

L'EAU DE DEMAIN

PAR BRUNO GEOFFROY

RISQUE DE PÉNURIE D'EAU DOUCE À L'HORIZON! POUR ÉTANCHER SA SOIF FUTURE, L'HUMANITÉ DEVRA S'ABREUVER AU Puits DE LA CRÉATIVITÉ. OBJECTIFS? RÉINVENTER L'UTILISATION DE L'OR BLEU ET SE TOURNER VERS DES TECHNIQUES D'AVENIR POUR LE CAPTER, LE TRAITER ET L'ÉCONOMISER.

res
res
res
res
res
res
res
res
res
res



Selon le Programme des Nations unies pour l'environnement, la pénurie d'eau est l'un des problèmes majeurs du 21^e siècle. Une vague sèche qui ne fait pas de distinction continentale. Pour près de 1,2 milliard de personnes, soit presque un sixième de la population mondiale, l'eau douce et potable est un doux rêve. Absente, gâchée, polluée ou gérée de façon non durable, l'eau en voit de toutes les couleurs et pourrait nous le faire payer. Car sans elle, point de salut!

Dans les pages du journal *Le Devoir*, Catherine Mulligan, titulaire de la chaire de recherche en génie et environnement durable de l'Université Concordia, nous met en garde : « La principale menace pour le futur est la qualité et la quantité d'eau disponible sur la terre. [...] Pour bien des pays, l'eau sera une cause de tensions de part et d'autre des frontières. » Une prédiction à faire frémir. En attendant, l'humanité devra se retrousser les manches, et vite... En fait, elle a déjà commencé.

En avant, la dépollution !

Aujourd'hui, 8 % de l'eau dans le monde est destinée à la consommation humaine. Mais à ce titre, les inégalités demeurent. « Si le seuil de pauvreté en matière d'eau est de 50 litres par personne par jour, plusieurs pays limités en eau sont sous ce seuil. Au Canada et aux États-Unis, la consommation est évaluée à 600 litres par jour. En comparaison, un Français en utilise 300! », dit Yves Comeau, professeur au département des génies civil, géologique et des mines de l'École Polytechnique de Montréal et directeur du Laboratoire de génie de l'environnement.

Et qui dit consommation, grande ou petite, dit assainissement des eaux usées. Une suite de procédés qui visent à dépolluer les eaux avant de les renvoyer dans le milieu naturel.

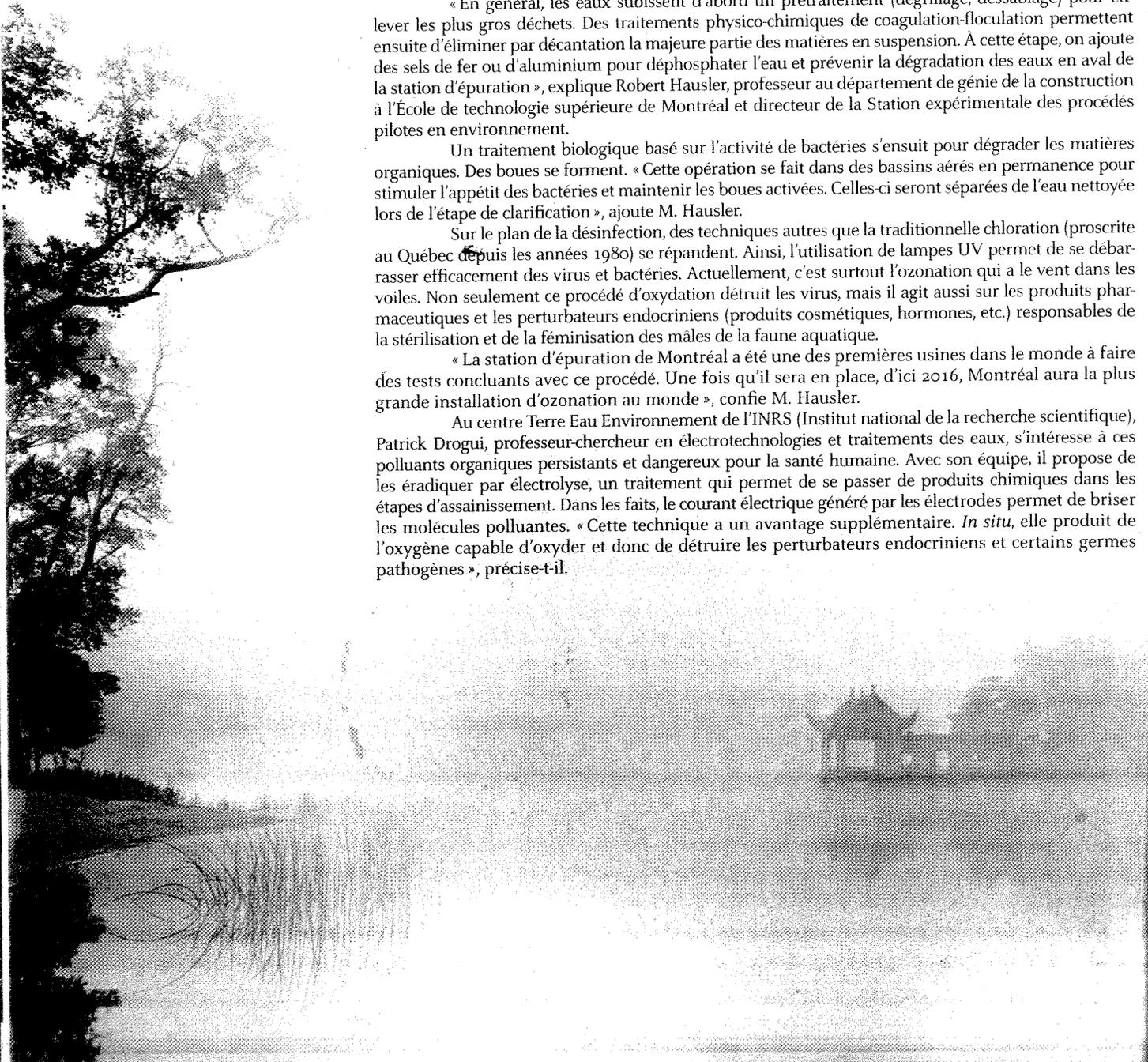
« En général, les eaux subissent d'abord un prétraitement (dégrillage, dessablage) pour enlever les plus gros déchets. Des traitements physico-chimiques de coagulation-floculation permettent ensuite d'éliminer par décantation la majeure partie des matières en suspension. À cette étape, on ajoute des sels de fer ou d'aluminium pour déphosphater l'eau et prévenir la dégradation des eaux en aval de la station d'épuration », explique Robert Hausler, professeur au département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure de Montréal et directeur de la Station expérimentale des procédés pilotes en environnement.

Un traitement biologique basé sur l'activité de bactéries s'ensuit pour dégrader les matières organiques. Des boues se forment. « Cette opération se fait dans des bassins aérés en permanence pour stimuler l'appétit des bactéries et maintenir les boues activées. Celles-ci seront séparées de l'eau nettoyée lors de l'étape de clarification », ajoute M. Hausler.

Sur le plan de la désinfection, des techniques autres que la traditionnelle chloration (proscrite au Québec depuis les années 1980) se répandent. Ainsi, l'utilisation de lampes UV permet de se débarrasser efficacement des virus et bactéries. Actuellement, c'est surtout l'ozonation qui a le vent dans les voiles. Non seulement ce procédé d'oxydation détruit les virus, mais il agit aussi sur les produits pharmaceutiques et les perturbateurs endocriniens (produits cosmétiques, hormones, etc.) responsables de la stérilisation et de la féminisation des mâles de la faune aquatique.

« La station d'épuration de Montréal a été une des premières usines dans le monde à faire des tests concluants avec ce procédé. Une fois qu'il sera en place, d'ici 2016, Montréal aura la plus grande installation d'ozonation au monde », confie M. Hausler.

Au centre Terre Eau Environnement de l'INRS (Institut national de la recherche scientifique), Patrick Drogui, professeur-chercheur en électrotechnologies et traitements des eaux, s'intéresse à ces polluants organiques persistants et dangereux pour la santé humaine. Avec son équipe, il propose de les éradiquer par électrolyse, un traitement qui permet de se passer de produits chimiques dans les étapes d'assainissement. Dans les faits, le courant électrique généré par les électrodes permet de briser les molécules polluantes. « Cette technique a un avantage supplémentaire. *In situ*, elle produit de l'oxygène capable d'oxyder et donc de détruire les perturbateurs endocriniens et certains germes pathogènes », précise-t-il.



« Au-delà du simple traitement, les ingénieurs de demain devront avoir une approche plus globale. Il leur faudra envisager les eaux usées comme une ressource et l'exploiter au mieux pour en avoir des retombées collectives ».

Robert Hausler

Pour le professeur Yves Comeau, « les bioréacteurs à membrane (BRM) sont aussi une technique en émergence même s'ils restent chers à faire fonctionner. Contrairement aux procédés traditionnels, ils permettent de séparer en continu et en une seule étape toutes les bactéries et matières en suspension de l'eau épurée ».

« Au-delà du simple traitement, les ingénieurs de demain devront avoir une approche plus globale. Il leur faudra envisager les eaux usées comme une ressource et l'exploiter au mieux pour en avoir des retombées collectives », explique M. Hausler.

« Récupérer l'azote et le phosphore pour approvisionner les fabricants d'engrais, produire du méthane, valoriser les boues d'épuration pour en faire des bioplastiques et des biopesticides comme l'étudie l'INRS ou bien utiliser la chaleur des eaux usées pour chauffer des centres commerciaux ou des salles de sport », indique M. Comeau. Des considérations qui mobilisent principalement les pays riches et industrialisés, car aujourd'hui près de 45 % de la population mondiale n'a même pas accès à un assainissement amélioré, soit au minimum des latrines hygiéniques privées.

Boucler la boucle

L'eau est un bien trop précieux pour n'être utilisée qu'une seule fois. L'étape ultime de son recyclage? Utiliser les eaux usées pour la consommation humaine. L'idée n'est pas nouvelle. Dès les années 1970, Singapour, très dépendante des importations d'eaux malaisiennes, s'engage activement dans le recyclage des eaux usées afin de les conformer aux normes de potabilité. Une fois les contraintes techniques dépassées, ce projet ambitieux se concrétisera véritablement en 2002 avec la naissance de la NEWater, une eau potable directement issue des eaux usées. Après des traitements poussés de filtration et de désinfection, bien sûr. Aujourd'hui, la cité-État subvient à 30 % de ses besoins ainsi.

« Si le recyclage se développe, il y a encore de fortes réticences psychologiques. La majorité des gens veut bien utiliser l'eau recyclée pour l'arrosage, mais n'est pas prête à boire de l'eau potable produite à partir des eaux usées », explique Benoît Barbeau, professeur au département des génies civil, géologique et des mines de l'École Polytechnique de Montréal et directeur du CREDEAU (Centre de recherche, développement et validation des technologies et procédés de traitement des eaux).

« Dans les dix dernières années, on a préféré une solution moins contestable, à savoir la réinjection dans la nature de l'eau traitée (nappes phréatiques ou réservoirs artificiels) avant de la capter un peu plus loin. L'environnement joue alors le rôle de filtre et la barrière psychologique tombe. On parle ici d'*Indirect Potable Reuse*. Aux États-Unis, deux projets de *Direct Potable Reuse* sont tout de même en cours. L'eau recyclée sera mélangée à de l'eau potable produite traditionnellement », ajoute M. Barbeau.

Si les eaux usées traitées peuvent satisfaire les besoins de l'agriculture (irrigation), des villes (nettoyage de la voirie) ou des hommes, dans les faits, seulement 2 % du volume traité dans le monde (un peu moins de 200 milliards de mètres cubes) est réutilisé...

Dehors le sel!

Dans les zones arides, certains pays n'hésitent pas à lorgner du côté d'une ressource qui vient constamment lécher leurs côtes: l'eau salée. À elle seule, l'eau de mer représente 97,5 % du total de la ressource en eau sur la planète. Sauf qu'enlever le sel requiert beaucoup d'argent, d'énergie et de technique!

« Les pays les plus avancés techniquement sont des pays qui ont l'argent et le pétrole nécessaires pour alimenter de grandes usines énergivores. L'eau issue de ces procédés est principalement destinée à la consommation humaine ou à un usage industriel », confie Robert Hausler. Concrètement, il y aurait près de 16 000 usines de dessalement dans le monde selon l'Association internationale du dessalement. La plupart sont en activité en Arabie Saoudite, aux Émirats arabes unis, en Espagne, aux États-Unis et en Chine.

Selon M. Hausler, « l'une des techniques les plus éprouvées, l'osmose inverse, permet de remplir cet objectif en forçant l'eau de mer sous pression à passer au travers de filtres. Cette séparation très fine exige de faire passer beaucoup d'eau à une pression suffisante pour obtenir un litre d'eau potable, d'où son côté énergivore! »

Néanmoins, « ces membranes se sont nettement améliorées ces dernières années. La facture énergétique a été réduite de près de 40 %. Au-delà de la prouesse technique, les usines doivent faire attention à leurs rejets dans le milieu aquatique. Une eau trop concentrée en sel peut causer un choc toxique pour la faune », explique Patrick Drogui.

Aujourd'hui, pour réduire la facture énergétique et les coûts de production, « on associe l'osmose inverse à des procédés de dessalement thermique », indique Catherine Mulligan. Le sel y est séparé de l'eau par évaporation.

« Beaucoup de villes de plus d'un million d'habitants, situées sur les zones côtières océaniques, se tournent désormais vers ces technologies, car elles ont dépassé les capacités de leurs



Catherine Mulligan, titulaire de la chaire de recherche en génie et environnement durable de l'Université Concordia.



Yves Comeau, professeur au département des génies civil, géologique et des mines de l'École Polytechnique de Montréal et directeur du Laboratoire de génie de l'environnement.



Robert Hausler, professeur au département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure de Montréal et directeur de la Station expérimentale des procédés pilotes en environnement.

bassins versants », précise Roland Leduc, professeur au département de génie civil de l'Université de Sherbrooke et responsable du laboratoire de l'environnement. C'est le cas de Sydney. Son usine de dessalement, troisième au monde en matière de dimensions, fournit près de 15 % des besoins journaliers en eau de la ville.

Économiser et capter l'or bleu

Avec les changements climatiques, l'agriculture va devoir apprendre à économiser. « Les techniques d'irrigation doivent limiter les pertes par évaporation et ruissellement. L'irrigation par submersion ne permet pas de distribuer également l'eau, contrairement à l'irrigation par aspersion. Mais le meilleur procédé, c'est le goutte-à-goutte. Il apporte l'eau directement aux racines et limite ainsi les pertes », dit Mme Mulligan. Plus chère, cette technique est utilisée dans les vignes australiennes, là où la ressource fait défaut. Un autre moyen de réduire la consommation? Mettre à profit la biodiversité et choisir des plantes moins avides en eau et capables de résister à la sécheresse.

Si certains travaillent à épargner la ressource, d'autres cherchent à l'attraper dans les airs en s'inspirant de la nature. Dans les régions très humides, certains « arbres-fontaines » jouent littéralement le rôle de condenseur naturel. Aux Canaries par exemple, sur l'île El Hierro, une espèce de laurier était déjà utilisée au 17^e siècle pour alimenter les abreuvoirs utilisés par les bergers. Dans les faits, ces arbres captent l'eau contenue dans l'air grâce à leurs feuillages très touffus. Lors du passage de la brume, de minuscules gouttes se forment le long des feuilles avant de ruisseler sur les branches et finir leur course au sol.

Au Chili, grâce au financement du Centre de recherche pour le développement international et de l'ambassade canadienne, le village de Chungungo est devenu un pionnier du captage d'eau aérien. Pendant 10 ans, une centaine de panneaux de polypropylène ont joué le rôle de filets attrape-brouillard (quatre mètres de haut sur 12 mètres de large) et ont récupéré 15 000 litres d'eau en moyenne par jour. Les différentes couches de maille plastique remplacent alors les feuilles et l'eau est canalisée jusqu'à un réservoir. De quoi subvenir aux besoins ménagers et agricoles des 500 habitants.

Autre pays, autre technique. Au Mexique, le nord du pays est souvent soumis à des sécheresses dramatiques. Pour pallier le manque d'eau, un ingénieur chimiste du pays a mis au point une technique capable de gélifier l'eau de pluie sous sa forme moléculaire. Comment? En ajoutant du polyacrylate de potassium dans les réservoirs de collecte d'eau. L'eau devenue « solide » peut alors être mise en sac pour être conservée ou transportée ultérieurement. Pour les cultures, le gel est placé au niveau des racines où il relargue lentement l'eau emprisonnée. Un usage à la demande en quelque sorte.

Comme le rappelle Ban Ki-moon, secrétaire général des Nations unies, « l'eau potable et les services d'assainissement de base sont intrinsèques à la survie, au bien-être et à la dignité des hommes ». Un droit humain à l'eau qu'il va être difficile de sauvegarder tant les entreprises et les gouvernements insistent depuis 20 ans pour la marchander et la considérer comme un bien économique et non plus social. »



Patrick Drogui, professeur-chercheur en électrotechnologies et traitements des eaux au centre Terre Eau Environnement de l'INRS (Institut national de la recherche scientifique).



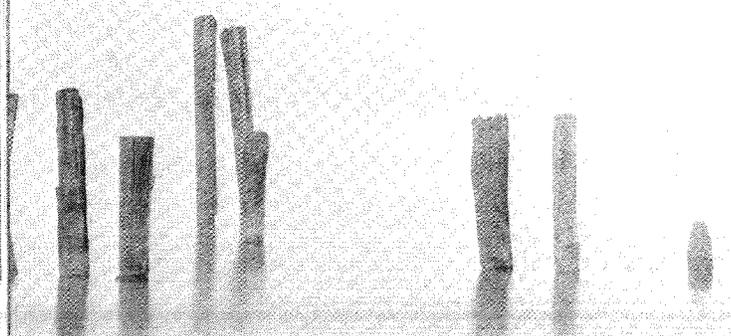
Benoît Barbeau, professeur au département de génie civil, géologie et des mines de l'École Polytechnique de Montréal et directeur du CREDEAU (Centre de recherche, développement et validation des technologies et procédés de traitement des eaux).



Roland Leduc, professeur au département de génie civil de l'Université de Sherbrooke et responsable du laboratoire de l'environnement.

Dispersez-vous, y'a marée noire!

En cas de noires catastrophes, on les appelle à la rescousse. Les dispersants offrent un remède drastique qui n'est pas sans conséquence toxicologique pour l'environnement. Aussi, des équipes de chercheurs travaillent à leur substitution. À l'Université du Michigan, une équipe a conçu une membrane filtrante capable de séparer le pétrole de l'eau. Du moins, en laboratoire. Plus prometteur : des scientifiques américains ont récemment testé un polymère superabsorbant capable de pomper 40 fois son poids en pétrole. On peut même récupérer le pétrole en raffinerie une fois le nettoyage terminé.



L'eau des mines

La pyrite contenue dans les déchets miniers, stockés en périphérie d'exploitation, favorise la production d'un liquide très acide : c'est le drainage minier acide. « Les eaux s'acidifient et se chargent en métaux avant de se déverser dans les rivières, parfois sans traitement (mines abandonnées). L'impact se fait sur l'environnement et la faune aquatique. Idéalement, l'installation de technologies passives – aptes à fonctionner par elles-mêmes sans entretien — permettrait de lutter contre ce type de pollution », explique Roland Leduc, professeur au département de génie civil de l'Université de Sherbrooke et responsable du laboratoire de l'environnement.

POUR ALLER PLUS LOIN

À lire

Wastewater engineering: Treatment and reuse, 4th Ed. de Metcalf and Eddy Inc. (publié par McGraw-Hill)

À écouter

What the water gave me de Florence + The Machine (album *Ceremonials*)

DAGENAIS

RECEVEZ **10%**
de vos achats avant taxes
en Dollars Dagenais!

Sur présentation de votre numéro de membre
du Réseau des ingénieurs du Québec.

Offre # 286661

* Les Dollars Dagenais sont échangeables contre tout achat d'accessoires de décoration, de literie, de cadres, de miroirs, de carpettes, de lampes, d'arrangements floraux et d'habillage de fenêtres.



RÉSEAU
DES INGÉNIEURS
DU QUÉBEC



meubles • Accessoires • Literie • Habillage de fenêtres • Fleuristerie • Consultation avec designer

ssard
boul. Taschereau
78-0088

Bromont
117, boul. Bromont
450 534-4877

Laval
1965, aut. des Laurentides
450 686-9888

Drummondville – Bientôt
166, St-Georges
817 475-3026

billierphilippedagenais.com

boutique
DécoPassion

d PHILIPPE
DAGENAIS
MOBILIER | DÉCORATION | CONSEILS