areuse – Boudry (LH 2480)	0	oui
NE	119	Seyon – Valangin	Seyon – Valangin (LH 2458)	0.4	oui
NW	074	Engelberger Aa – Oberdorf Ennerberg	Engelberger Aa – Buochs, Flugplatz (LH 2481)	1.9	oui
OW	012	Sarner Aa – Sarnen, Kägswil*	Sarner Aa – Sarnen (LH 2102)	2.1	oui
SG	028	Glatt – Niederuzwil, Buechental	Glatt – Oberbüren, Buechental (SG 8401)	0.1	oui
SG	113	Linth – Grosse Allmend, Obersee*/**	Linth – Weesen, Biäsche (LH 2104)	13.9	non
SG	027	Necker – Ob Thur, Lütisburg	Necker – Mogelsberg, Aachsäge (LH 2374)	7.6	oui
SG	102	Rhein – Diepoldsau*/**/****	Rhein – Diepoldsau, Rietbrücke (LH 2473)	0	non
SG	024	Rheintaler Binnenkanal – St.Margrethen*/**	Rheintaler Binnenkanal – St.Margrethen (LH 2139)	0	non
SG	025	Sitter – Leebrug*	Sitter – St.Gallen, Bruggen/Au (LH 2468)	9.3	oui
SG	023	Steinach – Vor Mündung, Mattenhof	Steinach – Steinach, Mattenhof (SG 0701)	0	oui
SG	026	Thur – Niederbüren, Golfplatz*	Thur – Niederbüren, Golfplatz (SG 8501)	0	oui
SH	112	Rhein – Stein am Rhein*/**	Rhein – Neuhausen, Fluringerbrücke (LH 2288)	21.4	non
SO	089	Dünnern – Olten, Hammer	Dünnern – Olten, Hammermühle (LH 2434)	0.5	oui
SO	009	Limpach – Kyburg	[estimé à partir des données de la station Limpach-Kyburg et des données historiques]	–	oui
SO	011	Lüssel – Breitenbach	Lüssel – Breitenbach (SO 607 250 008)	0.1	oui
SZ	100	Muota – Wilerbrugg	Muota – Ingenbohl (LH 2084)	0	oui
TG	072	Chemibach – Märstetten	Chemibach – Märstetten, Gruebühle (TG F2200)	0.2	oui
TG	071	Lauche – Bei Mühle Matzingen	Lauche – Matzingen (TG F5120)	0.3	oui
TG	070	Murg – Frauenfeld	Murg – Frauenfeld (LH 2386)	0	oui
TG	073	Salmsacher Aach – Salmsach	Aach – Salmsach, Hungerbühl (LH 2312)	0.3	oui
TI	123	Maggia – Brontallo	Maggia – Bignasco, Ponte nuovo (LH 2475) 1)	4.3	oui
TI	098	Maggia – Locarno, Solduno*	Maggia – Locarno, Solduno (LH 2368)	0	oui
TI	099	Moesa – Lumino*	Moesa – Lumino, Sassello (LH 2420)	0	oui

Canton	ID	Station de mesure de NAWA	Station hydrométrique	Distance (km)	Profondeur faible
TI	108	Ticino – Riazzino*/**	Ticino Riazzino (LH 2068)	0	non
TI	109	Tresa – Ponte Tresa*/**	Tresa – Ponte Tresa, Rocchetta (LH 2167)	0	non
UR	101	Reuss – Attinghausen, Allmeinigärtli*/**	Reuss – Seedorf (LH 2056)	1.6	oui
VD	130	Aubonne – Allaman, Le Coulet	Aubonne-Allaman, Le Coulet (LH 2433)	0	oui
VD	129	Boiron de Morges – Lac	Boiron de Morges – Tolochenaz, Route cantonale (VD BOI)	0	oui
VD	022	Broye – Domdidier*	Broye-Payerne, Caserne d'aviation (LH 2034)	6.6	oui
VD	132	Grande Eau – Aigle, Autoroute	Grande Eau – Aigle (LH 2203)	3	oui
VD	126	Mentue – La Mauguettaz	Mentue-Yvonand, La Mauguettaz (LH 2369)	0.1	oui
VD	128	Promenthouse – Le Rancho	Promenthouse – Gland, Route Suisse (LH 2493)	0	oui
VD	127	Talent – Chavornay	Talent – Chavornay (VD TAL)	0	oui
VD	021	Thielle – Yverdon, Les Parties*	[estimé à partir des données de stations Orbe – Le Chalet, Talent – Chavornay]	–	oui
VD	020	Venoge – Ecublens, Les Bois	Venoge-Ecublens, Les Bois (LH 2432)	0	oui
VD	131	Veveyse – Vevey	Veveyse-Vevey, Copet (LH 2486)	1.4	oui
VS	018	Drance – Martigny*/**	Drance – Martigny, Pont de Rossettan (LH 2053)	0	oui
VS	015	Rhone – Brig*/**	Rhone – Brig (LH 2346)	0	oui
VS	105	Rhône – Porte du Scex*/**/*	Rhône – Porte du Scex (LH 2009)	0	non
VS	017	Rhône – Sion*/**	Rhône – Sion (LH 2011)	0	oui
VS	016	Vispa – Visp*/**	Vispa – Visp (LH 2351)	0	oui
ZG	075	Lorze – Frauenthal*	Lorze – Frauenthal (LH 2125)	0	oui
ZG	076	Lorze – Letzi	Lorze – Zug, Letzi (LH 2477)	0	oui
ZH	046	Aa – Niederuster	Aabach – Niederuster (ZH 554)	0.2	oui
ZH	045	Aabach – Mönchaltorf	Aabach – Mönchaltorf (ZH 527)	0	oui
ZH	049	Furtbach – Otelfingen	Furtbach – Würenlos (ZH 548)	1.8	oui
ZH	044	Glatt – Abfluss Greifensee*	Glatt – Dübendorf (ZH 533)	3.1	oui
ZH	043	Glatt – Rheinsfelden*	Glatt – Rheinsfelden (LH 2415)	0	oui
ZH	048	Jona – Nach Rüti	Jona – Rüti (ZH 582)	0.2	oui
ZH	040	Limmat – Hönggersteg*	Limmat – Zürich, Unterhard (LH 2099)	2.7	oui
ZH	047	Reppisch – Dietikon	Reppisch – Dietikon (ZH 572)	0	oui
ZH	065	Sihl – Hütten	Sihl – Blattwaag, Hütten (ZH 547)	0.8	oui
ZH	042	Sihl – Sihlhölzli	Sihl – Zürich, Sihlhölzli (LH 2176)	0.1	oui
ZH	050	Thur – Andelfingen, Brücke*	Thur – Andelfingen (LH 2044)	0.6	oui
ZH	041	Töss – Freienstein	Töss – Freienstein (ZH 570)	0	oui
ZH	066	Töss – Rämismühle, Zell	Töss – Rämismühle, Zell (ZH 520)	0.1	oui

ID = numéro d'identification
 Distance = distance entre la station de NAWA et la station hydrométrique
 * = Relevés piscicoles non prévus
 ** = Relevés des macrophytes non prévus
 *** = Stations de base du NADUF (cf. Fig. 1 et Fig. 4)

A2 Fiches des stations de mesure de NAWA

Les fiches indiquent les caractéristiques des 111 stations de mesure de NAWA et de leurs bassins versants, ainsi que les facteurs d'influence énumérés dans le tab. 2. Classées par canton et par nom de cours d'eau, elles contiennent les informations suivantes:

- > Canton – Numéro d'identification – Nom du cours d'eau – Nom de la station – Coordonnées
- > Carte indiquant l'emplacement de la station et du bassin versant
- > Altitude de la station
- > Superficie du bassin versant [km²] et portion du bassin versant située sur territoire suisse (si cette portion est inférieure à 100 %)
- > Altitude moyenne du bassin versant
- > Région biogéographique où se trouve la station
- > Appréciation écomorphologique à la hauteur de la station
- > Débit moyen [m³/s]
- > Débit d'étiage Q_{347} [m³/s]
- > Type de régime d'écoulement
- > Numéro d'ordre du cours d'eau à la hauteur de la station
- > Influence hydrologique à la hauteur de la station: aucune, faible, éclusées, débit résiduel, débit hivernal accru, émissaire d'un lac régulé, divers («-»: non étudié)
- > Utilisation agricole dans le bassin versant selon le REA 2008: proportion des «terres ouvertes» et des «surfaces herbagères» dans le bassin versant situé sur territoire suisse et total d'unités de gros bétail par km²
- > Proportion d'eaux usées dans le débit Q_{347} (catégories: 0 à 10 %, 10 à 20 %, 20 à 50 % et > 50 %)
- > Couverture du sol dans le bassin versant situé sur territoire suisse 1985/1997: pourcentage de «surfaces boisées», de «surfaces agricoles», de «surfaces improductives» et de «surfaces urbanisées»

Stations spéciales:

- * = Relevés piscicoles non prévus
- ** = Relevés des macrophytes non prévus
- *** = Stations de base du NADUF (cf. Fig. 1 et Fig. 4)

Voir pdf à part: www.bafu.admin.ch/uw-1327-f