

campus 65

Magazine de l'Université de Genève

Juillet – août 2003

H₂O dans tous ses états



UNIVERSITÉ DE GENÈVE

dossier

H₂O dans to



PHOTOS: OLIVIER VOGELSIANG



us ses états

- Unique dans l'univers, l'eau a des propriétés particulières qui en font le seul liquide à la connaissance des scientifiques à pouvoir permettre l'éclosion de la vie. Tour d'horizon en compagnie du professeur Jacques Bufflé.
- Indissociable de toute activité humaine, l'eau reste une conquête récente, notamment pour ce qui est de l'hygiène. Histoire d'une lente domestication avec François Walter, professeur au Département d'histoire nationale.
- Le réseau d'évacuation des eaux usées à Genève (près de 1500 kilomètres de tuyaux) a besoin d'un sérieux coup de jeune. Un chantier gigantesque supervisé par le tout nouveau Domaine de l'eau de l'Etat de Genève.
- Les sédiments de certains barrages suisses sont fortement contaminés en métaux lourds. L'Institut Forel s'applique à étudier les conséquences sur l'environnement et la santé publique que cette situation pourrait avoir à long terme.

«2003, année de l'eau» : le forum mondial de Kyoto qui s'est tenu en mars dernier devait donner à ce libellé un retentissement international. Las, sur la scène médiatique, les bruits de bottes dans le désert irakien ont largement volé la vedette à ce liquide qui est à la fois le plus répandu sur la planète et le plus indispensable à la vie.

Comme le pétrole, l'eau a pourtant une dimension éminemment dramatique. Source de conflit quand elle se fait rare, elle devient dévastatrice lorsqu'elle est trop abondante. Sans parler des maladies ou des pollutions, dont elle peut devenir le zélé messenger.

Mais contrairement à «l'or noir», l'eau est un élément irremplaçable qui compose entre 70 et 75% de notre corps et dont nous ne pouvons nous passer plus de trois jours sans en mourir. C'est en outre dans les lacs et les océans, milieu liquide qui

favorise le rapprochement des composés chimiques, que les premières cellules sont nées.

Moteur de la vie sur Terre, la présence d'eau a par ailleurs énormément compté dans le développement des sociétés humaines et des villes en particulier Genève, qui a fait du fameux jet de 140 mètres son principal symbole touristique. Cernée par le Léman, le Rhône et l'Arve, la cité fut d'abord lacustre. Elle entretient depuis un rapport étroit avec l'élément liquide pour le développement de son agriculture, de son industrie ou l'hygiène de ses habitants, mais aussi en tant qu'objet de recherche.

Que ce soit en matière de chimie ou de biologie, la molécule H₂O possède en effet des propriétés tout à fait uniques sur lesquelles les savants genevois se sont penchés depuis le XVIII^e siècle. Une tradition que perpétue aujourd'hui l'Université — par le biais notamment des travaux menés au sein de l'Institut Forel — mais aussi l'Etat. Le 1^{er} janvier de cette année a ainsi été inauguré le «Domaine de l'eau». Une nouvelle structure rattachée au Département de l'intérieur, de l'agriculture et de l'environnement, qui a pour principal cahier des charges le contrôle de la qualité des eaux de surface, la renaturation des cours d'eau et des rives, la surveillance du réseau d'évacuation des eaux usées et des eaux de pluie. Pour compléter le dispositif, les autorités ont adopté à la même date une nouvelle loi, qui met enfin la législation genevoise au diapason des exigences fédérales en matière de protection des eaux, d'aménagement des cours d'eau et d'utilisation des forces hydrauliques. Mieux vaut tard que jamais!

VM & AVs



Pour se mettre dans le ba

On l'utilise tous les jours, pour se désaltérer, se laver ou cuire des aliments. Quoi de plus banal que l'eau? Pourtant, ce liquide est unique et ses propriétés ont permis l'apparition de la vie sur Terre. Petit tour de bassin en compagnie du professeur Jacques Buffle.

«**L'**EAU a des propriétés très spécifiques qui la distinguent des autres solvants, estime Jacques Buffle, professeur au Département de chimie minérale analytique et appliquée. *Il existe d'autres liquides qui partagent certaines de ces propriétés. Mais l'eau est le seul solvant qui les combine toutes. Et c'est la raison pour laquelle l'une des premières questions que l'on se pose lorsque l'on cherche de la vie sur d'autres planètes que sur Terre est de savoir si l'eau y est présente. Car sans ce liquide, on imagine mal comment il pourrait se créer de la vie.*»

UN CLIMATISEUR EFFICACE

La chaleur spécifique de l'eau est parmi la plus élevée de tous les liquides. Cela signifie qu'elle peut emmagasiner de grandes quantités d'énergie calorifique et les restituer plus tard. Résultat : les grands réservoirs d'eau (lacs, océans) amortissent les fluctuations de la température de l'air. C'est d'ailleurs un phénomène très typique de Genève, où le mercure ne descend jamais à -50° ni ne monte au-delà des 40° . En effet, lorsque la température dégringole, le lac joue le rôle de radiateur en restituant la chaleur emmagasinée durant l'été précédent. En été, il fournit au contraire de la fraîcheur. Grâce à la chaleur spécifique élevée de l'eau, le lac Léman, comme n'importe quelle étendue d'eau, fonctionne comme un système tampon de température.

LIBRE CIRCULATION DE LA TEMPÉRATURE

Mis à part le mercure, qui est un métal, l'eau à la conductibilité thermique la plus élevée de tous les liquides. Ainsi, si on chauffe une partie d'une étendue

d'eau, la chaleur va très rapidement se diffuser horizontalement. Cela évite d'avoir des zones très chaudes qui en côtoient d'autres très froides. Une telle configuration poserait en effet de gros problèmes au maintien de la vie. Un organisme vivant, par exemple, ne pourrait pas vivre avec de grandes différences de température entre ses organes.

UN MÉLANGEUR NATUREL

La densité de l'eau varie avec la température et atteint un maximum à 4° . Ainsi, dans un lac ou un océan, les eaux chaudes sont plus « légères » que les eaux froides et restent en surface. Du printemps à l'automne, ce système est stable et il apparaît une stratification des eaux. Dans chaque couche définie par sa température peuvent se dérouler des processus chimiques différents. C'est important pour l'écosystème général d'un lac, mais si cet état devait durer trop longtemps, plusieurs années par exemple, les eaux du fond commencent à manquer d'oxygène et à se charger de composés toxiques, néfastes à la vie. Heureusement, avec la venue de l'hiver, la température de

surface descend progressivement jusqu'à atteindre celle du fond, qui se situe en général à 4° . Du coup, le système devient homogène et les eaux peuvent se brasser et se régénérer. Pour le lac Léman, profond de plus de 300 mètres, ce phénomène est essentiel puisque le vent n'arrive à mélanger que les premières dizaines de mètres. Lors d'hivers doux, en revanche, le brassage n'est que partiel ou inexistant, ce qui pose un problème important pour la qualité générale des eaux du lac.

UNE GLACE OPPORTUNE

Lorsque la température passe sous les 4° , la densité de l'eau recommence à descendre un peu, contrairement à tous les autres liquides. Ainsi, lorsqu'il gèle, la mince couche d'eau à 0° reste en surface, flottant sur celles dont la température est supérieure de quelques degrés. Et c'est là que se forme la glace, laissant du même coup la vie en dessous poursuivre son cours. Dans le cas contraire, la glace se formerait depuis le fond, transformant petit à petit le lac entier en un seul bloc solide. Toute la vie disparaîtrait chaque hiver.





in...

UN LIQUIDE...

L'eau est liquide dans une très large gamme de température. Le point de congélation et celui d'ébullition sont très éloignés. Comme les réactions chimiques dépendent fortement de la température, la nature peut donc profiter de ce degré de liberté pour créer des organismes ou des processus biochimiques qui fonctionnent dans des conditions très différentes tout en bénéficiant de l'eau liquide. Cela permet aussi d'obtenir un écosystème diversifié et, de ce fait, capable de résister à des changements liés par exemple à des pollutions.

OU UN GEL ?

Les molécules d'eau (H₂O) forment des minuscules dipôles électriques. De manière très simplifiée, il y a d'un côté l'atome d'oxygène, plutôt chargé négativement, et de l'autre, les deux atomes d'hydrogène, chargés positivement. Ainsi, dans le liquide, ces molécules vont s'orienter les unes par rapport aux autres en fonction de ces charges électriques. L'oxygène de l'une va attirer l'hydrogène de l'autre et ainsi de suite. Cette attirance est telle que l'eau ne peut pas être considérée comme un ensemble

de molécules indépendantes, mais plutôt comme une espèce de gel très liquide. Les caractéristiques précises de cette structure, très dynamique puisque les molécules sont sans cesse en mouvement, sont encore mal connues. Elles jouent néanmoins un rôle important dans la solubilisation et la réactivité des composés chimiques. Les chercheurs estiment que ces liaisons intermoléculaires sont notamment responsables d'une température d'ébullition particulièrement élevée.

L'AMI DE L'ÉLECTRICITÉ

Pour un liquide, posséder une grande constante diélectrique signifie être capable de dissocier efficacement les ions. Lorsqu'on verse du sel — c'est-à-dire du chlorure de sodium (NaCl) — dans l'eau, il va se dissocier en deux ions: Na⁺ et Cl⁻. Les molécules d'eau vont immédiatement les entourer et, grâce à leur polarité, les séparer mécaniquement de manière très efficace. Les ions chargés électriquement jouent un rôle chimique et biologique essentiel dans les systèmes écologiques ou les organismes vivants. Et, de ce point de vue, l'eau est irremplaçable: sa constante diélectrique vaut 78

alors que celle de la plupart des autres solvants est inférieure à 20.

LE TORDEUR DE PROTÉINES

La polarité de l'eau permet aussi la dissociation de molécules plus grandes, comme les protéines ou les polysaccharides (de longues molécules de sucre), qui constituent une grande partie des organismes vivants. Ces macromolécules, qui sont de longues chaînes d'atomes de carbone sur lesquels sont fixés des groupes aminés, carboxyles ou autres, peuvent également être ionisés. Lorsque cela se produit, immédiatement, des molécules d'eau viennent s'agglutiner autour au point de tordre la molécule et de modifier sa conformation. Par ce processus, l'hydratation, ainsi que de nombreux autres, l'eau joue un rôle essentiel sur la conformation et la réactivité des macromolécules biologiques. Une telle faculté est importante dans l'activité enzymatique, qui dépend beaucoup de la forme des protéines.

ANTON VOS



FILMS, documentaires, performances, contes, projections, pièce de théâtre, concerts: pour sa 4^e édition, la Nuit de la science ouvre grand ses portes aux créateurs. Placée sous le thème de l'eau, la manifestation propose en effet cette année, en parallèle aux animations traditionnelles, une très alléchante affiche artistique.

POINT FORT DU MENU: «Sono», une création originale des Young Gods, concoctée avec l'appui de quelques «conseillers scientifiques» et du collectif Loopmatic. Une performance en sons et images dont on ne sait pas encore grand-chose, si ce n'est qu'elle pourrait être présentée sur une scène circulaire autour de laquelle déambulerait le public.

CÔTÉ THÉÂTRE, le Musée d'histoire des sciences a suscité l'écriture d'une pièce, signée par Pierre-Louis Chantre et interprétée par Mauro Bellucci. Présenté comme un «monologue avec bain», «Tout corps humain plongé dans un liquide» met en scène un scientifique qui, après vingt ans de recherches, n'a toujours pas fait la moindre découverte. L'occasion d'une réflexion sur l'ins-

Les jeunes dieux s'invitent à la Nuit de la science

tant crucial de la découverte en science. Eureka: mythe ou réalité?

POUR LES PLUS JEUNES: deux expositions intitulées *Petit pays de l'eau* et *L'eau, c'est fort*, plusieurs spectacles et autres ateliers ludiques. Quant aux sportifs, ils pourront assister à un match de *water polo* dans les eaux du Léman, avec commentaire scientifique de circonstance. Moyennant une petite visite médicale à faire sur place, le public pourra également s'initier à la plongée en eau douce. Plus reposante, l'opération «bateau-stop» permettra à tout un chacun de s'offrir une petite balade très instructive à bord d'embarcations de tous styles et de toutes les époques.

A noter que la manifestation organisée par le Musée d'histoire des sciences n'a pas perdu pour autant sa vocation première. Elle présente cette année encore de très nombreuses animations scientifiques avec le concours de chercheurs issus notamment de l'Université de Genève. En vrac et dans le désordre, on relèvera: une présentation sur les gouttes d'eau, la démonstration d'une tondeuse à gazon fonctionnant grâce à une pile à hydrogène, l'observation de toutes sortes de petites bêtes peuplant nos lacs et rivières, un stand sur l'eau et la peau, un autre consacré au tout nouveau «département de l'eau» du canton de Genève (lire en page 25)...

VM

Référence:

► La Nuit de la science: Parc de la Perle du lac, les 5 et 6 juillet. Rens.: www.lanuitdelascience.ch/
Pré programme disponible dès la mi-juin dans les musées et bibliothèques du canton.

«L'hygiène par l'eau est une conquête très récente»

Où il y a des hommes, il y a de l'eau. Indissociable de toute activité humaine, l'élément liquide a joué un rôle essentiel dans le développement des sociétés occidentales et en particulier des villes. Cernée par le Léman, le Rhône et l'Arve, Genève n'échappe pas à la règle. Source principale de subsistance à l'époque lacustre, l'eau devient force motrice dans la cité médiévale, avant de s'imposer dans chaque foyer sous la forte poussée hygiéniste de la première partie du xx^e siècle. Une lente domestication, symbolisée par la création du jet d'eau en 1891, qui fait parfois oublier à quel point ce liquide précieux est longtemps resté un bien difficilement accessible. Retour sur une conquête finalement très récente avec François Walter, professeur au Département d'histoire.

“ Campus : – Peut-on dire qu'à Genève, l'eau fut longtemps le premier moteur du développement ?

François Walter : – Dans une société lacustre, l'eau joue effectivement un rôle primordial puisqu'elle permet de subvenir à pratiquement tous les besoins essentiels de l'homme. Au Moyen Age, suite à l'acquisition d'un certain nombre de compétences techniques, elle devient en outre une source d'énergie indispensable. Grâce à sa force motrice, on peut alimenter les moulins, faire tourner fabriques et ateliers, mais aussi charrier les déchets loin de la ville. Les abattoirs, par exemple, sont systématiquement placés le long des cours d'eau, dans lesquels on jette tout simplement les restes de carcasses.

– L'eau dicte donc en partie le plan de la ville...

– A Genève comme ailleurs, il existe en effet une gradation dans la localisation des métiers : les activités les plus polluantes, comme la boucherie ou la tannerie sont réparties le plus loin possible en aval. Les citadins tolèrent mieux le voisinage de la draperie ou la présence des lavandières.

– Mais l'hygiène reste longtemps rudimentaire...

– C'est vrai. Jusqu'au xx^e siècle, la lessive ne se fait qu'une ou deux fois par an. Il faut dire que le procédé est pénible et qu'il malmène passablement les textiles de l'époque. Pour se tenir propre, on change donc de vêtements aussi souvent que cela paraît nécessaire.

– Et pour qui ce qui est des soins du corps ?

– L'hygiène par l'eau est une conquête très récente. Son usage sur le corps est longtemps considéré comme néfaste. Puisque l'eau amollit les chairs, on préfère donc couvrir ou masquer les mauvaises odeurs avec des parfums, des crèmes ou des onguents. A l'époque, on conseille d'ailleurs aux soldats d'éviter à tout prix de se laver les pieds. Il faut dire que les gens sont alors habitués à des odeurs fortes : ne rien sentir, c'est suspect.

– En tant que boisson, l'eau reste également longtemps source de méfiance...

– On boit effectivement beaucoup moins qu'aujourd'hui. Mais ce n'est pas tant par méfiance que parce que l'accès à l'eau reste limité. A l'œil, au goût, on sait reconnaître de l'eau qui est propre. Le vrai problème, c'est de l'acheminer : sans robinet, il faut effectuer de pénibles trajets jusqu'à la fontaine, ce qui rend chaque goutte précieuse. Vers 1800, à Genève, chaque personne consomme ainsi au maximum cinq litres par jour. Un siècle plus tard, on passe à vingt litres. Aujourd'hui, la moyenne se situe entre 120 et 250 litres.

– Le xix^e siècle a pourtant été marqué par de très graves épidémies liées à l'eau.

– Avant la découverte des bactéries et le développement de la chimie moderne, il est difficile d'imaginer que de l'eau, claire et pure en apparence, puisse s'avérer dangereuse. Il a fallu un long travail sur les mentalités pour que cette prise de conscience puisse se faire et que des mesures efficaces soient prises. Puis, avec l'essor de la bactériologie, s'installe une véritable obsession hygiéniste, une véritable traque aux éléments pathogènes.

– Avec quelles conséquences ?

– Dans le domaine privé, le mouvement se traduit par le développement d'un certain nombre de pratiques nouvelles : usage régulier du savon, généralisation de la brosse à dents, de la salle de bains ou de la machine à laver le linge. Les WC également se privatisent progressivement avec le système de chasse « à l'anglaise » qu'on connaît aujourd'hui encore. Un choix d'ailleurs assez lourd de conséquences.

– C'est-à-dire ?

– Il existait des alternatives, comme des systèmes de toilettes sèches, par exemple. La solution « anglaise » conduit à un immense gaspillage d'eau. Sans parler des énormes problèmes qu'elle implique au niveau du traitement des résidus.

– Pour ce qui est de Genève, à quelle date ont été mis en place les grands réseaux de distribution d'eau ?

– Les grands travaux d'aménagement du Rhône et de l'Arve ont été conduits entre 1860 et 1880, essentiellement pour gagner de l'espace et du terrain. Des dispositifs permettant d'acheminer et d'évacuer l'eau existent en revanche depuis qu'il y a des villes. Des fosses plus ou moins sommaires du Moyen Age, on passe à des réseaux souterrains au xviii^e siècle. Mais ces canalisations amènent encore les eaux usées directement dans les rivières. Peu à peu on verra apparaître des collecteurs et les réseaux se densifier jusqu'à raccorder de chaque foyer.

– On ne se préoccupe alors pas encore vraiment du traitement de ces eaux usées...

– Jusqu'à une époque très récente, l'idée qui domine est que la nature peut très bien digérer tous ces détritiques du moment qu'ils sont dilués. La prise de conscience sera lente à venir. Elle s'impose d'abord chez ceux qui vivent en aval des grandes villes et qui voient les nuisances grandir. Certains riverains retrouvent des déchets sur leur propriété, les pêcheurs constatent une baisse de leurs prises. Mais, jusque vers 1880, on se trouve encore dans une société qui produit des déchets essentiellement organiques qui, finalement, ne posent pas tant de problèmes que cela puisque, à terme, ils sont biodégradables.

– Qu'est-ce qui change au xx^e siècle ?

– Le développement de la chimie industrielle conduit à des pollutions beaucoup plus durables. Elles ne sont pas toujours visibles, mais quand vous ressortez du Rhin avec la peau teintée, vous commencez à vous poser des questions. Ceci dit, dans un premier temps, les mesures qui sont prises par les autorités répondent encore et toujours à une logique de dilution des éléments polluants : ce n'est qu'à partir des années 60, avec le développement de l'écologie moderne, que l'idée d'intervenir directement à la source s'impose un peu partout.

Propos recueillis par
VINCENT MONNET



A l'assaut de la plomberie du canton

Créé le 1^{er} janvier de cette année, le Domaine de l'eau a entrepris de vérifier l'ensemble du réseau genevois d'évacuation des eaux de pluies et des eaux usées.

La vérification de la «plomberie» du canton de Genève n'est pas une mince affaire. Elle figure pourtant en première ligne dans les plans généraux d'évacuation des eaux que les communes genevoises doivent mettre en œuvre. Des travaux d'envergure supervisés par le tout nouveau Domaine de l'eau (DomEau), une structure qui a vu le jour le 1^{er} janvier 2003 au sein du Département de l'intérieur, de l'agriculture et de l'environnement. Le réseau en question ? Celui de l'évacuation et de l'assainissement des eaux, soit environ 1300 kilomètres de réseau secondaire et plus de 120 kilomètres de réseau primaire qui relie les habitations et les industries aux stations d'épuration (STEP). Il s'agit



d'abord de repérer les erreurs de raccordement, fuites et autres «anomalies». Le diagnostic posé, il faudra encore mettre en conformité l'ensemble du dispositif. Un travail qui prendra plusieurs années.

«Je suis sûr que cet effort nous permettra de gagner énormément en efficacité et en qualité de l'évacuation des eaux», estime Charles Stalder, directeur du DomEau. Le diagnostic est à la charge des communes et il est subventionné par les cantons et la Confédération. Quant à la réparation des anomalies, il reviendra aux propriétaires de déboursier.»

Le soin apporté aux aménagements souterrains, du fait qu'ils sont invisibles, laisse, il est vrai,

souvent à désirer. Il arrive ainsi que les inspecteurs découvrent que des tuyaux d'eaux de pluie et d'eaux usées, pourtant bien séparés sur toute la hauteur d'un bâtiment, soient inversés lors de leur connexion au réseau du quartier. Ailleurs, c'est un raccordement mal fait ou une fuite. Bref, le travail ne manque pas. A tel point que le DomEau s'apprête à sous-traiter une partie de la vérification du réseau à des bureaux privés, «*tout en gardant la haute main sur les tâches d'autorité qui s'y rapportent*», tient à préciser Charles Stalder..

L'évacuation des eaux à Genève est aussi confrontée à un autre problème : celui de la séparation des eaux usées et des eaux de pluie. Dans le passé, les deux flux étaient collectés dans les mêmes tuyaux et acheminés ensemble vers les STEP. Ces dernières, en cas de fortes précipitations, étaient régulièrement saturées, incapables de fonctionner normalement. S'est alors imposée l'idée de créer un système séparé, qui permet aux eaux de pluies de retourner directement dans les cours d'eau ou de s'infiltrer dans le sol. Seulement, en ville, celles-ci ne sont pas si claires que cela. Les premiers millimètres qui tombent lors d'une averse sont même franchement pollués puisqu'ils lessivent les toits

ou le macadam souillés par la poussière et qu'ils récoltent les pertes d'huiles ou les déversements accidentels d'essence, de détergents, etc. C'est pourquoi seules les régions rurales et périurbaines sont équipées d'un réseau séparatif. En ville de Genève, à Meyrin, à Carouge et dans quelques autres endroits, le réseau unitaire est encore majoritaire.

L'usage d'un réseau séparé ne va d'ailleurs pas sans poser de problèmes. Nombre de gestes de la vie quotidienne peuvent entraîner des pollutions graves. Vider le cendrier sur une grille du sol, laisser le chien faire ses besoins dans le caniveau ou encore laver sa voiture devant sa maison sont autant d'actes qui risquent d'affecter directement la faune

Le DomEau en deux mots

Le Domaine de l'eau regroupe quatre services qui dépendaient auparavant de différentes autorités. Le temps est désormais à la transversalité, à la transdisciplinarité, bref à la coopération entre membres de services qui ne se sont pas toujours côtoyés. C'est aussi la meilleure manière de gérer un espace aussi densément peuplé que le canton de Genève qui, certes, ne manque pas d'eau, mais est à la merci de pollutions chroniques ou d'accidents hydrauliques graves – comme l'a montré l'inondation d'un quartier de Lully en novembre 2002.

Le Service cantonal de la planification de l'eau (SPDE) élabore et tient à jour les planifications du DomEau. Il coordonne les études afin de garantir une action cohérente.

Le Service cantonal du programme de renaturation des cours d'eau et des rives (SRCER) élabore et gère les programmes de revitalisation. Il s'agit en fait d'une structure opérationnelle qui s'appuie sur les ressources et les collaborations d'autres services qui n'appartiennent pas forcément au DomEau.

Le Service cantonal de l'évacuation de l'eau (SEVAC) est l'autorité de surveillance en matière d'évacuation et de traitement des eaux du domaine bâti. Il applique donc les législations fédérales et cantonales, traite les demandes d'autorisation de construire et contrôle la conformité des ouvrages. Il se charge aussi de mener les opérations de police des eaux en cas de pollution ou d'atteinte à la dynamique de l'eau.

Le Service cantonal de l'écologie de l'eau (SECOE) surveille la qualité des cours d'eau et du lac ainsi que les eaux qui sont évacuées. Il effectue des mesures hydrologiques, biologiques, bactériologiques et physico-chimiques et s'assure du respect des exigences légales en la matière. **A.Vs ●**

et la flore des rivières. «*Et il suffit de quelques inconscients pour provoquer des pollutions graves*», estime Charles Stalder.

ANTON VOS

Références :

► www.geneve.ch/diae/domeau/welcome.html

Les métaux lourds dans l'

La propreté des cours d'eau et des lacs suisses pousse souvent les chercheurs de l'Institut Forel à étudier des sites étrangers, au Maroc et en Pologne par exemple. Mais les sédiments helvétiques gardent également en mémoire les souillures par les métaux lourds du passé qui menacent de revenir un jour à l'air libre.

IL existe en Suisse de nombreux sites sévèrement contaminés par des métaux lourds et des substances organiques. Les taux de pollution qui y ont été mesurés sont largement supérieurs aux normes fédérales. Le seul avantage, mais il est très provisoire, c'est que ces matières polluantes sont enfouies sous la surface. Il s'agit en effet des sédiments des lacs de retenue se trouvant en aval de grandes villes ou de sites industriels. Non pas les dépôts supérieurs, en contact direct avec l'eau, mais ceux qui se trouvent quelques dizaines de centimètres en dessous.

Créé en 1980, l'Institut Forel, installé dans une demeure poussiéreuse et paisible au bord du lac, a depuis longtemps observé cette situation. « Une des premières études de l'Institut, réalisée sur les sédiments du lac Léman, a permis de constater qu'il y avait eu un déversement important de mercure durant les années 1943-1944, explique Walter Wildi, professeur et directeur de l'Institut Forel. D'autres travaux ont par la suite analysé les sédiments du Wohlensee, situé sur l'Aar en aval de Berne, ceux du lac de Klingenau en Argovie, plus récemment ceux du lac de Wettingen sur la Limmat en dessous de Zurich et à Verbois, dans le canton de Genève. Résultat : en Suisse, les sédiments qui se sont déposés dans les lacs de retenue entre les années 50 et le milieu des années 70 sont très fortement contaminés en métaux lourds et en substances organiques. »



POLLUTION DURABLE

Toute la question est ensuite de savoir dans quelle mesure ces polluants peuvent retourner dans le cycle écologique. Les lacs abritent des organismes vivants qui peuvent les réabsorber, les racines des végétaux peuvent puiser leurs nutriments dans ces sédiments, etc. Les barrages concernés sont par ailleurs souvent construits dans des vallées alluvionnaires où se trouvent aussi des nappes phréatiques. A Zurich, il en existe une dans les environs du barrage de Wettingen qui alimente 50 000 habitants. « Les métaux lourds dans les sédiments représentent un héritage du passé qui ne va jamais disparaître, précise le professeur Janusz Dominik. Ils représentent une pollution durable. »

En d'autres termes, il est hors de question d'abandonner ces édifices. Pourtant, un jour, les

barrages seront trop comblés par les dépôts pour encore être utiles. « Il est urgent d'entreprendre une réflexion sur le sujet, poursuit Walter Wildi. Cela implique une recherche scientifique, appliquée et fondamentale, sur les mécanismes complexes de la pollution de l'eau et des sédiments. Nous avons des projets. Mais nous ne trouvons pas le financement pour les recherches fondamentales, ni de la part du Fonds national pour la recherche scientifique, qui considère ces études comme "trop appliquées", ni de la part des électriciens qui exploitent les barrages, pour qui elles sont trop fondamentales. »

L'Institut Forel est en effet particulièrement bien placé pour mener ce genre de réflexion. Si, au départ, il s'est surtout attaché à l'étude de l'histoire des lacs et des cours d'eau, il s'est très vite diversifié dans la géochimie environnementale et



eau... Une histoire sans fin

la biologie. Alliant analyses en laboratoire (l'institut vient de se doter d'une chambre stérile dernier cri, construite dans un vieux chalet décrépi) et missions sur le terrain, les chercheurs sont compétents en sédimentologie, en géochimie, géophysique, écotoxicologie, dans l'étude de la biodisponibilité des polluants, etc.

EAUX SUISSES « TROP PROPRES »

A ce propos, les chercheurs savent déjà que la teneur totale en métaux lourds n'est pas une donnée très utile. « *Ce qui nous intéresse en premier lieu, c'est de connaître la disponibilité biologique des métaux lourds, c'est-à-dire la proportion de ces éléments qui seront effectivement absorbés par le phytoplancton ou zooplancton pour ensuite entrer dans la chaîne alimentaire* », explique Janusz Dominik.

En réalité, la plupart des métaux lourds charriés par les cours d'eau sont accrochés à des particules microscopiques qui s'agglutinent et finissent par tomber au fond et se fixer dans les sédiments. Mais pour comprendre ce processus, et savoir quelles proportions de ces éléments restent en solution dans l'eau, il faut poursuivre la recherche sur toutes les phases de cette pollution. Or si la Suisse possède de « vieux » sites contaminés, elle est en revanche très pauvre en drames écologiques actuels.

« *En Suisse, les eaux de surface sont "trop propres"* », estiment les deux professeurs. *C'est pour quoi nous allons regarder comment les choses se passent ailleurs.* » Ainsi, Janusz Dominik s'intéresse notamment à un lac de barrage au sud de la Pologne, contaminé par les rejets d'une tannerie. Lui et ses collaborateurs s'y sont rendus en mars dernier. « *Dans ce cas, le lac de retenue joue le rôle de station d'épuration*, explique-t-il. *Une grande partie du chrome est fixée dans les sédiments et l'eau à la sortie du barrage est presque saine. Mais cela ne nous renseigne pas encore sur l'impact écologique sur la faune locale.* » Un autre cas, plus sévère, est celui de Fès au Maroc (lire ci-dessous). Là aussi ce sont les tanneries qui sont responsables d'une pollution au chrome.

Mais il n'est pas toujours nécessaire de voyager loin pour trouver un coin pollué. Milan, une des plus grandes villes d'Europe — et aussi une des plus riches — ne dispose pas de la moindre station d'épuration. La rivière Lambro qui la traverse présente donc évidemment tous les stigmates d'un cours d'eau mort-vivant. Un terrain d'investigation idéal pour les chercheurs de l'Institut Forel...

ANTON VOS

Références :

- ▶ « *Partitioning of chromium (VI) and chromium(III) between dissolved and colloidal forms in a stream and reservoir contaminated with tannery waste water* », Dominik, J. Bas, B., Bobrowski, A., Dworak, T., Koukal, B., Niewiara, E., Pereira de Abreu, M.-H., Rossé, P., Szalinska, E., Vignati, D. *Journal of Physics*, (sous presse).
- ▶ « *Sediment contamination in a river reservoir (Wettingen reservoir, Switzerland) : Present situation and history* », Wildi, W., Hofmann, A., Monnerat, M. & Perroud, A. *Eclogae geol. Helv. Suppl.* 1 (sous presse).

Le Fès, étouffé par le chrome

Au confluent du Sébou et du Fès, en aval de la ville marocaine du même nom, le paysage a tous les aspects d'une nature préservée et paisible. Les aspects seulement. Car l'odeur forte et entêtante qui y règne n'est pas celle des épices, des arbres ou des fleurs. Elle provient de la rivière. Sa surface, calme vue de loin, est en fait troublée par un bouillonnement inquiétant. De petites bulles de gaz éclatent de partout, laissant échapper de l'ammoniaque et du méthane, cause de la pestilence du lieu. Engoncé dans une tenue en latex qui remonte jusqu'aux aisselles, portant des gants lui protégeant les bras et un masque à gaz sur le nez, un homme effectue des prélèvements dans le cours d'eau moribond. Les sédiments qu'il remonte sont noirs.

Reposant la série de photographies qui ont été prises lors d'une campagne récente en Afrique du Nord (il s'agit d'une thèse en cours), Janusz Dominik, professeur à l'Institut Forel, commente :

« *A cet endroit, le taux d'oxygène dans l'eau est nul. Il faut descendre la rivière sur près de 100 kilomètres pour retrouver des teneurs proches des valeurs naturelles.* »

Le responsable ? Les tanneries de la ville de Fès. Cette industrie artisanale qui a participé au renom de la cité produit des articles magnifiques, mais aussi quantité de pollution organique (les carcasses des animaux morts qui ont donné leur peau sont emportés par la rivière, elle-même cachée aux touristes par un long et haut mur) et de métaux lourds. Le traitement des peaux est en effet avide en chrome.

En aval de la ville, le tableau est dramatique. Mis à part quelques batraciens qui semblent survivre sur la berge, la vie est absente dans l'eau. Pourtant, par ignorance et manque d'eau chronique, les éleveurs continuent d'abreuver leur bétail à la rivière polluée...

A l'évidence, ce qui manque le plus ici, c'est une station d'épuration (STEP). « *Elle existe pourtant*, assure Janusz Dominik. *Elle a même été financée par la Banque mondiale. Mais elle ne fonctionne pas. La pollution par les métaux lourds est telle que toute la faune bactérienne nécessaire à la bonne marche de la station est également morte.* » Il faudrait donc, en amont, une autre station de traitement, mais chimique cette fois-ci, pour enlever le chrome. « *Elle existe aussi*, poursuit le professeur. *Elle a également été sponsorisée par la Banque mondiale, mais elle ne fonctionne pas non plus. Il y aurait des fuites dans les conduites des égouts menant à la station, créant un risque de contamination de la nappe phréatique.* » Il est plus probable qu'à la pestilence des tanneries se mélange l'odeur nauséabonde de la corruption et que les fuites en question concernent l'argent plutôt que les eaux usées.

A.Vs