



## Fonctions des eaux

Les eaux remplissent de multiples fonctions pour l'environnement, la société et l'économie : elles façonnent les paysages, fournissent de l'énergie, offrent des espaces de loisirs et de détente, créent des habitats pour les plantes et les animaux, atténuent les températures extrêmes de l'eau et de l'air, procurent de l'eau d'irrigation pour les périodes sèches et alimentent les nappes souterraines. Lorsqu'elles débordent, elles causent cependant des dégâts matériels parfois considérables. Les siècles passés, l'être humain a modifié toutes ces **fonctions** à sa guise, en mettant l'accent sur l'une ou l'autre selon ses besoins (fig. 7). Au cours des 40 dernières années, il est apparu que des interventions excessives empêchaient les eaux de remplir certaines fonctions. Un endiguement étroit et rigide peut ainsi accentuer le risque de crue, alors qu'une utilisation industrielle ou agricole intensive des terrains riverains menace parfois la qualité de l'eau. Suite à un changement de paradigme, de nouvelles fonctions ont pris de l'importance : en plus de fournir de l'eau industrielle, de l'eau potable ou de l'énergie et d'évacuer les déchets, les cours d'eau améliorent la qualité de vie dans l'environnement résidentiel, offrent des espaces de détente à la population et procurent des habitats aux plantes et aux animaux. L'expansion du saumon atlantique est un bon exemple pour illustrer le changement de paradigme intervenu dans le domaine de la gestion des eaux : alors que jusqu'à il y a une centaine d'années, environ un million d'individus remontaient le courant de la mer du Nord aux frayères du Rhin en aval des chutes du Rhin, de la Reuss, de la Limmat et de l'Aar en aval des grands lacs, cette espèce s'est éteinte suite à la construction des grandes centrales au fil de l'eau (fig. 8). Aujourd'hui, l'expansion de ce migrateur est favorisée par la construction de passes à poissons au niveau des seuils et l'aménagement de cours d'eau de contournement au niveau des centrales hydroélectriques (fig. 9), ce qui aura des effets positifs sur l'environnement, la société et l'économie.

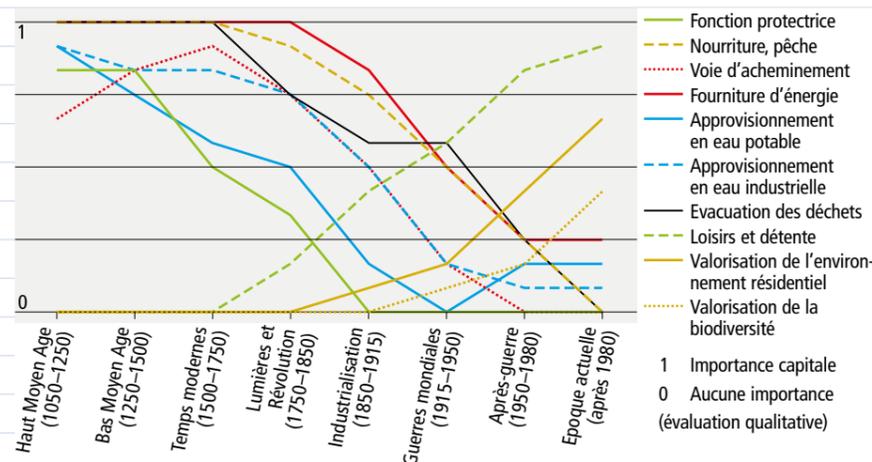


Fig. 7 : Evolution des fonctions remplies par les eaux dans les villes suisses (d'après Hauser F., Weingartner R., 2014)



Fig. 8 : Il y a cent ans, le Rhin était le principal fleuve à salmonidés d'Europe. Chaque année, des milliers de saumons migraient du Groenland vers les affluents du Rhin jusqu'en aval des lacs périalpins de Thoun, des Quatre-cantons et de Zurich pour frayer. (© Fricktaler Museum Rheinfelden)

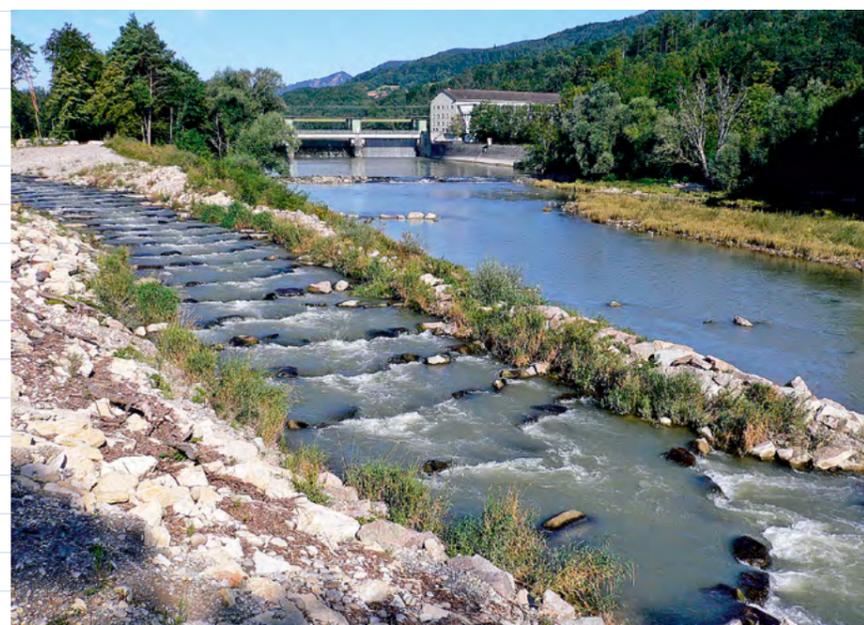


Fig. 9 : Cours d'eau de contournement avec passe à poissons, centrale hydroélectrique de Rupperswil-Auenstein (© Oekovision GmbH, Widen)

## Des eaux aménagées

La Suisse compte peu de milieux aussi éloignés de leur état naturel que les cours d'eau (fig. 1 et 2). Si l'**évolution du paysage** s'est amorcée il y a plus de 300 ans avec la première grande **correction des eaux** du pays, le détournement de la Kander dans le lac de Thoun (1711 – 1714), l'**aménagement des cours d'eau** a véritablement pris son essor au XIX<sup>e</sup> siècle. De grands travaux ont été entrepris pour changer le tracé des rivières et **drainer** les zones marécageuses riveraines sur le Plateau et dans les vallées alpines. En quelques décennies, les cours d'eau alpins principaux – le Rhin, la Reuss, l'Aar et le Rhône – ont été rectifiés, canalisés, corsetés et endigués (fig. 2).

Grâce aux terres gagnées sur les eaux et à la diminution du risque d'inondation, l'agriculture, le milieu bâti, l'industrie et l'utilisation de la force hydraulique ont connu un développement et une expansion rapides le long des rives. D'innombrables zones humides, étangs et méandres ont alors disparu ; un peu partout, les cours d'eau et leurs berges ont été réduits en un chenal d'écoulement, avec une modification des débits à la clé (fig. 2). Ils n'ont plus été à même de remplir leurs **fonctions** essentielles du point de vue écologique (habitat pour la flore et la faune, biodiversité, p.ex.), social (loisirs, détente, qualité de vie, p.ex.) ou économique (pêche, p.ex.), ce qui est passé pratiquement inaperçu. Depuis une trentaine d'années, des mesures de **revitalisation** sont mises en œuvre pour rétablir les fonctions naturelles des milieux aquatiques fortement artificialisés (fig. 3). La revitalisation des eaux a été inscrite dans la loi fédérale sur la protection des eaux en 2011. Dès lors, les cantons sont tenus de déterminer des **espaces réservés aux eaux**, qui seront aménagés et exploités de manière extensive.



Fig. 1 : L'Aar à Muri, vue en direction du sud, tableau « Vue dessinée à Mouri près de Berne » de J.L. Aberli, vers 1784 (Bibliothèque nationale suisse, collection Gugelmann)



Fig. 2 : L'Aar au niveau du pont d'Uttigen en 2020 : la rivière a été canalisée au XIX<sup>e</sup> siècle et dotée d'un seuil au XX<sup>e</sup> siècle. (photo : Matthias Probst)



Fig. 3 : L'Aar en 2020, après les mesures de revitalisation réalisées au niveau du pont de Hunziken, vue en direction du sud (photo : Matthias Probst)

## Correction de cours d'eau

Aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles, la forte croissance démographique s'est traduite par des besoins accrus en terres agricoles, voies de communication et surfaces d'habitat. Les plaines fluviales du Plateau et des fonds de vallées alpines offraient de vastes espaces à la population, mais ceux-ci étaient menacés par les crues. Les **marécages** bordant les rivières présentaient en outre un risque pour la santé humaine et animale (la malaria p. ex.). Dans tout le pays, des **travaux de correction** ont donc été entrepris à grande échelle pour tenter d'assécher les terrains marécageux et les zones humides au moyen de **systèmes de drainage** et de canaliser les cours d'eau à l'aide de **digues** latérales (fig. 4). Ces deux mesures ont permis de gagner des surfaces pour l'agriculture, l'industrie, l'habitat et les transports. Les corrections les plus connues sont celles de la Kander (1711–1714), de la Linth (1807–1816), du Rhin alpin (dès 1862) et du Rhône en amont du Léman (1863–1894), ainsi que les deux corrections des eaux du Jura (1868–1891 et 1962–1973).

## Protection contre les crues

Jusqu'au XVIII<sup>e</sup> siècle, la population suisse a largement défriché les forêts alpines et préalpines pour produire des matériaux de construction et du bois de chauffage à faible coût. Une fois déboisés, les versants abrupts n'étaient plus protégés de l'érosion. Les matériaux meubles qui s'en détachaient lors des **fortes pluies** étaient charriés par les cours d'eau vers les fonds de vallées et allaient s'accumuler aux endroits peu pentus. Ces **dépôts** épais ont rehaussé les lits des rivières et entraîné des débordements, avec pour conséquence une amplification des inondations, la formation de nouvelles voies d'écoulement et de marécages ainsi que la perte de terres agricoles et de surfaces d'habitat. A la même époque, la croissance démographique a entraîné une pression foncière. A la suite des crues dévastatrices de 1868, le gouvernement a promulgué la loi fédérale sur la police des eaux et fourni des fonds pour rectifier, canali-

ser, endiguer et détourner de grands et petits cours d'eau (fig. 4 et 5). Les rectifications consistent à raccourcir un tronçon tout en conservant son dénivelé, ce qui permet d'accroître sa capacité d'érosion et de transport par augmentation de la vitesse du courant. Le gravier et les galets ne se déposent plus dans les fonds de vallées, mais dans des lacs ou des tronçons plus larges et moins pentus, où le secteur du bâtiment les exploite comme matière première. Si ces interventions ont bel et bien réduit le risque de crue, elles ont aussi accentué l'**érosion verticale** dans les lits rétrécis : par endroits, ceux-ci ont vu leur fond s'encaisser de plusieurs mètres, sapant les ouvrages de protection des berges et les piles de ponts. Le niveau des nappes souterraines se trouvant à proximité s'est également abaissé. Ces phénomènes ont nécessité de nouvelles **mesures techniques d'aménagement des cours d'eau** (seuils et radiers, p. ex.) visant à réduire les vitesses d'écoulement et stabiliser les lits (fig. 2 et 4).

## Force hydraulique

La construction de **centrales hydroélectriques** a elle aussi profondément modifié les cours d'eau et leur régime d'écoulement au cours des 150 dernières années. L'énergie cinétique de l'eau est transférée à une turbine et convertie en électricité par un alternateur. Dans les **centrales au fil de l'eau**, un barrage retient la rivière à cet effet. En revanche, dans les **centrales à accumulation**, l'eau est stockée dans un lac de retenue pendant un certain temps et conduite vers la turbine en fonction de la demande, ce qui provoque des fluctuations de débit (éclusées) en aval et nuit aux organismes aquatiques.

## Etat des cours d'eau

Une analyse de l'**état écomorphologique** des cours d'eau suisses a montré que près d'un cinquième des 65 000 kilomètres du réseau hydrographique est endigué. Dans les zones urbanisées, environ 80 % des tronçons ont été rectifiés, déboisés, canalisés ou mis sous terre. Cette proportion avoisine 50 %

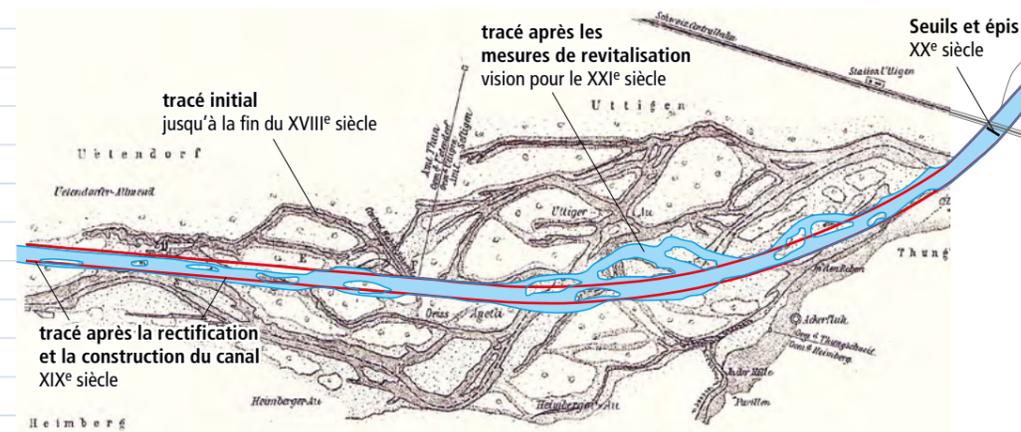


Fig. 4: Evolution du tracé de l'Aar à Uttigen (tiré de PNR 61, 2014)



Fig. 5: Le Chriesbach à Dübendorf canalisé (à gauche, en mars 2013) et après la revitalisation (à droite, en mars 2014) (© Peter Penicka et Andri Bryner, Eawag)

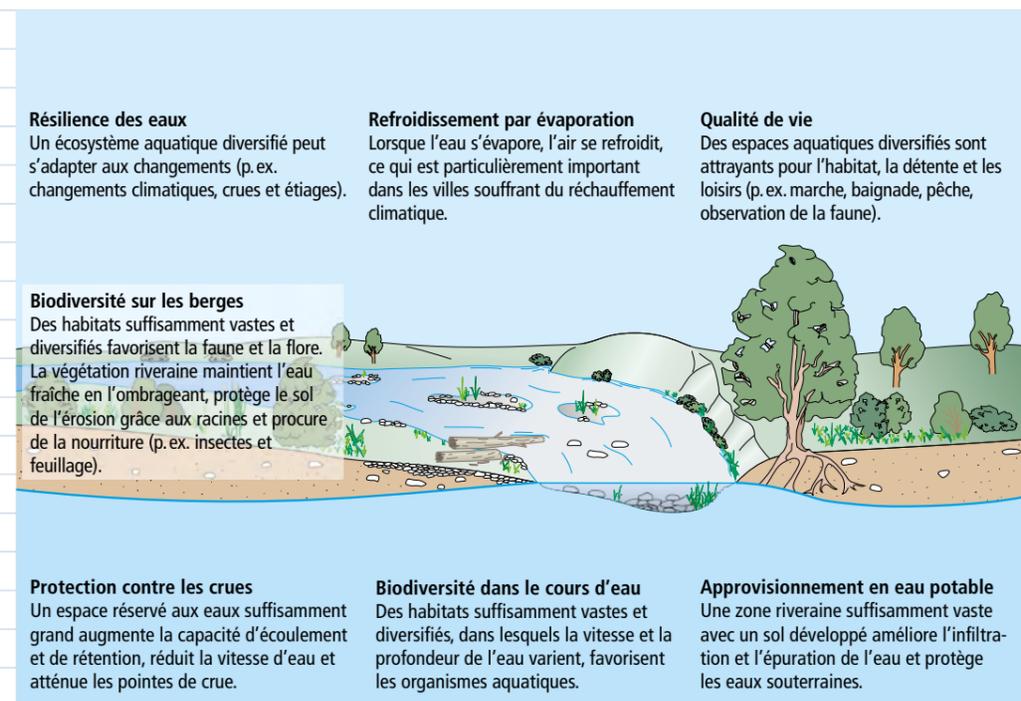


Fig. 6: La revitalisation des cours d'eau et ses multiples effets

dans les régions agricoles et atteint presque 10 % sur le reste du territoire. Quelque 100 000 **seuils** de plus de 0.5 mètre de hauteur ont été construits dans tout le pays pour freiner l'érosion verticale. Ces ouvrages coupent souvent les poissons et les autres organismes aquatiques des habitats qui leur permettent de se nourrir, de s'abriter et de se reproduire. Ils perturbent également le régime de charriage. En moyenne, un obstacle s'élève tous les 650 mètres. Dans certaines rivières, cet intervalle est même beaucoup plus petit (la Töss, tous les 120 mètres, p. ex.). Un millier de **centrales hydroélectriques** constitue une entrave supplémentaire à la migration des poissons, voire au transport des sédiments pour 150 d'entre elles. Les matériaux retenus font défaut en aval du barrage comme substrat de frai ou comme protection contre l'incision du lit.

## Revitalisation

Pendant ces dernières décennies, les effets négatifs des interventions dans les eaux et à leurs abords sont devenus de plus en plus apparents. Le rétrécissement, l'assèchement ou la mise sous terre des cours d'eau entraînent ainsi la disparition d'habitats précieux pour les plantes et les animaux, mais aussi de magnifiques espaces de détente pour la population. La zone d'écoulement s'en trouve également réduite en cas de crue. L'urbanisation des terres gagnées sur les eaux signifie en outre la perte de surfaces importantes pour l'approvisionnement en eau potable. Les raisons pour redonner aux eaux une partie de l'espace perdu ne manquent donc pas. C'est pourquoi la **loi fédérale sur la protection des eaux**, révisée en 2011, exige la mise en œuvre de mesures destinées à rendre les cours d'eau et les lacs plus naturels. La **renaturation** consiste à rétablir un milieu artificialisé dans son état initial, alors que la **revitalisation** désigne la restauration de la dynamique et des fonctions naturelles d'un écosystème dégradé. Mais, une intervention humaine peut-elle vraiment permettre le retour à un état et à

une nature originels ? Comme cette question reste ouverte, la politique actuelle de protection des eaux prévoit surtout des mesures de construction visant à réactiver les processus naturels dans les cours d'eau endigués et à leurs abords. Par exemple, une rivière dont le lit est élargi pourra à nouveau créer différents habitats et secteurs dans lesquels les variations de la vitesse d'écoulement et de la profondeur de l'eau favoriseront la mobilisation et le dépôt de sédiments (fig. 5 et 6).

## Des cours d'eau résilients

La loi fédérale sur la protection des eaux contraint les propriétaires de **centrales hydroélectriques** à prendre des mesures pour maintenir les **débits résiduels** prescrits et réduire les variations entre débit d'écluse et débit plancher, notamment au moyen de bassins de compensation. Il convient également de réactiver le **régime de charriage** perturbé au niveau des centrales hydroélectriques, des seuils et des prélèvements industriels de gravier. En outre, la loi sur la pêche impose de garantir la libre migration des poissons vers l'amont et l'aval. La revitalisation d'un cours d'eau et de sa végétation riveraine ont de nombreux effets positifs (fig. 6). Les propriétaires de centrales hydroélectriques ont jusqu'à fin 2030 pour réactiver le régime de charriage, rétablir la libre migration des poissons et réduire les effets d'écluse. D'ici 2091, 4000 km de cours d'eau seront en outre revitalisés. Ces mesures priveront l'agriculture de 20 km<sup>2</sup> de surface agricole utile sur un total de 10 449 km<sup>2</sup>. Les espaces réservés aux eaux, soit environ 200 km<sup>2</sup>, ne pourront être exploités que de manière extensive, par exemple sous forme de prairies ou de pâturages. Les engrais, les pesticides et le labourage y seront interdits. Les exploitations agricoles recevront des paiements directs en compensation de leur perte de rendement. Certains domaines verront leur superficie diminuer notablement, mais, dans l'ensemble, seule une petite fraction de la surface agricole utile actuelle et des terres asséchées au cours des trois derniers siècles sera touchée.



## Fiche de travail: Des eaux aménagées

### Questions clés et exercices

#### Focus

Depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, l'être humain n'a cessé de transformer le paysage aquatique suisse. Ses interventions ont laissé des traces bien visibles dans les eaux et à leurs abords (fig. 1 à 3). Les travaux d'aménagement se poursuivront pendant les décennies à venir, mais ils viseront des objectifs partiellement redéfinis.

Pour quelles raisons l'être humain a-t-il aménagé les cours d'eau suisses pendant ces trois derniers siècles ? Quelles interventions a-t-il réalisées dans les eaux et à leurs abords, avec quelles répercussions ?

A l'aide de l'exemple de l'Aar (fig. 1–3), rapportez les interventions subies par les cours d'eau d'hier à aujourd'hui et notez vos hypothèses relatives aux objectifs visés et aux répercussions sur les eaux et leurs abords dans le tableau ci-après.

	avant 1850	de 1850 à 1980	depuis 1980
<b>Interventions dans les eaux et à leurs abords</b> (observation)			
<b>But des interventions</b> (hypothèses)			
<b>Répercussions</b> (hypothèses)			

#### Savoir

Confrontez vos réflexions sur les interventions subies par les cours d'eau aux connaissances scientifiques actuelles figurant sous les rubriques « Savoir » et « Transfert ». Corrigez, confirmez et nuancez vos constats.

#### Transfert

On ne sait pas encore à quels besoins sociaux et économiques les eaux et leurs abords devront répondre dans 50, 100 ou 1000 ans. Il importe donc de doter les eaux d'un espace minimum leur permettant de remplir leurs multiples fonctions aujourd'hui et à l'avenir, malgré les changements attendus (mutations socio-économiques liées aux changements climatiques, p. ex.).

Quelles fonctions les eaux remplissent-elles actuellement dans votre région et quelles mesures faudrait-il envisager pour améliorer chacune d'elles à l'avenir ?

Évaluez les fonctions (services) remplies par un cours d'eau de votre région et ses abords, puis élaborez des mesures de valorisation sociale, écologique et économique. N'oubliez pas de les justifier.

Etat actuel du cours d'eau		Mesures novatrices pour le cours d'eau	
Photo	Évaluation des fonctions du cours d'eau (pour la société, l'environnement et l'économie)	Mesure	Justification de la mesure concernant les fonctions

## Bibliographie

Blanc P., Schädler B., 2013 : L'eau en Suisse – un aperçu. Commission suisse d'hydrologie. Berne.

Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2017 : Valoriser les cours d'eau et les lacs – Pour l'être humain et pour la nature. Sept exemples issus de toute la Suisse illustrent comment cantons et communes mènent à bien des projets de revitalisation. Environnement Info. Berne.

Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2017 : Mutation du paysage : résultats du programme de monitoring Observation du paysage suisse (OPS). Berne.

Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2016 : Etat des cours d'eau suisses. Résultats de l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA) 2011 – 2014. Berne.

Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2015 : Renaturation des eaux suisses : plans d'assainissement des cantons dès 2015. Berne.

Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2012 : Revitalisation des cours d'eau. Planification stratégique. Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux. Berne.

Office fédéral de l'environnement (OFEFP/ OFEG) (éd.), 2003 : Idées directrices – Cours d'eau suisses. Pour une politique de gestion durable de nos eaux. Berne.

Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux)

Hauser F., Weingartner R., 2014 : Oberflächengewässer im urbanen Raum. Aspekte und Entwicklungen am Beispiel der Stadt Bern. In : Bäschlin E., Mayer H., Hasler M. (Hrsg.) : Bern. Stadt und Region. Die Entwicklung im Spiegel der Forschung, Jahrbuch Geographische Gesellschaft Bern, Band 64. Berne (en allemand seulement).

Herrmann M., 2012 : Funktionen und Funktionswandel urbaner Gewässer. Analyse anhand der Städte Luzern, Thun und Solothurn. Travail de master à l'Institut de géographie de l'Université de Berne. Berne (en allemand seulement).

Lanz K. et al., 2014 : La gestion des ressources en eau face à la pression accrue de leur utilisation. Synthèse thématique 2 dans le cadre du Programme national de recherche PNR 61 « Gestion durable de l'eau ». Berne.

Müller S., Sieber U., Estoppey R., Haertel-Borer S., Leu C., Schärer M., 2018 : Protection des eaux en suisse. Protection et développement des eaux. Aqua & Gas, n° 6/2018. Zurich.