

Mentions légales

Nom du projet : Synthèse des eaux : de la mesure sectorielle à la vision globale
Projet partiel : Phase 1 : Aperçu de l'utilisation et de l'utilité des cartes et des schémas de synthèse
Date de création : 02.07.2019
Dernière mise à jour : 30 janvier 2023
Auteurs (Mandataire): Heiko Wehse et Daniel Rebsamen

Hunziker Betatech AG
Rue du Jubilé 93
3005 Berne

Tél. 031 300 32 00
Courrier électronique : bern@hunziker-betatech.ch

Direction du projet (Mandant) : Silwan Daouk et Irene Wittmer, Plateforme Qualité des eaux, VSA
Fichier : 7034.61 B007f Rapport Synthèse des cours d'eau.docx

Table des matières

Résumé	4	
1 Introduction		6
1.1 Situation de départ		6
1.2 Hypothèses au début du projet		10
1.3 Objectifs et questions relatives au projet		11
1.4 Déroulement et organisation		11
2 Objet de la réflexion et délimitation		12
2.1 Objets de l'enquête		12
2.2 Résolution spatiale		12
2.3 Délimitation thématique		13
3 Procédure pour les synthèses des eaux		18
3.1 Étapes du plan d'action		18
3.2 Étape A : Analyses de l'état actuel des eaux		20
3.3 Étape B : Enquêtes sur les sources d'exposition		21
3.4 Étape C : Compilation de tous les secteurs pertinents du bassin versant		22
3.5 Étape D : Interprétation, comme base d'un plan d'action		22
4 Cartes de synthèse des eaux		23
4.1 Aperçu des types de cartes		23
4.2 La bonne quantité d'informations par carte		24
4.3 Type ① : Cartes sectorielles (un seul thème), par ex. représentation des résultats de mesure		26
4.4 Type ② : Cartes intégrales intersectorielles, p. ex. représentation des résultats de mesures		27
4.5 Type ③ : Cartes de synthèse sectorielles des interprétations		28
4.6 Type ④ : Cartes de synthèse intégrale intersectorielle des interprétations		29
5 Représentations schématiques (type⑤) pour les synthèses des eaux		30
6 Interviews		31
6.1 Résumé succinct des opinions des personnes interviewées		31
6.2 Prises de position sur les hypothèses		37
7 Conclusion et perspectives		41
7.1 Réponse aux questions du projet et autres recommandations		41
7.2 Perspectives		42
8 Bibliographie		43

Annexe séparée : recueil des cartes et schémas hydrographiques existants

Résumé

Situation de départ

On dispose de nombreuses données de mesure sur l'état des eaux et sur les sources ponctuelles de pollution, ainsi que beaucoup d'autres informations provenant des bassins versants. Et ce nombre ne fait que de croître! Ces données volumineuses ne sont souvent exploitées que partiellement ou de manière sectorielle. Comment une vision globale peut-elle en découler ? Des représentations synthétiques intégrales peuvent-elles aider à identifier les mesures prioritaires ?

Hypothèses et questions

Nous partons du principe qu'à partir des nombreuses données de mesure et des informations disponibles sur les différents bassins versants, il est possible d'élaborer une vision plus complète et globale de la situation de pollution avec une meilleure compréhension des relations de cause à effet. Des représentations synthétiques compréhensibles aident à la fois à élaborer une telle vision et à présenter les conclusions. Outre la mise en évidence des liens de causalité, les représentations servent également de bonne base de discussion entre les spécialistes des différents secteurs de la protection des eaux. Dans le cadre d'un échange commun, elles aident à déduire et à prioriser les mesures d'amélioration de l'état des eaux.

Le projet en cours vise en particulier à rassembler et à discuter de telles représentations synthétiques. Le public cible primaire des cartes et schémas de synthèse utilisés jusqu'à présent sont les spécialistes des cantons et de la Confédération chargés du développement des cours d'eau. Selon le degré de synthèse et de simplification, ils peuvent également être préparés pour les décideurs politiques ou les profanes.

Les questions de projet étudiées sont

- Quelles sont les représentations synthétiques de la qualité des eaux ?
- Comment évalue-t-on l'utilité des représentations synthétiques de la qualité des eaux ?
- Y a-t-il un besoin de recommandations sur la création et l'utilisation de représentations synthétiques ?

Typage et collecte de cartes et de schémas de synthèse

En partant d'une procédure esquissée (étapes de travail) pour l'élaboration de synthèses des eaux (chapitre 3), une typologie des cartes et schémas possibles est proposée (chapitre 4 et 5), et les exemples de cartes et de schémas connus des auteurs et rencontrés dans le cadre du présent projet ont été rassemblés et classés selon ces types (annexe).

Cette collection sert à trouver plus rapidement à l'avenir un mode de présentation approprié en fonction du périmètre de l'étude, du groupe cible et des contenus (source d'inspiration).

Entretiens dirigés

Des interviews ont été menées avec des représentant·e·s choisis de la gestion des eaux en Suisse, afin de comprendre si et comment des synthèses de cours d'eau sont réalisées aujourd'hui, quelle est l'utilité de telles synthèses, et s'il existe un besoin de recommandations ou d'autres outils (chapitre 0). La majorité des expert·e·s interviewé·e·s sont d'avis qu'il est possible d'interpréter davantage de données que ce qui se fait habituellement aujourd'hui à partir des vastes bases de données. Il existe également un consensus sur le fait que l'interprétation doit se faire dans le cadre d'un dialogue entre expert·e·s techniques et qu'elle ne peut pas encore être entièrement automatisée. Une majorité des personnes interrogées considère que les représentations synthétiques intégrales sont utiles pour l'interprétation et la communication et salue une collection d'exemples.



Conclusions et recommandations

- Dans les situations où les structures d'impact sont complexes, il est recommandé d'adopter une approche intégrale pour traiter les données intersectorielles afin d'établir des cartes et des schémas synthétiques.
- La combinaison de représentations sectorielles et intégrales a déjà fait ses preuves dans la pratique, dans différents projets. De nombreux types de représentations ont déjà été développés dans le cadre de projets thématiques différents et peuvent servir de source d'inspiration pour des applications futures. Il existe un potentiel pour une utilisation accrue de représentations synthétiques réussies.
- Une collection de cartes et de schémas hydrographiques existants et/ou d'exemples de bonnes pratiques documentés est intéressante et utile. Les exemples rassemblés dans l'annexe de ce rapport pourraient être complétés, commentés et élargis.
- Une recommandation sur l'approche intégrale et l'utilisation de représentations synthétiques conduirait (si elle était appliquée) à une uniformisation. Certains·es des expert·es interviewés estiment que c'est très souhaitable, d'autres pensent que l'uniformisation n'est pas pertinente compte tenu de la diversité des bassins versants, des problématiques et des acteurs. Face à cela, nous proposons d'investir plutôt dans des produits réalisables à court terme, notamment dans la documentation de bons projets existants ainsi que dans des outils informatiques.
- Différents outils informatiques (notamment SIG et bases de données) peuvent être utilisés pour la présentation des résultats. Nous estimons qu'un développement ciblé est judicieux et recommandons de déclencher d'autres étapes dans cette direction. Dans une prochaine étape, on pourrait examiner s'il est possible de développer, à un coût raisonnable, un outil informatique simple qui facilite l'élaboration de représentations synthétiques et dont l'utilisation est intuitive.

1 Introduction

1.1 Situation de départ

La qualité des eaux s'est améliorée, mais des déficits importants subsistent.

La qualité des eaux suisses s'est fortement améliorée depuis les années 80, et la construction et l'extension des stations d'épuration est une histoire à succès. Cependant, il existe encore des déficits répandus, par exemple dans le domaine de la pollution par les composés traces organiques ou de la morphologie. Les petits cours d'eau situés dans les zones d'agriculture intensive, en particulier, présentent souvent une forte pollution par les substances. Cela se reflète également dans l'état de la biocénose, l'état des poissons étant par exemple insatisfaisant en de nombreux endroits. Le changement climatique pose également de nouveaux défis aux cours d'eau : crues plus fréquentes, températures élevées de l'eau, assèchement de certains tronçons de cours d'eau et arrivée de néobiotes qui évincent la flore et la faune indigènes.

De nombreuses mesures sont prises, les priorités ne sont pas toujours faciles à établir.

Les déficits dominants de nature hydrologique, morphologique et qualitative sont activement abordés, par exemple par l'assainissement de la force hydraulique et du charriage, par des revitalisations et par l'extension des STEP avec des étapes de traitement supplémentaires ainsi que par le plan d'action sur les produits phytosanitaires. Ces mesures sont nécessaires, importantes et urgentes. Mais dans quels cours d'eau ces mesures permettent-elles d'atteindre un bon état et où subsistent des déficits importants ? Qu'est-ce qui est prioritaire ?

Les analyses d'état sont principalement effectuées de manière sectorielle.

En Suisse, la Confédération, les cantons et des entreprises privées procèdent à des analyses approfondies de l'état de certains cours d'eau. Elles permettent d'effectuer de bonnes analyses sectorielles de l'état (par exemple écomorphologie ou qualité chimique de l'eau) et d'identifier les déficits sectoriels correspondants des tronçons de cours d'eau étudiés.

Grâce au système modulaire gradué (SMG), les examens sont réalisés à un haut niveau de qualité et sont largement standardisés. Elles permettent ainsi des comparaisons interrégionales et nationales.

En complément des études spécifiques aux cours d'eau, on dispose d'une multitude de mesures et de données d'utilisation des bassins versants, qui permettent de caractériser et d'analyser statistiquement les sources de pollution potentielles. Des mesures d'émissions ou des données de flux modélisées de certains polluants sont également disponibles pour certaines sources de pollution ponctuelles.

Aujourd'hui, ces différentes sources d'information sont rarement analysées de manière combinée, ce qui ne permet pas d'exploiter le potentiel de connaissances supplémentaires.

Les problèmes sectoriels ou ponctuels sont généralement faciles à comprendre - il n'y a donc pas besoin de synthèses complexes des cours d'eau.

Dans les systèmes simples où les structures d'impact sont peu complexes, les approches sectorielles traditionnelles suffisent souvent à définir les mesures nécessaires et adaptées aux objectifs.

Par exemple, pour les déficits morphologiques (aménagement) et hydrologiques (débit résiduel, éclusées), les causes sont en général suffisamment connues. Dans les bassins versants où de telles atteintes dominent, la planification des mesures peut se faire directement, sans étapes intermédiaires supplémentaires.

Mais même dans le cas de relations simples de cause à effet, les mesures sont souvent complexes et leur mise en œuvre exigeante, et il n'est pas toujours évident de savoir quelles mesures ont le meilleur effet ou le meilleur rapport coût-efficacité.

Tableau 1: Exemples de relations simples de cause à effet

Cause	Effet (= déficit écologique du cours d'eau)	Mesure
Absence de dotation en débits résiduels	Lit de ruisseau à sec, disparition d'habitats et de communautés aquatiques, etc.	Assainissement des débits résiduels, dotation
Aménagement important du lit du cours d'eau / pieds de berge	Augmentation de la vitesse du courant, réduction de la diversité du courant, perte d'habitats, limitation de la connectivité longitudinale / transversale, etc.	Renaturation, revitalisation, dynamisation
Ouvrages transversaux	Restriction du continuum des cours d'eau, perturbation du transport de sédiments, interruption de la connectivité longitudinale	Assainissement, suppression, aides à la migration
Pollution aiguë des eaux par l'apport illégal de substances nocives telles que l'huile, le lisier, les pesticides, etc.	Mort d'organismes aquatiques, pollution des sédiments, infiltration dans les eaux souterraines, etc.	Prévention : par exemple, assainissement des places de lavage, sensibilisation ; Réaction : Mesures de rétention, dilution, assainissement

Les pressions et les interactions qui se superposent sont difficiles à cerner.

Il n'est pas toujours facile de déterminer les mesures nécessaires, proportionnées et ciblées pour remédier aux atteintes. Alors que les causes des déficits morphologiques et hydrologiques sont généralement connues, le lien entre les déficits biologiques constatés et les évaluations chimiques n'est souvent pas directement visible, surtout sur le Plateau.

Il est souvent difficile d'attribuer les déficits de qualité à des sources individuelles, car ils sont souvent causés par une combinaison de différentes pollutions. La situation est encore compliquée par le fait que les déficits morphologiques sont également souvent combinés à une pollution de la qualité de l'eau. En Suisse, pays densément peuplé, de nombreuses utilisations se superposent généralement dans le bassin versant. Elles entraînent une combinaison de multiples sources de pollution et de nuisance. Il s'agit notamment de l'évacuation des eaux urbaines, de l'agriculture, des voies de communication, de l'industrie et de l'artisanat, des chantiers, de l'énergie hydraulique, des prélèvements d'eau et de gravier, mais aussi des aménagements, des mises sous terre, des régulations et des néobiotes.

S'y ajoutent les variations naturelles, les différentes caractéristiques des bassins versants et les facteurs de stress liés au réchauffement climatique d'origine anthropique. Dans les analyses de cours d'eau, la somme de toutes ces influences se traduit par une évaluation de l'état sans lien direct avec les sources.

Le modèle DPSIR (Causes - Pressions - Etat - Effets - Mesures) harmonisé à l'échelle européenne, [1]¹) permet d'étudier les relations en tenant compte de la causalité. Le schéma présenté dans la Figure 1 montre comment les causalités (relations de cause à effet) peuvent être étudiées pour déterminer les mesures appropriées. L'intervention par des mesures appropriées (response) permet d'améliorer l'état des eaux à long terme. La définition de mesures efficaces n'est possible que si l'on a une bonne compréhension des causes pertinentes dans chaque cas. Ce processus peut être soutenu par des analyses et des représentations synthétiques appropriées.

¹ Dans ce rapport, les références bibliographiques sont indiquées entre crochets []. Bibliographie dans le chapitre 8.

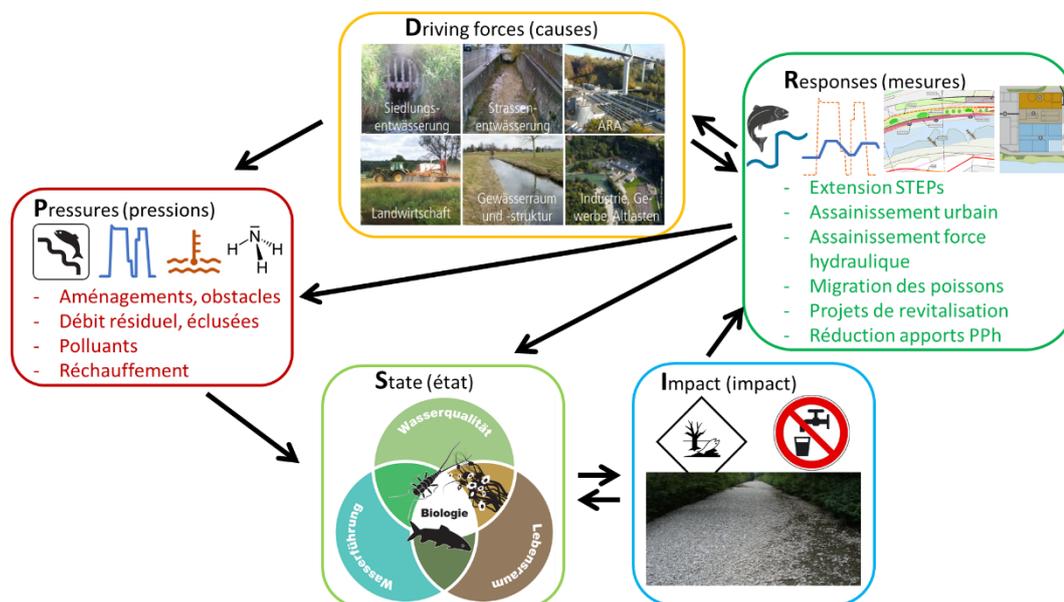


Figure 1 Représentation exemplaire et schématique du modèle DSPIR pour les cours d'eau. (Sources : [1] [2] [3] [4] [5])

Les problèmes intersectoriels ou qui se superposent dans l'espace sont complexes. Les synthèses de l'eau peuvent alors aider à identifier les interactions.

Pour une revalorisation ciblée des cours d'eau à l'aide de mesures, il est important de connaître les principaux déficits et les causes. Cela est souvent difficile en raison de la complexité des structures d'action dans les cours d'eau et des multiples facteurs d'influence dans leurs bassins versants.

Jusqu'à présent, aucune procédure uniforme ne s'est imposée en Suisse pour les analyses complètes et intégrales (c'est-à-dire intersectorielles) des causes permettant de déduire les mesures de protection et de revalorisation des eaux nécessaires ou prioritaires. Il existe des recommandations de procédure pour la gestion intégrale des bassins versants², et il existe divers exemples de cas.

Les auteurs du présent rapport supposent qu'il n'est pas nécessaire de formuler d'autres recommandations sur la procédure de base, mais qu'il existe encore un grand potentiel dans l'évaluation et la présentation des différentes données collectées, en particulier dans les situations complexes telles que les pollutions chroniques par des substances, les pollutions superposées provenant de différentes sources ou les combinaisons de déficits matériels, morphologiques et éventuellement aussi hydrologiques.

Pour des raisons d'efficacité et de coûts, cette compréhension est toutefois importante, par exemple pour les services cantonaux, afin d'utiliser leurs ressources de manière ciblée, là où le rapport coût/bénéfice est le meilleur.

L'hypothèse de base des auteurs (voir aussi le chapitre 1.2) est que les représentations synthétiques des cours d'eau peuvent aider à mieux comprendre les conditions grâce à une large vue d'ensemble de l'état des cours d'eau et des sources de pollution possibles, et à en déduire ainsi des mesures plus ciblées.

² Par exemple [7] OFEV (éd.) 2012 : Gestion par bassin versant. Guide pratique pour la gestion intégrale de l'eau en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 1204

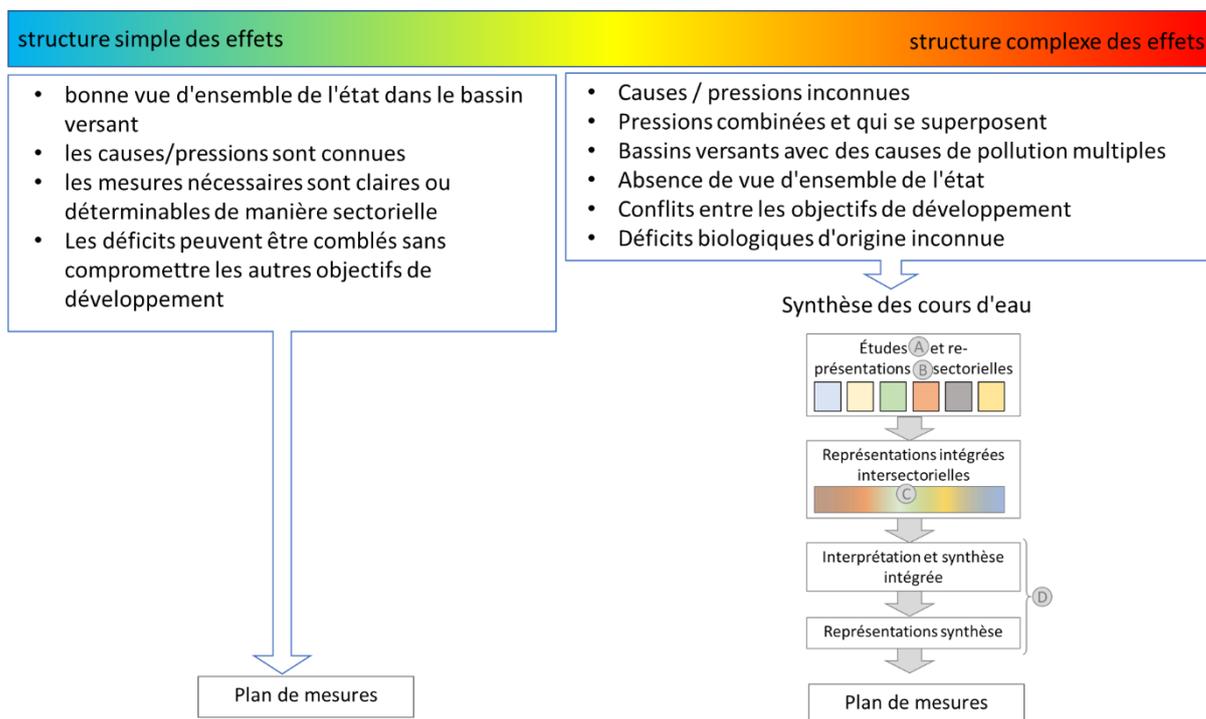


Figure 2: Procédure différente selon la complexité des conditions : dans les systèmes simples, aucune analyse complexe n'est nécessaire, les mesures peuvent être définies directement. Pour les situations complexes, les auteurs recommandent la procédure représentée à droite (voir chapitre 3)

Dans certains cas, les synthèses des eaux peuvent aider à contrôler les résultats.

La réalisation de contrôles d'efficacité dans le cours d'eau pour des mesures individuelles ne permet pas toujours d'atteindre l'objectif, car l'état du cours d'eau dans un tronçon dépend d'une multitude de facteurs d'influence dans l'ensemble du bassin versant. Des sources de pollution qui se superposent et la somme de nombreuses pollutions insignifiantes prises isolément peuvent entraîner des atteintes écologiques importantes dans le continuum du cours d'eau.

Pour les sources de pollution ponctuelles, il est possible de réaliser des mesures d'émissions qui permettent un contrôle direct du fonctionnement. L'effet direct sur les habitats et la biologie aquatiques ne peut toutefois pas être évalué par des mesures d'émissions.

Des analyses approfondies des cours d'eau permettent de se faire une idée de l'état actuel d'un cours d'eau. Selon l'ampleur et le type des analyses, il est également possible de tirer des conclusions sur les sources de pollution présumées. Si les analyses sont répétées périodiquement, la comparaison dans le temps sert à contrôler les résultats et montre l'évolution à long terme. Les représentations synthétiques permettent de représenter graphiquement les changements de la qualité des eaux et des sources de pollution. Cela permet de vérifier de manière globale l'effet des (paquets de) mesures mises en œuvre. Des études spécifiques sont toutefois nécessaires pour contrôler l'efficacité des mesures individuelles.

1.2 Hypothèses au début du projet

Au début du projet, les auteurs du présent rapport ont formulé leurs hypothèses implicites sous la forme de six affirmations. Celles-ci sont mises en lumière directement ou indirectement dans les chapitres suivants et discutées avec certains acteurs de la gestion des eaux en Suisse lors d'interviews. Le chapitre 6.2 rassemble leur avis sur les hypothèses.

1) "On peut faire plus avec toutes ces données !"

"Les données sont de plus en plus nombreuses et de meilleure qualité. Dans de nombreux cas, cette abondance de données pourrait être utilisée de manière encore plus ciblée afin de déduire les mesures prioritaires pour améliorer l'état des eaux et d'évaluer leur effet global. Aujourd'hui, ces différentes sources d'information ne sont guère analysées de manière combinée, ce qui ne permet pas d'exploiter le potentiel de connaissances supplémentaires."

2) "Les schémas et cartes intégrales sont très utiles".

"L'agrégation et les représentations synthétiques soignées (représentations intégrales) sont utiles. Grâce à elles, l'interprétation de l'état des eaux est plus simple et donc meilleure. En particulier, les relations de cause à effet peuvent être étudiées plus facilement."

Cela permet aussi d'arriver plus facilement à de meilleures mesures, et la communication des résultats est plus simple".

3) "Le dialogue entre expert-e-s est et reste nécessaire. L'interprétation ne peut pas être automatisée".

"Pour interpréter et formuler des mesures, il faut un dialogue entre les représentant-e-s des différents secteurs (les représentations intégrales offrant une bonne base)."

Même à l'avenir, il n'y aura pas de conclusions automatisées, les expert-e-s ne peuvent pas (encore) être remplacés par l'intelligence artificielle et les algorithmes".

4) "La démarche du canton de FR est exemplaire pour passer des données de monitoring aux mesures".

"L'approche choisie dans le canton de FR (dans le cadre du plan sectoriel de l'eau 2017) est pertinente pour obtenir une appréciation globale (intégrale) de l'état des eaux à partir des données et méthodes disponibles. Elle peut servir de modèle".

5) "Les représentations intégrales des cours d'eau sont surtout utiles pour l'analyse de la qualité des eaux".

"Le principal avantage concerne la qualité des eaux (chimie et biologie) et ses causes. La morphologie et l'hydrologie sont des grandeurs explicatives, mais les déficits et les mesures nécessaires de ces secteurs sont généralement beaucoup plus faciles à déterminer".

6) "La démarche se prête à un contrôle des résultats au niveau du bassin versant".

"Si des analyses d'état sont effectuées de manière répétée à l'échelle du bassin versant, la comparaison des résultats permet de réaliser un contrôle intégral des effets. Pour les contrôles d'efficacité locaux de certaines mesures (par exemple extension de STEP, revitalisation, optimisation du comportement de décharge des bassins d'orage), d'autres outils (plus spécifiques) ou des études locales sont nécessaires".

1.3 Objectifs et questions relatives au projet

Le projet poursuit les objectifs suivants (objet du présent rapport) :

- Obtenir une **vue d'ensemble** des activités en cours, des principaux outils utilisés et des applications existantes (exemples de cas) dans le domaine thématique des représentations de synthèse des eaux.
- Déterminer les **besoins** d'une sélection d'acteurs en matière d'explication des procédures et de présentation.

Les questions de projet suivantes ont été formulées à partir de ces objectifs :

- Quelles sont les représentations de synthèse de la qualité des eaux ?
- Comment évalue-t-on l'utilité des représentations synthétiques de la qualité des eaux ?
- Y a-t-il un besoin de recommandations sur la création et l'utilisation de représentations de synthèse ?

Au début du projet, d'autres objectifs possibles ont été discutés. Ceux-ci n'ont volontairement pas été poursuivis, mais reportés à d'éventuelles phases ultérieures :

- Elaborer une recommandation d'action pour les évaluations intégrales des cours d'eau, en tant qu'outil pratique pour l'évaluation de l'état des cours d'eau et pour l'identification des mesures prioritaires.
- Tester la recommandation d'action dans le cadre d'un projet pilote.
- Documenter des exemples intéressants de bons projets ("meilleures pratiques"), comme source d'inspiration.

1.4 Dérroulement et organisation

Organisation

Le mandant est le CC Cours d'eau du VSA, représenté par Silwan Daouk. Irene Wittmer a également participé à la mise en place du projet.

Le projet a été élaboré par Heiko Wehse et Daniel Rebsamen de Hunziker Betatech.

Étapes de travail

Les principales étapes de travail sont les suivantes :

- Recherche documentaire (principalement sur Internet), notamment pour rassembler des exemples de présentation.
- Interviews
 - Dr. Pius Niederhauser, AWEL du canton de ZH
 - Lukas Egloff, Service de l'environnement du canton de SO
 - Dr. Lukas De Ventura, AfU canton AG
 - Dr. Nele Schuwirth, EAWAG
 - Stefan Hasler, VSA
 - Olivier Chaix, Integralia SA

- Documentation des résultats dans le présent rapport.
- Compilation et classification des cartes et schémas des cours d'eau dans l'annexe séparée.

2 Objet de la réflexion et délimitation

2.1 Objets de l'enquête

Le présent rapport se concentre principalement sur les **cours d'eau**.

Les plans d'eau et les **eaux souterraines** sont étroitement liées aux cours d'eau, tant sur le plan physique que sur celui des questions et des problèmes. Pour obtenir une bonne vue d'ensemble complète de l'état des eaux, il faut également prendre en compte les plans d'eau et les eaux souterraines. La recherche et les outils de surveillance et de planification des mesures dans les lacs et les eaux souterraines sont toutefois très différents de ceux utilisés dans le domaine des cours d'eau, raison pour laquelle ils sont généralement traités séparément. La présente évaluation des synthèses des eaux se limite donc aux cours d'eau. Si les résultats concernant les plans d'eau sont disponibles, ils peuvent être intégrés dans des cartes et d'autres représentations.

2.2 Résolution spatiale

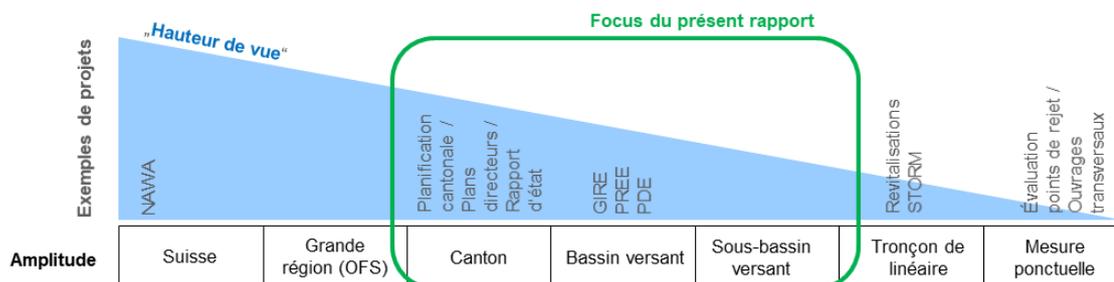


Figure 3 : Illustration de la focalisation spatiale du présent rapport

Les synthèses des eaux sont réalisées à différentes échelles spatiales. Au niveau fédéral, l'OFEV étudie l'état et l'évolution temporelle de manière globale grâce à l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA). Les cantons complètent ces travaux par de nombreuses mesures et analyses pour la surveillance de l'état des eaux au niveau cantonal ainsi que de manière ciblée pour les bassins versants.

Les services cantonaux sont au cœur d'un vaste ensemble de données, d'études et de projets. Ils doivent en tirer les bonnes conclusions, définir des mesures appropriées et fixer des priorités. C'est au niveau des services cantonaux que nous estimons que le besoin d'outils et de moyens auxiliaires pour la documentation et le soutien à la prise de décision est le plus important. L'unité d'analyse est généralement constituée par les **bassins versants hydrologiques** ; selon la question posée, les bassins versants des STEP doivent également être intégrés dans les analyses et les résultats doivent être appliqués à des zones de planification différentes (communes, districts).

L'OFEV met à disposition un outil utile pour la subdivision des zones d'étude en sous-bassins versants : la classification des bassins versants de la Suisse. Sur la base de sous-bassins d'une taille moyenne d'environ 2 km², les codes auxiliaires intégrés permettent de déterminer des bassins versants hydrologiquement cohérents et de représenter des sous-bassins d'environ 40 km² et 150 km² [6].

2.3 Délimitation thématique

Trois objectifs de développement pour les cours d'eau

Les analyses et les sources de pollution qui ont une grande importance pour la qualité des cours d'eau sont prises en compte. Par qualité des eaux, on entend l'interaction entre le débit (hydrologie), la structure (morphologie) et la qualité de l'eau (physico-chimique) (Idées directrices - Cours d'eau suisses [8]). Ces trois objectifs centraux de développement peuvent être complétés par d'autres thèmes et sous-thèmes en fonction de la problématique et de l'objectif. Il convient de souligner la fonction centrale de la biologie, qui se développe en fonction de tous les autres domaines. Ci-dessous, quelques exemples de représentations de ces notions clés.

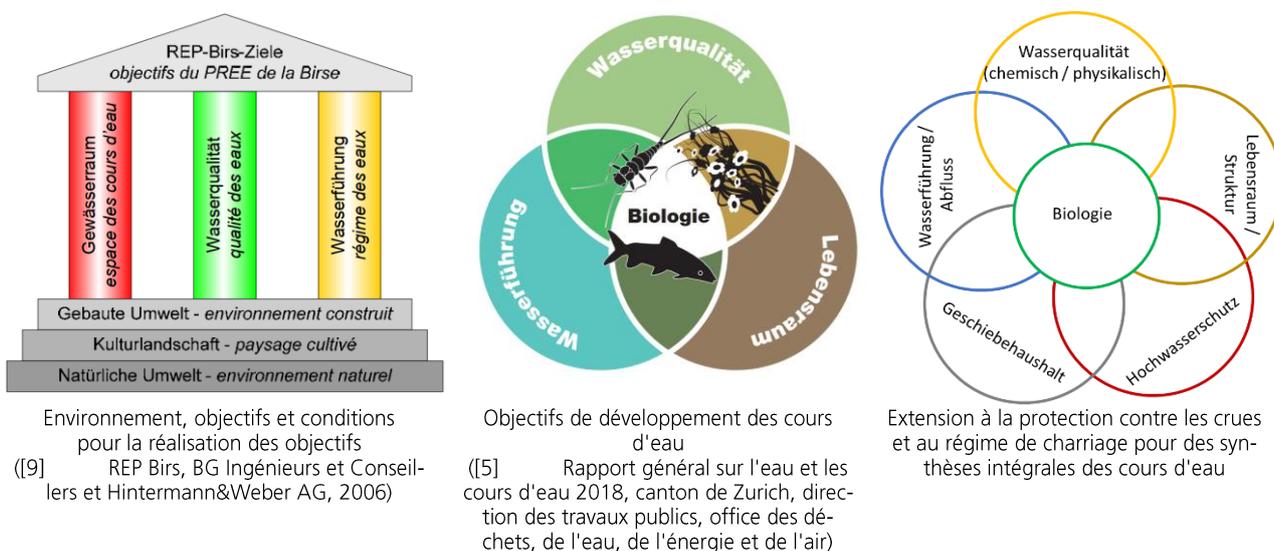


Figure 4 Illustrations des principaux éléments de la qualité des eaux

La qualité des eaux s'exprime par l'état biologique, qui peut également être analysé directement (poissons, macrozoobenthos, plantes aquatiques, diatomées, bactéries) en plus des trois objectifs de développement (qualité physico-chimique, habitat, débit).

Avec l'apparition accrue de néozoaires et de maladies introduites, la biologie est également devenue un facteur d'influence directe sur les biocénoses indigènes.

Pour une synthèse complète de l'état des cours d'eau, il faut considérer non seulement les trois facteurs d'influence mentionnés et la biologie, mais aussi la protection contre les crues et le régime de charriage, car ils déclenchent des mesures globales et de grande envergure sur les cours d'eau et influencent ainsi très directement les autres objectifs de développement (aussi bien en tant que synergies dans les projets de revitalisation, par exemple, qu'en tant que conflits d'objectifs potentiels).

Selon l'objectif d'une synthèse des eaux, le régime de charriage et la protection contre les crues peuvent également être exclus. Souvent, ces thèmes sont traités séparément et ont une influence moins directe sur la qualité de l'eau et la biologie. Les déficits de charriage et de crues ont souvent aussi des causes dans les environs des cours d'eau et doivent donc aussi être abordés par des mesures d'aménagement du territoire. Les ouvrages construits pour la protection contre les crues sont inclus dans l'état morphologique.

Pour une compréhension commune des relations et une utilisation homogène des termes clés, les auteurs recommandent de s'inspirer, dans le contexte des synthèses, de la Figure 5 pour s'orienter.

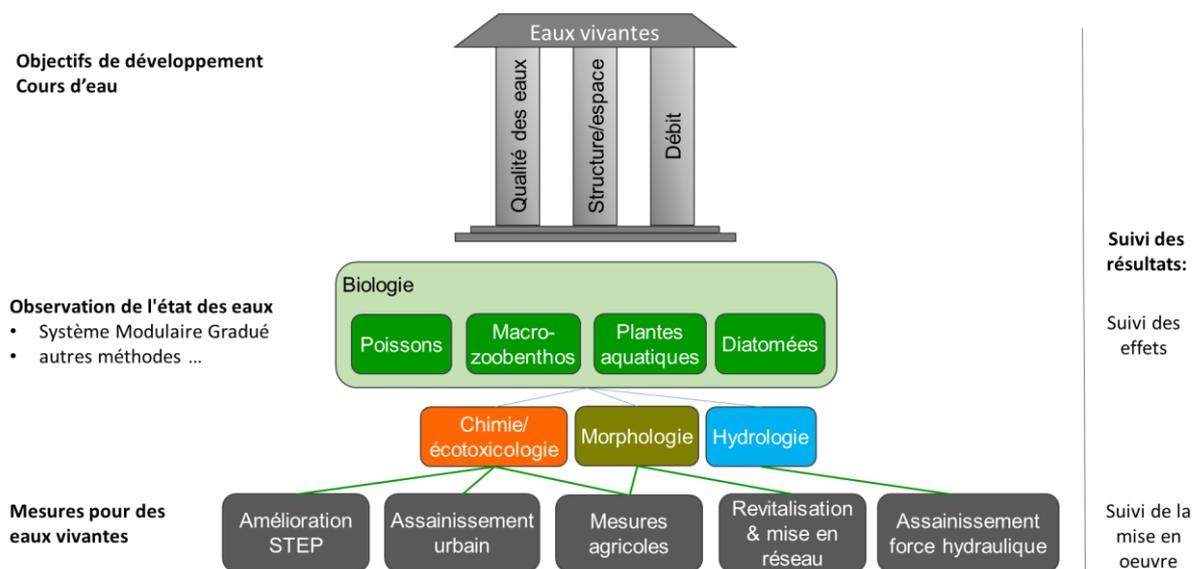


Figure 5 : Eaux vivantes : Objectifs, observations, mesures et suivi des résultats selon le CC Cours d'eaux du VSA [10]

Explications de la Figure 5:

- Des cours d'eau vivants ont besoin d'une bonne qualité de leurs eaux, d'une bonne structure et d'un espace réservé suffisant, ainsi que d'un régime d'écoulement naturel.
- L'état des eaux par rapport à ces objectifs peut être observé à l'aide de nombreux paramètres. La biologie, la chimie, l'écotoxicologie, la morphologie et l'hydrologie sont au premier plan. Il existe pour cela des méthodes standardisées, notamment dans le cadre du système modulaire gradué (SMG). Le suivi de ces paramètres permet de tirer des conclusions sur l'effet des mesures.
- Il existe des mesures dans différents domaines qui contribuent à des cours d'eau vivants, par exemple l'extension des STEP, des mesures dans l'évacuation des eaux urbaines (par exemple la mise en œuvre de mesures PGEE), des mesures dans l'agriculture (par exemple la réduction des produits phytosanitaires ou la mise à disposition d'espace pour des revitalisations), des revitalisations ou encore l'assainissement de la force hydraulique.
- S'il est facile de vérifier la mise en œuvre des mesures, il est souvent nettement plus difficile de prouver également leurs effets par des données de monitoring³. Les synthèses peuvent aider à contrôler les résultats à long terme. En ce qui concerne la qualité des eaux, il n'est pas non plus facile de déduire les mesures nécessaires à partir des déficits observés ou de prévoir leurs effets.

³ Le contrôle des résultats comprend le contrôle de la mise en œuvre, le contrôle du fonctionnement et le contrôle des effets. Le thème du contrôle des résultats est trop varié et complexe pour être traité de manière exhaustive dans le présent rapport. Nous renvoyons aux publications sur le sujet (p. ex. [11] [12] [13]).



Quand faut-il une synthèse des eaux ?

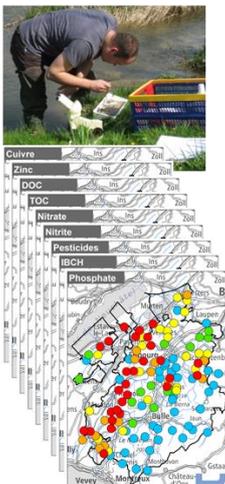
Les synthèses sont déclenchées d'une part par des analyses périodiques et systématiques de la qualité des cours d'eau à des intervalles de plusieurs années, afin de contrôler les résultats à un niveau supérieur et de fixer les priorités pour une phase de planification à venir. D'autre part, dans les "zones à problèmes" où les déficits se superposent, les synthèses des eaux peuvent être utiles pour définir les mesures ciblées. Voir à ce sujet le chapitre 1.1.

Les synthèses des eaux et les représentations synthétiques sont en outre parfaitement adaptées pour amener les spécialistes, les décideurs et les parties prenantes à un niveau de connaissance commun et homogène, comme base de discussion sur les déficits, les objectifs de développement, les mesures et les priorités. Il est recommandé d'intégrer les échanges entre les parties prenantes directement dans le processus de développement de la synthèse des eaux (Figure 6 en bas à gauche).

SOURCES DE POLLUTION

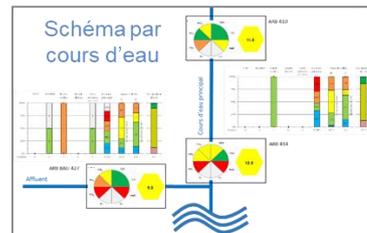
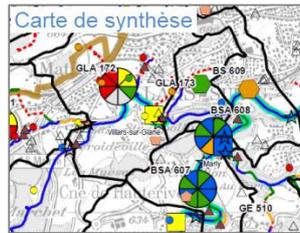
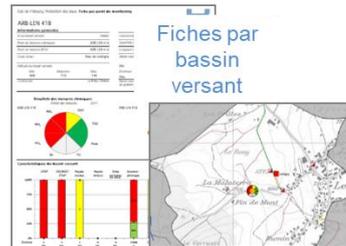


MESURES DE LA QUALITÉ



Analyse des données
SIG (ArcMap, Qgis),
Statistiques
(Matlab, R, Origin)

REPRÉSENTATIONS DES DONNÉES



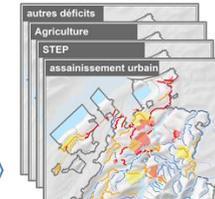
INTERPRÉTATION EN ATELIER



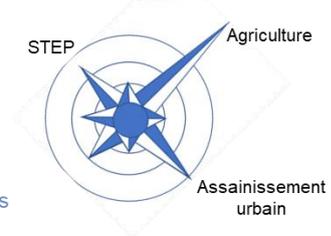
Interprétation des évaluations et prise en compte des connaissances d'experts des services cantonaux

PLAN DE MESURES

Deficits par domaine



Orientations, priorités et mesures concrètes



Liste de mesures avec priorités

Nom du bassin versant partiel resp. du tronçon	Deficit global	Communes déficitaires												
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			
ABE 400	Arpogne													
ABE 404	Arpogne													
ABE 407	Arpogne													
ABE 410	Arpogne													
ABE 414	Arpogne													
ABE 415	Arpogne													

HUNZIKER BETATECH

WASSER
BAU
UMWELT

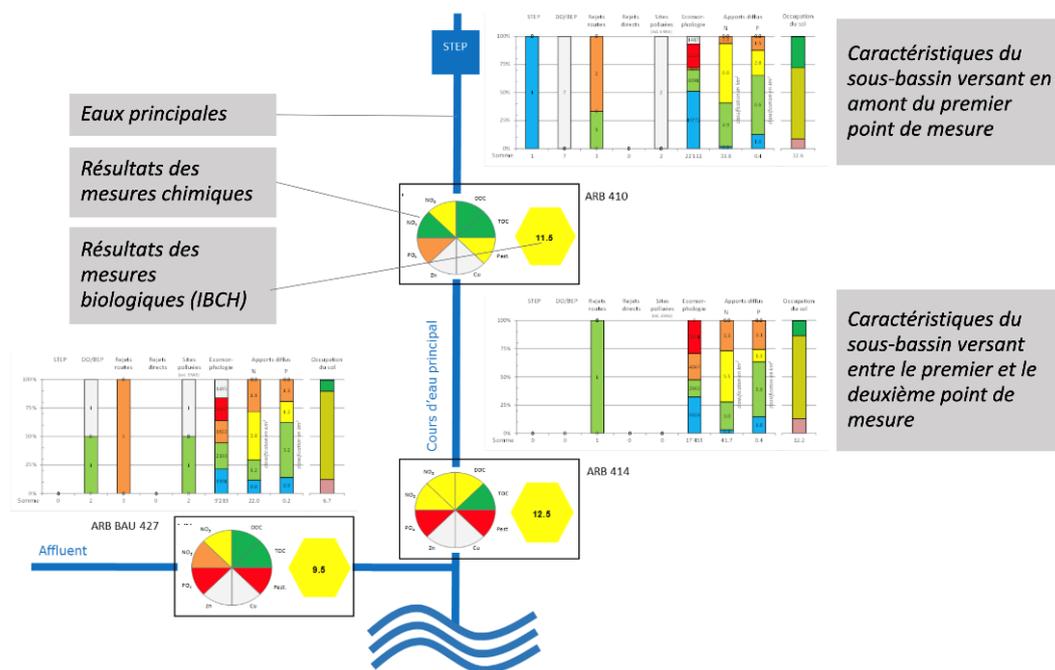


Figure 6 : Représentation schématique du processus d'élaboration d'une synthèse des eaux à l'exemple du plan sectoriel des eaux de surface du canton de FR [14]. Représentation : Hunziker Betatech [15]

3 Procédure pour les synthèses des eaux

3.1 Étapes du plan d'action

Les mesures sont définies sur la base des déficits connus (p. ex. écomorphologie, débits résiduels, qualité des eaux). Les bases d'analyse des déficits sont généralement disponibles séparément pour chaque secteur. Différentes procédures sont appliquées pour traiter les bases et définir des mesures ciblées. Les mesures elles-mêmes peuvent entraîner des améliorations intersectorielles ou remédier à des problèmes spécifiques à un secteur.

Il existe plusieurs guides méthodologiques sur la manière de procéder, notamment le "Guide pratique pour la gestion intégrale de l'eau en Suisse" [7] et diverses publications à ce sujet de l'Agenda 21 pour l'eau [16].

Ces recommandations ne sont pas abordées dans le présent rapport, qui se concentre sur les cartes utilisées et autres représentations des différentes démarches. Nous partons du principe que les représentations intégrales facilitent l'interprétation de l'état des eaux (voir aussi chapitre 1.2), car les relations de cause à effet peuvent être étudiées plus facilement, ce qui permet d'élaborer des plans de mesures plus simples et de meilleure qualité, et facilite également la communication.

Nous recommandons d'élaborer des synthèses pour les eaux en suivant les étapes de travail suivantes:

Tableau 2 : Étapes de travail et cartes et schémas appropriés pour l'élaboration de synthèses des eaux

Étapes de travail	Cartes et schémas
A : Examens de l'état actuel (voir chapitre 3.2)	Type ① : Cartes sectorielles (un seul thème) (voir chapitre 4.3)
B : Études des sources de pollution (voir chapitre 3.3)	(éventuellement plusieurs secteurs sur une carte, voir type 2 ci-dessous)
C : Compilation de tous les secteurs pertinents du bassin versant (voir chapitre 3.4)	Type ② : Cartes intégrales intersectorielles (voir chapitre 4.4) Type ⑤ : Représentations schématiques (voir chapitre 5)
D : Interprétation (comme base d'un plan de mesures) (voir chapitre 3.5)	Type ③ : Cartes de synthèse sectorielles des interprétations (voir chapitre 4.5) Type ④ : Intégralité intersectorielle Cartes de synthèse des interprétations (voir chapitre 4.6)

Il n'est pas possible de définir les mesures nécessaires et ciblées uniquement à partir des résultats de l'enquête et des sources de nuisance possibles, mais ces cartes et schémas constituent une base utile. Pour étudier la relation de cause à effet et en déduire les mesures nécessaires, il est possible de procéder de différentes manières, qui peuvent être combinées et pondérées de différentes façons :

- Approche sectorielle : Les différents secteurs sont étudiés et présentés séparément, et des mesures sectorielles sont formulées.
- Approche intégrale avec utilisation de représentations intersectorielles et de représentations synthétiques des interprétations afin de formuler un plan de mesures intégralement concerté.
- Approche intégrale SANS utilisation de représentations et de représentations synthétiques intersectorielles. En juxtaposant les études et représentations sectorielles, il est néanmoins possible d'élaborer une interprétation et une synthèse intégrales, notamment par des expert-e-s expérimenté-e-s.

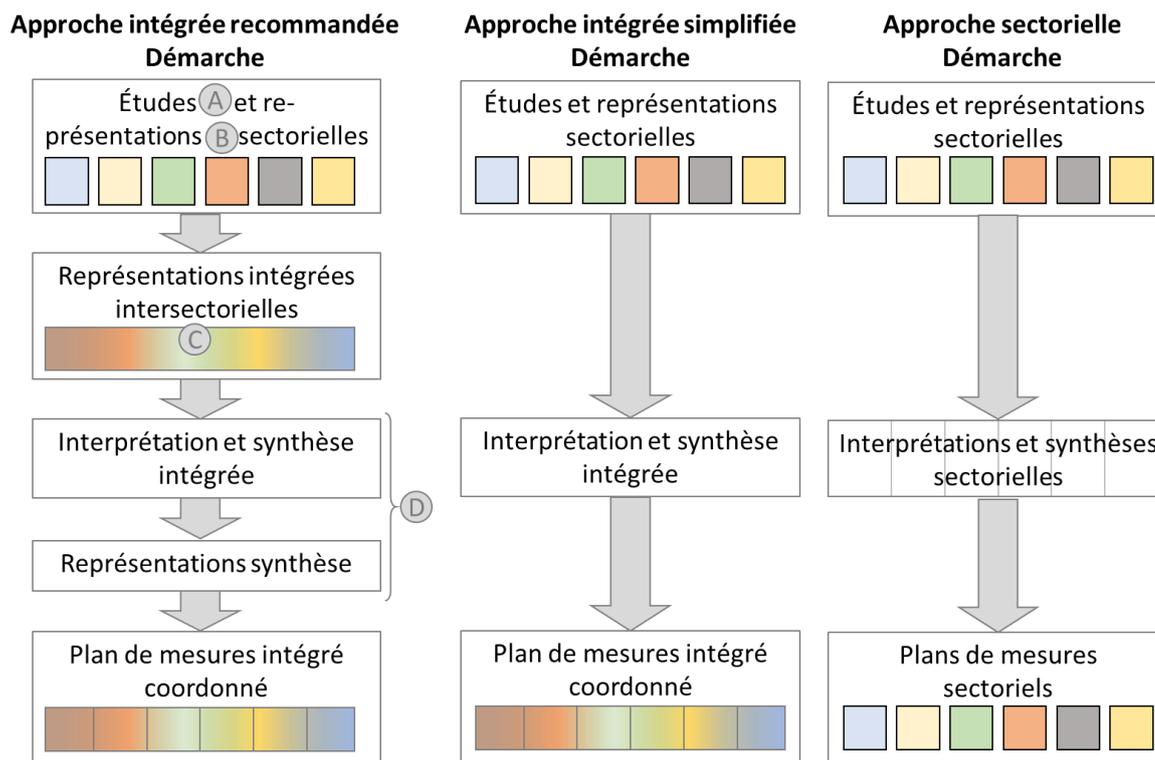


Figure 7 : Illustrations et exemples de différentes approches pour passer des bases aux mesures et aux priorités.

Dans les chapitres suivants 3.2 à 3.5 expliquent en détail la procédure intégrale recommandée (à gauche du schéma). Les étapes A - D des chapitres suivants se réfèrent aux renvois correspondants du schéma.

3.2 Etape A : Analyses de l'état actuel des eaux

Les analyses de l'état actuel des eaux sont généralement collectées en continu dans le cadre de campagnes de mesure nationales et cantonales. Pour les synthèses de cours d'eau, les données existantes sont systématiquement traitées et évaluées. Selon les questions posées, des analyses supplémentaires peuvent s'avérer utiles. Avec le système modulaire gradué (SMG), la Suisse dispose de méthodes standardisées qui permettent une comparaison régionale et temporelle. Pour une grande partie des régions étudiées, il existe des résultats d'études dans les domaines suivants, qui devraient toujours être pris en compte :

- Écomorphologie niveau R
- Qualité chimique et physique de l'eau, nutriments
- Macrozoobenthos - analyses

En outre, selon les régions, d'autres études sont menées et peuvent être intégrées en fonction des données disponibles et des questions posées :

- Hydrologie (SMG, projets d'assainissement, RIE, rapports sur les débits résiduels, etc.)
- Aspect Général
- Mesure et simulation des micropolluants
- Analyses selon STORM (Module S de la directive VSA Gestion des eaux urbaines par temps de pluie) [17])
- Température de l'eau
- Poissons / Statistiques de pêche / Maladies des poissons
- Diatomées
- Ecomorphologie des rives du lac
- Évaluation des points de rejet (Module G de la directive du VSA Gestion des eaux urbaines par temps de pluie, [17])
- Macrophytes
- Avantages et priorités de la planification de la revitalisation
- Déficients de protection contre les inondations d'après les cartes de dangers

Une synthèse des cours d'eau sur l'ensemble d'un canton ou d'un bassin versant offre l'occasion de vérifier le réseau de mesure des analyses existantes et de l'adapter si nécessaire. La répartition des stations de mesure et l'intervalle entre les analyses sont définis de manière très différente d'un canton à l'autre ; à notre connaissance, il n'existe actuellement pas de vue d'ensemble à l'échelle nationale. Une définition judicieuse des sites d'analyse et des intervalles d'analyse est décisive. Il ne faut pas seulement des sites problématiques, mais aussi des sites de référence ; des bassins versants aux caractéristiques différentes ; des petits cours d'eau aussi ; une analyse coordonnée de l'aspect général, de la chimie et de la biologie. Il arrive qu'à l'étape C ou D, on constate que les paramètres d'analyse disponibles ou les sites d'analyse ne suffisent pas à délimiter les sources de pollution. Il est alors possible de définir un programme d'analyse optimisé pour le prochain monitoring (en général quelques années plus tard).

Des cartes avec différentes représentations des résultats des analyses de l'état des eaux sont présentées au chapitre 4.3 Elles sont décrites dans l'annexe avec quelques exemples.



Figure 8 : Canton d'Argovie : enquêtes régionales à un rythme de 10 ans (2011 - 2020) [18]

3.3 Étape B : Enquêtes sur les sources d'exposition

Sélection des sources de pollution ou des secteurs influents à examiner

Pour les zones d'étude étendues, il n'est guère praticable d'examiner en détail toutes les sources de pollution possibles ou les secteurs ayant un impact négatif sur les eaux et de quantifier les émissions ponctuelles et diffuses. Il est nécessaire de se limiter aux sources de pollution les plus fréquentes et les plus importantes. L'implication de spécialistes disposant de connaissances locales détaillées favorise le choix judicieux des sources de pollution à analyser.

Des cartes représentant les sources de pollution, disponibles au chapitre 4.3, sont décrites et rassemblées dans l'annexe avec des exemples.

Préparation des données de base

Afin de pouvoir tirer des conclusions sur l'origine des déficits de la qualité des eaux, il est recommandé de collecter des données quantitatives et statistiques, au moins pour les sources de pollution les plus fréquentes. Elles permettent de comparer différents bassins versants et d'évaluer la pertinence des secteurs étudiés.

- STEP: Charges d'émissions et évaluation du point de rejet
- Evacuation des eaux urbaines : fréquence et charge de décharge, évaluation des points de déversement selon le module G, évaluation et mesures PGEE
- Agriculture : utilisation des terres / couverture du sol dans le bassin versant, modes d'exploitation, surfaces de raccordement aux cours d'eau, apports diffus de P/N
- Hydrologie : conditions d'écoulement en tenant compte des prélèvements d'eau

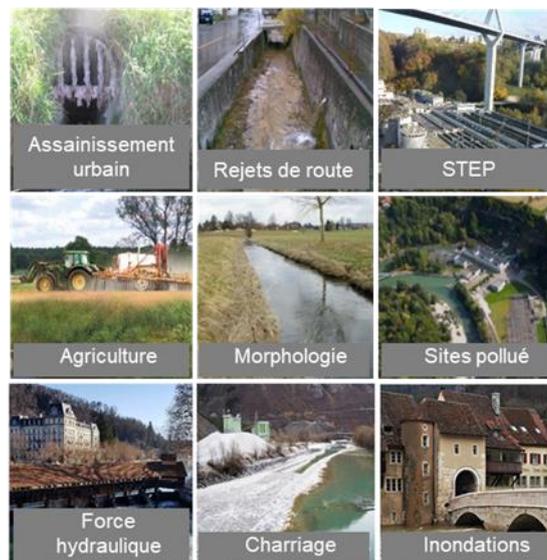


Figure 9: Exemples d'images de sources de pollution (Source : Plan sectoriel des eaux de surface FR ; HBT)

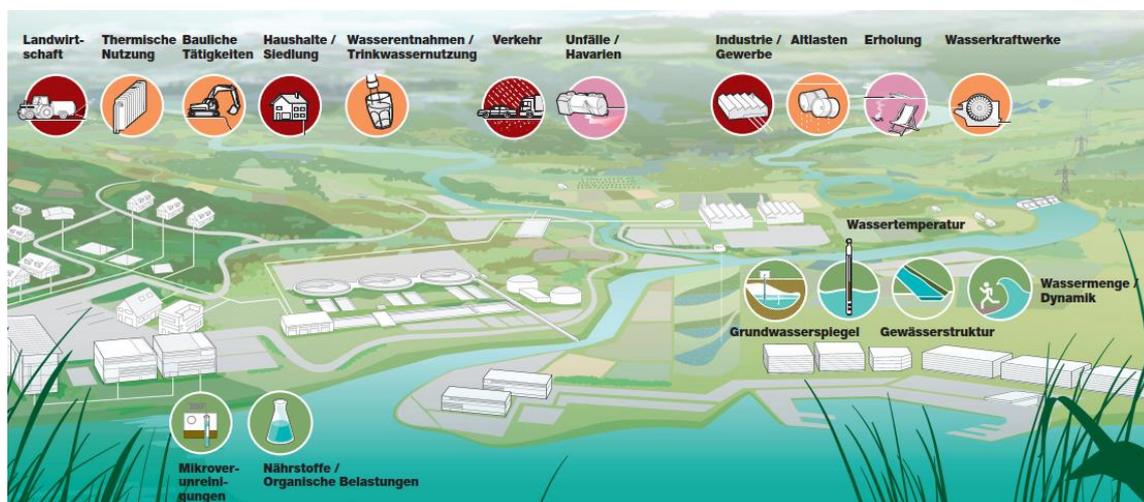


Figure 10 : Facteurs d'influence de la qualité des eaux (Rapport sur les eaux du canton de ZH [5])

3.4 Étape C : Compilation de tous les secteurs pertinents du bassin versant

Les étapes A et B consistent à analyser les différents secteurs et à compiler les résultats. Pour la plupart des secteurs, il existe des méthodes standardisées à cet effet (par ex. SMG, PGEE, ...). L'étape C consiste à regrouper ces données et analyses sectorielles afin d'obtenir une image globale et complète de la zone étudiée. L'OFEV a publié en 2010 un projet de synthèse des évaluations du système modulaire gradué au niveau F. [19]. La procédure et les propositions de représentation qui y sont recommandées ne se sont toutefois pas imposées dans la pratique jusqu'à présent.

Des cartes avec des analyses intersectorielles sont disponibles au chapitre 4.4 et des exemples sont présentés en annexe.

3.5 Étape D : Interprétation, comme base d'un plan d'action

En plus des bases quantitatives et statistiques (étapes A et B), qui peuvent être rassemblées dans des aperçus (étape C), l'évaluation doit également intégrer les connaissances de spécialistes, car le traitement exclusif des bases de données disponibles numériquement ne suffit généralement pas pour une analyse complète de l'état. Des connaissances détaillées sur les spécialités, les développements et les projets dans le bassin versant peuvent fournir les indications décisives sur la pollution des eaux et sur les mesures prioritaires utiles.

Nous recommandons d'aller chercher ce savoir-faire auprès des spécialistes concernés par le biais d'**interviews, d'ateliers ou de réunions** et de l'intégrer dans les bases. Une procédure efficace a consisté à préparer les bases disponibles et à les présenter de manière claire, puis à les compléter par les informations complémentaires des spécialistes (dans les cartes et les schémas, ou sous forme de texte). Les analyses des causes et des effets sont également effectuées directement avec les spécialistes concernés.

L'étape D consiste donc à interpréter les bases afin de trouver des explications aux déficits constatés et de formuler des axes pour y remédier. Des agrégations sont effectuées et des priorités sont fixées :

- Agrégations spatiales : Les informations ponctuelles sont extrapolées à des tronçons de cours d'eau, Différentes informations d'un tronçon de cours d'eau sont regroupées et ainsi filtrées (différentes méthodes peuvent être utilisées : « *worst case* », moyenne, médiane, pondérations, etc.) Cela permet par exemple de représenter des questions comme les suivantes :
 - Existe-t-il dans un bassin versant un déficit morphologique global faible, moyen ou important ?
 - La qualité de l'eau du cours d'eau est-elle bonne malgré une station de mesure présentant toujours une teneur élevée en Zn ?
 - Quel est le degré de naturalité d'un tronçon de cours d'eau ?
- Agrégations thématiques et établissement de priorités. Il existe différentes méthodes. Il faut généralement des interprétations, une pondération entre les domaines, une hiérarchisation, etc. Voici des exemples de questions traitées de cette manière :
 - L'agriculture intensive ou la décharge d'eaux mixtes est-elle responsable des teneurs élevées en azote dans le tronçon de rivière ?
 - Quelle est la cause de la mauvaise évaluation biologique (p. ex. IBCH) : Les aménagements importants, le régime des débits résiduels, la qualité médiocre de l'eau ou une combinaison de ces atteintes ?

Les résultats de ces interprétations ou décisions peuvent également être consignés sur des cartes, également appelées "cartes de synthèse" dans le présent rapport. Des exemples de cartes sont présentés au chapitre 4.5 et 4.6 ainsi que dans l'annexe.

4 Cartes de synthèse des eaux

4.1 Aperçu des types de cartes

Les cartes donnent une vue d'ensemble

La multitude de données et d'informations d'un bassin versant vaste et varié ou d'un canton entier ne peut guère être saisie et traitée sans des types de représentation appropriés. Des représentations appropriées aident à trouver rapidement les informations décisives et permettent ainsi de meilleures interprétations.

Les représentations cartographiques permettent de visualiser à l'échelle et avec une grande précision de position les résultats des études, les caractéristiques des bassins versants et les sources de pollution. Elles permettent aux personnes connaissant bien la région de s'orienter rapidement.

En fonction du groupe cible et du message voulu, différents types de présentation contenant plus ou moins d'informations conviennent. Il convient de trouver un équilibre entre de trop nombreux détails et trop de simplifications.

Quatre types ont été définis pour la classification des différentes cartes. Les sections ci-dessous et la Figure 11 contiennent de brèves descriptions des types, qui seront approfondies dans les chapitres suivants. D'autres exemples de cartes se trouvent dans l'annexe séparée.

Type ①: Cartes sectorielles (un seul thème) - Sont souvent utilisées

Pour une saisie rapide et complète des informations essentielles, il est nécessaire d'adapter le contenu des informations à l'échelle de la carte. Dans de nombreux projets, des mises en page cartographiques appropriées ont été développées pour une représentation claire des résultats d'études sectorielles. De telles cartes thématiques sont importantes pour obtenir une vue d'ensemble des résultats de l'étude. Si l'on ne représente "que" les résultats d'un thème sur une carte, il est généralement possible de transmettre à petite échelle les informations relatives à une grande région. Pour obtenir une vue d'ensemble multisectorielle et multithématique, il est nécessaire de consulter de nombreuses cartes thématiques.

Voir le chapitre 4.3 pour de plus amples explications et l'annexe pour des exemples de cartes.

Type ②: Cartes intégrales intersectorielles - Utilisées de temps à autre

En plus des cartes sectorielles, les cartes intersectorielles peuvent aider à obtenir rapidement une vue d'ensemble d'un bassin versant et à comparer les résultats de mesure de différents secteurs. Jusqu'à présent, il n'existe que peu d'exemples de cartes de synthèse appropriées qui soient à la fois faciles à lire et qui transmettent les informations importantes. La réalisation de telles cartes est exigeante, car le risque est toujours d'embrouiller les observateurs en combinant trop d'informations.

Voir le chapitre 4.4 pour plus d'explications

Type ③: Cartes de synthèse sectorielles des interprétations - Sont plus rares

Si l'on ne représente pas seulement des données brutes ou des résultats d'études, mais le résultat d'une interprétation ou d'une décision, nous parlons dans ce rapport de cartes de synthèse.

Pour les cartes de synthèse sectorielles des interprétations, des agrégations spatiales sont effectuées : Les informations sont regroupées et donc filtrées (Différentes méthodes peuvent être utilisées : « worst case », moyenne, médiane, pondérations, etc.)

Voir le chapitre 4.5 pour de plus amples explications.

Type ④: Cartes de synthèse intégrale intersectorielle des interprétations - Sont rares

Il est possible de procéder à des agrégations non seulement spatiales, mais aussi thématiques. Pour cela, il faut des interprétations, des pondérations entre les domaines, des priorités, etc.

Voir le chapitre 4.6 pour de plus amples explications.

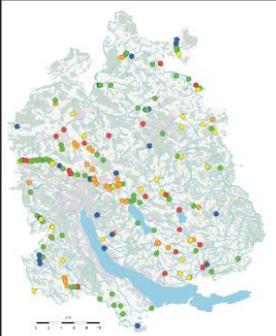
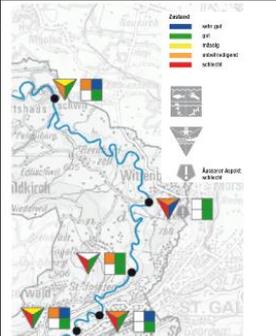
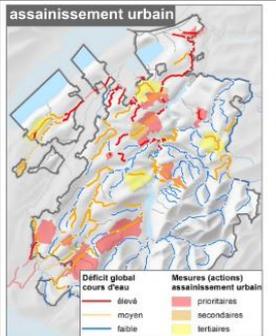
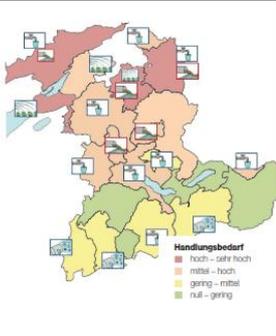
Présentation des résultats de l'enquête		Présentation des interprétations (Représentations de synthèse)	
<i>Pas d'interprétation, de pondération ou de hiérarchisation</i>		<i>Contiennent des évaluations, des interprétations, des pesées d'intérêts, des décisions</i>	
Type ① : Sectoriel (un seul sujet)	Type ② : intersectoriel (nombreux thèmes)	Type ③ : Sectoriel (un seul sujet)	Type ④ : intersectoriel (nombreux thèmes)
			

Figure 11 : 4 types ont été définis pour la classification des différentes cartes. D'autres exemples de cartes se trouvent dans l'annexe séparée. Sources des illustrations de gauche à droite : [5],[19],[14],[20]

4.2 La bonne quantité d'informations par carte

Pour la représentation cartographique, les résultats sont synthétisés en fonction de l'échelle de la carte, afin de fournir une bonne vue d'ensemble de toutes les informations pertinentes pour la qualité des eaux. À grande échelle (petit territoire), les informations détaillées sont représentées, à petite échelle (grand territoire), les résultats sont synthétisés et présentés sous forme de résumé. Outre les produits cartographiques statiques avec les données préparées à différents niveaux d'observation (comme on peut le voir par exemple dans les rapports sur les eaux ou en partie aussi sur les pages web SIG des cantons), des applications SIG et web dynamiques seraient également appropriées, permettant une navigation rapide dans la zone étudiée à différents niveaux de zoom.

Nous n'avons pas connaissance d'une telle application pour les cours d'eau. Pour les lacs, la plateforme "Data Lakes" [26] de l'Eawag va dans ce sens.

Le Tableau 3 donne de premières indications sur les types de cartes qui entrent en ligne de compte pour les différents niveaux d'observation spatiale.

Tableau 3 Représentation cartographique des résultats d'analyses et des synthèses des eaux à trois niveaux d'observation différents.

Couleurs des champs :

bleu clair : données / densité d'information faible - *plus facile à lire*

en vert : données optimales / densité d'information - *devrait être lisible, si elle est présentée avec soin*

beige : très grande densité de données / d'informations - *difficilement lisibles ou interprétables*

	Présentations des résultats d'analyses		Présentation des interprétations (représentations de synthèse)	
	<i>Pas d'interprétation, de pondération ou de hiérarchisation</i>		<i>Contiennent des évaluations, des interprétations, des pesées d'intérêts, des décisions</i>	
	Type①: Sectoriel (un seul thème) Chapitre 4.3 <i>1 seul thème / secteur</i>	Type②: Intersectoriel (nombreux thèmes) Chapitre 4.4 <i>de nombreux thèmes / Secteurs</i>	Type③: Sectoriel (un seul thème) Chapitre 4.5 <i>1 seul thème / secteur</i>	Type④: Intersectoriel (nombreux thèmes) Chapitre 4.6 <i>de nombreux thèmes / Secteurs</i>
Grande zone d'étude (petite échelle) Ex : Canton FR	Reconnaissance de motifs spatiaux	Carte de travail des spécialistes (haute densité d'informations, faible lisibilité)	Action Besoin par thème / secteur	Aperçu général des déficits / champs d'action
Cours d'eau - Bassin versant (échelle moyenne) Ex : Bassin versant de la Glâne	Evolution du cours d'eau	Aperçu des données / état pour le bassin versant hydrologique	Déficits / planification des mesures par secteur	Déficits / mesures Planification des mesures Intersectoriel
Partie - Bassin versant (grande échelle) Ex : tronçon de la Glâne	X	Données / informations détaillées sur un petit territoire (par ex. quartier)	Déficits détaillés / planification des mesures par secteur	Déficits détaillés / mesures pour une petite région

Tableau 4 : Collecte et classification des représentations cartographiques (voir annexe séparée)

L'annexe contient une compilation d'environ 25 cartes et schémas réussis. Un aperçu et une structuration des exemples se trouvent au début de l'annexe.

4.3 Type ① : Cartes sectorielles (un seul thème), par ex. représentation des résultats de mesure

Description

Présentation cartographique des résultats d'une recherche dans un domaine thématique. Les données brutes ou les résultats d'études évalués selon une méthodologie définie (par ex. SMG) sont représentés. Souvent, l'interprétation des contenus est facilitée par des codes de couleur et/ou des symboles.

La représentation cartographique des résultats d'analyses sectorielles est très répandue. La plupart des projets et des rapports sur la qualité des cours d'eau utilisent ce type de cartes. Elles sont indispensables d'une part pour l'analyse/l'évaluation et d'autre part pour la communication. En raison de leur contenu plutôt simple, elles conviennent à de grandes zones.

Aptitude

- Présentation des organismes d'enquête et des résultats d'enquête d'un secteur
- Aperçu d'un aspect sur un grand territoire (p. ex. canton, bassin versant, ...)
- Détection de modèles régionaux
- Changements et évolutions d'un thème sur le cours d'eau ou par région

Public cible	spécialiste	amateur
Échelle	petit bassin	grand bassin versant
Densité d'information	faible	élevée
Utilisation	fréquente	rare

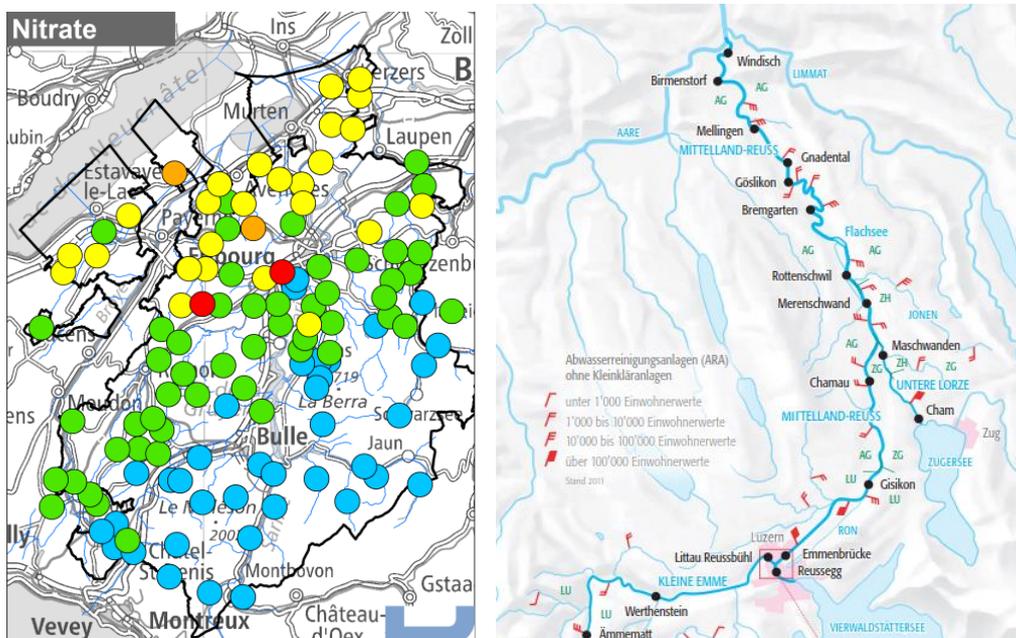


Illustration 12: Exemples de cartes sectorielles (type ①). Sources : à gauche [14], à droite [21]. Autres exemples : → Annexe, partie 1



4.4 Type ② : Cartes intégrales intersectorielles, p. ex. représentation des résultats de mesures

Description

Compilation des résultats de l'enquête de plusieurs secteurs afin d'obtenir une vue d'ensemble complète de la zone étudiée. Afin de garantir la lisibilité et l'interprétabilité, une sélection des secteurs en relation les uns avec les autres est souvent présentée. Si les résultats de l'enquête sont combinés avec des données sur les sources de pollution, les analyses de cause à effet peuvent être soutenues. En raison de la grande densité d'informations, les exigences en matière de symbolisation sont élevées afin de garantir la lisibilité et l'interprétabilité.

Aptitude

- Vue d'ensemble d'une zone d'étude ou d'un bassin versant
- Identification des relations, étude des relations de cause à effet
- Évaluation intersectorielle de l'état des eaux
- Considération intégrale, identification des principales lacunes
- Planification stratégique, définition des priorités

Public cible	<input checked="" type="checkbox"/> spécialiste	<input type="checkbox"/> amateur
Échelle	<input type="checkbox"/> petit bassin	<input checked="" type="checkbox"/> grand bassin versant
Densité d'information	<input type="checkbox"/> faible	<input checked="" type="checkbox"/> élevée
Utilisation	<input checked="" type="checkbox"/> fréquente	<input type="checkbox"/> rare

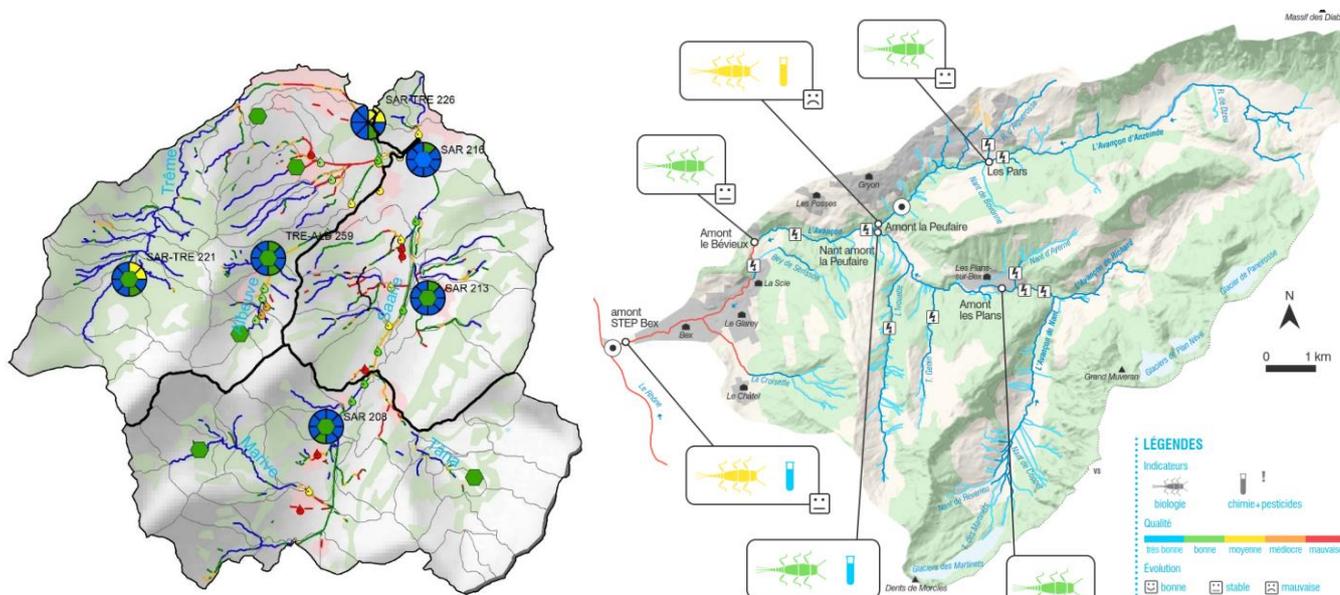


Figure 13 : Exemples de cartes intersectorielles (type ②). Sources : à gauche [14], à droite [22]. Autres exemples : → Annexe, partie 2

4.5 Type ③: Cartes de synthèse sectorielles des interprétations

Description

Nous parlons de cartes de synthèse lorsque non seulement les résultats des analyses des cours d'eau, mais aussi les déficits, les mesures ou les priorités interprétés, synthétisés ou résumés sont représentés sous forme cartographique. Par exemple, les résultats détaillés des analyses doivent être résumés et pondérés pour l'évaluation au niveau du bassin versant. Ou bien, dans le cadre d'une planification stratégique, on délimite les tronçons de cours d'eau et les bassins versants où les mesures d'un secteur donné doivent être prioritaires.

Aptitude

- Mise en évidence de l'état d'un thème individuel ou de déficits sectoriels dans la zone étudiée.
- Répartition spatiale d'un type de mesure dans la zone d'étude.
- Représentation des domaines d'action prioritaires pour certains types de mesures.
- Identifier les modèles spatiaux et les comparer aux unités administratives.

Public cible	spécialiste	amateur
Échelle	petit bassin	grand bassin versant
Densité d'information	faible	élevée
Utilisation	fréquente	rare

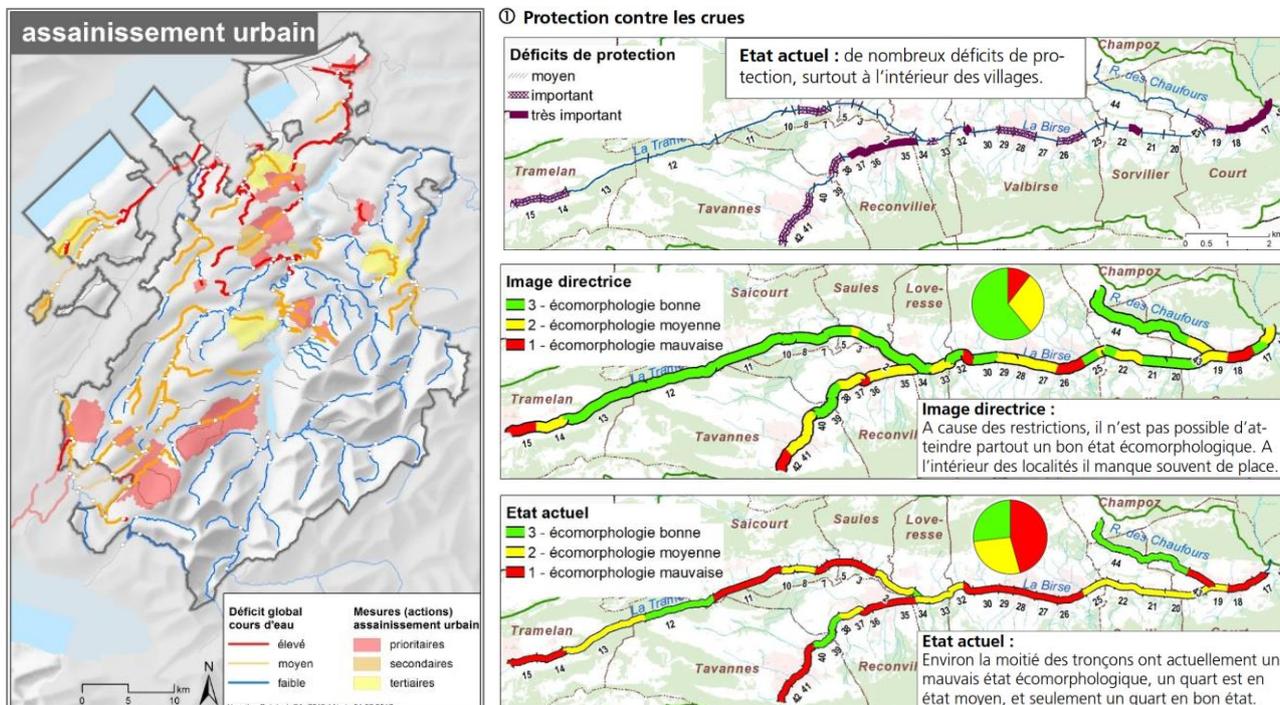


Figure 14 : Exemples de cartes de synthèse interprétées par secteur (type ③). Sources : à gauche [14], à droite [23]. Autres exemples : → Annexe, partie 3

4.6 Type ④ : Cartes de synthèse intégrale intersectorielle des interprétations

Description

Cartes d'ensemble montrant les résultats synthétisés de tous les secteurs étudiés. Elles permettent d'avoir un aperçu rapide de la situation et des mesures à prendre, tant au niveau sectoriel qu'au niveau intersectoriel. Afin de garantir la lisibilité et l'interprétabilité, la symbolisation et la représentation sont d'une grande importance.

Aptitude

- Aperçu rapide de la zone d'étude et des principaux déficits / champs d'action
- Communication (population, politique)
- Généralisation par les spécialistes pour une compréhension par les amateurs.
- Evolution de l'état intégral des eaux sur le cours longitudinal
- Aperçu des mesures et des priorités

Public cible	spécialiste		amateur
Échelle	petit bassin	grand bassin versant	
Densité d'information	faible		élevée
Utilisation	fréquente		rare

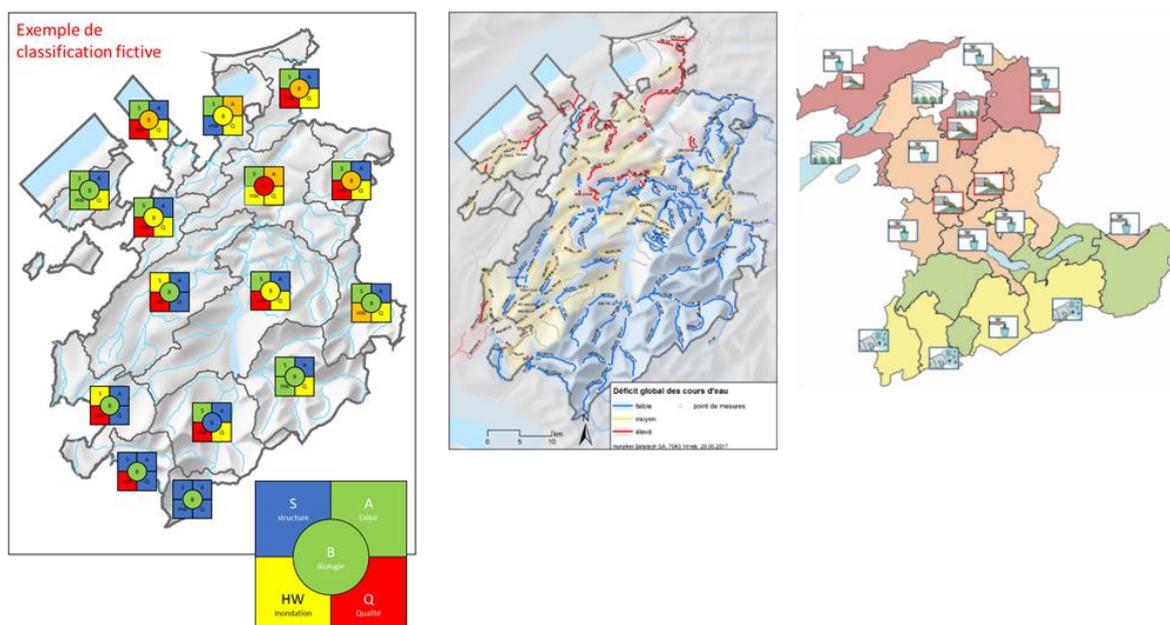


Figure 15 : Exemples de cartes de synthèse interprétées par secteur (type ④). Sources à gauche : représentation cartographique fictive HBT, au milieu : [14], à droite : [20]. Autres exemples : → Annexe, partie 4

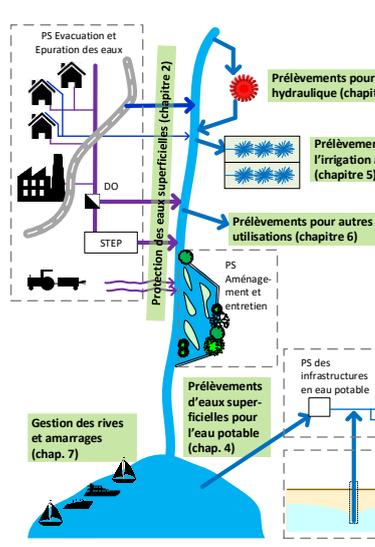
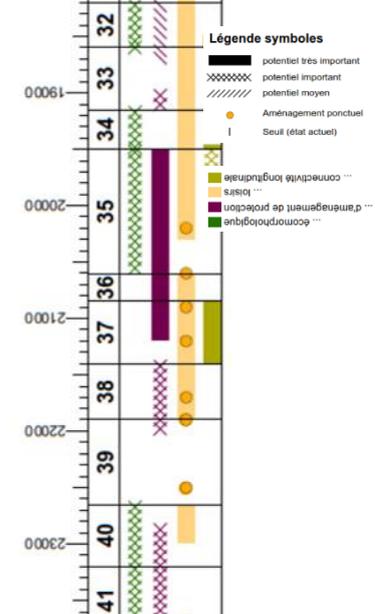
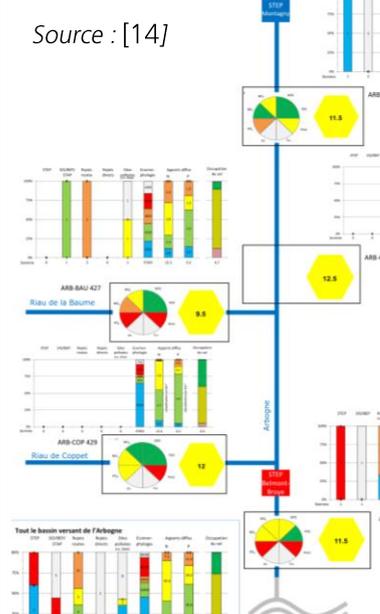
5 Représentations schématiques (type 5) pour les synthèses des eaux

Contrairement aux représentations cartographiques, les représentations schématiques permettent d'adapter la situation spatiale aux besoins de clarté. Par rapport aux représentations cartographiques, les représentations schématiques permettent une meilleure lisibilité pour les non-initiés et l'accentuation des relations topologiques et thématiques. Alors que le cadre de référence des cartes cartographiques impose une division fixe, les représentations schématiques laissent les possibilités d'agencement des informations totalement libres. La plupart du temps, les représentations schématiques sont utilisées en complément des cartes topographiques.

Les schémas de cours d'eau à référence spatiale peuvent être subdivisés en trois types, l'accent étant généralement mis sur un bassin versant ou un seul cours d'eau ; les représentations schématiques sont moins adaptées à la représentation de grandes zones d'étude (p. ex. la Suisse ou un canton).

Le site Tableau 5 montre trois types de schémas des cours d'eau avec une référence spatiale. Une sélection d'autres représentations schématiques dans le domaine des cours d'eau est rassemblée en annexe. Les schémas topologiques des cours d'eau et les schémas linéarisés sont particulièrement adaptés à la compréhension de la modification de la qualité de l'eau sur le cours longitudinal d'un cours d'eau.

Tableau 5 : Exemples de schémas de cours d'eau avec référence spatiale.

schémas cartographiques avec dimension spatiale modifiée	Schéma de cours d'eau linéarisé	Schéma topologique des cours d'eau
 <p>Source : [14]</p>	 <p>Source : [23]</p>	 <p>Source : [14]</p>
<p>Points forts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Focalisation sur des domaines partiels / thèmes - Abstraction / symbolisation pour les non-spécialistes 	<p>Points forts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Développements dans le cours d'eau - Recoupements thématiques / sectoriels - Rapports de longueur 	<p>Points forts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyses des causes / effets - Développements dans le cours d'eau - Intégration d'analyses statistiques sur l'utilisation des sols / sources de pollution

En plus des schémas des cours d'eau à référence spatiale, il existe un grand nombre de schémas thématiques les plus divers, qui ne sont pas traités ici (→ annexe pour quelques exemples).



6 Interviews

6.1 Résumé succinct des opinions des personnes interviewées

6.1.1 Objectifs des entretiens

Des interviews ont été menées avec des représentant-e-s sélectionné-e-s de services cantonaux et d'autres acteurs de la gestion des eaux, sur la question principale suivante : comment obtenir au mieux une vue d'ensemble du bassin versant et des mesures prioritaires à partir de mesures (sectorielles) dans le cours d'eau, et quels types de représentation des données mesurées sont utiles à cet effet ?

Pour les interviews, on a choisi des personnes qui, à la connaissance des auteurs, se sont déjà occupées de manière intensive de l'évaluation et de la synthèse intégrales de données sur les cours d'eau, et dont on attendait une évaluation aussi différente que possible de l'utilité des représentations de synthèse des cours d'eau. Il s'agit de :

- Dr Pius Niederhauser, chef de la section Protection des eaux de surface, au sein de la division Protection des eaux de l'Office des déchets, de l'eau, de l'énergie et de l'air (AWEL) du canton de Zurich
- Dr Lukas De Ventura, spécialiste des eaux de surface, Département de l'environnement, section gestion des déchets, sites contaminés, laboratoire environnemental et eaux de surface, canton d'Argovie
- Lukas Egloff, collaborateur scientifique à la division Eau de l'Office de l'environnement du canton de Soleure
- Dr Nele Schuwirth, responsable du département Analyse des systèmes, évaluation intégrée et modélisation, chef de groupe Modélisation écologique, eawag
- Stefan Hasler, directeur de l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA)
- Olivier Chaix, Integralia SA

Objectifs des entretiens

1. Donner des informations sur le projet,
2. Comprendre et documenter la manière dont on procède dans le canton de la personne interviewée,
3. Connaître l'opinion sur les représentations développées dans le présent projet,
4. Déterminer s'il y a de l'intérêt et des possibilités pour un projet pilote.

Les déclarations des participants aux entretiens sont résumées ci-dessous.

6.1.2 Pius Niederhauser (AWEL canton de ZH)

Résumé de l'entretien du 13.09.2022 avec le Dr Pius Niederhauser, chef de la section Protection des eaux de surface, au sein du service Protection des eaux de l'Office des déchets, de l'eau, de l'énergie et de l'air (AWEL) du canton de Zurich (entretien réalisé par H. Wehse, HBT)

Procédure actuelle dans le canton :

- Les données sur la qualité des eaux dans le canton de Zurich sont collectées et évaluées de manière standard par secteur, séparément pour le monitoring normal, l'évacuation des eaux urbaines et les STEP.
- Ce n'est que lorsque cela s'avère nécessaire que des études approfondies des bassins versants sont réalisées dans des cas sélectionnés afin de regrouper toutes les évaluations. Par défaut, il n'y a pas de représentations intégrales.
- Tous les quatre ans, les principaux résultats du monitoring des eaux sont publiés dans le rapport zurichois sur les eaux. En outre, il existe périodiquement des rapports succincts par bassin versant. Les résultats par station de mesure peuvent être consultés sur Internet en cliquant sur une carte.
- La collaboration et l'échange de connaissances entre les différents services cantonaux sont bons. Les déclarations du rapport sur les eaux sont harmonisées entre les services cantonaux spécialisés.
- La procédure actuelle est bonne. Aucune adaptation n'est nécessaire.

Avis sur la démarche proposée avec des cartes et des schémas intégraux :

- Pour obtenir une vue d'ensemble, des cartes et des représentations sectorielles juxtaposées sont appropriées. C'est mieux que d'essayer de tout rassembler sur une carte ou un schéma, car de telles représentations surchargent les observateurs.

Besoin de recommandations, etc.

- Il n'est pas nécessaire de donner des directives méthodologiques sur la manière de procéder aux évaluations et aux synthèses, car on procédera différemment selon le domaine, la problématique et les personnes impliquées. On avait essayé sans succès d'uniformiser les méthodes avec le module de synthèse SMG.
 - Il serait toutefois utile de disposer d'une collection de cartes et de schémas hydrographiques existants, comme source d'inspiration, ainsi que d'exemples documentés de bonnes pratiques.
-

6.1.3 Lukas De Ventura (AfU Kt. AG)

Résumé de l'interview du 20.09.2022 avec Dr. Lukas De Ventura, spécialiste des eaux de surface, Département de l'environnement, section gestion des déchets, sites contaminés, laboratoire environnemental et eaux de surface, canton d'Argovie (Interview menée par H. Wehse, HBT)

Procédure actuelle dans le canton :

- Suivi périodique de 10 régions (ou bassins versants) et évaluation : nutriments, aspect extérieur, macrozoobenthos (IBCH, Spear-Index), diatomées (DI-CH)
- A partir de 2021/ 2022, des synthèses de cours d'eau seront testées par bassin versant et devront être utilisées à l'avenir dans tous les monitorings. L'objectif est de s'orienter vers un "monitoring d'exécution", en tant que partie intégrante d'une gestion intégrale du bassin versant, dans laquelle il existe un lien plus direct entre la surveillance des eaux et les mesures (par ex. l'évacuation des eaux urbaines).
- Aspects que le nouveau monitoring doit fournir.
 - Identifier les sources de stress
 - Reconnaître le succès des mesures : Le monitoring aide à contrôler les effets, mais aussi la mise en œuvre.
 - Documentation étendue de l'état actuel dans le bassin versant (qualité, espèces présentes, ...), à titre de comparaison pour l'avenir, afin d'identifier les changements.
 - Faciliter la communication entre différents professionnels. (Éventuellement aussi pour la population... c'est encore à réfléchir.... Aussi sur la page d'accueil ?)

Avis sur la démarche proposée avec des cartes et des schémas intégraux :

- Les représentations aident à identifier les déficits, à fixer des priorités à partir de là, et à donner des indications sur les mesures nécessaires.
- Les représentations sont également un vecteur de communication, elles facilitent le contact avec les autres services spécialisés qui doivent ensuite mettre en œuvre les mesures. Elles ont également un potentiel pour la communication vers l'extérieur (mais elles ne sont pas encore utilisées à cet effet pour le moment).

Besoin de recommandations, etc.

- Ils ont développé leur propre concept de procédure, actuellement en cours de documentation. Il n'est donc pas nécessaire de formuler des recommandations générales. Toutefois, une uniformisation faciliterait l'échange d'expériences avec d'autres cantons.
- Le cas échéant, une base de données commune (comme celle que le canton de Berne est en train d'élaborer) faciliterait l'automatisation de certaines représentations SIG. De telles représentations ne seraient probablement pas directement reliées à la base de données, mais il pourrait y avoir une interface standardisée.

6.1.4 Lukas Egloff (AfU Ct. SO)

Résumé de l'entretien du 22.09.2022 avec Lukas Egloff, collaborateur scientifique au sein de la division Eau de l'Office de l'environnement du canton de Soleure (entretien mené par H. Wehse, HBT)

Procédure actuelle dans le canton :

- Monitoring de la chimie depuis 30 ans, on s'y tiendra (avec de légères adaptations). Les stations de mesure sur les cours d'eau principaux sont échantillonnées mensuellement, 18 stations de mesure sur les cours d'eau secondaires sont échantillonnées périodiquement : tous les 6 ans pendant 2 ans.
- Les relevés biologiques ne sont effectués que ponctuellement ou lors de campagnes de mesures concentrées. Tout au plus, les analyses biologiques seront effectuées périodiquement à l'avenir, parallèlement aux analyses chimiques.
- Une campagne de surveillance des produits phytosanitaires est en cours.
- Tous les 6 à 8 ans, les résultats sont résumés dans un rapport sur les eaux et présentés de manière attrayante. Si des déficits particuliers sont identifiés, des activités spécifiques sont lancées (actuellement, par exemple, une campagne d'analyse de la pollution par le cuivre).
- L'échange intégral entre les services spécialisés a lieu, mais de manière plutôt informelle.
- Des REP sont élaborés dans des bassins versants sélectionnés. Actuellement en tant que projet pilote sur l'Oesch. Les déficits et les mesures y sont analysés sur une large base en collaboration avec les acteurs locaux.
- Il n'existe pas de véritables plans de mesures au niveau cantonal. On mise ici davantage sur l'approche par le bas (bottom-up) pour formuler ensemble des mesures dans le cadre des REP et améliorer ainsi les chances de mise en œuvre.

Avis sur la démarche proposée avec des cartes et des schémas intégraux :

- Pas de grand besoin d'une telle démarche... on s'en sort bien avec un monitoring large et des approfondissements ciblés en cas de besoin.
- Le point crucial ou la question importante est de savoir comment le savoir peut être transféré du canton aux communes et aux associations. Des schémas de synthèse pourraient peut-être y contribuer.
- Ce ne sont pas les connaissances ou les idées qui manquent sur ce qu'il faudrait faire, mais il est déjà difficile de mettre en œuvre ce que l'on sait déjà aujourd'hui.

Besoin de recommandations, etc.

- Il serait intéressant de disposer d'exemples documentés de bonnes pratiques. Il est surtout intéressant de savoir comment les synthèses de cours d'eau font leurs preuves, si elles facilitent la mise en œuvre des besoins d'action identifiés au niveau cantonal.
 - Outils informatiques, etc. que s'ils pouvaient être utilisés à très peu de frais. Il le voit plutôt comme un service pour les professionnels, et moins comme un outil de communication pour le public.
-

6.1.5 Nele Schuwirth (eawag)

Résumé de l'entretien du 21.09.2022 avec le Dr Nele Schuwirth, responsable du département Analyse des systèmes, évaluation intégrée et modélisation, chef de groupe Modélisation écologique, eawag (entretien réalisé par H. Wehse, HBT)

Avis sur la démarche proposée avec des cartes et des schémas intégraux :

- La démarche est bonne. C'est un bel exemple de la manière dont les différentes "pièces du puzzle" du SMG et d'autres méthodes peuvent être assemblées. Les organismes aquatiques sont exposés à de multiples facteurs de stress. Pour augmenter l'efficacité des mesures visant à améliorer l'état écologique, il faut donc, d'un point de vue scientifique, une approche intégrative qui facilite la coordination des mesures dans le bassin versant.

Indications sur les améliorations possibles ou les travaux en cours :

- Les méthodes issues de l'analyse décisionnelle multicritère pourraient aider à choisir des méthodes d'agrégation et des représentations appropriées.
- Les hiérarchies d'objectifs aident à présenter de manière transparente aussi bien les paramètres individuels que les valeurs agrégées (Schuwirth N. (2020) [24]). De telles hiérarchies d'objectifs sont utilisées lors de l'élaboration de nouveaux modules SMG et de la révision de modules existants (p. ex. pour les composés traces, les macroinvertébrés). En outre, des méthodes de synthèse inter-modules seraient également utiles, par exemple pour la communication avec le public ou la gestion des bassins versants.
- Il existe également un besoin d'agrégation spatiale, afin d'évaluer non seulement les différents tronçons de rivière, comme c'est actuellement le cas dans le SMG, mais aussi des bassins versants entiers. Cela peut faciliter la priorisation spatiale des mesures. La publication de l'Eawag par exemple (Kuemmerlen M. et al. (2019) [25]). N. Schuwirth travaille actuellement sur une méthode de priorisation de l'assainissement des obstacles à la migration des poissons en fonction de leur emplacement dans le réseau hydrographique (direction de projet : Peter Reichert, sur mandat de l'OFEV). L'objectif est une procédure automatisée (SIG) dont les résultats seront plausibilisés dans un deuxième temps par des spécialistes.
- Pour l'intégration des différentes données, il serait utile de disposer d'une base de données commune, qui supporterait également l'évaluation et la visualisation communes. Un outil informatique convivial pour des visualisations adaptées à tous les niveaux faciliterait l'intégration. Il faut une vue globale agrégée à haute altitude (p. ex. bassin versant) et tous les détails à un niveau inférieur (p. ex. pour la planification concrète de mesures individuelles ou une analyse des déficits). Pour la collecte numérique des données sur le terrain, les informations devraient être utilisables sur une tablette.

Besoin de recommandations, etc.

- Il existe un besoin de recommandations ou de guides sur la meilleure façon de procéder ("blueprint" ou "livre de recettes"). Idéalement, sous forme de consensus dans le cadre du SMG, et incluant un modèle de données.
- Une présentation uniforme des données (des différents acteurs) serait déjà un pas en avant.
- Des exemples de bonnes pratiques documentés sont toujours nécessaires.

6.1.6 Stefan Hasler (VSA)

Résumé de l'interview du 18.02.2020 avec Stefan Hasler, directeur de l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA) (Interview réalisée par D. Rebsamen et H. Wehse)

Avis sur la démarche proposée avec des cartes et des schémas intégraux :

- C'est une bonne approche. Les présentations purement sectorielles ne font guère avancer la protection des eaux.
- L'écomorphologie doit absolument être prise en compte.
- Un grand avantage est la documentation des raisons des mesures, une déduction transparente des priorités. Grâce aux synthèses des cours d'eau, les plans de mesures deviennent plus solides et plus transparents.
- Selon la situation et le territoire, des analyses sectorielles peuvent suffire. Et selon la zone, il n'est pas non plus nécessaire d'inclure tous les secteurs, car tous ne sont pas importants.
- L'organisation sectorielle est un obstacle qui explique pourquoi de telles synthèses intégrales des cours d'eau sont trop peu réalisées. Dans presque tous les cantons, au moins deux offices sont impliqués, personne n'est chargé d'une vision globale. Ce n'est qu'au niveau du Conseil d'Etat que tout se met en place, mais il est trop éloigné...

Besoin de recommandations, etc.

- Il y a un besoin. De telles analyses intégrales se multiplient. Une vue d'ensemble des approches possibles avec une évaluation (qu'est-ce qui convient bien ?) serait utile. Mais une standardisation ne doit pas être une obligation compte tenu de la diversité des bassins versants (taille, structure, problèmes, objectifs).
- Forme possible : Une recommandation sur la manière de procéder, des exemples de bonnes pratiques documentés en annexe. Une recommandation du VSA serait une bonne chose, une méthodologie encore plus contraignante dans le cadre du SMG serait préférable.
- Un outil informatique avec des niveaux de zoom serait cool. Il faut encore développer la manière dont on peut réaliser les échelles. Les bassins versants REP définis dans le canton de Berne seraient une échelle spatiale pertinente. Il se demande toutefois si cela serait suffisamment utilisé et par qui. Idéalement, ce serait un outil pour une agence IEM du bassin versant (qui n'existe pas...).

6.1.7 Olivier Chaix (Integralia AG)

Résumé de l'entretien du 30.01.2020 avec Olivier Chaix (Integralia AG) (Interview réalisée par D. Rebsamen et H. Wehse, HBT)

Avis sur la démarche proposée avec des cartes et des schémas intégraux :

- La procédure convient aux cantons ou aux bassins versants, éventuellement aussi aux associations d'aménagement des eaux. Mais pas pour les communes.
- La question de savoir si les synthèses des eaux sont rentables dépend fortement du contexte. Le rapport coût/bénéfice varie fortement. Plus la densité de population et la part de terres arables sont élevées, plus la problématique de la qualité de l'eau est importante et plus la synthèse des eaux est judicieuse.

Besoin de recommandations, etc.

- Oui, une recommandation est utile si l'on vise une standardisation. Mais cela n'a qu'un sens limité, car cela présuppose un accord sur les objectifs. Au lieu de cela, une collection ou un catalogue d'idées pourrait également être utile (large présentation de bons exemples).
-

- Les exemples de bonnes pratiques documentés sont utiles.
- L'assistance informatique pour l'évaluation est importante et présente un grand potentiel.

6.2 Prises de position sur les hypothèses

Les entretiens ont permis de recueillir des avis sur les questions mentionnées au chapitre 1.2 hypothèses présentées.

1) "On peut faire plus avec toutes ces données !"

Les données sont de plus en plus nombreuses et de meilleure qualité. Dans de nombreux cas, cette abondance de données pourrait être utilisée de manière encore plus ciblée afin de déduire les mesures prioritaires pour améliorer l'état des eaux et d'évaluer leur effet global. Aujourd'hui, ces différentes sources d'information ne sont guère analysées de manière combinée, ce qui ne permet pas d'exploiter le potentiel de connaissances supplémentaires.

Nom	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Entièrement d'accord	Remarque
Pius Niederhauser ZH		X			Lorsque cela est nécessaire, les données sont aujourd'hui analysées et les potentiels exploités.
Lukas De Ventura AG				X	Des travaux correspondants sont en cours, pour des synthèses de cours d'eau en monitoring.
Lukas Egloff SO				X	Oui, on pourrait tirer davantage des données. Mais aujourd'hui déjà, c'est plus la mise en œuvre qui pose problème que l'identification d'autres problèmes...
Nele Schuwirth Eawag				X	Les sources d'information sont déjà analysées de manière combinée, mais certainement pas encore suffisamment. Mais ce n'est pas non plus nécessaire pour toutes les questions, car cela a un coût.
Stefan Hasler VSA				X	
Olivier Chaix, Integralia AG			X		Il faut garder à l'esprit le rapport coût-efficacité. Il n'est pas toujours nécessaire de faire des synthèses des eaux.

2) Les schémas et cartes intégrales sont très utiles

L'agrégation et les représentations de synthèse soignées (représentations intégrales) sont utiles. Grâce à elles, l'interprétation de l'état des eaux est plus simple et donc meilleure. En particulier, les relations de cause à effet peuvent être étudiées plus facilement.

On arrive ainsi plus facilement à de meilleures mesures et la communication des résultats est plus simple.

Nom	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Entièrement d'accord	Remarque
Pius Niederhauser ZH	X				De telles cartes et de tels schémas dépassent facilement les capacités de chacun. Il est préférable de placer les cartes sectorielles les unes à côté des autres.
Lukas De Ventura AG			X		C'est l'objectif. Nous verrons dans deux ou trois ans si cela fonctionne.
Lukas Egloff SO				X	Les cartes sont plus importantes que les schémas. Trop d'informations combinées sont difficiles à comprendre pour les non-initiés.
Nele Schuwirth Eawag				X	Pour la communication publique, il faut des informations fortement agrégées. Pour discuter des mesures individuelles, il faut des données détaillées.

Stefan Hasler VSA				X	
Olivier Chaix, Integralia AG				X	Utile dans le cadre de plans directeurs ou de plans sectoriels. Plutôt pour les expert-e-s, pour le grand public, il faut des représentations simplifiées.

3) Le dialogue entre expert-e-s est et reste nécessaire. L'interprétation n'est pas automatisable

Pour interpréter et formuler des mesures, il faut un dialogue entre les représentant-e-s des différents secteurs (les représentations intégrales offrant une bonne base).

Même à l'avenir, il n'y aura pas de conclusions automatisées, les expert-e-s ne peuvent pas être remplacé-e-s par l'intelligence artificielle et les algorithmes.

Nom	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Entièrement d'accord	Remarque
Pius Niederhauser ZH				X	L'échange permet d'arriver à une compréhension intégrale.
Lukas De Ventura AG				X	Les représentations peuvent être automatisées, mais pas l'interprétation. Ce serait dangereux.
Lukas Egloff SO				X	
Nele Schuwirth Eawag				X	Les méthodes d'aide à la décision (p. ex. MCDA) peuvent également être utiles.
Stefan Hasler VSA				X	Une automatisation serait déjà possible, mais les résultats seront meilleurs si un large comité d'expert-e-s est impliqué. Avantage supplémentaire : un large soutien.
Olivier Chaix, Integralia AG			X		L'évaluation purement informatique (K.I.) est de la musique d'avenir, mais le soutien informatique pour l'évaluation a un grand potentiel.

4) La procédure du canton de FR est exemplaire pour passer des données de mesure aux mesures.

L'approche choisie dans le canton de FR (dans le cadre du plan sectoriel de l'eau 2017) est pertinente pour obtenir une appréciation globale (intégrale) de l'état des eaux à partir des données et méthodes disponibles. Elle peut servir de modèle.

Nom	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Entièrement d'accord	Remarque
Pius Niederhauser ZH		X			
Lukas De Ventura AG			X		Il faut acquérir de l'expérience pour voir si cela fonctionne bien.
Lukas Egloff SO			X		Mais il faut encore voir si la démarche a été utile pour la mise en œuvre, si l'on a pu agir en fonction des priorités identifiées.
Nele Schuwirth Eawag				X	
Stefan Hasler VSA				X	



Olivier Chaix, Integralia AG				X	
---------------------------------	--	--	--	---	--

5) Les représentations intégrales des cours d'eau sont surtout utiles pour l'analyse de la qualité de l'eau.

Le principal avantage concerne la qualité de l'eau (chimie et biologie) et ses causes. La morphologie et l'hydrologie sont des grandeurs explicatives, mais les déficits et les mesures nécessaires de ces secteurs sont généralement beaucoup plus faciles à déterminer.

Nom	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Entièrement d'accord	Remarque
Pius Niederhauser ZH					(Non abordé dans l'entretien, car il ne trouve pas utile les représentations intégrales des cours d'eau dans leur ensemble).
Lukas De Ventura AG		X			En ce qui concerne la morphologie, il est également difficile de savoir quelles mesures sont les plus efficaces. Si nous voulons vraiment comprendre et améliorer la qualité de l'eau, et notamment la biodiversité dans les cours d'eau, nous devons penser ensemble qualité de l'eau, morphologie, hydrologie, bassins versants, etc.
Lukas Egloff SO				X	
Nele Schuwirth Eawag		X			Pour comprendre la biologie des eaux, il faut connaître tous les paramètres. La température aussi.
Stefan Hasler VSA		X	X		L'écomorphologie doit absolument être prise en compte.
Olivier Chaix, Integralia AG		X			Il faut toujours inclure tous les secteurs pertinents. Absolument les sources de pollution, la plupart du temps aussi la morphologie.

6) La procédure se prête à un contrôle des résultats au niveau du bassin versant.

Si des analyses d'état sont effectuées de manière répétée au niveau du bassin versant, la comparaison des résultats permet de réaliser un contrôle intégral des effets. Pour les contrôles d'efficacité locaux de certaines mesures (par exemple extension de STEP, revitalisation, optimisation du comportement de décharge des bassins d'orage), d'autres outils (plus spécifiques) ou une étude locale sont nécessaires.

Nom	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	Entièrement d'accord	Remarque
Pius Niederhauser ZH				X	
Lukas De Ventura AG				X	L'avenir nous dira si les schémas des cours d'eau sont le bon vecteur pour cela, mais c'est une bonne approche. Les réussites locales devraient également être visibles dans l'aperçu.
Lukas Egloff SO				X	Mais la question se pose de savoir si les conditions changent suffisamment vite pour que l'on puisse voir quelque chose en haut lieu.
Nele Schuwirth Eawag				X	On veut d'une part apprendre ce qui a fonctionné localement. Mais aussi à haute altitude, à l'aide de données agrégées, quel est l'impact d'une nouvelle politique (par exemple, si le plan d'action sur les produits phytosanitaires a eu un impact).
Stefan Hasler VSA		X			Il est difficile de contrôler les résultats à un niveau élevé ; souvent, il n'y a pas assez de changements en 6 ans pour que des interprétations hautement agrégées puissent le montrer. Au niveau sectoriel (p. ex. mesure de la chimie en aval d'une STEP), on voit plus de choses.
Olivier Chaix, Integralia AG			X		Si la synthèse globale est répétée périodiquement, il s'agit d'un contrôle de réussite à très haute altitude. Mais les contrôles de réussite se font typiquement de manière sectorielle.

7 Conclusion et perspectives

7.1 Réponse aux questions du projet et autres recommandations

Quelles sont les représentations de synthèse de la qualité des eaux ?

Les représentations cartographiques sont utilisées dans pratiquement tous les rapports d'étude et publications sur le thème de la qualité des eaux. La combinaison de représentations sectorielles et intégrales a fait ses preuves. Les représentations utilisées varient fortement et sont adaptées au public cible, au périmètre d'étude et à l'étendue des données en fonction du projet. La plupart du temps, les données de mesure et les résultats de simulation sont représentés.

Les cartes utilisées dans le contexte de la qualité des eaux peuvent être classées en quatre types : ① cartes sectorielles, ② cartes intégrales intersectorielles, ③ cartes de synthèse sectorielles des interprétations, ④ cartes de synthèse intégrales intersectorielles des interprétations. Les types ②, ③ et ④ sont souvent appelés représentations de synthèse, ces types de cartes sont jusqu'à présent plutôt rarement utilisés. De même, les schémas de synthèse (type ⑤) ne sont que rarement utilisés jusqu'à présent.

Les cartes et schémas hydrographiques connus des auteurs et rencontrés dans le cadre du présent projet ont été rassemblés (voir annexe). Cette collection peut servir de source d'inspiration pour de futurs projets. Il est recommandé de la compléter, de la commenter et de l'élargir. Une documentation sur les exemples de bonnes pratiques serait également intéressante et utile.

Comment évalue-t-on l'utilité des représentations de synthèse de la qualité des eaux ?

Il existe un consensus sur le fait qu'une synthèse intersectorielle et intégrale de l'état des eaux est nécessaire pour fixer correctement les priorités et identifier les "meilleures" mesures. Les avis divergent quant à l'utilité des représentations de synthèse à cet effet. La plupart des acteurs interrogés les considèrent comme très utiles (dans de nombreux cas, mais pas tous). Certain·e·s représentant·e·s des cantons préfèrent travailler avec des cartes et des schémas sectoriels juxtaposés et considèrent que les représentations et les cartes de synthèse prêtent à confusion.

Les auteurs du présent rapport pensent qu'il existe un potentiel pour une utilisation accrue des représentations de synthèse intersectorielles et recommandent de telles représentations, en particulier dans les situations où les effets sont complexes, comme par exemple dans le domaine de la qualité de l'eau (chimie et biologie).

Toutes les personnes interrogées estiment qu'il serait intéressant et utile de rassembler des cartes et des schémas hydrographiques existants et/ou des exemples de bonnes pratiques documentés. Une première compilation se trouve en annexe. Elle pourrait être complétée, éventuellement par une documentation des "exemples de bonnes pratiques".

Y a-t-il un besoin de recommandations pour les représentations de synthèse ?

Une recommandation sur l'utilisation de représentations intégrales devrait conduire à une uniformisation des procédures et des représentations. Certain·e·s estiment que cela est très souhaitable, d'autres considèrent que l'uniformisation n'est pas judicieuse compte tenu de la diversité des bassins versants, des problématiques et des acteurs. Face à cela, nous proposons d'investir plutôt dans des produits réalisables à court terme, notamment dans la documentation de bons projets existants ainsi que dans des outils informatiques.

Différents outils informatiques (notamment SIG et bases de données) peuvent être utilisés pour la présentation des résultats. Nous estimons qu'un développement ciblé est judicieux et recommandons de déclencher d'autres étapes dans cette direction. La prochaine étape pourrait consister à concevoir un

outil informatique simple qui simplifierait l'élaboration des représentations de synthèse et qui devrait pouvoir être utilisé de manière intuitive.

7.2 Perspectives

Éventuels travaux de suivi

Au début du projet, d'éventuels travaux de suivi ont été esquissés, mais leur mise en œuvre n'a pas encore été décidée.

	Travaux de suivi esquissés au début du projet	Observations et recommandations des auteurs du présent rapport
1	élaborer un ou des projets pilotes, mettre en œuvre et tester les recommandations	Le canton d'Argovie teste actuellement l'utilisation de schémas hydrologiques de synthèse dans le cadre du monitoring de la qualité des eaux. Il serait intéressant d'élaborer d'autres projets (pilotes).
2	Documenter les bons projets existants ("meilleures pratiques")	Nous estimons qu'il est judicieux de documenter les bons projets ("best practice"). Avec la recommandation sur la procédure au chapitre 3 et les présentations exemplaires en annexe, il est possible de trouver des "candidats" pour des projets intéressants.
3	Développer la collecte et la classification des cartes et des schémas hydrographiques	L'extension du supplément est possible. Il pourrait également se faire dans la même publication que les exemples de bonnes pratiques.
4	Elaborer une recommandation pour la procédure choisie	Cette proposition a été jugée très diversement par les personnes interrogées. Compte tenu de cela, nous proposons d'investir plutôt dans des produits réalisables à court terme, notamment dans la documentation de bons projets existants (points 2 et 3) et dans des outils informatiques (point 5).
5	Automatiser partiellement la création de cartes de synthèse et de schémas, à l'aide de SIG	Nous y voyons un potentiel et recommandons de poursuivre cette approche. De telles approches sont en discussion dans différents cantons. Une mise en œuvre par certains cantons dans les années 2023 - 2024 semble réaliste. Il existe également des possibilités pour le VSA : il pourrait soutenir le développement d'une solution Web-SIG qui pourrait ensuite être utilisée par d'autres cantons. Par rapport aux cartes classiques (statiques sur papier, .pdf), une application SIG en ligne présente le grand avantage de permettre aux "non-spécialistes SIG" de passer rapidement de la vue détaillée à la vue d'ensemble afin de combiner les thèmes (couches) en fonction de la situation. Avec un modèle de données standardisé et des représentations intelligentes à différents niveaux de zoom, les synthèses pourraient être facilitées et les efforts de préparation et de mise à jour réduits. Cela vaut aussi bien pour les cartes que pour les représentations schématiques.
6	Publier un article dans Aqua&Gas	Il convient d'y réfléchir. Si d'autres travaux de suivi sont décidés, il sera recommandé.



8 Bibliographie

- [1] Borja Á. et al. (2005) : La Directive-cadre européenne sur l'eau et le DPSIR, une approche méthodologique pour évaluer le risque de ne pas atteindre un bon état écologique. Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com
- [2] Kristensen P. (2004) : Le cadre DPSIR. National Environmental Research Institute, Danemark
- [3] Nathalie Lalande, Flavie Cernesson, Aurélie Decherf, Marie-George Tournoud (2014) : Mettre en œuvre le cadre DPSIR pour relier la qualité de l'eau des rivières à l'utilisation des terres : enjeux méthodologiques et test préliminaire sur le terrain. International Journal of River Basin Management, Taylor
- [4] Sirak Robele Gari et al. (2018) : A DPSIR-analysis of water uses and related water quality issues in the Colombian Alto and Medio Dagua Community Council
- [5] Rapport général sur l'eau et les cours d'eau 2018, canton de Zurich, direction des travaux publics, office des déchets, de l'eau, de l'énergie et de l'air
- [6] Bassin versant topographique des cours d'eau suisses, identifiant 135.4 (documentation sur les modèles, Office fédéral de l'environnement. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten/gedoatenmodelle.html>
- [7] OFEV (éd.) 2012 : Gestion par bassin versant. Guide pratique pour la gestion intégrale de l'eau en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 1204
- [8] Idées directrices - Cours d'eau suisses, OFEFP/OFEG 2003
- [9] REP Birs, BG Ingénieurs et Conseillers et Hintermann&Weber AG, 2006
- [10] VSA CC Eaux (oct. 2018). Développé par Irene Wittmer (Plattform Wasserqualität) et Heiko Wehse (Hunziker Betatech AG). Présenté à l'occasion du cours de formation continue VSA 2019 à Kandersteg.
- [11] Recommandations . Définition des notions de contrôle des résultats en matière de protection de la nature et du paysage (1999). Edité par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP).
- [12] Contrôle des effets de la revitalisation. Apprendre ensemble pour l'avenir. Version du 31.01.2022, éd. Office fédéral de l'environnement OFEV
- [13] Woolsey, S., C. Weber, T. Gonser, E. Hoehn, M. Hostmann, B. Junker, C. Roulier, S. Schweizer, S. Tiegs, K. Tockner & A. Peter. 2005. manuel pour le contrôle des résultats lors de la revitalisation de cours d'eau. Publication du projet Rhône-Thur. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 112 pp
- [14] Plan sectoriel cantonal eaux superficielles (2017), éd. Service de l'environnement Sen, État de Fribourg
- [15] Boussole des eaux Hunziker Betatech AG : Brochure liée à <https://www.hunziker-betatech.ch/de/dienstleistungen/gewaesser/wasserstrategien/>
- [16] Diverses publications de l'Agenda 21 pour l'eau sur le thème de la gestion par bassin versant. Aperçu sous : <https://wa21.ch/#> (Gestion par bassin versant, IWAGO)
- [17] Gestion des eaux usées par temps de pluie (2019). Edité par l'Association suisse des services d'assainissement et de protection des eaux (VSA)
- [18] Fliessgewässermonitoring Aargau im Wandel, présentation Arno Stöckli, Abteilung für Umwelt, canton d'Argovie à Cercl'eau 2011
- [19] Baumann Peter, Langhans Simone D. 2010 : Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Synthèse des appréciations au niveau R (région). PROJET. Edité par l'OFEV
- [20] Stratégie de l'eau du canton de Berne. Rapport de base sur le programme de mesures 2017 - 2022. Secteur approvisionnement en eau, AWA Office des eaux et des déchets, juin 2017.
- [21] Analyse biologique de la Mittelland-Reuss, de la Kleine Emme et de la Basse Lorze. Services de protection des eaux des cantons d'Argovie, Lucerne, Zoug et Zurich. Rapport succinct 2013
- [22] De source sûre. La qualité des cours d'eau vaudois, Direction Générale de l'Environnement (DGE), DIREV - Protection des Eaux, État janvier 2016
- [23] Plan directeur des eaux (PDE) de la Birse. Image directrice et potentiel d'amélioration, Hunziker Betatech, 13.12.2018

- [24] Schuwirth N. (2020 :) Towards an integrated surface water quality assessment : Aggregation over multiple pollutants and time. Publié dans Water Research, Volume 186, 1. Nov. 2020
- [25] Kuemmerlen, M., Reichert, P., Siber, R., & Schuwirth, N. (2019). Évaluation écologique des réseaux fluviaux : de la portée à l'échelle du bassin. Science of the Total Environment, 650
- [26] <https://www.datalakes-eawag.ch/>

Autres sources et références : voir annexe

Berne, 30 janvier 2023
reb/whs

HUNZIKER **BETATECH**

Hunziker Betatech AG
Rue du Jubilé 93
3005 Berne
