



## Dans les rivières, la réalisation de mesures à long terme révèle les changements les plus infimes

30 août 2018 | Irene Bättig

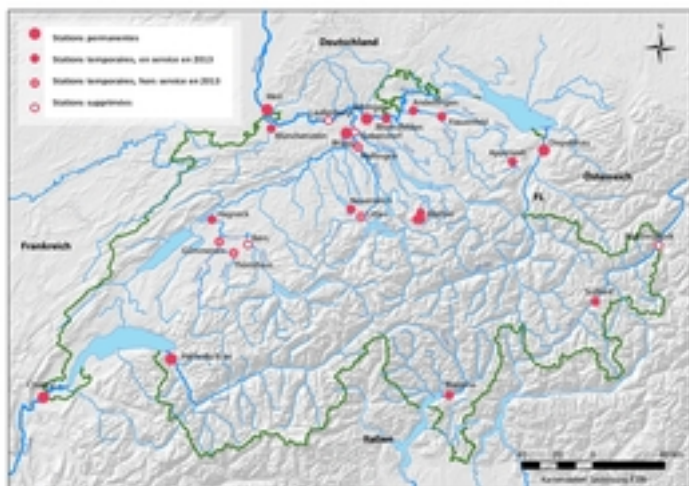
Catégories: Eau potable | Eaux usées | Polluants | Écosystèmes

**L'observation de longue durée des grandes rivières suisses se fait depuis bientôt 45 ans. Une évaluation des séries chronologiques montre que le changement climatique s'accompagne aussi de modifications des processus géochimiques. C'est ainsi que l'on a enregistré une hausse des concentrations de bicarbonate dans la plupart des stations. À l'origine de ce phénomène, il y a non seulement la hausse des températures, mais aussi la charge en nutriments dans les lacs et le taux d'acidité des sols. En revanche, après un pic atteint à la fin des années 1980, les concentrations d'azote sont en recul. Cela s'explique par la réduction de l'apport d'azote dans l'agriculture et l'amélioration de l'élimination dans le traitement des eaux usées.**

Depuis 1974, le programme NADUF (surveillance nationale continue des cours d'eau suisses) étudie l'état chimique des rivières en Suisse. « Le système de mesure initié par l'Eawag et la Division Hydrologie de l'Office fédéral de l'environnement était une nouveauté absolument inédite à l'époque », se rappelle Jürg Zobrist, ancien chercheur à l'Eawag. Le dispositif de mesure prélève en continu de petits échantillons d'eau, dès qu'une certaine quantité d'eau s'écoule dans la rivière, et les ajoute pour obtenir sur 2 semaines un échantillon composite. « Ainsi, il est possible non seulement de mesurer les concentrations dans les échantillons pondérés sur le débit, mais aussi de calculer les charges facilement », explique Zobrist, qui a participé à la mise en place du programme. À l'époque, les techniques d'analyse chimique étaient encore à mille lieues des possibilités actuelles sur le plan de leur automatisation et de leur sensibilité. Aujourd'hui, au laboratoire analytique de l'Eawag, on procède dans les prélèvements d'eau à la détermination d'une vingtaine de substances, dont le calcium, le magnésium et le bicarbonate, et de différents nutriments comme le nitrate ou l'azote total. De plus, le débit, la température de l'eau, l'oxygène, la conductivité électrique et le pH de l'eau sont

mesurés en continu.

Entre-temps, Jürg Zobrist est à la retraite et ce sont Ursula Schönenberger et Stephan Hug qui poursuivent à l'Eawag l'évaluation des données NADUF. Cependant, Jürg Zobrist n'était pas encore prêt à lâcher prise. Ces dernières années, il a notamment examiné plus en détail le trésor de données disponibles et a procédé à une analyse statistique des mesures de paramètres géochimiques et de l'azote dans sept stations appartenant au réseau de mesure NADUF. « L'objectif était de démontrer les changements à long terme enregistrés entre 1974 et 2013 et de les expliquer », déclare Zobrist.



Carte des stations NADUF en 2017.

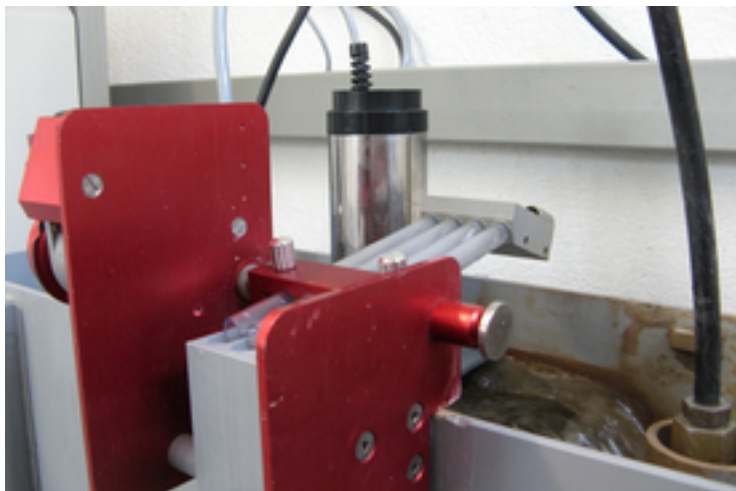
### Les mesures de protection portent leurs fruits

Ses analyses montrent que les débits n'ont guère changé, alors que les températures des cours d'eau ont augmenté de 0,8 à 1,3 °C. Toutefois, cette hausse n'a pas été linéaire, mais est marquée par un bond des températures enregistré entre 1985 et 1990 – dans le Rhône, en aval de Genève, le thermomètre a grimpé de 1,1 °C, dans la Thur de 0,4 °C. « Un tel bond des températures a été observé dans toute l'Europe, dans les cours d'eau, les lacs, les nappes d'eau souterraines ou dans le sol », ajoute Zobrist.

Les concentrations et les charges en azote ont considérablement augmenté de 1982/83 à 1987/88. Elles reflètent avec un léger décalage l'intensification de l'agriculture responsable, au début des années 1980, des excédents d'azote les plus importants. En d'autres termes, on a utilisé plus de fumier de ferme et d'engrais chimiques que ce qui était éliminé à travers la récolte. De ce fait, les réserves d'azote organique ont fortement augmenté dans les sols, entraînant un accroissement des rejets d'azote dans le milieu aquatique. À cela s'est ajoutée la hausse exceptionnelle des températures dans le sol et l'eau à la fin des années 1980, qui a conduit à une augmentation de la mobilisation biologique de l'azote.

Depuis les années 1990, la charge totale en azote a nettement baissé – de près de 50 %.

« Les modifications intervenues sur le terrain dans l'utilisation des engrais agricoles et l'amélioration de l'épuration des eaux, en particulier l'introduction de la dénitrification dans quelques grandes stations d'épuration des eaux, a porté ses fruits », estime Zobrist.



*L'installation de prélèvement d'eau révolutionnaire de 1974 : L'eau de la rivière est acheminée vers la station avec un débit de 20 à 50 l/min à l'aide d'une pompe immergée. Dès qu'une quantité d'eau propre à la station s'est écoulée dans la rivière, les quatre gobelets de mesure (à 1 ml) sont plongés dans le courant d'eau continu de la station, puis vidés par rotation dans les conduites qui mènent aux bouteilles de prélèvement au réfrigérateur. Un échantillon composite contient ainsi 800 à 4000 sous-échantillons. (Photo : Eawag, Jürg Zobrist)*

### **Les processus géochimiques aussi évoluent**

Il ne fallait pas s'attendre à de grands changements concernant les paramètres géochimiques, mais ils étaient mesurables. En effet, le calcium, le magnésium et le bicarbonate résultent de l'érosion de rochers de calcite et de dolomite dans le bassin versant des fleuves. Ce phénomène s'accompagne d'une capture du CO<sub>2</sub> et le bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) qui en résulte se déverse dans les nappes aquatiques. Du CO<sub>2</sub> sous forme de gaz s'échappe en partie dans l'atmosphère ou précipite à nouveau sous forme de calcite. Ces processus de base dans le cycle géochimique du carbone s'équilibrent, ils dépendent des conditions environnementales.

Les concentrations de bicarbonate ont augmenté. Pour Zobrist, le changement climatique en est en partie responsable : « Sous l'effet de la hausse de température d'environ 1,5 °C dans l'air, les microorganismes du sol ont repris de l'activité ; ils respirent plus et libèrent davantage de CO<sub>2</sub>. » Dans le sol humide, le CO<sub>2</sub> se dissout pour former de l'acide carbonique. Le taux d'acide carbonique étant en hausse, l'érosion attaque davantage les roches, surtout les minéraux carbonatés, et les concentrations de bicarbonate augmentent. Ce processus a pu être quantifié à l'aide d'un programme classique d'équilibre CaCO<sub>3</sub>-CO<sub>2</sub>. En aval des lacs, la réoligotrophisation a aussi des conséquences : comme l'offre en phosphore a baissé pendant la période étudiée, la croissance des algues qui, grâce

à la photosynthèse, séquestrent le CO<sub>2</sub> a été inhibée dans les lacs. Et plus il y a de CO<sub>2</sub> dans l'eau sous forme dissoute, moins il y a de calcite précipitée.

### Des effets inverses se conjuguent

Dans la Thur, au niveau d'Andelfingen, la concentration en bicarbonates affiche une tendance inverse au cours des trois dernières décennies. D'une part, aucun lac ne se trouvant en amont du fleuve, la réoligotrophisation n'a aucun effet ici. De l'autre, il y a aussi des développements qui sont responsables du recul de l'érosion, estime Zobrist :

« L'utilisation d'engrais acidifiants dans l'agriculture a reculé. En plus, les dépôts acides en provenance de l'atmosphère ont aussi diminué – par exemple grâce à la réduction de la teneur en soufre du mazout et surtout suite à la baisse des émissions de SO<sub>2</sub> dans les pays de l'ancien bloc de l'est. » De ce fait, l'érosion de la calcite a diminué.

Les tendances à long terme montrent que le cycle géochimique du carbone est soumis à des changements et réagit aux influences humaines. « Les changements en question sont certes infimes, mais statistiquement significatifs », résume Zobrist, qui avec cette contribution met définitivement fin à ses activités de recherche.

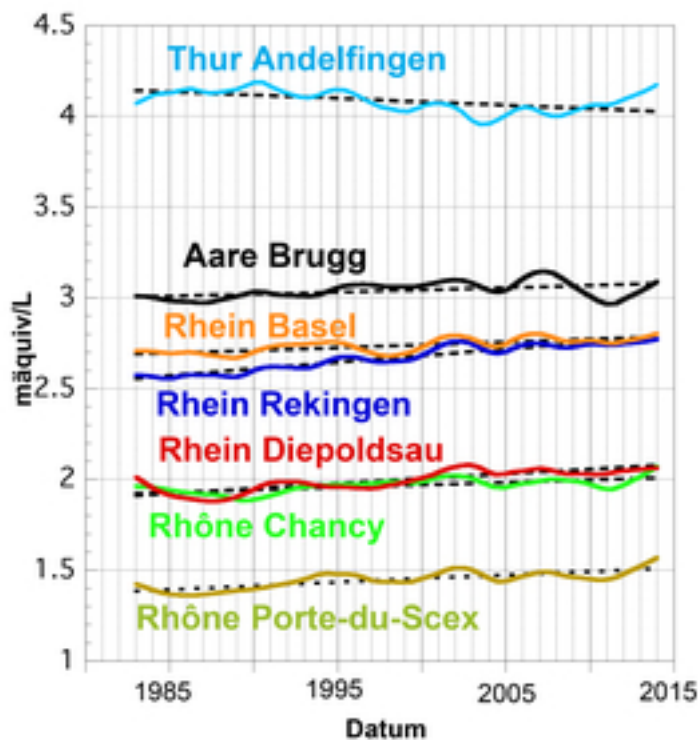
### Publication

Zobrist, J.; Schoenenberger, U.; Figura, S.; Hug, S. J. (2018) Long-term trends in Swiss rivers sampled continuously over 39 years reflect changes in geochemical processes and pollution, *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 16788-16809, [doi: 10.1007/s11356-018-1679-x](https://doi.org/10.1007/s11356-018-1679-x), [Institutional Repository](#)

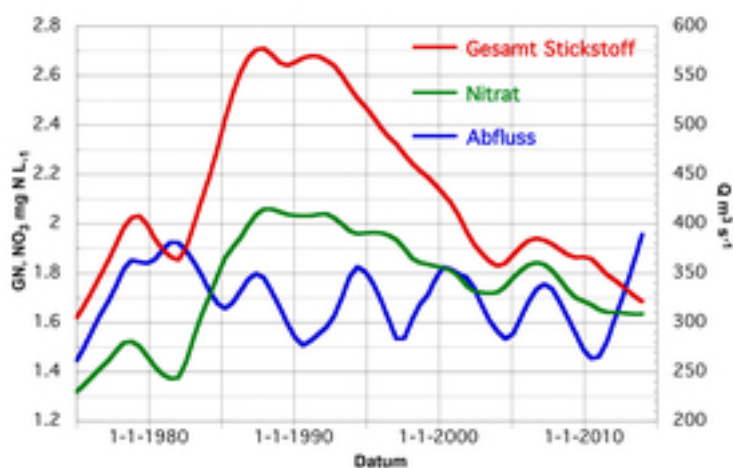
### Plus de photos



*Station de prélèvement NADUF en bordure de la Glatt, à Rheinsfelden.  
(Photo : OFEV)*



Modification des concentrations de bicarbonate entre 1983 et 2013 relevées dans sept stations de mesure. La courbe lissée des séries de mesures sur plus de 5 ans est colorée, la ligne pointillée montre la tendance à long terme, calculée au moyen d'une régression linéaire.



Évolution des concentrations d'azote total (en rouge) et de nitrate (en vert), lissées sur 5 années, et du débit (en bleu) dans l'Aar, près de Brugg.

#### Le programme de mesures NADUF

La surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF), impliquant ses 10 stations de mesure permanentes et actuellement 15 stations temporaires, est assurée depuis 1974 par l'Office

fédéral de l'environnement (OFEV), par l'Eawag et par l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL).

Le débit, la température de l'eau, le pH, l'oxygène et la conductivité électrique sont mesurés en ligne. Ces données sont disponibles auprès de l'Office fédéral de l'environnement sous [Données hydrologiques et prévisions, dangers et alertes](#) ou [Données actuelles NADUF](#).

Le laboratoire d'analyse et d'apprentissage (laboratoire AuA) de l'Eawag assure la mesure des substances et paramètres suivants dans les prélèvements d'eau qui arrivent chaque semaine :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , alcalinité (bicarbonate),  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , dureté totale, DOC, TOC, matières en suspension et les nutriments  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ,  $\text{NO}_3^-$ , azote total, DRP ( $\text{o-PO}_4$ ), phosphore total. Les fichiers de données correspondants peuvent être téléchargés sur le [site web du NADUF](#).

## Contact



**Stephan Hug**

Tel. +41 58 765 5454

[stephan.hug@eawag.ch](mailto:stephan.hug@eawag.ch)



**Andri Bryner**

Responsable médias

Tel. +41 58 765 5104

[andri.bryner@eawag.ch](mailto:andri.bryner@eawag.ch)

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/dans-les-rivieres-la-realisation-de-mesures-a-long-terme-revele-les-changements-les-plus-infimes>