

Des contributions
plurielles
aux grands
débats
de notre temps

Mars 2016 • n° 43

Les promesses de l'eau

constructif.fr

Retrouvez tous les numéros de *Constructif* sur son site Internet.

Les contributions y sont en libre accès avec une recherche par numéro, par mot-clé ou par auteur.

Chaque auteur fait l'objet d'une fiche avec sa photo et ses principales ou plus récentes publications.

Accédez à des contributions étrangères dans leur langue d'origine, mais aussi à des articles développés et à des bibliographies complémentaires.

Informez-vous des thèmes des prochains numéros en remplissant un formulaire de contact.

CONVAINCUE QUE LES ACTEURS DE LA SOCIÉTÉ CIVILE ONT UN VRAI RÔLE À JOUER DANS LES GRANDS DÉBATS DE NOTRE TEMPS, ET PRENANT ACTE DE LA RARETÉ DES PUBLICATIONS DE RÉFLEXION STRATÉGIQUE DANS L'UNIVERS ENTREPRENEURIAL, **LA FÉDÉRATION FRANÇAISE DU BÂTIMENT A PRIS L'INITIATIVE DE PUBLIER LA REVUE *CONSTRUCTIF*.**

DEPUIS 2002, AVEC COMME UNIQUE PARTI PRIS LE PLURALISME DES OPINIONS, *CONSTRUCTIF* OFFRE UNE TRIBUNE OÙ S'EXPRIMENT LIBREMENT LA RICHESSE ET LA DIVERSITÉ DES ANALYSES, DES EXPÉRIENCES ET DES APPROCHES DANS LES CHAMPS ÉCONOMIQUE, POLITIQUE ET SOCIAL.

EN DONNANT LA PAROLE À DES ACTEURS DE TERRAIN AUTANT QU'À DES CHERCHEURS DE DISCIPLINES ET D'HORIZONS MULTIPLES, *CONSTRUCTIF* A L'AMBITION DE CONTRIBUER À FOURNIR DES CLÉS POUR MIEUX IDENTIFIER LES ENJEUX MAIS AUSSI LES MUTATIONS ET LES RUPTURES D'AUJOURD'HUI ET DE DEMAIN.

DIFFUSÉE TROIS FOIS PAR AN AUPRÈS D'UN LARGE PUBLIC DE 8000 DÉCIDEURS, *CONSTRUCTIF* OFFRE AU LECTEUR DES ÉCLAIRAGES TOUJOURS DIVERS POUR L'AIDER À NOURRIR SA RÉFLEXION, PRENDRE DU REcul ET FAIRE DES CHOIX EN PRISE AVEC LES GRANDS ENJEUX COLLECTIFS.





Les promesses de l'eau

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 4 | Maryvonne Gérin
et Dominique
Bockelée-Morvan
L'eau dans l'Univers | 38 | Michel Lesage
Rénover l'approche française
de la gouvernance |
| 8 | Georges Vigarello
L'invention de l'eau moderne
et ses imaginaires renouvelés | 41 | Franck Galland
Enjeux géopolitiques :
la « diagonale de la soif » |
| 12 | Jacques Bethemont
Éloge des eaux douces | 45 | Tristan Mathieu
Performance et maîtrise des prix
en France |
| 16 | Hervé Juvin
La course à l'eau est engagée ! | 49 | Alain Franchi
Les promesses du numérique
pour gérer les services de l'eau |
| 19 | Gérard Payen
De l'eau pour chacun :
une question politique | 52 | Denys Neymon
Un composé simple devenu
un produit de haute technologie |
| 23 | Alexandre Taithe
L'eau comme patrimoine commun | 55 | Catherine Carré
À la recherche de la ville perméable |
| 26 | Martine Valo
L'eau à l'épreuve
des changements climatiques | 59 | Bernard de Gouvello
Le bâtiment, coproducteur
de la gestion durable de l'eau en ville |
| 29 | David Blanchon
Une ressource sous pression | | |
| 33 | Guillaume Gruère
Agriculture et eau : un vrai casse-tête | | |

AVANT-
PROPOS

© Jean-Christophe Marmara - Figarophoto.com



Des questionnements très politiques

Ce numéro de *Constructif* pourrait reprendre à son compte le nom de « Sentinelle », celui des satellites de l'Agence spatiale européenne qui, dans le cadre du programme Copernicus, ont pour mission de donner un maximum d'informations sur notre planète. Spécialement conçu pour étudier les océans, Sentinelle 3 a été lancé mi-février afin de mesurer la température, la couleur et la hauteur de la surface des océans, ainsi que l'épaisseur des glaces de mer. Car l'eau est un élément essentiel de notre vie, mais aussi de l'Univers. Elle est également un indicateur clé du changement climatique.

Les formes, les usages et la nature de l'eau ont évolué au fil des temps, comme la perception qu'on en a. Aujourd'hui, l'eau est bien perçue comme une richesse, « *le pétrole du XXI^e siècle* », pour reprendre les termes des dirigeants de... Goldman Sachs. C'est pourquoi elle suscite une intense rivalité entre États soucieux de s'approprier le maximum de ressources hydriques. Mais elle est aussi une richesse très inégalement partagée, puisque des milliards de personnes manquent d'eau potable.

Il y a beaucoup à faire pour garantir l'accès à l'eau des habitants de la planète dans de bonnes conditions sanitaires, notamment en repensant l'utilisation qu'en fait l'agriculture. Les spécialistes français de la distribution, de la gestion et du traitement de l'eau, qui sont parmi les meilleurs du monde, s'attellent à relever ces défis dans lesquels le bâtiment a aussi sa part. Mais dans ce domaine, plus que dans beaucoup d'autres, c'est la volonté politique des collectivités et des États qui permettra de trouver les justes réponses.

Jacques **Chanut**
Président

de la Fédération Française du Bâtiment

L'eau dans l'Univers

Maryvonne Gérin

Directrice de recherche CNRS au Laboratoire d'études du rayonnement et de la matière en astrophysique de l'Observatoire de Paris, de l'École normale supérieure et de l'université Pierre-et-Marie-Curie.



Elle a publié notamment :

- « Interstellar Hydrides » (avec David A. Neufeld et Javier R. Goicoechea), *Annual review of astronomy and astrophysics*, vol. 54, 2016.

Dominique Bockelée-Morvan

Directrice de recherche CNRS au Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique de l'Observatoire de Paris.



Elle a publié notamment :

- « Ocean-like water in the Jupiter-family comet 103P/Hartley 2 » (avec Paul Hartogh, Dariusz C. Lis et al.), *Nature*, vol. 478, p. 218-220, octobre 2011.
- « The composition of cometary volatiles » (avec Jacques Crovisier, Michael J. Mumma et Harold A. Weaver), *Comets II*, University of Arizona Press, p. 391-423, 2004.

L'eau joue un rôle clé dans la formation des étoiles et des systèmes planétaires, ce qui explique l'intérêt que lui portent les astrophysiciens. À l'échelle de l'Univers, elle est abondante, mais sa forme liquide, telle que nous la connaissons sur Terre, et qui est indispensable à la vie, reste un phénomène exceptionnel.

L'eau est un constituant familier de notre planète. Présente sous ses différentes formes, liquide dans les océans, les rivières et les lacs, à l'état de vapeur dans l'atmosphère et gelée sous forme de glaciers et de calottes polaires, l'eau est indispensable pour toutes les formes de vie sur Terre. Le magma terrestre contient également une petite fraction d'eau, de l'ordre de quelques pour-cent en masse, mais qui joue un rôle important pour sa viscosité. Mis à part sa présence sur la Terre, on rencontre beaucoup d'eau dans l'Univers mais la forme liquide y est très rare.

Outre l'exploration directe du Système solaire, les connaissances des astronomes proviennent de l'observation à distance par des télescopes toujours plus puissants, au sol et, depuis quelques dizaines d'années, dans l'espace. L'analyse du rayonnement en provenance des objets célestes est le meilleur moyen d'obtenir des informations sur la composition des gaz et des solides, leur mouvement par rapport à l'observateur, et bien d'autres paramètres physiques et chimiques. Comme la vapeur d'eau est présente en quantité substantielle dans l'atmosphère terrestre, sa détection dans les objets célestes est délicate depuis la surface terrestre. Pour parvenir à l'étudier, il faut se placer sur les sites où l'atmosphère est la plus sèche possible, en haute altitude par exemple, choisir soigneusement les gammes de fréquence, ou construire des satellites. La vapeur d'eau a été observée pour la première fois hors du Système solaire en 1969, peu après sa détection dans les atmosphères des planètes Mars et Vénus en 1963 et 1964.

L'essentiel des connaissances sur l'eau provient d'observations réalisées par des satellites et des sondes spatiales parcourant le Système solaire et, plus particulièrement, des missions cryogéniques de l'Agence spatiale européenne *Infrared Space Observatory* (ISO), opérationnelle de 1995 à 1998, puis *Herschel* (2009-2013), et celles de la *Nasa Submil-*

imeter Wave Astronomy Satellite (Swas) et surtout *Spitzer* (2003-2009). Aujourd'hui, on sait que l'eau sous ses formes vapeur et glace est largement présente dans l'Univers, depuis le Système solaire et les nébuleuses de notre galaxie jusqu'aux galaxies les plus lointaines. On sait aussi que l'eau joue un rôle clé dans l'évolution physique et chimique de ces objets célestes, notamment par les échanges entre les phases gazeuse (vapeur) et solide (glace).

L'eau sous ses formes vapeur et glace est largement présente dans l'Univers, depuis le Système solaire et les nébuleuses de notre galaxie jusqu'aux galaxies les plus lointaines.

D'où vient l'eau ?

Les conditions de température et de pression des objets et milieux célestes sont très variables, mais la règle générale qui prévaut est celle d'une très grande différence avec les conditions qui existent sur Terre, avec des densités très faibles, proches des meilleurs vides obtenus en laboratoire, et des températures très diverses, des plus froides (quelques degrés au-dessus du zéro absolu) aux très chaudes approchant les milliers de degrés. La composition de la matière elle-même est très différente : l'hydrogène en est le constituant majoritaire, les autres éléments chimiques ne sont présents qu'à l'état de trace, avec une fraction en volume de l'ordre de quelques centaines de parties par million (ppm) pour le carbone, l'azote et l'oxygène. Les particules solides, ou poussières interstellaires, constituées de silicates ou de matériau carboné, sont de très petite taille mais servent de réacteurs chimiques grâce au

phénomène de condensation des gaz à leur surface qui forme un « manteau » de glaces.

Aujourd'hui, on pense que la formation de la vapeur d'eau dans le milieu interstellaire procède par deux voies complémentaires : des réactions chimiques en phase gazeuse, et l'association d'un atome d'oxygène avec deux atomes d'hydrogène sur les poussières suivie de l'éjection de la molécule d'eau nouvellement formée. Dans les régions les plus froides, la condensation devient le principal phénomène et les poussières se couvrent de manteaux glacés, où la glace d'eau est mélangée avec de la glace carbonique et d'autres constituants minoritaires comme le monoxyde de carbone, l'alcool méthylique, le méthane. Dans les régions chaudes, la glace s'évapore et l'eau retourne ainsi à la phase gazeuse.

Avec l'accroissement de température, d'autres voies de formation s'ouvrent, notamment dans les régions de chocs, où la forte compression de la matière entraîne un échauffement propice à la réactivité chimique. Le rapport entre glace et vapeur est donc un marqueur important des conditions du milieu. On remarque que les échanges entre vapeur et glace s'effectuent directement sans passer par l'eau liquide. La présence d'eau liquide nécessite des conditions très particulières de température et de pression qui ne se trouvent presque jamais réunies dans l'Univers et ne le sont que sur certaines planètes.

La présence d'eau liquide nécessite des conditions très particulières de température et de pression.

Un rôle primordial pour la formation des étoiles

Dans des milieux ténus comme les nuages interstellaires, la présence de molécules est essentielle : en effet, les molécules – et notamment la vapeur d'eau – sont les principaux vecteurs du refroidissement du gaz et permettent donc sa contraction progressive pour donner naissance aux nouvelles étoiles. Selon le paradigme actuel, la formation d'une étoile comme le Soleil résulte de l'effondrement gravitationnel d'une région plus dense que la moyenne. Du fait de la rotation de la matière et de la présence d'un champ magnétique, l'effondrement s'effectue le long d'une direction privilégiée et conduit à la formation d'un disque en rotation autour de l'embryon d'étoile et de deux jets de matière le long de l'axe de rotation. La protoétoile se nourrit d'une partie de la matière de ce disque pour atteindre sa masse finale après quelques millions d'années. C'est dans ce disque, dit protoplanétaire, que se forment peu à peu les planètes, comètes et astéroïdes. L'eau joue un rôle primordial dans cette évolution : la vapeur

d'eau est formée très efficacement dans les chocs associés aux phénomènes d'accrétion et d'éjection. Les observations spectroscopiques de l'émission de la vapeur d'eau nous renseignent donc sur la dynamique de ces phénomènes violents. L'association étroite entre formation stellaire et émission de vapeur d'eau se retrouve à l'échelle d'une galaxie toute entière. La vapeur d'eau devient alors un moyen de mesure de l'activité de formation stellaire dans les objets trop lointains pour pouvoir en compter les étoiles individuellement.

Dans les disques protoplanétaires, les régions d'eau chaude et d'eau froide sont séparées spatialement par la ligne des glaces : tandis que l'eau chaude, détectée par exemple par le satellite Spitzer, est présente dans la région proche de la jeune étoile et fortement irradiée, on trouve de l'eau très froide et majoritairement glacée dans les régions les plus externes, protégées du rayonnement. La présence de glaces dans ces régions favorise la croissance des particules, un point essentiel pour la formation des planètes. Pour atteindre la dimension des corps macroscopiques du Système solaire, de l'ordre de la centaine de mètres ou plus, à partir de poussières interstellaires avoisinant un micron (1 micromètre), il faut faire croître celles-ci d'un facteur cent millions ! Les glaces facilitent la coagulation des poussières et conservent les molécules piégées lors de l'évolution de la matière interstellaire et de la phase d'effondrement gravitationnel, transmettant ainsi l'héritage interstellaire au nouveau système planétaire.

L'eau dans le Système solaire

L'eau est présente un peu partout dans le Système solaire. On la trouve sous forme condensée dans les comètes et certains astéroïdes carbonés. De taille kilométrique pour les premières, et jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres pour les seconds, ces petits corps sont les vestiges des planétésimaux dont l'agglomération a conduit à la formation des planètes. Formés et orbitant au-delà de la ligne des glaces, ils ont pu piéger et conserver l'eau primordiale qui constituait le Système solaire primitif, une eau en grande partie héritée du milieu interstellaire. Cette eau est observée sous forme de glace à leur surface ou se manifeste indirectement par la présence de matériaux hydratés. Ainsi les argiles présentes dans certaines classes de météorites peuvent-elles contenir jusqu'à 20 % de leur poids en eau. L'eau est le principal constituant des comètes et est la plupart du temps détectée sous forme de vapeur dans leur atmosphère, qui se développe quand elles s'approchent du Soleil.

Les planètes gazeuses (Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune) se sont formées en captant par gravité autour de leur noyau les gaz du disque protoplanétaire primitif, essentiellement de l'hydrogène et de l'hélium. On pense que leurs noyaux sont constitués au moins pour moitié de glaces sous haute pression,

le reste étant un mélange de fer et de silicates. En revanche, la vapeur d'eau n'est présente qu'à l'état de traces dans leurs atmosphères et provient en partie de la chute de comètes. La glace d'eau est également présente à la surface des lunes glacées des planètes gazeuses : Europe, Ganymède et Callisto autour de Jupiter, Encelade et Titan autour de Saturne. Dès 1979, les images de la sonde Voyager ont montré que la surface d'Europe est recouverte d'un réseau de craquelures s'entrecroisant en un écheveau complexe et chaotique, ce qui suggère la présence d'un milieu fluide sous la surface. La sonde Huygens de la mission Cassini a exploré l'atmosphère et la surface de Titan en 2005 et révélé un sol composé de roches et d'eau gelée, agrémenté d'un réseau de rivières et de lacs d'hydrocarbures alimentés par des précipitations atmosphériques. Si les objets peuplant les régions extérieures du Système solaire sont riches en eau, il en va tout autrement pour les planètes telluriques et une grande partie des astéroïdes de la ceinture principale qui se sont formés dans des régions du Système solaire primitif, où les conditions de température n'étaient pas favorables à la présence d'eau en grande quantité. La masse totale des océans ne représente que 0,01 % de celle de la Terre. Dans le cas de Mars, il est fort possible que rivières, lacs, et océans aient couvert la planète au tout début de son histoire, il y a 3,8 milliards d'années, comme l'atteste l'existence de vallées ramifiées et d'une ligne de dichotomie d'altitude remarquablement constante s'apparentant à une ligne de rivage. L'eau n'est maintenant présente que sous forme de traces dans l'atmosphère de Mars et sur les calottes polaires martiennes, et elle circule du nord au sud au gré des saisons. Quant à Vénus, la teneur en eau de son atmosphère est si faible que, si toute cette eau était condensée à sa surface, elle formerait une couche de 3 ou 4 cm d'épaisseur. Mais les températures extrêmes rencontrées à la surface de cette planète (450 °C) ne permettent pas la présence d'eau liquide.

L'origine de l'eau sur Terre

Aujourd'hui encore, les scientifiques ne sont pas unanimes quant à l'origine de l'eau sur Terre, principalement présente actuellement dans ses océans. Durant le stade final d'assemblage de la planète Terre à partir d'embryons planétaires de la taille de la Lune, l'énergie libérée par les impacts a conduit à la fusion des matériaux et à la formation d'un océan magmatique composé essentiellement de métaux. Une bonne partie des éléments volatils contenus dans les roches silicatées ont été relâchés lors de la fusion, conduisant à la formation d'une atmosphère primitive très différente de l'atmosphère actuelle. Pour certains scientifiques, l'eau de la Terre provient de ces roches, qui auraient été riches en eau. L'intense volcanisme qu'a connu la Terre à ses débuts a ensuite alimenté l'atmosphère en vapeur d'eau provenant des roches

du manteau. Puis l'atmosphère s'est refroidie, entraînant la condensation de l'eau. Pendant des millions d'années, un déluge de pluies torrentielles s'est abattu sur la Terre, conduisant à la formation des océans.

L'hypothèse privilégiée pour expliquer l'arrivée de l'eau sur Terre est une origine exogène. L'eau aurait été apportée par un bombardement d'astéroïdes à la fin de l'accrétion de la Terre ou après celle-ci.

Actuellement, l'hypothèse privilégiée pour expliquer l'arrivée de l'eau sur Terre est une origine exogène. L'eau aurait été apportée par un bombardement d'astéroïdes à la fin de l'accrétion de la Terre ou après celle-ci. Ce bombardement aurait été provoqué par la migration des planètes gazeuses qui, sur leur chemin, auraient croisé et fortement perturbé les orbites des petits corps orbitant autour du Soleil. Les planètes gazeuses ont connu deux épisodes migratoires. Le premier, dénommé Grand Tack, s'est déroulé quelque vingt millions d'années après la formation du Système solaire et est contemporain de l'ère de la formation de Mars et de la Terre. Le second a eu lieu environ sept cent millions d'années après et est responsable des grands bassins d'impact observés sur la Lune – il s'agit du Grand Bombardement tardif, avéré grâce à la datation des roches lunaires collectées par les missions Apollo.

Eau et habitabilité

Le domaine où l'eau peut exister sous forme liquide dans le Système solaire est extrêmement réduit, et se situe grossièrement entre les orbites de la Terre et de Mars. Cette zone très particulière, que l'on appelle souvent la « zone habitable », varie en taille et position selon la nature de l'étoile. De plus, l'effet de l'atmosphère sur la température et la pression de surface des planètes affecte leur habitabilité. À ce jour, un peu plus de 2000 exoplanètes ont été découvertes. Du fait de biais observationnels, la plupart sont des géantes gazeuses, dites « Jupiters chauds », qui orbitent à quelques rayons stellaires de leur étoile. L'eau que l'on observe sous forme de vapeur sur ces planètes est souvent cachée sous une épaisse couche de nuages de poussières. La recherche de l'eau autour de planètes analogues à la Terre est un objectif important des prochaines décennies, rendu réalisable grâce à la prochaine mise en service de télescopes de trente mètres ou plus et au lancement du télescope spatial James-Webb, qui succédera au télescope Hubble. ●

L'invention de l'eau moderne et ses imaginaires renouvelés

Georges
Vigarello

Philosophe, historien et directeur d'études à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS).



© Jérôme Panconi

Derniers ouvrages parus :

- *Le sentiment de soi. Histoire de la perception du corps*, Seuil, 2014.
- *Le propre et le sale. L'hygiène du corps depuis le Moyen Âge*, édition illustrée, Seuil, 2013.
- *Les métamorphoses du gras. Histoire de l'obésité*, Point Seuil, 2012.
- *La silhouette du XVIII^e siècle à nos jours. Naissance d'un défi*, Seuil, 2012.

C'est lentement, très lentement même, que l'eau a pénétré les villes au point de les infiltrer de manière invisible et totalisée. Encore a-t-il fallu que change l'imaginaire du liquide : celui de ses effets comme celui de ses réseaux.

L'hygiène n'a pas d'origine. Elle a une histoire. La propreté de nos pères, celle de l'Europe classique par exemple, n'est pas la nôtre : elle peut exister sans le recours à l'eau ou avec une eau rare, mais aussi en favorisant quasi exclusivement l'apparence extérieure, l'habit.

L'usage de salles de bains intimes, celui de l'eau à volonté, l'attention aux zones corporelles cachées sont des inventions plus récentes. Non que la propreté n'ait pas existé auparavant, mais elle se manifestait autrement. Longtemps le rapport à l'eau n'a pas semblé prioritaire, alors même que s'énonçaient des codes précis de propreté : laver ou essuyer le visage, nettoyer les mains, renouveler le linge, recourir au parfum... Quand et comment les changements conduisant à la vision d'aujourd'hui se sont-ils opérés ? Quelques étapes sont centrales, repérables, spectaculaires : des lavages partiels aux lavages globaux, de l'eau alimentant les fontaines à celle traversant les logis.

Cette révolution du propre mobilise en profondeur les imaginaires de l'eau, engageant une vision nouvelle d'un liquide censé « diluer » l'ensemble des « encombrements », et une vision tout aussi nouvelle d'un liquide censé infiltrer et « capillariser » l'ensemble de l'urbain.

L'eau « inquiétante »

Un constat s'impose en priorité : une propreté a longtemps existé dans une quasi-ignorance de l'eau. Louis Savot, l'auteur de *L'architecture française des bâtiments particuliers*, en 1626, justifie l'absence de bains dans les grandes demeures qu'il construit : « Nous nous en pouvons plus commodément passer que les anciens, à cause de l'usage du linge que nous avons, qui nous sert aujourd'hui à tenir le corps net, plus commodément que ne pouvaient le faire les étuves et bains aux anciens qui étaient privés de l'usage et commodité du linge. » Claude Perrault, l'architecte du Louvre, défend fièrement la propreté

des « modernes » en 1688, alors même que le Paris de Louis XIV connaît un nombre infime de bains : « Il ne tient qu'à nous de faire de grands bains, mais la propreté de notre linge et l'abondance que nous en avons valent mieux que tous les bains du monde. »

Une vision toute particulière de l'eau domine dans l'univers classique. Le rapport au liquide, jugé inquiétant, est singulier, complexe.

Une vision toute particulière de l'eau domine dans l'univers classique. Le rapport au liquide, jugé inquiétant, est singulier, complexe. L'eau, la chaude surtout, est censée pénétrer les pores, les fragiliser, les ouvrir aux quatre vents. Épidémies, contagions, atteintes diverses tendent à convaincre de ses dangers possibles ; maux sournois ou inattendus, pathologies variées y trouvent tout autant quelque obscure explication. Un conseil revient régulièrement entre la fin du Moyen Âge et l'époque classique, qui insiste sur des risques précis en temps de peste, mais les étend largement au-delà : « Bains et étuves et leurs séquelles qui échauffent le corps et les humeurs, qui débilitent nature et ouvrent les pores sont cause de mort et de maladie. » Ce que les livres de politesse ciblent davantage encore en évoquant un risque journalier : « Se laver avec de l'eau nuit à la vue, engendre des maux de dents et des cathares, apâlit le visage et le rend plus susceptible de froid en hiver et de hâle en été. » L'eau menace, agit sur le corps, l'infiltré, le troublerait de manière non maîtrisée.

Reste alors une pratique d'un nom tout particulier : la « toilette sèche », signe d'une évidente exigence de propreté, usage totalement oublié aujourd'hui. Le recours au linge y est central : essuie-ment,

frottement, changement de vêtement, voire parfums et onguents. Les joueurs de paume de l'abbaye de Thélème campés par Rabelais au XVI^e siècle ne se lavent pas après leur jeu, mais changent de chemise en se frictionnant vigoureusement devant un grand feu. Madame de Sévigné, épuisée après un long voyage vers Vitry, ne se lave pas à son arrivée, mais change de linge pour se délasser et se « rafraîchir ». Une règle, même, s'instaure à la fin du XVII^e siècle, bien évoquée par Martin Lister, voyageur anglais visitant Paris en 1698 : « Une bonne chemise de toile changée tous les jours vaut, à mon avis, le bain quotidien des Romains. » L'explication en est donnée par les notables, les hommes de l'art, les médecins. Le changement de linge permet d'éprouver le corps autrement, il absorbe les humeurs, il satisfait la sensibilité. Il éloignerait transpirations et moiteurs mêlées.

L'imaginaire « liquide » de la première révolution urbaine

Changement majeur, l'eau perd de son image inquiétante au XVIII^e siècle. Elle se banalise, se valorise, les vieilles craintes s'effacent. Une difficulté peut alors grandir : celle de son usage toujours plus laborieux dans des cités elles-mêmes toujours plus étendues. Le XVIII^e siècle, du coup, est celui où naissent d'immenses projets censés « reconfigurer » la cité : les approvisionnements doivent être métamorphosés, l'eau doit pouvoir circuler.

L'eau perd de son image inquiétante au XVIII^e siècle. Elle se banalise, se valorise, les vieilles craintes s'effacent.

Certes, nombre de travaux ont depuis toujours été entrepris pour alimenter la ville en eau. Paris en est exemple privilégié : aqueduc d'Arcueil au XVII^e siècle, pompe monumentale de Notre-Dame, fontaines tout aussi monumentales de Grenelle ou des Saints-Innocents, aménagement des sources de Belleville et du Pré-Saint-Gervais. Le problème change de cadre au XVIII^e siècle. Les besoins s'annoncent autrement. Un renouvellement en profondeur semble, comme jamais, s'imposer. L'idée première est de tirer massivement l'eau du fleuve. Claude François-Joseph d'Auxiron avait déjà proposé, en 1769, d'élever avec des pompes à feu¹ l'eau de la Seine en amont de Paris pour mieux distribuer l'eau, alimenter les fontaines, créer des bains publics. Les frères Périér concrétisent le dispositif révolutionnaire quelques années plus tard, en aval cette fois de Paris, avec deux immenses pompes puisant l'eau de la Seine, au

niveau de Chaillot, toutes deux mues par la vapeur, machines colossales suggérant la première « industrie » de l'eau. Le liquide atteint quatre réservoirs situés en hauteur, avant d'être redistribué par inertie. Les frères Périér, promettant de conduire leurs canalisations de plomb vers les clients fortunés, exploitent le thème du bain dans un prospectus de 1781. Le débit est important, atteint la Bastille, couvre 50 % de l'eau distribuée sur la rive droite. Une autre pompe à feu s'ajoute aux premières quelques années plus tard, en face d'elles, au Gros Caillou. Débit insuffisant pourtant, nécessitant d'ajouter encore les pompes d'Auteuil. Mais l'eau vient de la Seine. Son débit est fragilisé par l'aléa des machines, sa pureté compromise par l'état des liquides pris en aval de Paris.

Une autre idée, promise à un certain avenir, plus ambitieuse aussi, est celle d'un apport de l'eau venue de loin à l'aide de constructions massives : l'aménagement d'aqueducs et canaux conduisant le liquide venu d'ailleurs. Antoine Deparcieux, mathématicien de l'Académie royale des sciences, imagine une ramification « babylonienne » en 1762 : chercher l'eau au loin, entourer la ville d'aqueducs et de canaux, alors que tend à s'imposer l'imaginaire du flux et du réseau. Le projet qui s'imposera s'amorce sous le Directoire : creuser un canal apportant de loin une eau conduite sur une hauteur parisienne. La réalisation se met progressivement en place en 1817, s'accélère en 1832, s'achève en 1837. Le canal de l'Ourcq, dès lors abouti, devient la « source » dominante des distributions parisiennes. L'eau perd en coût et gagne en quantité. Investissement financier considérable pour tracer la tranchée porteuse, mais distribution par simple inertie ensuite : l'écoulement naturel s'oppose à la vieille manipulation des pompes, la gravité physique s'oppose à la coûteuse dépense des machines. Le dispositif multiplie la quantité d'eau jusque-là pompée dans la Seine. Le débit global est calculé pour une consommation de 7, 5 litres par jour et par habitant, alors que ce flux atteignait à peine 3 litres auparavant. Dispositif identique avec l'arrivée, aux mêmes dates, de l'aqueduc du Peyrou à Montpellier et de ceux construits par Darcy à Dijon ou Belgrand à Avallon.

Sans surprise les établissements de bains parisiens s'accroissent avec cette apparente abondance. Leur nombre passe de 15 en 1816 à 78 en 1831, la plupart alimentés par l'eau – dès lors moins coûteuse – de l'Ourcq. Ce nombre croît encore de 25 % entre 1831 et 1839, alors que croît parallèlement le nombre de baignoires dans la ville : de 500 en 1816 à plus de 3 000 en 1830. Ce qui suscite les remarques flatteuses de quelques guides parisiens : celui d'Abel Hugo, par exemple, qui insiste déjà en 1835 sur le fait que « chaque quartier de Paris a ses établissements de bains ». Le propre ne peut plus être dissocié de l'eau.

1. Machines à vapeur utilisées en fontainerie.

Cette première révolution urbaine a imposé un imaginaire du lacs et du réseau entourant la ville pour mieux l'alimenter.

La ville souterraine de la deuxième révolution urbaine

Reste un problème majeur avec ces pratiques du début du XIX^e siècle : le « rejet » de l'eau. Non seulement son arrivée, mais son évacuation. Cette évacuation, à vrai dire, se fait peu ou se fait mal. D'où un obstacle récurrent, sinon éprouvant. Balzac décrit en 1835 un Paris dont la « moitié des maisons couche dans les exhalaisons putrides des cours, des rues et des basses œuvres ». La question de l'éjection des liquides devient ainsi centrale : à l'imaginaire du flux doit correspondre celui du reflux. Seule une canalisation enfouie peut répondre à cette question. Des égouts existent dans le Paris du début du XIX^e siècle. Napoléon y emploie avec diligence Pierre Bruneseau, créateur de l'inspection des égouts. L'ingénieur impérial prolonge le réseau existant (20 km) d'une dizaine de kilomètres. Les travaux s'accroissent après les années 1830. Le réseau, d'une longueur de 30 km à la fin du Premier Empire et de 45 km au moment de la révolution de Juillet, triple durant le règne de Louis-Philippe pour atteindre 135 km en 1848. Le problème demeure pourtant : ville nauséabonde, ville engorgée.

Le véritable changement a lieu durant la deuxième moitié du XIX^e siècle, avec rien de moins qu'une ville souterraine épousant les artères de surface, systématisant les connexions, quadrillant réseaux et quartiers par des canalisations enfouies. Le nouveau dispositif refonde la vision de l'urbain : « biologiser » la ville avec ses veines et ses vaisseaux. C'est l'évocation d'Alfred Mayer dans le *Paris Guide* de l'Exposition universelle de 1867. Un nouvel imaginaire y est concrétisé comme jamais : « *Les galeries souterraines, organes de la grande cité, fonctionnent comme ceux du corps humain sans se montrer au jour ; l'eau pure et fraîche, la lumière et la chaleur y circuleraient comme des fluides divers dont le mouvement et l'entretien servent à la vie ; les sécrétions s'y exécuteraient mystérieusement et maintiendraient la santé publique sans troubler la bonne ordonnance de la ville et sans gêner sa beauté extérieure.* »

Tout est bouleversé avec ces projets dont Haussmann et Belgrand sont les initiateurs. L'arrivée d'abord : par captation de sources, celles de la Vanne et de la Dhuys, avec conduites souterraines, qui rend obsolète la captation d'eau « potable » dans la Seine ou les canaux. Ce qui multiplie l'apport et déplace les chiffres : 114 litres par habitant et par jour en 1873, 162 litres en 1882, près de 300 litres à la fin du siècle, alors que la moyenne était de 7,5 litres en 1837. Le reflux ensuite : canalisations

accumulées, diversifiées, renforcées avec métal et minéral. Les égouts deviennent une « ville ». Le *Grand dictionnaire universel du XIX^e siècle*, de Pierre Larousse, en 1870, évoque les wagons convoyant les « visiteurs des égouts » de Paris, arpenteurs inattendus des « intestins de la ville ». Les chiffres se déplacent là encore : 145 km en 1848, 360 km en 1870, 1 100 km en 1900.

Image et pratique radicalement neuves : l'eau peut alors grimper dans les étages par inertie. Ce que Sigfried Giedon, mieux que tout autre, a su clairement évoquer : « *Les mots sont statiques. Seule une projection animée pourrait rendre compte du cheminement de l'eau à travers l'organisme même de la cité, son bond vers des niveaux plus élevés, sa distribution dans la cuisine, et, pour finir, dans la salle de bains.* »

L'aménagement sanitaire peut changer de culture à la fin du XIX^e siècle. En 1888, c'est bien une baignoire qui occupe la scène d'un vaudeville de Feydeau.

L'aménagement sanitaire peut changer de culture à la fin du XIX^e siècle. En 1888, c'est bien une baignoire qui occupe la scène d'un vaudeville de Feydeau, objet de quiproquos divers, dont l'intérêt se limite ici à révéler la banalisation de l'objet. La baronne Staffe, à la même époque, évoque simplement la force toute naturelle d'un « appel du dedans » pour justifier ses ablutions et bains. Alors que la maîtresse de Célestine, dans *Le journal d'une femme de chambre*, d'Octave Mirbeau, rappelle la nécessité du bain de sa domestique en 1900. La scène du bain perd en académisme ce qu'elle gagne en spontanéité. Un signe : les établissements Porcher disent avoir vendu 82 000 chauffe-bains en 1907. Aménagement lent pourtant, seuls les logements bourgeois comportent baignoire et salle de bains à la fin du XIX^e siècle. Rares, même, sont les immeubles de rapport dont les appartements comportent une salle de bains en 1880. Exemples marginaux et pourtant marquants : les logements des directeurs d'école dans les plans de la fin du XIX^e siècle. Tous comportent cuisine, chambre et « cabinet », quelques-uns même, comme pour le groupe scolaire d'Aubervilliers, comptent un salon. Aucun, en revanche, ne comporte cabinet de toilette ou salle de bains. Le dispositif ne se généralisera qu'avec la deuxième moitié du XX^e siècle. La salle de bains devient alors un lieu obligé, avant que s'invente un nouvel imaginaire de l'eau : celui de la détente et de l'abandon. ●

Éloge des eaux douces

Jacques
Bethemont

Géographe, professeur émérite à l'université Jean-Monnet
de Saint-Étienne.



Il a publié notamment :

- *Pour sauver le Rhône*, Libel, 2016.
- *Les mots de l'eau. Dictionnaire des eaux douces, de la métrique à la symbolique*, L'Harmattan, 2004.
- *La vallée du Sourou (Burkina Faso). Genèse d'un territoire hydraulique dans l'Afrique soudano-sahélienne* (avec Pierpaolo Faggi et Tanga Pierre Zoungrana), L'Harmattan, 2003.
- *Les grands fleuves. Entre nature et société*, Armand Colin, 1999.

Source de toute vie animale ou végétale, source d'une énergie toujours renouvelable, composante indispensable à de multiples activités, l'eau est également source de mort, que ce soit par sa dégradation ou par ses excès. Elle est, enfin, cet élément fragile qu'il convient de protéger et de mieux gérer.

En un temps et dans des pays où il suffit d'ouvrir un robinet pour qu'elle coule, l'eau peut être considérée comme un élément banal. Elle n'en est pas moins remarquable par ses formes, sa nature et ses usages. Elle est à la fois l'élément primordial commandant toute vie végétale ou animale et utile à divers titres aux activités humaines. Elle est aussi un élément fragile qui demande à être protégé.

L'eau est tout d'abord, sur le registre des perceptions immédiates, le seul élément présent sous les trois formes : gazeuse avec le nuage, liquide avec le fleuve, solide avec le glacier. Elle est également le seul élément matériel comme la terre et informe comme l'air et le feu. Elle est enfin l'élément présent à la fois sur la surface et dans les profondeurs de la terre. Principe fécondant indispensable à toute vie, elle constitue l'élément primordial, celui qui, selon la formule de Plinie l'Ancien, « *commande à tous les autres*¹ ».

Sur le registre non plus de la perception mais de la connaissance, la masse totale de l'eau présente sur le globe s'élève à 1 384 milliards de km³, dont 1 348 milliards pour les océans, soit 97,39 % du total². Le solde, soit 2,61 %, est réparti entre l'humidité de l'air, l'humidité du sol, l'eau des cellules vivantes et la masse des eaux douces, composée pour l'essentiel des inlandis et de la couverture neigeuse permanente. Dans ce total, les eaux courantes ne représentent que 1,2 km³, soit 0,0001 % du total, contre 2,01 % pour la glace et même 0,0008 % pour l'eau cellulaire. Cette apparente insignifiance quantitative des eaux courantes doit être corrigée par le fait que ces eaux constituent un flux constamment renouvelé alors que la masse des glaces ne se renouvelle que très lentement, avec pour principale incidence la variation du niveau des mers, qui s'abaisse lors des épisodes glaciaires et s'élève avec le réchauffement planétaire et la fonte des glaces.

Ces multiples formes de l'eau constituent un tout dont les composantes sont unies par un cycle qui

va de l'évaporation aux précipitations, en passant par le transfert des masses d'air humide. Apparemment simple, le cycle de l'eau est en fait complexe. C'est le cas de l'évaporation qui concerne non seulement les océans mais aussi les grandes masses végétales, notamment les forêts des zones chaudes et humides. Toute masse végétale joue d'ailleurs un rôle complexe, parce que si elle absorbe de l'eau, elle en restitue, non seulement par évaporation mais également par percolation dans le sol et les nappes aquifères. La disproportion entre les deux masses, celle des océans et celle des eaux douces, est telle que la moindre variation de l'un des termes pourrait déstabiliser l'ensemble du système.

La disproportion entre les deux masses, celle des océans et celle des eaux douces, est telle que la moindre variation de l'un des termes pourrait déstabiliser l'ensemble du système.

L'eau utile

L'eau douce possède six propriétés remarquables : sa tension superficielle³ est si forte qu'elle circule à travers tout composé de cellules végétales ou animales ; elle peut s'additionner à tout corps gazeux, liquide ou solide ; elle dispose d'un pouvoir solvant quasi universel ; sa densité lui permet de porter nombre de corps solides ; son absence de forme fait qu'elle comble toute forme en creux, lac, réservoir ou simple récipient ; sa soumission aux lois de la pesanteur fait que la combinaison de sa masse et d'une dénivellation est source d'énergie.

De toutes ces propriétés, la plus importante, la plus immédiate est sa forte tension superficielle. C'est

1. Plinie l'Ancien, *Histoire naturelle*, 31.1 : « *Hoc elementum ceteris omnibus imperat.* »

2. Ces éléments de calcul restent approximatifs et font l'objet de multiples propositions dont les plus crédibles restent celles d'Albert Baumgartner et Eberhard Reichel, dans *The World Water Balance*, Elsevier 1975. Des mises au point sont régulièrement proposées par l'International Water Resources Association (Chicago).

3. Phénomène d'augmentation de l'énergie à la surface d'un fluide et qui en augmente localement la cohésion. « *Chaque cellule d'un corps donné est chargée d'ions positifs et négatifs (intérieurs ou extérieurs) qui organisent la circulation des liquides (eau, sève ou autres) à travers les cellules composant ce corps. La circulation est d'autant plus rapide et les échanges d'autant plus intenses que l'écart de valeur entre ces ions est fort* » (Pascale Mentré, *L'eau dans la cellule*, Masson, 1995).

elle qui fait monter la sève dans les plantes et qui régule la circulation des multiples liquides dans les corps animés. L'eau constitue en effet 70 % du corps humain, et cette proportion est encore plus forte dans la plupart des végétaux, dont l'existence et la croissance sont fonction de l'apport en eau. C'est pour pallier l'irrégularité ou l'insuffisance des pluies qu'ont été conçues et perfectionnées, dans les civilisations de l'Asie des moussons, de la Méditerranée et des Amériques subtropicales, les techniques de l'irrigation aujourd'hui largement diffusées sous les latitudes tempérées. Consommer grains ou viande implique la consommation de volumes d'eau qui vont de 1 000 litres pour 1 kilo de blé à 5 000 litres pour 1 kilo de riz et à 15 000 litres pour 1 kilo de bœuf. Au registre des besoins humains, la consommation domestique minimale s'élèverait à 2 litres d'eau de boisson par jour et par personne. Dans les faits, la consommation humaine varie avec les niveaux de richesse, depuis l'eau tirée des puits africains jusqu'à l'arrosage des pelouses en Californie, entre 25 litres par jour et par habitant pour Djibouti, le minimum, 350 litres dans l'agglomération parisienne, et 950 litres pour Las Vegas, le maximum.

La consommation humaine varie avec les niveaux de richesse [...], entre 25 litres par jour et par habitant pour Djibouti, le minimum, 350 litres dans l'agglomération parisienne, et 950 litres pour Las Vegas, le maximum.

C'est le potier qui le premier a utilisé le pouvoir liant de l'eau, aujourd'hui encore indispensable à la fabrication de briques ou de béton. Son pouvoir solvant va de la simple lessive à la fabrication de multiples produits à travers des processus allant de la chimie à la métallurgie, sans parler des processus utilisant de la vapeur. L'eau étant au mieux – donc sans dégradation par pollution – une quantité fixe, alors que les besoins vont croissant, de multiples techniques ont été mises en œuvre depuis longtemps pour réduire la consommation. Ainsi, le volume d'eau nécessaire pour irriguer un hectare de verger en milieu méditerranéen, qui était de 15 000 m³/an, a été réduit à 800 m³/an, et le volume utilisé pour la fabrication d'une tonne d'acier est passé de 300 m³ à 10 m³. Pourtant, dans les conditions maximales de productivité et malgré les progrès effectués, la fabrication d'une automobile demande 120 m³. En dépit de ces multiples techniques qui permettent de réduire les besoins en eau, la demande mondiale

en eau n'a cessé de croître, y compris par le stockage dans des réservoirs, ce qui ne laisse pas d'inquiéter pour l'avenir, compte tenu de la croissance de la population mondiale et d'une demande accrue de la part des pays émergents.

TABLEAU 1. DEMANDE MONDIALE EN EAU SELON LES USAGES (EN KM³/AN ET EN % POUR 2005)

Usage	1900	2010	% en 2005
Agriculture	525	3 250	62,6
Industrie	37,2	1 260	24,7
Domestique	16,1	441	8,5
Réservoirs	0,3	220	4,2
Total	579	5 190	100

Source : Daniel P. Loucks et Eelco van Beek, Water resources systems planning and management, Unesco, 2005.

Outre les aspects ludiques, deux usages de l'eau n'impliquent pas de consommation volumétrique : la navigation et la production d'énergie. Très tôt et durant de longs siècles, de minces filets d'eau et de faibles chutes firent tourner les roues de moulins qui produisaient de la farine, sciaient de la pierre ou du bois et actionnaient les marteaux des forges. La donne changea radicalement à la fin du XIX^e siècle avec le couplage de conduites forcées et d'alternateurs qui transformaient l'énergie cinétique en électricité. Aujourd'hui, l'hydroélectricité produit, en année moyenne, 3 000 TWh⁴, ce qui représente à peine 6,2 % de la production mondiale d'énergie. Mais si une partie de cette énergie, produite sur des hautes chutes ou sur des fleuves, n'est pas stockable, une autre partie, produite à partir de réservoirs dominant des chutes, est à la fois stockable et modulable par ouverture ou fermeture de vannes. Cette énergie renouvelable et apparemment inépuisable n'est pas répartie de façon uniforme à la surface du globe.

TABLEAU 2. POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE ET POURCENTAGE EXPLOITÉ DES RESSOURCES HYDRAULIQUES PAR CONTINENT

	Potentiel économiquement réalisable (en TWh/an)	Pourcentage exploité
Europe	800	75
Amérique du Nord	1 100	68
Amérique du Sud	2 300	34
Afrique	1 100	7
Asie	3 600	22
Océanie	100	70
Total monde	9 000	28

Source : Conférence mondiale de l'énergie, Rio de Janeiro, 2011.

4. Le TWh ou térawattheure équivaut à 1 milliard de kilowattheures.

Alors que l'Europe dispose d'un faible potentiel presque entièrement équipé, l'Afrique et l'Asie disposent de forts potentiels encore peu exploités. Toutefois, sans même que soient évoqués les problèmes liés au changement climatique, ces données ne doivent pas faire illusion. D'un côté, des contingences politiques plus que techniques rendent très aléatoire la mise en valeur des potentiels les plus prometteurs. De l'autre, des considérations d'ordre écologique – rupture des continuités à l'échelle des bassins versants, altération des milieux, stockage des sédiments avec pour corollaire l'érosion et le recul des plaines littorales – incitent à la prudence. Sur un autre registre, la navigation fluviale ne représente qu'une très faible part des échanges de marchandises intracontinentaux, même sur les trois fleuves les plus valorisés, Yangzi Jiang, Mississippi et Rhin. En outre, le fret a longtemps consisté en pondéreux de faible valeur unitaire, céréales, matériaux de construction, produits sidérurgiques et miniers. La donne change maintenant de façon très favorable, avec le transport par conteneurs facilement manipulables et stockables.

Les loisirs, enfin, s'ils ne consomment que peu ou pas d'eau, couvrent une large gamme d'activités allant du thermalisme aux sports d'hiver (la neige est une forme de l'eau) en passant par la baignade. Alors que la valeur ajoutée de ces activités était relativement faible dans les économies traditionnelles, elle entre pour une part importante dans les PNB des pays riches. D'autant qu'il faut compter avec l'attraction touristique de certains sites, née de la présence de l'eau.

L'eau dangereuse, l'eau fragile

L'eau, indispensable à la vie, peut être dangereuse et mortifère. D'une part, l'eau de boisson polluée engendre poliomyélite, typhoïde, fièvre jaune, choléra et amibiases. D'autre part, les parasites vivant dans l'eau sont à l'origine du paludisme, qui reste la première cause d'invalidité et de mortalité à l'échelle mondiale. Il s'y ajoute des maladies spécifiques des régions irriguées comme la bilharziose, qui détruit le système lymphatique, ou des zones proches des cascades, comme l'onchocercose, génératrice de cécité. L'Organisation mondiale de la santé estime à deux milliards le nombre des personnes affectées par le paludisme et à cinq cent millions le nombre de celles qui souffrent de bilharziose.

Si ces maladies affectent pour l'essentiel les pays pauvres, tous les pays sont touchés par ces deux fléaux que sont les inondations et les sécheresses. En limitant l'analyse à la France, les assureurs relèvent pour la période 1988-2013 un coût de 48 milliards d'euros pour l'ensemble des calamités, mais, le changement climatique aidant, ce coût devrait passer à 92 milliards d'euros pour la période 2013-2040. Ces calculs ne prennent pas en compte

les pertes de vies humaines, qui s'avèrent dramatiques dans les régions méditerranéennes exposées aux fortes pluies automnales : à Nîmes, la catastrophe du 3 octobre 1988 fit 27 morts et celle de Vaison-la-Romaine en date du 22 septembre 1992 en causa 37, voire plus de 40 en comptant les personnes disparues ; en octobre 2015, 19 personnes ont été emportées par l'inondation de la plaine du Var. Même si l'on recense les grandes catastrophes affligeant les pays riches, comme le cyclone qui ravagea La Nouvelle-Orléans en août 2005, avec 2 400 morts, 1 million de réfugiés et des dégâts évalués à 12 milliards de dollars, ce sont les pays les plus pauvres qui souffrent le plus – le cyclone qui ravagea le Bangladesh en 1970 causa la mort de quelque 225 000 personnes. Plus près de nous, la crue de l'Indus en 2010 a causé la mort de 15 500 personnes et la détresse de 17 millions de réfugiés.

Dans ces bilans, la nature et la richesse des hommes ne sont pas seules en cause. Il faut également faire la part des erreurs de gestion. Erreurs lorsque des quartiers neufs sont implantés dans les lits majeurs des cours d'eau, erreurs lorsque des déboisements et des labours répétés dénudent des sols, ce qui transformera de modestes rivières en torrents boueux, erreurs lorsque des digues protégeant des terres basses sont mal entretenues et s'écroulent sous la poussée des hautes eaux.

Il serait trop facile de multiplier les références calamiteuses, et mieux vaut refermer cette brève recension des bienfaits et méfaits de l'eau par l'énoncé de quelques principes qui, longtemps sous-estimés, commencent à être davantage pris en compte. Tout d'abord, le principe de gestion à l'échelle non pas de telle section d'un cours d'eau mais à celle du bassin versant, ce à quoi s'emploient en France les agences de bassin. S'y ajoute le principe de gestion intégrée, suivant lequel tous les secteurs d'activité et tous les modes d'occupation et de valorisation de l'eau sont solidaires et doivent être coordonnés. S'impose enfin le principe de précaution appliqué aussi bien à l'occupation du sol dans les lits majeurs qu'aux rejets de polluants dans l'eau. C'est en définitive la notion d'équilibre écologique appliquée à tous les milieux humides qui garantira seule la pérennité de ce trésor fragile et disputé que sont, sous leurs multiples formes, les eaux douces. ●

C'est en définitive la notion d'équilibre écologique appliquée à tous les milieux humides qui garantira seule la pérennité de ce trésor fragile et disputé que sont, sous leurs multiples formes, les eaux douces.

La **course** à l'eau est **engagée**!

Hervé
Juvin

Président de l'Observatoire Eurogroup Consulting.



Il a publié récemment :

- *Le mur de l'Ouest n'est pas tombé !*, éd. Pierre-Guillaume de Roux, 2015.
- *La grande séparation. Pour une écologie des civilisations*, Gallimard, 2013.
- *Le renversement du monde. Politique de la crise*, Gallimard, 2011.

La relation de l'homme avec cet élément de la vie qu'est l'eau est un tout. De l'eau de la source à l'eau de la pluie et de l'océan au robinet du lavabo, c'est une continuité d'usage, de gestion et d'incertitudes qui explique la course à l'eau observée aujourd'hui.

Sans eau, aucune vie n'est possible. Le corps humain est composé à plus de 70 % d'eau, un homme ne survit pas plus de trois jours sans boire, et près des trois quarts de l'eau utilisée dans le monde servent à l'agriculture et aux agro-industries. Manger des fruits, des légumes, de la viande, c'est d'abord consommer de l'eau. D'où des concurrences d'usage et de droits ; d'où des questions d'accès à l'eau, de gestion de l'eau, de tarification de l'eau.

La course à l'eau est engagée, parce que l'eau est une ressource très inégalement répartie sur la planète et que le dérèglement climatique devrait accroître le stress hydrique. Il faut prévoir que va monter et s'intensifier le débat entre ceux qui font de l'accès à l'eau potable un droit de l'homme que chaque État et, à défaut, la collectivité internationale doivent garantir à tous, et ceux qui, tel l'ancien président de Nestlé Peter Brabeck, souhaitent une forte augmentation du prix de l'eau, seul moyen selon eux de construire les infrastructures dont une planète à neuf milliards d'hommes aura besoin. Là où elle est la solution, la désalinisation coûte cher.

Dans ce domaine, le défi de l'eau est incontestable, au point que les responsables de Goldman Sachs considèrent l'eau comme « *le pétrole du XXI^e siècle*¹ » et que le thème de l'« or bleu » est récurrent. Ce défi semble moins financier que technique et d'innovation. En climat tempéré, l'immeuble autonome en énergie fait recette. Pourquoi pas l'immeuble autonome en eau ? Un système de recueil des eaux de pluie, inspiré des exemples indiens ou des citernes asiatiques, complété par un système de traitement et de recyclage intérieur, assurant à chaque besoin la qualité et la quantité d'eau adaptées, réduirait dans des proportions considérables l'apport d'eau extérieur, donc la facture correspondante. Des compteurs permettant d'anticiper les besoins en eau et de les gérer au mieux viendraient rendre la maison ou l'immeuble « intelligents en eau ». Il y a là un chantier d'innovation grand ouvert, de nouveaux métiers à mettre en place et, tout autant, des enjeux

de valeur ajoutée à déplacer. Il y a aussi un champ d'invention, de brevets, de propriété intellectuelle ; le droit de l'eau et les droits sur l'eau vont devenir un sujet de concurrence des systèmes et un objet économique majeur.

Le droit de l'eau et les droits sur l'eau vont devenir un sujet de concurrence des systèmes et un objet économique majeur.

L'urbanisation est maritimisation

Notre planète est la planète de l'eau. Celle-ci couvre la majeure partie du globe ; elle explique en grande partie la répartition et la concentration de l'habitat humain. Cette géographie humaine a changé au cours des trente dernières années et continue à changer de manière accélérée. Quelques phénomènes nés d'une course à l'eau imprévoyante ou exacerbée ont retenu l'attention : l'assèchement de la mer d'Aral, privée de ses affluents par une politique désastreuse d'arrosage des champs de coton et de grands barrages dans l'ex-URSS ; le déplacement de dizaines de milliers d'habitants pour laisser place aux retenues d'eau de barrages gigantesques, en Chine, au Brésil ou en Éthiopie ; les conflits que suscitent la répartition de l'eau entre Palestiniens des territoires occupés et colons israéliens, la retenue des eaux de l'Euphrate par le barrage Ataturk, en Turquie, qui condamne l'agriculture irakienne, ou la construction d'un barrage géant dans la haute vallée du Nil qui menace les crues vitales pour l'Égypte, ont alimenté des polémiques éminemment politiques, voire les bruits de « guerre de l'eau ». Le plus important est trop souvent négligé : l'urbanisation contemporaine est aussi et d'abord une maritimisation.

1. Cité par James Fergusson, dans *Newsweek* du 24 avril 2015.

La course aux côtes et aux bords de mer est mondiale. Plus de 70 % de l'humanité va vivre dans des villes avant la moitié du XXI^e siècle, et la majorité vivra en bord de mer. Les grandes métropoles de demain, les hypervilles, sont presque toutes en bord de mer ou au fond d'un estuaire. Par ailleurs, les populations vieillissantes d'Europe, du Japon, des Amériques tendent à se concentrer dans les zones proches de la mer, au point de former des zones d'urbanisation diffuse, sur vingt à trente kilomètres de profondeur, tout au long des côtes, de la Costa Brava à la Bretagne du sud, sans rien dire des côtes méditerranéennes. Le phénomène est constitutif d'un nouveau concept territorial. Cela signifie que la part de la population mondiale exposée à la montée du niveau de la mer, à des crues ou à des événements climatiques extrêmes augmente et va continuer d'augmenter. Ce qui veut dire aussi que l'importance des côtes et des domaines maritimes va augmenter. La géopolitique est sans appel à ce sujet ; la puissance et la richesse des décennies à venir dépendront davantage de la mer, que ce soit pour y vivre, pour s'en nourrir, pour y puiser des sources d'énergie ou des métaux rares ailleurs épuisés, ou pour en tirer par désalinisation l'eau de la vie.

La puissance et la richesse des décennies à venir dépendront davantage de la mer.

Les Français font peu de cas de leur domaine maritime, le deuxième du monde, récemment porté à près de 12 millions de kilomètres carrés. Selon les termes des conventions sur le droit de la mer, signées à Montego Bay, les limites des eaux territoriales sont en effet dépendantes soit des célèbres 20 milles marins, soit de la tombée du plateau continental, quand il est établi, ce qui permet à la France, à partir de ses terres australes, pacifiques, atlantiques et caraïbes, de revendiquer un immense territoire où pourrait bien se jouer la puissance de demain. La France réalisera-t-elle au XXI^e siècle un destin maritime auquel tout la destinait mais que l'Histoire a contrarié ?

Une course contre l'eau

La course à l'eau est aussi une course à la maîtrise de l'eau. Comme l'air, comme le feu, l'eau est un élément, Janus à double face ; l'eau de la vie est aussi l'eau de la mort. Et ce dernier thème a toutes les chances de jouer un grand rôle dans les années à venir. La conjonction de deux phénomènes joue en ce sens. D'abord, l'imperméabilisation des sols, liée moins à l'habitat et à l'activité économique qu'à

des habitudes redoutables en matière d'urbanisme et d'aménagement – par exemple de parkings, de voirie, d'espaces publics –, de protection des zones humides, de contrôle des interventions d'origine agricole ou industrielle sur les voies d'eau, les retenues d'eau ou les zones inondables. Certaines zones des côtes méditerranéennes, qui atteignent ou dépassent des densités de 3 000 habitants au kilomètre carré, se sont urbanisées en détruisant toute capacité naturelle d'absorption ou d'évacuation des eaux ; les conséquences ont déjà été dramatiques, elles le seront davantage. Car le second phénomène est lié au dérèglement climatique. Disparition des saisons intermédiaires, printemps et automne ; fréquence et intensité augmentées des événements climatiques extrêmes, vent, pluie, sécheresse, orage, voire tornades ; l'eau est au cœur d'un changement qui menace certaines régions de passer violemment d'un stress hydrique maximal – avec une absence de pluie et un épuisement des nappes phréatiques problématiques pour l'habitat – à des épisodes d'inondation que le bétonnage des sols rendra destructeurs, et d'autant plus destructeurs que les pouvoirs publics comme les acteurs privés ne semblent pas développer la culture du risque qui permet d'anticiper, de prévenir et, dans tous les cas, de limiter les dommages².

Les enjeux sont élevés. La préservation de zones inconstructibles au titre du Conservatoire du littoral, celle des zones humides, des parcs régionaux ou des zones protégées comme celle des bassins versants n'est pas une question écologique, c'est une question de sécurité publique, et sa remise en cause serait une atteinte à la sécurité nationale. Les dispositions du Grenelle de l'environnement méritent d'être sanctuarisées contre le grignotage insidieux dont elles font l'objet de la part de clientélismes locaux qui peuvent devenir criminels par leurs conséquences ; voyez La Plaine-sur-Mer !

De nouveaux modèles d'urbanisme peuvent aider à les relever ; les parkings, les espaces publics peuvent être construits de manière à laisser passer l'eau et à éviter le ruissellement. La densification des centres-villes, la reconquête du bâti ancien, à l'épreuve des éléments, répondent à d'autres enjeux, notamment à celui de l'artisanat et du maintien des savoir-faire de la construction traditionnelle, généralement très adaptée aux conditions, aux matériaux et à l'environnement locaux.

L'innovation appelée par la course à l'eau, et aussi contre l'eau, sera technique, sans doute. Elle sera plus encore culturelle et sociale. Culture du risque, diffusion et participation de tous au devoir de prévention ; priorisation des intérêts vitaux des collectivités, notamment dans l'équilibre des relations avec leur environnement ; une chose est certaine, le meilleur moyen de gagner la bataille de l'eau est de ne pas l'engager. Les anciens le savaient : à la fin, l'eau gagne toujours. ●

2. L'exemple des huit habitants du Lavandou morts à l'automne 2015 en voulant sauver leur voiture de l'inondation de leur parking est significatif.

De l'eau pour chacun : une question politique

Gérard
Payen

Ancien conseiller pour l'eau du secrétaire général des Nations Unies (UNSGAB), président d'honneur d'AquaFed, membre du think-tank (Re)sources.



Il a publié notamment :

- *De l'eau pour tous ! Abandonner les idées reçues, affronter les réalités*, Armand Colin, 2013.
- « Les besoins en eau potable dans le monde sont sous-estimés : des milliards de personnes sont concernées », in Henri Smets (dir.), *Le droit à l'eau potable et à l'assainissement en Europe*, Johanet, 2012.
- *Eau : défis mondiaux, perspectives françaises*, Fondation pour l'innovation politique, mars 2011.

Le développement des activités humaines rend l'accès à l'eau de plus en plus difficile. Des milliards de personnes manquent d'eau potable. Les progrès dus aux politiques publiques sont insuffisants pour permettre de satisfaire durablement tous les besoins.

Chaque un a besoin d'eau. Les hommes et les femmes en ont besoin pour la vie domestique, c'est-à-dire la boisson, la cuisine, l'hygiène, les nettoyages, etc. Les agriculteurs en ont besoin pour produire la nourriture de la population ; ils utilisent les pluies et font des arrosages complémentaires, ce qu'on appelle l'irrigation. Les entreprises industrielles ont besoin d'eau pour leurs procédés de fabrication. Les producteurs d'électricité en utilisent pour produire de l'hydroélectricité et pour refroidir les centrales thermiques, qu'elles soient à gaz, à charbon, au fioul ou nucléaires. Les pouvoirs publics ont besoin d'eau pour les services d'incendie, les jardins publics, le lavage des rues, le fonctionnement des administrations, des hôpitaux, etc. Dans tous les cas, il s'agit d'eau douce, mais pas forcément de la même qualité. Les hôpitaux, les écoles et la population ont besoin d'une eau saine, non contaminée, ce qu'on appelle de l'« eau potable ». Les autres usages n'ont pas besoin d'une eau aussi sophistiquée que de l'eau purifiée pour devenir potable ; ils se contentent de l'eau que l'on trouve dans la nature et dont l'approvisionnement est beaucoup moins onéreux.

Le problème de l'accès à l'eau

Dame Nature complique la vie des hommes en apportant l'eau de façon inégalement répartie dans l'espace et dans le temps : il y a des régions arides et des régions humides ; dans de nombreux pays, saisons humides et saisons sèches alternent. Depuis des millénaires, les hommes se sont adaptés en s'installant près des sources d'eau, en cultivant les terres les mieux arrosées et en stockant l'eau pour en bénéficier en saison sèche. Il y a énormément d'eau douce sur la Terre et ces ressources se renouvellent partiellement chaque année. Aujourd'hui, les activités humaines n'utilisent qu'une faible partie des pluies annuelles, c'est-à-dire des quantités renouvelées. La plus grande partie ruisselle jusqu'à la mer. Pourtant, une question est de plus en plus souvent

posée : allons-nous pouvoir continuer à bénéficier de l'eau dont nous avons besoin ou allons-nous manquer d'eau ? Pourquoi cette inquiétude ? Les pluies se raréfieraient-elles ou les conditions d'accès à ces ressources en eau auraient-elles changé ? Non, il y a toujours beaucoup d'eau douce sur notre planète et elle continue à se renouveler régulièrement. Ce qui est nouveau, c'est que les activités humaines rendent aujourd'hui l'accès à l'eau plus difficile qu'il y a un siècle, et ce, pour trois raisons principales.

D'abord, les quantités d'eau des nappes souterraines et des cours d'eau utilisées par l'agriculture, l'économie, la production électrique et les populations ont explosé au niveau mondial : elles ne cessent de croître depuis un siècle. Les besoins devraient augmenter encore de plus de 50 % entre 2000 et 2050. Cette croissance régulière des consommations d'eau résulte de la croissance démographique, de l'élévation du niveau de vie, de la croissance industrielle et du développement de l'irrigation.

Ensuite, le réchauffement de l'atmosphère résultant des émissions de gaz à effet de serre conduit à des modifications de la pluviométrie, à la hausse ou à la baisse selon les régions. Dans ce dernier cas, les ressources disponibles sont en diminution.

Enfin, les hommes ont oublié leur dépendance à l'eau et les villes du XXI^e siècle croissent là où les hommes se rassemblent, même si les ressources locales en eau douce sont épuisées depuis longtemps et qu'il faut aller en chercher à des centaines de kilomètres pour satisfaire les besoins des nouveaux citadins.

Pour ces trois raisons, le stress hydrique, c'est-à-dire la difficulté à satisfaire tous les besoins avec les ressources disponibles, augmente localement dans de nombreuses régions du monde. Dans la plupart des cas, c'est l'augmentation des consommations qui est le premier facteur d'aggravation, bien avant les changements climatiques. Par ailleurs, l'eau rejetée après utilisation est souvent polluée. À l'échelle mondiale, les stations d'épuration ne dépolluent au plus que 20 % des eaux usées. Le reste part dans les cours

d'eau ou les nappes souterraines, rendant souvent ces ressources impropres à la fabrication d'eau potable. Ce défaut de dépollution aggrave encore les situations locales. Notons que l'Europe occidentale connaît peu ces problèmes parce que les stations d'épuration y sont nombreuses et que les consommations n'y progressent plus. En France, elles diminuent même en ce qui concerne les villes et l'industrie.

Satisfaire durablement les besoins

Dans les territoires où les consommations et le stress hydrique augmentent, les utilisateurs sont de plus en plus en concurrence les uns avec les autres et l'eau mérite de plus en plus difficilement son image de bien public, dont une des caractéristiques est normalement de pouvoir être utilisé par tous sans que l'usage par les uns rende impossible son usage par d'autres. Les agriculteurs, les industriels et les villes se gênent de plus en plus et convoitent tous les mêmes ressources en eau, évidemment limitées. Il s'ensuit une multiplication des conflits locaux. La croissance des tensions locales sur les ressources en eau est devenue telle que l'eau est devenue la première préoccupation des entreprises industrielles, selon l'enquête annuelle du Forum économique mondial de Davos.

Lorsque les consommations augmentent sur un territoire, le jour vient où les méthodes traditionnelles de répartition des ressources en eau ne fonctionnent plus. Les droits ancestraux de certains ne peuvent plus s'appliquer car de nouveaux besoins sont apparus. Il faut bien trouver des solutions. Techniquement, on peut chercher à mobiliser des ressources nouvelles en puisant dans de nouvelles nappes, en allant chercher l'eau plus loin ou en dessalant l'eau de mer. En outre, les gaspillages peuvent être réduits en incitant chaque type d'utilisateur à utiliser moins d'eau pour les mêmes usages. Enfin, il est techniquement possible d'utiliser la même eau plusieurs fois, mais cela requiert une organisation collective précise pour que l'eau rejetée ne soit pas inutilisable. Ainsi, en Tunisie, une grande partie des eaux urbaines sont réutilisées en irrigation agricole, ce qui est une excellente solution.

Si, techniquement, des solutions existent, encore faut-il pouvoir les mettre en œuvre. C'est souvent un problème politique. Plus le stress hydrique augmente, plus les pouvoirs publics ont besoin de s'impliquer, car les utilisateurs ne peuvent pas résoudre les problèmes tout seuls. Traditionnellement, les pouvoirs publics répartissaient les ressources existantes, ce qui n'était déjà pas simple. Aujourd'hui, ils doivent, en plus, mobiliser des ressources supplémentaires, inciter les utilisateurs à économiser l'eau et organiser les usages successifs de l'eau. Ce dernier point est essentiel pour satisfaire durablement les besoins, mais il nécessite de faire travailler ensemble des secteurs qui n'ont pas cette habitude.

En outre, l'augmentation du stress hydrique conduit souvent à rechercher des solutions à plus grande distance, au-delà des limites territoriales des autorités compétentes, ce qui peut créer des conflits entre pouvoirs publics.

Des milliards de personnes privées d'eau potable

La problématique de l'accès à l'eau potable est très différente. Il ne s'agit pas de répartir ou réutiliser une ressource limitée. À l'échelle mondiale, on estime que les volumes d'eau potable ne constituent qu'un dixième des volumes d'eau pompés dans les nappes ou les cours d'eau pour les différentes activités humaines. Il s'agit de pomper, transporter et apporter à la population une petite partie des ressources disponibles après avoir purifié l'eau pour la rendre non dangereuse pour la santé. Cela requiert des infrastructures, principalement des systèmes collectifs, car dans un monde qui s'urbanise les citoyens n'ont aucun moyen de trouver de l'eau non contaminée par eux-mêmes. Dans certains pays comme le Nigeria ou le Congo, l'eau est très abondante mais une partie importante de la population n'a pas d'eau potable. À l'opposé, dans des pays arides ou semi-arides comme le Maroc ou l'Arabie saoudite, où les ressources en eau sont très limitées, la majeure partie de la population bénéficie d'eau potable. L'enjeu de l'accès à l'eau potable est ainsi distinct de celui des ressources en eau. Il s'agit de faire en sorte que chacun dispose de l'eau potable dont il a besoin. On en est loin, très loin même. Plus de 2 milliards de personnes, soit plus d'un habitant de la planète sur quatre, utilisent de l'eau contaminée par des germes fécaux.

L'accès à l'eau potable est reconnu comme un droit de l'homme. Pourtant, les critères de satisfaction de ce droit ne sont pas remplis pour près de la moitié de l'humanité.

L'accès à l'eau potable est reconnu comme un droit de l'homme. Pourtant, les critères de satisfaction de ce droit ne sont pas remplis pour près de la moitié de l'humanité. Le principal enjeu de l'eau potable est aujourd'hui de faire en sorte que ces milliards de personnes bénéficient d'un accès satisfaisant à une eau saine de façon à améliorer leur santé, leur taux de scolarisation, leur temps disponible pour des activités économiques et donc, indirectement, leur niveau de vie.

Aujourd'hui, alors que seul un très petit nombre de personnes ont leurs propres installations, les

pouvoirs publics n'apportent de l'eau qu'à environ 60 % de la population mondiale. Les 40 % restant doivent trouver de l'eau par leurs propres moyens. Soit ces personnes vont en chercher loin de leur domicile, à un puits, à une fontaine publique ou dans un cours d'eau, et elles sont alors astreintes aux corvées d'eau. Soit elles en achètent à leurs voisins ou à des vendeurs d'eau ambulants qui leur apportent de l'eau d'origine douteuse par camions-citernes, deux-roues ou porteurs, et cela leur coûte plus cher que si elles bénéficiaient de services publics. Plus de 600 millions de personnes prennent de l'eau dans des rivières ou des puits utilisés également par des animaux, avec tous les risques de contamination que cela comporte. Avoir accès à un réseau public est une bien meilleure situation mais n'est pas une garantie de potabilité. Un test dans quatre pays en développement a montré que l'eau du robinet y était contaminée pour environ un citoyen sur dix.

Une question de priorité politique

Les politiques publiques d'amélioration de l'accès à l'eau potable sont très actives partout dans le monde. Les progrès sont considérables. Sur les quinze premières années du XXI^e siècle, 1,6 milliard de personnes, soit plus d'une sur cinq, ont vu leur accès à l'eau s'améliorer, et 1,2 milliard ont été raccordés aux réseaux d'eau potable. Ces chiffres sont énormes. Pourtant, ces progrès remarquables ne sont pas suffisants. En effet, la population mondiale s'est accrue dans le même temps de 1,2 milliard d'individus. Le nombre d'habitants de la planète qui ne bénéficie pas d'eau courante au robinet n'a donc pas diminué.

Par ailleurs, les problèmes sont très différents dans les moitiés rurale et urbaine du monde. C'est en milieu rural que les besoins actuels sont les plus élevés mais, grâce aux efforts consentis dans ces zones, l'accès s'y améliore rapidement. En milieu urbain, les besoins semblent numériquement moins importants mais, hélas, l'accès à l'eau potable s'y détériore. La croissance de l'urbanisation est tellement rapide que les infrastructures publiques n'arrivent pas à suivre. Aujourd'hui, le nombre de citoyens sans accès satisfaisant à l'eau potable est plus élevé qu'il y a dix ans. Une forte accélération des politiques publiques est nécessaire pour renverser cette inquiétante dynamique.

Aujourd'hui, le nombre de citoyens sans accès satisfaisant à l'eau potable est plus élevé qu'il y a dix ans. Une forte accélération des politiques publiques est nécessaire.

La faiblesse économique d'un pays est-elle l'obstacle principal au développement de l'accès à l'eau potable pour sa population ? Beaucoup pensent que oui. Pourtant, à richesse égale, certains pays font beaucoup mieux que d'autres, et des pays aux économies très semblables peuvent avoir des taux d'accès à l'eau potable très différents¹. Si la faiblesse économique est un handicap pour le développement de l'accès à l'eau potable, ce n'est pas l'obstacle principal. L'accès à l'eau potable est d'abord une question politique. En effet, seuls des efforts collectifs peuvent satisfaire les besoins. Mais, dans les budgets et les politiques publiques, le niveau de priorité attribué à l'eau potable varie beaucoup selon les pays¹. Ainsi, en Afrique, les dépenses liées à l'eau potable et à l'assainissement sous la responsabilité des pouvoirs publics, et qui sont financées par les factures d'eau potable et par les subventions publiques, varient de moins de 0,5 % à plus de 2 % du PIB selon les pays. Il est logique que les taux d'accès à l'eau potable y soient très différents.

L'espoir des objectifs mondiaux de développement durable

Les objectifs mondiaux de développement durable (ODD) qui viennent d'être adoptés à l'unanimité de tous les États membres de l'ONU apportent une véritable révolution. Alors que l'eau était un sujet peu considéré par la communauté internationale, les grands enjeux de l'eau viennent de passer de l'ombre à la lumière : avec un ODD qui leur est consacré, ces enjeux sont devenus officiellement l'une des dix-sept grandes priorités pour l'humanité. De plus, tous font l'objet d'objectifs chiffrés ambitieux à atteindre d'ici 2030. Pour les ressources en eau, qui ne faisaient jusqu'alors l'objet d'aucune politique mondiale, il s'agit d'arrêter leur surexploitation, d'augmenter l'efficacité des usages et d'adopter partout des mécanismes de gestion intégrée. Pour l'accès à l'eau potable, il y avait déjà un objectif mondial, mais le nouvel objectif est beaucoup plus ambitieux et correspond beaucoup mieux à l'ampleur des besoins. Il vise l'accès universel à de l'eau véritablement potable et disponible à proximité du domicile, ce qui concerne plus de 2 milliards de personnes. L'existence de ces objectifs mondiaux va peser sur les politiques nationales, qui ne vont pas pouvoir éviter de prendre en considération les progrès ou les retards constatés publiquement dans leur pays. Ils apportent un grand espoir à tous ceux qui ont besoin d'eau ou d'eau potable : si les gouvernements agissent conformément à leurs engagements internationaux, ces besoins pourront être satisfaits de façon réelle et durable. ●

1. Voir Gérard Payen, *De l'eau pour tous ! Abandonner les idées reçues, affronter les réalités*, Armand Colin, 2013.

L'eau comme patrimoine commun

Alexandre
Taithe

Chargé de recherche à la Fondation pour la recherche stratégique (FRS).



À paraître :

- *Les frontières invisibles de l'eau. Géopolitique des eaux souterraines transfrontalières*, avec Franck Galland et Bruno Tertrais, Éditions Technip-Ophrys (édition française : mai 2016 ; édition anglaise : octobre 2016).

Il a publié récemment :

- « Le Turkana : les mutations d'un territoire en marge », in *Observatoire des Grands Lacs en Afrique*, Note n° 8-2014, janvier 2015.
- « Infrastructures et technologies de l'eau douce : les vulnérabilités d'une gestion centrée sur l'offre », *Annuaire français des relations internationales*, La documentation française-Bruylant, 2015.
- « Les interactions eau-énergie : une menace pour la sécurité énergétique des États », *Confluences Méditerranée*, n° 91, automne 2014.

L'eau est-elle un bien (bien économique, bien commun...), un besoin humain de base, un patrimoine, une simple ressource ou encore une marchandise ? La notion de patrimoine apparaît comme la plus pertinente aux différentes échelles des usages de la ressource.

Bien commun, bien public mondial, patrimoine commun de l'humanité, « *bien vital patrimonial commun mondial*¹ »... Depuis les années 1990, un foisonnement de dénominations et de concepts tentent de définir ce qu'est l'eau douce. En effet, dès que l'on s'éloigne de sa définition physique (H₂O), l'eau entre dans le registre du « construit social » (sa représentation) et du normatif (description du réel tel qu'il doit être). Loin de ne constituer que de simples débats terminologiques, ces cadres de pensée sous-tendent un diagnostic (une vision des causes des crises multi-sectorielles de l'eau) et des voies d'action distincts.

Un droit à l'eau ?

L'affirmation, en 1992, de la dimension économique de l'eau² et les débats récurrents sur la reconnaissance d'un droit de l'homme à l'eau au cours des premiers forums mondiaux de l'eau³ ont ravivé l'importance de la représentation de la ressource dans les politiques publiques, nationales et internationales, et dans la gestion locale (publique, privée, communautaire) de la ressource. Ainsi l'eau est-elle un bien (bien économique, bien commun...), un besoin humain de base, un patrimoine, une simple ressource ou encore une marchandise ? Quelle serait ensuite l'échelle d'application de ces concepts : le local, le national, le régional ou le global ? Quels sont enfin les acteurs légitimés par ces visions : les pouvoirs publics nationaux ou locaux, des communautés d'usagers, des organisations internationales ?

Malgré une définition floue et un intérêt incertain pour la gestion de l'eau, la portée symbolique de ces concepts universalisants (à l'échelle globale) suscite souvent une immédiate adhésion. Porté par des organisations non gouvernementales, leur usage a pour but de mobiliser et de rallier la société civile. Promus par certaines organisations internationales⁴, ils s'inscrivent dans une concurrence conceptuelle

pour imposer une représentation de la ressource, et donc les fondements d'une politique internationale de l'eau douce qui en découle. Aussi généreuse que soit leur inspiration, ces concepts s'avèrent pourtant inadaptés pour s'articuler concrètement à la variété des usages et des règles de répartition de l'eau à travers le monde. Ils induisent une perception unique de la ressource, de son régime de propriété, et des manières de la gérer.

Des confusions

L'application à l'eau du concept de patrimoine commun de l'humanité témoigne par exemple de multiples confusions. Lorsque l'ambassadeur maltais aux Nations Unies utilise pour la première fois en 1967 le concept de patrimoine commun de l'humanité à propos de l'accès aux ressources marines, son but n'est pas d'obtenir leur meilleure protection, mais leur partage. Il s'agissait d'éviter que ces ressources ne bénéficient qu'aux rares pays qui disposaient de la technologie pour les exploiter. Par ses origines économiques, la notion de patrimoine permettrait de faire des ressources naturelles auxquelles elle est appliquée l'équivalent d'un objet collectif de propriété. Perçue comme un discours occidental, elle impliquerait de nouvelles obligations et contraintes pour les pays en développement (comme le montre, par exemple, le débat sur la biodiversité et la forêt amazonienne), et une appropriation de fait des ressources déclarées patrimoine commun par les pays industrialisés et leurs entreprises (exemple de l'Antarctique géré par un « club de privilégiés »).

La qualification de patrimoine commun de l'humanité n'est pas consacrée de manière décisive par le droit international.

1. Ricardo Petrella, *Le manifeste de l'eau. Pour un contrat mondial*, Labor, p. 133.

2. Quatrième principe de la déclaration finale de la Conférence internationale sur l'eau et l'environnement de Dublin.

3. Notamment ceux de La Haye en 2000 et de Kyoto en 2003.

4. À l'image de l'eau comme « *bien économique* », selon la Banque mondiale dans les années 1990, ou de l'eau comme « *bien public mondial* » dans des travaux du Programme des Nations Unies pour le développement en 1999 et 2003 notamment.

De plus, la qualification de patrimoine commun de l'humanité n'est pas consacrée de manière décisive par le droit international, bien qu'elle soit utilisée pour le traité sur la Lune, en droit de la mer et dans quelques instruments de l'Unesco. Pour le juriste, qui distingue droit de propriété et droit d'usage de l'eau⁵, faire de l'eau un patrimoine commun de l'humanité est peu plausible. Cela impliquerait un renoncement des États à leurs droits de propriété (souveraineté) sur leurs ressources en eau, et l'établissement d'un droit d'usage au bénéfice d'une bien vague humanité. Les arbitrages locaux entre usagers n'en seraient pas résolus pour autant. L'illusion que les solutions sont globales se maintiendrait.

Quelle échelle pour l'eau, patrimoine commun ?

Qu'ont pourtant en commun à l'échelle de plusieurs générations humaines les systèmes hydrographiques et les usages de l'eau au Canada, en Arabie saoudite, en Inde ou au Botswana ?

Le concept de patrimoine commun gagne en pertinence dans un cadre tout au plus régional – à l'échelle de bassins hydrographiques – et non mondial. Dans cette perspective, la définition de l'eau comme patrimoine commun régional (correspondant à un bassin hydrographique international) pourrait être envisagée par des États où une responsabilité commune sur la ressource est déjà reconnue. Il ne s'agirait alors que d'une transposition régionale du concept de patrimoine commun de la nation, que l'on retrouve dans de nombreux pays pour qualifier les ressources en eau (France, Mexique...), ou du devoir de protection des ressources par l'État, présent dans diverses Constitutions nationales (Cambodge, Panama, Ouganda...). Mais ses incidences en droit demeurent faibles. Par exemple, bien qu'affirmé dans le premier article de la loi sur l'eau de 1992, en France, le principe de l'eau « patrimoine commun de la nation » n'a qu'une portée déclaratoire et est privé de force contraignante par les juridictions administratives.

Le succès de la patrimonialisation de l'eau témoigne du déclin d'une conception individuelle de la propriété de l'eau, au bénéfice de formes collectives de son usage.

Hormis ces limites juridiques, la patrimonialisation de l'eau contribuerait à sa gestion pérenne. S'inscrivant dans le développement durable, elle implique l'idée de transmission, une protection à long terme de l'environnement et la coexistence des usages actuels sans compromettre les besoins des futurs utilisateurs. Son succès témoigne du déclin d'une conception individuelle de la propriété de l'eau, au bénéfice de formes collectives de son usage⁶. La souveraineté d'un État sur ses propres ressources en eau est elle-même remise en cause.

Des économistes français de l'environnement⁷ approfondissent depuis quinze ans le champ de l'économie patrimoniale des ressources naturelles. Illustrant les limites d'un unique référentiel marchand appliqué à l'eau, ce courant montre notamment que le patrimoine n'existe pas en soi, mais « en lien avec l'identification des titulaires, en même temps qu'il contribue à définir leur identité [...]. Cette façon de penser l'eau ouvre [...] sur les dimensions identitaire, territoriale et temporelle de sa gestion, et appelle à la constitution de communautés permettant d'envisager cette gestion dans une perspective de développement durable⁸ ».

Que ce soit à l'échelle locale ou à celle de bassins hydrographiques internationaux, construire une vision partagée de ce que représente la ressource pour ses usagers s'avère primordial pour atténuer ou prévenir les tensions relatives à l'eau et aider à la gérer collectivement. L'utilité première de ce questionnement conceptuel est ainsi de créer un intérêt commun à agir, aux différentes échelles de la gestion de l'eau. ●

5. Bernard Barraqué, « De l'appropriation à l'usage : l'eau, patrimoine commun », in Marie Cornu et Jérôme Fromageau, *Genèse du droit de l'environnement*. Volume II, *Droits des espaces naturels et des pollutions*, L'Harmattan, coll. « Droit du patrimoine culturel et naturel », 2001, p. 213-239.

6. Arnaud Gaonach, *La nature juridique de l'eau*, Johanet, 1999.

7. Voir par exemple : Iratxe Calvo-Mendieta, Olivier Petit et Franck-Dominique Vivien, « Entre bien marchand et patrimoine commun. L'eau au cœur de l'économie de l'environnement », in Graciela Schneier-Madanes (dir.), *L'eau mondialisée. La gouvernance en question*, La Découverte, 2010.

8. Olivier Petit, « L'eau douce : bien(s) commun(s) ou patrimoine ? », in Agathe Euzen, Catherine Jeandel et Rémy Mosseri, *L'eau à découvrir*, CNRS Éditions, 2015.

L'eau à l'épreuve des changements climatiques

Martine
Valo

Journaliste au « Monde » (service Planète).



Lorsque les scientifiques évoquent le réchauffement de la planète, il ne s'agit pas seulement de l'augmentation de la température à la surface de la terre, mais aussi des modifications de l'océan. Sous l'effet de la chaleur qu'il absorbe, celui-ci se dilate, ce qui provoque une montée des eaux. Ce phénomène influence en fait tout le cycle hydrique de la planète, du débit des fleuves aux régimes de précipitation.

I l n'y a guère eu de neige à Noël 2015. Avec 22 °C à New York, 2 °C au pôle Nord, ce réveil à la douceur printanière a de quoi nous interpellier. Selon l'Agence océanique et atmosphérique américaine (NOAA), l'année écoulée a été la plus chaude sur cette planète depuis les premiers relevés météorologiques, en 1880. Le problème, c'est que ces performances la placent devant 2014, 2010, 2013, 2005 et 2009, déjà classées comme exceptionnelles.

« Le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies, voire des millénaires. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, et le niveau des mers s'est élevé », constatent sans ambiguïté les scientifiques du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) dans leur cinquième rapport d'évaluation, rendu en 2014. Les évolutions qui s'annoncent vont avoir des conséquences pour l'ensemble des écosystèmes. Si elles ne nous apparaissent pas encore toutes, les catastrophes qui se sont enchaînées en 2015 nous laissent entrevoir ce que peut être la violence des éléments sous l'effet du réchauffement.

Au moins vingt-cinq tempêtes tropicales majeures ont sévi dans le Pacifique, dont l'ouragan Patricia – le plus violent jamais observé dans le Pacifique nord-est – sur les côtes du Mexique et le cyclone Pam qui a dévasté l'archipel du Vanuatu. Or ces phénomènes se déclenchent en fonction de la température des couches superficielles de l'océan. La fréquence et l'intensité des événements extrêmes ont augmenté selon une répartition inégale dans le monde, observe le Giec, qui pronostique une accentuation « probable » à l'avenir.

S'efforcer de réduire les émissions de gaz à effet de serre générées par les activités des sociétés hu-

maines constitue la seule réponse raisonnable, ont estimé les 195 délégations internationales venues participer à Paris, en décembre, à la 21^e Conférence des parties à la Convention-cadre sur les changements climatiques, la fameuse COP21. Tâcher de ne pas laisser le thermomètre planétaire grimper de 2 degrés, voire de 1,5 degré comme l'ont demandé les petites îles du Pacifique menacées de submersion : voilà le *credo* auquel ont abouti ces deux semaines d'intenses tractations.

L'eau à la COP21

Le texte de l'accord de Paris, approuvé le 12 décembre dans l'enthousiasme, l'émotion même, ne dit à peu près rien d'autre. Rien, en tout cas, au sujet de l'eau, qui constitue en elle-même une composante essentielle du climat. Car elle n'est pas seulement une ressource précieuse, indispensable à l'agriculture, à la production d'énergie, à la vie sur Terre. Lorsqu'elle forme la fantastique masse de l'océan, qui occupe 71 % de la surface de la Terre, elle joue aussi le rôle d'un puissant thermostat, emmagasinant du dioxyde de carbone (CO₂) et produisant de l'oxygène.

Alors, pendant la COP21, un intense lobbying parti des milieux scientifiques s'est opéré pour réclamer que les États demandent au Giec de se pencher sur la question hydrique et de lui consacrer un rapport spécifique. Le Maroc a par ailleurs déjà prévenu qu'il veillerait à ce que la même impasse ne se reproduise pas lors de la prochaine COP, à Marrakech, en novembre 2016.

Le réchauffement de la planète ne doit pas nous faire avant tout penser à la température à la surface de la Terre, explique le climatologue Jean Jouzel, « car 1 % seulement de la chaleur additionnelle due aux gaz à effet de serre va dans l'atmosphère, tandis que 93 % vont dans les océans, et le reste dans

les glaces et les sols, assurait ainsi l'ancien vice-président du Giec dans un entretien au Monde, le 29 décembre 2015. C'est donc davantage l'élévation du niveau des mers, due à la dilatation des eaux et à la fonte des glaces, qui témoigne du réchauffement en cours. Nous n'avons pas encore les données complètes pour 2015, mais la hausse du niveau marin se poursuit et s'accroît ».

« Seulement 1 % de la chaleur additionnelle due aux gaz à effet de serre va dans l'atmosphère, tandis que 93 % vont dans les océans, et le reste dans les glaces et les sols. »

Jean Jouzel, climatologue

Avec tout ce qu'il absorbe depuis l'ère préindustrielle, l'océan se dilate de plus en plus vite. Il est monté de 1,7 millimètre par an en moyenne de 1901 à 2010, mais de 3,2 mm par an depuis 1993. D'ici la fin du XXI^e siècle, selon les différents scénarios du Giec, le niveau des mers devrait connaître une élévation de 55 centimètres à 82 centimètres par rapport à 2005. Pas de façon uniforme : l'Asie devrait être la plus touchée, car la surface du Pacifique occidental grimpe trois fois plus vite que la moyenne mondiale.

Impact sur le débit des fleuves

Sur les îles Kiribati, dans le delta du Brahmapoutre, au Bangladesh, des habitants vivent déjà avec de l'eau dans leurs maisons presque à chaque marée haute. Ce phénomène génère aussi de fortes érosions et accentue le recul généralisé des côtes – des plages de plusieurs dizaines de mètres de profondeur disparaissent en quelques années –, il menace en outre d'intrusions salines les réserves d'eau douce contenues dans les aquifères côtiers et suscite des crues inédites près des rivages lors des tempêtes. Par exemple, en Camargue – un delta drainé de toutes parts –, les étangs ont de plus en plus de mal à évacuer leur contenu dans la Méditerranée. On peut ajouter à ce sombre tableau des impacts indirects sur la biodiversité de zones littorales.

La fonte des glaces contribue au mouvement. Sur terre, elle peut avoir des effets plus spectaculaires encore. Sur les hauts sommets, la résorption des glaciers est si brutale qu'elle peut former des vagues géantes – des « tsunamis des montagnes » – emportant tout sur leur passage, comme cela a été récemment le cas au Pérou et sur les contreforts de l'Himalaya.

Quant aux masses de glace des calottes polaires, elles régressent à vitesse accélérée. Depuis les premières observations par satellite de 1979, la banquise de l'Arctique a diminué de 3,5 % à 4,1 % par décennie (ce n'est pas le cas de celle de l'Antarc-

tique). Avant le milieu du siècle, l'océan du Grand Nord a de grandes probabilités d'être presque libre de glace en septembre.

Les bouleversements en cours de la cryosphère (glaces à la surface du globe terrestre) ont un impact sur les débits des fleuves et, du coup, sur la qualité de l'eau. Les taux de salinité sont en train de varier dans le milieu marin – notamment à cause du réchauffement plus rapide en surface que dans les grands fonds –, les courants océaniques se modifient aussi. Toutes ces évolutions influencent le cycle hydrique planétaire et, fatalement, les régimes de précipitations.

Les régions les plus salées de l'océan, où se produisent les plus fortes évaporations, ont tendance à le devenir de plus en plus, et inversement pour les moins salées. De là à en tirer de grandes généralités sur les pluies à venir, il y aurait un grand pas qu'il serait imprudent de franchir. Tout juste les scientifiques du Giec observent-ils que les épisodes de fortes précipitations sont devenus plus fréquents et plus intenses depuis un siècle en Amérique du Nord et en Europe. Le manque de données rend les conclusions hasardeuses pour d'autres contrées.

Sécheresses et pluies diluviennes

Cependant, les moyennes de précipitation ont augmenté au-dessus du Pacifique à la hauteur de l'Équateur et dans nombre de régions déjà bien humides. Elles ont diminué en revanche sur les régions subtropicales arides. Si ces tendances se poursuivent, la fin du siècle devrait connaître encore plus de pluies diluviennes et des glissements de terrain en Amérique centrale et du Sud, des sécheresses toujours plus prononcées et des feux incontrôlés dans l'ouest des États-Unis et en Australie, tandis que les régimes de mousson devraient s'étendre à des régions plus vastes et devenir plus intenses.

À l'été 2015, ce phénomène saisonnier a valu au service public de météo indienne de sérieuses remontrances. Les prévisionnistes avaient prévu un déficit de précipitations, compte tenu de l'impact du perturbateur climatique El Niño, qui avait provoqué une canicule épouvantable en mai, tuant 2 200 personnes dans le sud du pays. La mousson a entraîné en fait 24 % de pluie de plus que d'habitude et causé des centaines de morts. La Birmanie, l'Inde, le Pakistan, le Bangladesh et le Vietnam ont subi des inondations exceptionnelles. En juin, la ville de Bombay a reçu plus de 1 040 millimètres d'eau, du jamais-vu depuis 1951.

Selon Éric Guilyardi, directeur de recherches CNRS au Laboratoire d'océanographie et du climat, spécialiste des échanges océan-atmosphère, nous n'en avons pas fini avec les années sous l'emprise d'El Niño. Aujourd'hui, un épisode El Niño sur six s'avère très intense. Si les émissions de gaz à effet de serre se poursuivaient au rythme actuel, ce pourrait être un sur trois avant la fin du siècle. ●

Une **ressource** sous **pression**

David
Blanchon

Professeur de géographie à l'université Paris-Ouest-Nanterre.



Il a publié notamment :

- *Atlas mondial de l'eau*, Autrement, 2013.
- *L'eau, une ressource menacée ?*, La documentation française, 2010.

L'eau tient une place centrale dans la satisfaction de besoins humains fondamentaux. Sans irrigation, la production alimentaire mondiale s'effondrerait, sans accès à l'eau potable et à l'assainissement, il est impossible d'améliorer les conditions sanitaires des populations, et sans protection des ressources en eau, la plupart des écosystèmes verraient leur situation se dégrader rapidement.

Même si 97,5 % de l'eau présente sur Terre est salée, les stocks d'eau douce restent considérables : plus de 40 millions de kilomètres cubes. Ils sont répartis pour deux tiers dans les grands inlandis de l'Antarctique et secondairement du Groenland, et pour un peu moins d'un tiers dans les nappes phréatiques, le reste se trouvant dans les lacs, les cours d'eau, l'atmosphère et la biosphère. Seuls les flux, beaucoup plus restreints, déterminent la ressource en eau renouvelable. Le fonctionnement global du cycle de l'eau est bien connu : chaque année, 500 000 km³ s'évaporent au-dessus des océans et environ 10 % sont transférés sur les continents sous forme de précipitations. Cette eau, si l'on excepte celle qui s'abat sur les bassins endoréiques¹, retourne aux océans après un temps plus ou moins long. Mais ce n'est là qu'une vision par trop simplifiée du cycle de l'eau, car celui-ci est en réalité composé d'une multitude de circuits locaux.

Les différents types de ressources en eau

En effet, une partie de l'eau précipitée sur les continents (60 %) retourne rapidement à l'atmosphère par évapotranspiration et est à l'origine d'un cycle « secondaire » sur les continents : le volume total des précipitations continentales est de 119 000 km³ par an. Cette eau « verte » est indispensable au fonctionnement d'écosystèmes aussi divers que les zones humides ou les forêts. Elle est également utilisée *in situ* par l'agriculture pluviale et pour l'élevage. Ce rôle indispensable dans la biosphère, connu depuis longtemps, a pourtant été négligé au cours du XX^e siècle, notamment par des ingénieurs hydrauliques qui considéraient que toute eau qui allait dans l'océan sans être utilisée était perdue. Depuis, on sait que les hydrosystèmes continentaux

rendent des services économiques importants, sans compter leur signification esthétique, culturelle ou religieuse. Parmi les services écologiques, que l'on essaye aujourd'hui de quantifier non sans difficulté, on compte par exemple la dilution des polluants, le maintien de la biodiversité, non seulement dans les cours d'eau mais aussi pour toute la faune et la flore qui en dépendent, ou encore la mitigation des crues et des étiages par les zones humides. Cette eau, utilisée et « consommée » *in situ* par les écosystèmes, est pourtant souvent négligée, alors qu'elle représente près des deux tiers de l'eau précipitée. On désigne sous le nom d'eaux « bleues » les eaux précipitées qui ne s'évaporent pas immédiatement, ruissellent et rejoignent les cours d'eau ou s'infiltrant dans les nappes souterraines. Ces dernières ont un rôle prépondérant dans le cycle de l'eau : stockant d'énormes volumes (approximativement 10,5 millions de km³), elles soutiennent les débits en période sèche et évitent ainsi les pénuries les plus graves. Ce sont les eaux de surface et la part renouvelable des eaux souterraines que l'on prend en compte généralement pour évaluer les ressources renouvelables en eau d'un territoire.

Les différents usages de l'eau

Une distinction importante doit être faite entre prélèvement et consommation. Les prélèvements désignent le volume d'eau capté artificiellement dans les cours d'eau ou les nappes phréatiques pour un usage agricole, industriel ou domestique. Une partie de l'eau prélevée est rendue au milieu. Cette proportion peut aller de 97 % pour l'eau utilisée pour le refroidissement des centrales nucléaires à moins de 10 % dans l'agriculture irriguée moderne, où presque toute l'eau est utilisée par les plantes. Seule l'eau non restituée (fréquemment évaporée ou incluse dans le produit final) est considérée comme

1. Terme décrivant un bassin versant clos retenant les eaux (superficielles ou non) dans une dépression fermée.

consommée. Il est donc tentant de ne considérer que la consommation, mais l'eau prélevée et restituée au milieu y retourne souvent avec une qualité très dégradée. Ainsi, les effluents agricoles, qui s'infiltrent dans les nappes ou rejoignent les cours d'eau chargés d'engrais ou de pesticides, tout comme les égouts des grandes villes, sont parfois désignés comme eaux « grises ».

En adoptant une vision élargie à l'ensemble du cycle de l'eau, on compte quatre domaines principaux d'utilisation de l'eau. Les deux premiers concernent l'eau verte, utilisée soit de manière directe dans le cadre de l'agriculture pluviale et de l'élevage, soit de manière indirecte pour le maintien des écosystèmes terrestres et la production de biomasse. Le troisième domaine englobe l'eau bleue qui est nécessaire au maintien de la biodiversité et de la capacité de résilience des écosystèmes aquatiques. Enfin, le quatrième domaine d'utilisation, le plus connu, concerne l'eau bleue utilisée directement *ex situ* par l'agriculture, l'industrie et les activités domestiques. Ces prélèvements d'eau bleue ne représentent qu'une faible partie de l'eau dont on se sert réellement si l'on passe d'une vision anthropocentrée à une optique plus large incluant l'eau verte et le bon fonctionnement des écosystèmes.

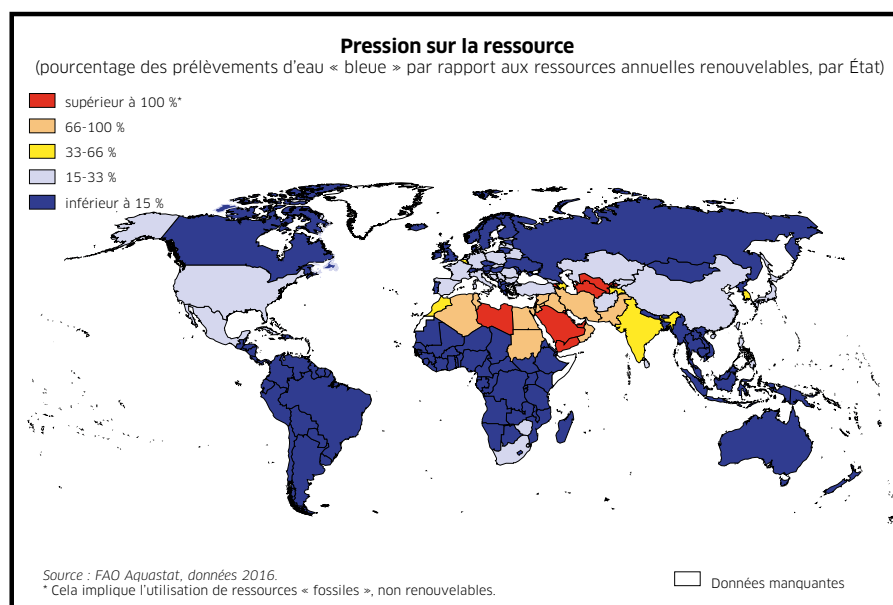
Ce tour d'horizon des utilisations de l'eau ne serait pas complet sans prendre en compte les cas particuliers de la navigation fluviale et de la production hydroélectrique. La première ne constitue pas un

prélèvement, mais nécessite parfois une régulation des cours d'eau (chenalisation, écluses, barrages, etc.) qui a des impacts sur leur fonctionnement. La seconde nécessite également la construction d'ouvrages de retenue qui, par l'évaporation en surface, consomment de l'eau. On estime ainsi que plus de 200 km³ d'eau s'évaporent chaque année sur les grands barrages.

On ne dispose de chiffres précis que pour l'eau bleue utilisée. Le volume total d'eau prélevée au niveau mondial est de 3 763 km³ selon la *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture²), soit 523 m³/hab/an ou 9 % des ressources renouvelables. Cette eau bleue est utilisée dans trois domaines principaux : l'industrie (12 % au niveau mondial), les besoins domestiques et urbains (19 % au niveau mondial) et, enfin, l'agriculture, de loin le besoin plus important au niveau mondial, avec 69 % des prélèvements et 90 % de la consommation.

Des situations très contrastées selon les pays

À l'échelle des États, on distingue facilement des pays aux ressources par habitant très abondantes, comme le Canada, le Brésil ou la Russie (avec respectivement 87 000, 43 000 et 32 000 m³/hab/an), et d'autres très peu dotés comme le Koweït, Malte ou



Cette carte montre que la pression sur la ressource en eau (et donc les compétitions pour s'en assurer le contrôle) est très forte dans une vaste région allant du Maroc à l'Asie centrale et l'Inde. Elle ne doit cependant pas masquer d'autres problèmes, comme la pollution, dans les pays anciennement industrialisés, et le manque d'accès à l'eau, notamment en Afrique subsaharienne, malgré des ressources relativement abondantes. À noter : une représentation à une échelle infra-étatique mettrait en évidence d'importants problèmes locaux de pression sur la ressource, comme en Californie, dans le nord de la Chine, ou encore dans le sud-est de l'Australie.

2. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/tables/indexfra.stm>.

Singapour (avec respectivement 7, 124 et 150 m³/hab/an). Ces chiffres ne prennent en compte que l'eau bleue, l'eau verte étant difficilement quantifiable. Des seuils ont été fixés pour distinguer des situations de vulnérabilité (moins de 2 500 m³/hab/an), de stress (moins de 1 700 m³), de pénurie chronique (moins de 1 000 m³) et de situation critique (en dessous de 500 m³). La France se situe parmi les pays relativement bien dotés avec 3 300 m³/hab/an.

La France se situe parmi les pays relativement bien dotés avec 3 300 m³/hab/an.

Le rapport entre prélèvements et ressource brute est un bon indicateur de la pression sur les ressources en eau dans un pays. Comme le montre la carte en page précédente, étant donné le poids des prélèvements agricoles, il n'est pas étonnant que les États qui prélèvent le plus d'eau par habitant soient ceux où l'agriculture irriguée est très importante, notamment en Asie centrale, au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. Dans ces États, où les prélèvements dépassent en moyenne 50 % de la ressource disponible, des problèmes aigus de pénurie physique apparaissent lors de périodes de sécheresse prolongée. Certains pays, comme l'Arabie saoudite ou la Libye, utilisent même plus d'eau que la part naturellement renouvelable. Cela est dû à l'exploitation minière et non durable de ressources dites « fossiles », généralement de vastes nappes aquifères formées pendant les périodes plus humides dans des zones aujourd'hui totalement désertiques. Enfin, il faut considérer les grandes différences entre les modalités d'utilisation. Ainsi, l'agriculture irriguée domine dans les pays du Sud, avec parfois près de plus de 90 % des prélèvements, alors que les prélèvements industriels dominent dans les pays développés (53 % pour l'Europe et 48 % pour les États-Unis), les usages domestiques étant aussi relativement importants (respectivement 13 % et 15 %).

Les défis majeurs du XXI^e siècle

Le premier défi pour le XXI^e siècle est de répondre à l'augmentation de la demande en eau agricole³ induite par la hausse continue de la population mondiale et par les changements de régime alimentaire. En effet, la hausse du niveau de vie entraîne une augmentation de l'alimentation carnée, qui demande plus d'eau. Et malgré les progrès techniques, la demande en eau agricole continue à augmenter. Le *World Water Development Report n° 4* prévoit ainsi

que celle-ci devrait augmenter de 30 % de 2010 à 2030, y compris en prenant en compte les progrès techniques.

Le deuxième défi est de répondre à un autre besoin humain fondamental, l'accès à une eau salubre, indispensable pour la lutte contre les maladies liées à l'eau, qui font au moins 1,8 million de morts chaque année selon l'OMS. Le nombre de personnes concernées augmente rapidement. On évoque le plus souvent les 800 millions d'êtres humains qui n'ont toujours pas un accès minimal à l'eau potable en 2015 (soit 25 litres par personne et par jour à moins de 200 mètres du domicile)⁴. Des efforts ont été faits dans ce domaine, puisque la proportion d'habitants bénéficiant de cet accès minimal est passée, entre 1990 et 2015, de 76 % à 89 % au niveau mondial et de 48 % à 64 % pour l'Afrique subsaharienne, malgré l'augmentation rapide de la population. Mais on oublie, de fait, le nombre de personnes n'ayant pas un accès satisfaisant (en termes de qualité, de pression, d'absence de coupures d'eau prolongées), qui est beaucoup plus élevé, probablement autour de 4 milliards d'habitants... C'est un défi énorme pour les prochaines années, non pas tant en termes de quantité d'eau (les volumes sont faibles par rapport à l'utilisation agricole) qu'en raison des investissements colossaux nécessaires.

Il ne peut y avoir de progrès en matière de santé publique si on ne prend pas en compte l'assainissement, domaine le plus souvent négligé.

En matière d'assainissement, les besoins de financement sont encore plus importants. Or, il ne peut y avoir de progrès en matière de santé publique si on ne prend pas en compte l'assainissement, domaine le plus souvent négligé. Ainsi, plus d'un tiers des habitants de la planète n'ont pas accès à un assainissement décent, et seule un peu plus de la moitié bénéficie d'un système de traitement des eaux usées satisfaisant. Dans ce domaine, on note une forte divergence entre les pays du Nord, où la demande urbaine baisse, parfois rapidement, et ceux du Sud, où elle croît rapidement.

Enfin, s'il est possible de résoudre les problèmes liés à l'eau par la construction d'immenses barrages ou par des transferts d'eau à grande distance, les catastrophes comme celle de la mer d'Aral ont montré que les prouesses techniques ne servent à rien si l'on ne prend pas en compte la protection des hydrosystèmes aquatiques. ●

3. Voir aussi dans ce numéro l'article de Guillaume Gruère, page 33.

4. Voir aussi dans ce numéro l'article de Gérard Payen, page 19.

Agriculture et eau : un vrai casse-tête

Guillaume
Gruère

Principal analyste des politiques à l'OCDE, où il est chargé
des questions portant sur l'agriculture et l'eau.



Il a récemment publié :

- *Les périls du tarissement. Vers une utilisation durable des eaux souterraines en agriculture*, « Études de l'OCDE sur l'eau », OECD Publishing, décembre 2015.
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264248427-fr>
- *Water and cities. Ensuring sustainable futures* (coauteur), « Études de l'OCDE sur l'eau », OECD Publishing, avril 2015.
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264230149-en>

L'agriculture est le premier utilisateur et l'un des principaux pollueurs de l'eau, mais sa dépendance à l'égard de l'eau est grande et elle est soumise aux risques hydriques. Malgré la complexité des défis, des voies de progrès existent.

Ces dernières années, la sécurité hydrique a pris de l'importance dans les cercles politiques et économiques. Le Forum économique mondial considère que les crises d'approvisionnement en eau font partie des risques majeurs à venir. Des études ont montré l'importance de la sécurité hydrique pour le développement économique et pour la croissance¹. De plus en plus, les investissements dans la sécurité hydrique sont considérés comme nécessaires pour construire un meilleur avenir, notamment au regard des incertitudes liées au changement climatique.

La sécurité hydrique repose au premier chef sur une gestion durable des ressources en eau. Un examen attentif des composantes de la demande globale en eau révèle le rôle central de l'agriculture. Elle est en effet responsable d'environ 70 % des prélèvements d'eau dans le monde. L'irrigation des cultures occupe une place prépondérante dans l'utilisation d'eau dans les pays semi-arides, où elle est rare. L'irrigation à partir des eaux souterraines contribue lourdement à l'épuisement des principaux aquifères.

Préserver la qualité de l'eau constitue un autre aspect de la sécurité hydrique. Ici encore, l'agriculture apparaît comme un acteur majeur, en particulier dans les pays de l'OCDE. La production agricole est une des principales sources de pollution, une des premières causes de l'eutrophisation², et un facteur important de contamination des eaux souterraines. De plus, une large part de cette pollution est diffuse, et donc difficile à contrôler et à éliminer.

Cependant, l'approvisionnement en eau douce constitue un besoin critique pour l'agriculture, qui est de plus en plus exposée aux risques hydriques. Des régions agricoles clés d'Asie, d'Amérique du Nord et du bassin méditerranéen connaissent déjà un stress hydrique important³, qui va aller en s'intensifiant. L'agriculture va avoir besoin de suffisamment d'eau pour produire les aliments supplémentaires nécessaires pour nourrir une population croissante. L'agriculture irriguée, qui est plus pro-

ductive que l'agriculture pluviale, devra continuer à jouer un rôle important. Mais la concurrence d'autres secteurs pour l'eau va s'intensifier, de même que les risques et incertitudes liés à la disponibilité des ressources en eau en raison du changement climatique. Ces défis contradictoires représentent un véritable casse-tête pour concilier les priorités agricoles et hydriques. En cela, ils reflètent une question politique plus large sur l'avenir de l'agriculture qui se pose actuellement au sein de l'OCDE et du G20 : comment l'agriculture peut-elle produire plus avec moins de ressources, tout en réduisant drastiquement son impact environnemental ?

Comment l'agriculture peut-elle produire plus avec moins de ressources, tout en réduisant drastiquement son impact environnemental ?

Usage et abus de l'eau pour l'agriculture

L'agriculture est essentiellement pluviale : environ 80 % des terres cultivées dans le monde ne sont pas irriguées, et elles représentent quelque 60 % des cultures produites. Les 20 % restants disposent de systèmes d'irrigation. Ils représentent 40 % de la production des cultures, mais consomment de grandes quantités d'eau dans de nombreuses régions. Si les prélèvements liés à l'irrigation ont baissé au cours des années 2000, ils représentent toujours plus de 40 % de l'ensemble des prélèvements dans près de la moitié des pays de l'OCDE. L'utilisation de l'eau par l'agriculture est particulièrement problématique parce qu'elle est relativement inefficace, par rapport à d'autres secteurs, en raison d'infrastructures vieillissantes, de technologies d'irrigation inadaptées et de la sous-éva-

1. En particulier, il a été prouvé que la baisse des ruissellements et les sinistres liés à l'eau, notamment les sécheresses et les inondations, ont un impact négatif sur la croissance économique. Claudia Sadoff et al., « Securing water, sustaining growth », rapport du GWP/OCDE Task Force on water security and sustainable growth, Oxford University, 2015.

2. Détérioration d'un écosystème aquatique par la prolifération de certains végétaux.

3. Diminution des ressources en eau utilisables (rareté).

luation du coût des ressources hydriques. Dans de nombreuses régions, l'eau est surexploitée et les infrastructures d'irrigation subissent d'importants taux de fuites. L'irrigation par submersion conduit à des pertes et à une évaporation excessives, avec une production faible par volume d'eau utilisée, par rapport à des systèmes plus efficaces d'irrigation pressurisée utilisant des gicleurs et des goutte-à-goutte. Ces inefficacités persistent notamment parce que, dans la plupart des pays, les agriculteurs qui irriguent n'assument pas l'intégralité du coût de l'eau utilisée. En Corée du Sud, l'un des pays de l'OCDE les plus frappés par le stress hydrique, les agriculteurs ne payent pas l'eau d'irrigation. Dans beaucoup d'autres pays de l'OCDE, les prix de l'eau ne couvrent pas les coûts d'approvisionnement ; idéalement, le prix devrait refléter le coût total de l'eau, couvrir l'exploitation et la maintenance, ainsi que le coût de rareté et les externalités environnementales. Il en résulte des pertes d'eau, des cultures nécessitant beaucoup d'eau étant irriguées par des systèmes inefficaces.

Le pompage intensif des eaux souterraines dans les zones semi-arides constitue un autre exemple d'abus de l'eau par l'agriculture. Les eaux souterraines jouent un rôle fondamental de soutien à la production agricole dans de nombreuses régions, notamment en améliorant la résilience face aux longues périodes de sécheresse. Pourtant, le pompage intensif des eaux souterraines à des fins d'irrigation dans certaines régions vide les aquifères au-delà de leurs capacités de réalimentation naturelle, et peut générer des externalités environnementales négatives importantes, avec un impact économique lourd sur le secteur et au-delà. En Californie, l'irrigation basée sur les eaux souterraines a clairement contribué à atténuer les effets de quatre années de sécheresse sur l'agriculture. Mais le recours persistant à celles-ci a conduit à une baisse rapide du niveau des nappes phréatiques, avec des conséquences environnementales majeures, notamment des intrusions de salinité sur les côtes et des affaissements du sol⁴. L'agriculture reste également une des principales sources de pollution de l'eau, particulièrement dans les pays de l'OCDE. Le ruissellement des nutriments agricoles, les pesticides, les sédiments, les effluents du bétail et un nombre croissant de nouveaux polluants contribuent tous à la pollution des cours d'eau et des eaux souterraines. L'agriculture représentait par exemple 58 % des émissions de phosphore et 48 % des émissions de nitrate dans les eaux de surface des Pays-Bas en 2009. La part de l'agriculture dans les rejets d'azote dans les estuaires et les eaux côtières est au-delà de 40 % dans beaucoup de pays de l'OCDE, et elle est souvent la cause principale d'eutrophisation. La présence de pesticides dans les eaux souterraines et de surface est largement répandue. Dans certains pays de l'OCDE, on a décelé un ou plusieurs pesticides dans les eaux souterraines et de

surface de plus de 60 % des sites surveillés. De plus, l'eau cause une érosion modérée à grave dans plus de 20 % des terres agricoles de près d'un tiers des pays membres de l'OCDE. Aux États-Unis, on estime qu'en 2010 l'agriculture était responsable d'environ 60 % de la pollution des rivières, de 30 % de la pollution des lacs et de 15 % de la pollution des côtes et des estuaires⁵.

Aux États-Unis, on estime qu'en 2010 l'agriculture était responsable d'environ 60 % de la pollution des rivières, de 30 % de la pollution des lacs et de 15 % de la pollution des côtes et des estuaires.

Les coûts totaux de la pollution de l'eau causée par l'agriculture dans l'ensemble des pays de l'OCDE dépassent vraisemblablement plusieurs milliards d'euros par an. En 2007, le coût annuel des dommages liés à l'agriculture pour les systèmes hydriques au Royaume-Uni était d'environ 340 millions d'euros, ce qui représentait 24 % des dépenses agricoles annuelles totales. En France, l'impact des émissions agricoles de nitrates et de pesticides dans l'eau représente un coût annuel de 610 à 1 070 millions d'euros selon les estimations⁶. La pollution par les nitrates agricoles est également responsable de violations répétées par la France de la directive européenne de 1991 sur les émissions de nitrates.

Des risques croissants pour la productivité

Les dernières projections suggèrent qu'il sera difficile d'atteindre l'objectif global d'une augmentation minimale de 60 % de la production vivrière d'ici à 2050 pour répondre à l'augmentation importante de la population, en raison de réserves d'eau douce utilisables beaucoup plus faibles ou plus volatiles. En effet, on prévoit que l'agriculture connaîtra une concurrence accrue pour l'accès à l'eau dans de nombreuses régions du monde, en raison de l'augmentation de la densité urbaine et des besoins des secteurs de l'énergie et de l'industrie⁷. En conséquence, sa part de l'utilisation totale pourrait en fait décroître.

De plus, le changement climatique devrait augmenter la variabilité des réserves d'eau de surface et faire reculer la couverture neigeuse et les glaciers, ce qui entraînera plus de recours aux eaux souterraines, aggravant le risque d'épuisement. Les agricultures pluviale et irriguée devront répondre au changement des modalités de précipitation ainsi qu'à l'accroissement des besoins en eau des cultures

4. Guillaume Gruère « A California enigma : record-high agricultural revenues during the most severe drought in history », blog de l'OCDE, 2015. <http://OCDEinsights.org/2015/12/09/a-californian-enigma-record-high-agricultural-revenues-during-the-most-severe-drought-in-history/>

5. OCDE, *Qualité de l'eau et agriculture. Un défi pour les politiques publiques*, « Études de l'OCDE sur l'eau », OECD Publishing, 2012 ; et OCDE, *Compendium des indicateurs agro-environnementaux de l'OCDE*, OECD Publishing, 2014.

6. Vincent Marcus et Olivier Simon, « Les pollutions par les engrais azotés et les produits phytosanitaires : coûts et solutions », *Études et documents*, n° 136, Commissariat général au développement durable, 2015.

7. OCDE, *Qualité de l'eau et agriculture. Un défi pour les politiques publiques*, « Études de l'OCDE sur l'eau », OECD Publishing, 2012.

liés à l'augmentation des températures. Les événements extrêmes comme les tempêtes, les inondations et les sécheresses seront vraisemblablement plus fréquents, entraînant des risques pour les productions de cultures et de bétail. L'épuisement progressif des eaux souterraines dans certaines zones semi-arides pourrait affecter le potentiel de production de systèmes de culture importants, et donc leur résilience face au changement climatique. L'augmentation du niveau de la mer affectera les terres arables côtières.

À l'avenir, la qualité de l'eau devrait également se détériorer dans de nombreuses régions, en raison de l'augmentation des activités polluantes et de l'évolution des réserves en eau causée par le changement climatique, avec des conséquences sur la disponibilité de l'eau douce pour l'agriculture. Les pays dont le développement industriel et agricole va s'accélérer connaîtront des rejets plus importants d'azote et de phosphore. L'élévation du niveau de la mer causée par le changement climatique aggravera le risque d'intrusion de salinité dans les nappes phréatiques côtières, avec des conséquences sur la qualité des eaux souterraines de nombreuses régions,

notamment au Japon, au Mexique et aux Pays-Bas. La salinité des terres arides pourrait également augmenter au cours des prochaines décennies en Australie à la suite de l'évolution des modalités des précipitations.

Des réponses politiques multiples à plusieurs niveaux

Les défis à relever sont complexes et varient beaucoup localement. Néanmoins, pour y répondre, le secteur agricole devra nécessairement améliorer l'efficacité globale de son utilisation d'eau, réduire son impact sur les ressources en eau douce et améliorer sa résilience aux risques hydriques.

Les politiques publiques sont appelées à jouer un rôle de premier plan, notamment en réajustant les incitations pour une meilleure gestion de l'eau par les agriculteurs.

QUELLES SONT LES POLITIQUES QUI PEUVENT CONTRIBUER À RELEVER LES DÉFIS HYDRIQUES ET AGRICOLES ?

Au niveau des exploitations, les décideurs politiques doivent :

- établir des systèmes d'information sur les ressources, la qualité de l'eau et les risques liés à l'eau au niveau de l'exploitation;
- encourager l'adoption par les agriculteurs de technologies et de pratiques hydriques efficaces et résilientes;
- favoriser les bonnes pratiques de gestion des exploitations qui luttent contre la pollution des eaux en internalisant les coûts environnementaux et en appliquant le principe « pollueur-payeur ».

Au niveau des bassins hydrologiques, les décideurs politiques doivent :

- améliorer les systèmes d'information sur les flux et la qualité des ressources souterraines et de surface, afin d'aider à évaluer les risques et à mettre en place des programmes calibrés pour répondre à des problèmes précis;
- établir des droits de propriété liés aux prélèvements d'eau, aux rejets d'eau, à la protection des écosystèmes, et s'assurer que ces droits reflètent la disponibilité de l'eau dans des limites soutenables;
- développer des systèmes robustes et flexibles d'attribution de l'eau qui permettent aux prix et aux volumes de fluctuer en réponse aux chocs climatiques, par exemple par des mécanismes de marchés;
- utiliser des mesures réglementaires, économiques et collectives pour contrôler l'usage intensif des eaux souterraines par l'agriculture;

- utiliser une combinaison d'instruments économiques, réglementaires et informatifs pour répondre à la pollution de l'eau par l'agriculture.

Au niveau national, les politiques doivent être conçues pour créer un environnement favorable en :

- appliquant les clauses réglementaires existantes sur l'utilisation et la pollution de l'eau, en s'assurant que les sanctions et les pénalités sont effectivement imposées en cas d'infraction;
- s'assurant que le coût de l'eau fournie à l'agriculture reflète au moins l'ensemble des coûts d'approvisionnement, et idéalement aussi les coûts d'opportunité des prélèvements d'eau, des politiques sociales permettant de compenser les effets pour les agriculteurs les plus pauvres;
- concevant des outils de gestion des risques qui augmentent réellement la résilience des agriculteurs aux incertitudes liées aux événements météorologiques et au changement climatique;
- abolissant les mesures politiques de distorsion des prix non liées à l'eau, notamment les subventions à l'agriculture et à l'énergie et les droits de douane, qui favorisent les cultures fortement consommatrices d'eau;
- favorisant des marchés transparents et ouverts afin que la production alimentaire ait lieu là où elle est la plus efficace économiquement et soutenable écologiquement, et en mutualisant les risques afin que les pertes de rendement d'une région soient compensées par des importations.

Source : OCDE (voir bibliographie).

Les politiques publiques sont appelées à jouer un rôle de premier plan, notamment en réajustant les incitations pour une meilleure gestion de l'eau par les agriculteurs. Les travaux menés par l'OCDE montrent que de multiples réponses politiques sont nécessaires à différents niveaux, chacune étant adaptée à des problèmes et des systèmes hydriques particuliers (voir l'encadré en page précédente).

Des exemples récents montrent que des réformes politiques peuvent permettre d'améliorer considérablement la sécurité hydrique et agricole. La modification des règles de répartition de l'eau dans le bassin de Murray-Darling, en Australie, notamment facilitée par la mise en place d'un marché de l'eau, a amélioré la résilience des agriculteurs aux sécheresses et a assuré qu'une part de l'eau douce soit préservée pour les écosystèmes. Israël a considérablement augmenté l'efficacité de la consommation d'eau de l'agriculture en augmentant petit à petit les prix de l'eau qui lui était destinée et en utilisant des eaux usées traitées pour l'irrigation. Plusieurs initiatives politiques dans l'Union européenne et en Nouvelle-Zélande ont aussi contribué à réduire la pollution de l'eau diffuse causée par l'agriculture. D'autres acteurs peuvent également contribuer à des solutions locales en se coordonnant avec les politiques gouvernementales. Les villes travaillent de plus en plus avec les communautés agricoles de leur périphérie pour gérer les pénuries d'eau, les problèmes de qualité ou les risques d'inondation. Par exemple, plusieurs villes de l'ouest des États-Unis fournissent des eaux usées traitées pour l'irrigation afin d'encourager les agriculteurs à préserver les eaux souterraines. Les villes de Munich, Rennes et New York rémunèrent les agriculteurs pour qu'ils adoptent de meilleures pratiques agricoles, ce qui permet de réduire les coûts de traitement de l'eau. Plusieurs entreprises agroalimentaires ont également commencé à se lancer dans la préservation de l'eau, généralement en se focalisant sur leur chaîne logistique. Prenant conscience que les risques hydriques représentent une menace potentielle pour leur viabilité économique, elles ont agi pour réduire leur empreinte hydrique et préserver les ressources en eau douce, soit en élaborant des normes internes, soit en lançant des programmes de gestion de l'eau. Enfin, des groupes d'agriculteurs et des coopératives ont lancé des actions sur la base du volontariat pour répondre à leurs problèmes d'eau, en collaborant avec des groupes issus de la société civile, parfois en adoptant des programmes de marketing écologique. ●

Retrouvez ce texte en anglais sur www.constructif.fr.

BIBLIOGRAPHIE

- Vincent Marcus et Olivier Simon, « Les pollutions par les engrais azotés et les produits phytosanitaires : coûts et solutions », *Études et documents*, n° 136, Commissariat général au développement durable, 2015. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED136.pdf>.
- Guillaume Gruère, « A California enigma : record-high agricultural revenues during the most severe drought in history », blog de l'OCDE, 2015. <http://OCDEinsights.org/2015/12/09/a-californian-enigma-record-high-agricultural-revenues-during-the-most-severe-drought-in-history/>
- OCDE, *Gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole*, « Études de l'OCDE sur l'eau », OECD Publishing, Paris, 2010. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264083592-fr>.
- OCDE, *Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050. Les conséquences de l'inaction*, OECD Publishing, Paris, 2012. http://dx.doi.org/10.1787/env_outlook-2012-fr.
- OCDE, *Qualité de l'eau et agriculture. Un défi pour les politiques publiques*, « Études de l'OCDE sur l'eau », OECD Publishing, Paris, 2012. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264121119-fr>.
- OCDE, *Compendium des indicateurs agro-environnementaux de l'OCDE*, OECD Publishing, Paris, 2014. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264181243-fr>.
- OCDE, *Changement climatique, eau et agriculture. Vers des systèmes résilients*, « Études de l'OCDE sur l'eau », OECD Publishing, Paris, 2015. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264235076-fr>.
- OCDE, *Les périls du tarissement. Vers une utilisation durable des eaux souterraines en agriculture*, « Études de l'OCDE sur l'eau », OECD Publishing, Paris, 2015. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264248427-fr>.
- OCDE, *Water and cities. Ensuring sustainable futures*, « Études de l'OCDE sur l'eau », OECD Publishing, Paris, 2015. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264230149-en>.
- OCDE, *Mitigating droughts and floods in agriculture. Policy lessons and approaches*, « Études de l'OCDE sur l'eau », OECD Publishing, Paris, 2016. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264246744-en>.
- Claudia Sadoff et al., « Securing water, sustaining growth », rapport du GWP/OECD Task Force on water security and sustainable growth, Oxford University, 2015. <http://www.gwp.org/Global/About%20GWP/Publications/The%20Global%20Dialogue/SECURING%20WATER%20SUSTAINING%20GROWTH.PDF>.

Les opinions et les interprétations exprimées dans cet article ne reflètent pas nécessairement les vues officielles de l'OCDE ou des pays membres de l'OCDE.

Rénover l'approche française de la gouvernance

Michel
Lesage

Député socialiste des Côtes-d'Armor, membre de la commission du développement durable et de l'aménagement du territoire de l'Assemblée nationale et président du groupe d'études sur la politique de l'eau.



Il est l'auteur du rapport « Mobiliser les territoires pour inventer le nouveau service public de l'eau et atteindre nos objectifs de qualité », rendu au Premier ministre en juin 2013.

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/13138_rapport_lesage.pdf

Le « modèle » français de l'eau a permis des avancées, mais il a aujourd'hui atteint certaines limites. Si les récentes lois de décentralisation ont clarifié la répartition des compétences, c'est l'État qui doit être le véritable pilote de la politique de l'eau, et la création de l'Agence française pour la biodiversité contribuerait à lui en donner les moyens.

Le modèle français de l'eau a été, à son origine, innovant par son approche (les bassins hydrographiques), ses principes fondamentaux (récupération des coûts, principe « pollueur-payeur »), sa gouvernance (comités de bassin, agences de l'eau...) et son système de financement (les redevances). Pourtant, la France a été condamnée par deux fois, en 2013 et en 2014, par la Cour de justice de l'Union européenne, parce que la qualité de l'eau ne cesse de se dégrader.

Tous les enjeux liés à l'eau en France (qualité, usage...) et les problèmes rencontrés relèvent de questions de gouvernance : fragmentation territoriale et institutionnelle, multiplication des acteurs et des compétences, gouvernance pluri-niveaux, manque de clarté dans la définition des rôles et des responsabilités, allocation des usages contestée... Il est donc indispensable de repenser la gouvernance des territoires.

Un échelon territorial réorganisé

C'est bien au niveau des territoires que la gouvernance doit être améliorée. En effet, l'eau y est très impactée par les politiques publiques menées, qui sont interdépendantes : économie, agriculture, énergie, tourisme, habitat, transport, aménagement de l'espace, utilisation des sols, etc. Ces domaines ne peuvent être dissociés.

Il est donc indispensable de créer les conditions d'une réelle gestion intégrée de l'eau.

La nouvelle étape de la décentralisation engagée depuis 2012 permet la nécessaire mobilisation des territoires. Ainsi, les récentes lois de décentralisation ont fait évoluer la répartition des compétences liées à l'eau :

- La clause de compétence générale, qui habilitait les collectivités à se saisir de toute question intéressant un intérêt public local suffisant, est

désormais supprimée pour les départements et les régions.

- Les communes sont compétentes en matière de distribution d'eau potable et d'assainissement des eaux usées et le seront à dater du 1^{er} janvier 2018 en matière de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (Gemapi). La loi organise par ailleurs le transfert de ces compétences aux établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre à l'horizon 2020.
- Le département est compétent pour déterminer et mener une politique de protection, de gestion et d'ouverture au public d'espaces naturels sensibles. Il est également chargé de l'aide à l'équipement rural et de la mise à disposition des communes et des EPCI à fiscalité propre d'une assistance technique, en particulier dans le domaine de l'assainissement, de la protection de la ressource en eau, de la restauration et de l'entretien des milieux aquatiques. La loi n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République permet enfin au département de contribuer au financement des projets dont la maîtrise d'ouvrage est assurée par les communes ou leurs groupements, à leur demande.
- La région élabore en collaboration avec l'État le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) mettant en œuvre la trame verte et bleue ; ce schéma a vocation à intégrer le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires. La région est également chargée de gérer les fonds européens. De plus, lorsque l'état des eaux de surface ou des eaux souterraines présente des enjeux sanitaires et environnementaux justifiant une gestion cohérente des différents sous-bassins hydrographiques de la région, le conseil régional peut se voir attribuer tout ou partie des missions d'animation et

de concertation dans le domaine de la gestion et de la protection de la ressource en eau et des milieux aquatiques, par décret, à sa demande et après avis de la conférence territoriale de l'action publique.

- En application du titre I de l'article L. 211-7 du code de l'environnement, les collectivités ou leurs groupements peuvent entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, actions, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, le plus souvent après déclaration d'intérêt général et enquête publique, dans le cadre du schéma d'aménagement et de gestion des eaux (Sage), s'il existe, et visant des domaines d'intervention précisément énumérés.

La nouvelle organisation territoriale de la République permet donc de clarifier la gouvernance dans le domaine de l'eau notamment. Ce qui devrait la rendre plus efficace.

Se conformer au droit européen grâce à l'impulsion de l'État

Pour respecter les directives européennes liées à l'eau, l'État doit être le véritable pilote de la politique de l'eau. Un État qui pilote cette politique, c'est un État qui assume sa fonction d'anticipation, organise le débat démocratique sur les grandes questions liées à l'eau, fixe les objectifs et est le garant de la mise en œuvre des moyens pour les atteindre. C'est aussi un État qui assume ses missions régaliennes de police de l'eau et qui donne à la puissance publique les moyens de la connaissance, de l'analyse, de l'expertise, de la recherche et de l'ingénierie pour agir. En ce sens, la création de la future « agence française pour la biodiversité » (AFB) pourrait constituer une partie de la solution. Elle est prévue par le titre III du projet de loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, adopté en première lecture par l'Assemblée nationale le 24 mars 2015. Ce texte a été examiné en janvier 2016 par le Sénat.

Il s'agit, par la création de cette agence, de doter la France d'un opérateur intégré en matière de milieux aquatiques, marins et terrestres, issu du rapprochement d'opérateurs existants. Forte de 1 200 agents répartis sur l'ensemble du territoire, l'agence appuiera les services de l'État dans la gestion des espaces naturels, la police de l'eau et l'action internationale. Elle organisera la connaissance en matière de biodiversité, sensibilisera les Français à ces questions et participera à la formation des acteurs. Le texte ne modifie pas la répartition des compétences entre échelons de collectivités. En revanche, le gouvernement a proposé d'élargir les missions des agences de l'eau à deux nouveaux domaines, la mer et la biodiversité. Les agences de l'eau financent

déjà des actions tournées vers la biodiversité aquatique et le lien entre la terre et la mer, à hauteur d'environ 200 millions d'euros par an. L'évolution proposée permettrait d'aller plus loin dans l'intégration des politiques de l'eau, de la biodiversité et du milieu marin, génératrice de cohérence dans la mise en œuvre de ces politiques publiques. La politique de l'eau ne pourra atteindre l'objectif de « bon état des masses d'eau » sans préserver et restaurer la biodiversité aquatique, ni sans agir sur la biodiversité terrestre ou maritime. Les pollutions qui touchent les milieux sont les mêmes.

Afin de favoriser les synergies entre les politiques de l'eau et de la biodiversité, l'élargissement des missions des agences de l'eau devra s'accompagner d'une évolution de leurs instances de gouvernance. Il s'agit d'y intégrer des représentants des acteurs de la biodiversité. Par souci de réciprocité, une réflexion visant à mieux représenter les acteurs de la politique de l'eau et des bassins au sein de la gouvernance de la biodiversité et de la future AFB est en cours.

La création de l'AFB consacrerait une approche fonctionnelle et dynamique des politiques publiques en matière de biodiversité, parachevant un processus lancé lors du Grenelle de l'environnement. Il est désormais essentiel que le Parlement poursuive l'examen du projet de loi qui la porte et que la loi soit adoptée avant l'été 2016, afin que la création de l'AFB soit effective au 1^{er} janvier 2017.

La clarification des compétences territoriales et la création d'une agence incluant le domaine de l'eau constitueraient des avancées substantielles pour rénover notre modèle.

La clarification des compétences territoriales et la création d'une agence incluant le domaine de l'eau constitueraient des avancées substantielles pour rénover notre modèle. Mais il ne faut pas oublier l'enjeu du financement de l'eau, car les déséquilibres structurels actuels ne sont pas tenables à terme : des recettes qui stagnent et des coûts qui ne cessent d'augmenter, du fait notamment de la prise en compte des problèmes de pollution ou encore d'inondation. Aussi, l'enjeu de la durabilité et de la gestion intégrée des ressources en eau doit être reconsidéré, les périmètres et les financements des deux cycles de l'eau repensés, et il faut que soit clarifié ce qui relève de l'impôt et ce qui relève de la facture d'eau. Un débat national approfondi pourrait s'engager sur ces questions. ●

Enjeux géopolitiques : la « diagonale de la soif »

Franck
Galland

Président d'Environmental Emergency & Security Services et
chercheur associé à la Fondation pour la recherche stratégique.



Dernier ouvrage publié :

- *Le grand jeu. Chroniques géopolitiques de l'eau*, CNRS Éditions, 2014.

Nombreuses sont les zones géographiques à forts enjeux géopolitiques liés aux ressources en eau. Elles s'étendent principalement sur une « diagonale de la soif » allant de Gibraltar aux confins sino-russes. Cette vaste étendue comprend l'Afrique du Nord, le Proche et le Moyen-Orient, la péninsule indienne, une partie de l'Asie Centrale et la moitié septentrionale de la Chine.

Que nous disent les territoires situés sur la « diagonale de la soif » en 2016, et que peut-on attendre d'eux dans les vingt prochaines années ? Tous les pays situés sur cette transversale à risque sont confrontés à un même problème : la décroissance des ressources en eau.

Une demande non maîtrisée, des investissements non planifiés ou non réalisés, des problématiques de maintenance des ouvrages non assurée font que des pays comme le Yémen ont vu, en trente ans, considérablement décroître la disponibilité de leurs ressources en eau. Bien que les vestiges de Marib, considéré comme le plus ancien barrage hydraulique du monde, attestent de la prospérité de l'ancienne *Arabia felix* (Arabie heureuse), l'actuel Yémen, qui en était la région la plus fertile, fait désormais partie des pays les plus pauvres en eau de la planète. Il compte en effet moins de 200 m³ d'eau par habitant et par an en termes de ressources. Les projections à 2050 attestent de perspectives affolantes, puisque ce chiffre tombe à 40 m³ d'eau/habitant/an. Du jamais-vu à l'échelle d'une nation de 25,3 millions d'habitants, dont la population, selon les prévisions, doublera dans les vingt-cinq prochaines années; ce qui fait dire aux experts du renseignement américain qui ont travaillé sur le « Water Security Report » publié en 2012¹ que le Yémen pourrait disparaître en tant que nation, à cause d'un manque d'eau et d'infrastructures vitales.

Le Yémen pourrait disparaître en tant que nation, à cause d'un manque d'eau et d'infrastructures vitales.

Par ailleurs, d'après le Plan bleu², dans les seuls pays du sud et de l'est de la Méditerranée (PSEM), qui hébergent aujourd'hui 60 % de la population mondiale la plus faiblement pourvue en eau, c'est-à-dire dotée de moins de 1 000 m³/habitant/an, la demande en eau est appelée à augmenter de 25 % d'ici 2025³. Une démographie galopante, l'absence de gestion de la demande domestique ainsi que des besoins en eau grandissants pour l'agriculture en sont les principales causes. Car la problématique de l'eau, dans la plupart des pays soumis au stress hydrique comme ailleurs, est intimement liée aux besoins du monde agricole⁴.

Égypte : une réforme indispensable

L'insécurité alimentaire a ainsi des conséquences importantes sur les ressources en eau, comme le montre l'exemple égyptien. Hérodote disait que « l'Égypte est un don du Nil ». Sur les 1 200 km qu'il parcourt pour traverser le pays, ce fleuve fournit en effet 98 % de l'eau consommée par les Égyptiens, et sur ses rives se concentrent 95 % de la population. Le fleuve, *el bhar* en arabe, est par ailleurs la colonne vertébrale d'un réseau de canaux et d'irrigation qui utilise l'eau du barrage d'Assouan. Mais faute d'entretien et de modernisation, et en raison de l'évaporation que connaît ce pays désertique qui ne reçoit que 80 mm de pluie par an, ce système d'irrigation continue de perdre annuellement 3 milliards de mètres cubes.

De quoi s'alarmer d'une situation à laquelle les années de tensions politiques qui ont suivi la chute du président Moubarak, le 11 février 2011, n'ont pas permis d'apporter le moindre commencement de solution durable. Or, pendant ce temps, la population égyptienne continue de croître. En juillet 2015, celle-ci était estimée à 88,5 millions d'individus. Elle devrait dépasser le cap des 100 millions en 2025.

1. Intelligence community assessment, Office of the director of national intelligence, Global Water Security, 2012.

2. Centre d'observation, d'analyse et de prospective mis en place à la fin des années 1970 dans le cadre du plan d'action pour la Méditerranée du Programme des Nations Unies pour l'environnement et de la Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (Convention de Barcelone).

3. Caroline Orjebini-Yousfaoui, *Financer l'accès à l'eau et à l'assainissement en Méditerranée*, Ipmed, juin 2014.

4. Voir aussi dans ce numéro l'article de Guillaume Gruère, page 33.

Confrontée à un défi démographique hors norme, couplé à une accélération de l'érosion de ses terres fertiles, à une pollution des eaux du Nil et à une réduction des surfaces agricoles utiles due à l'extension de villages et de villes, l'Égypte n'a donc pas d'autre choix que de réformer son offre en eau, tout en ayant recours massivement à l'importation de denrées agricoles, sachant que ce pays est déjà le premier importateur mondial de blé, avec plus de 10 millions de tonnes par an. C'est pourquoi il lui faudrait un « plan Marshall pour l'eau » à vocation tant agricole que domestique, afin d'atténuer les effets que risque de provoquer cette véritable bombe à retardement.

Il faudrait [à l'Égypte] un « plan Marshall pour l'eau » à vocation tant agricole que domestique, afin d'atténuer les effets que risque de provoquer cette véritable bombe à retardement.

L'impact du changement climatique

Autre caractéristique de ces pays menacés par une crise dans le domaine de l'eau : tous sont fortement touchés par les conséquences des bouleversements climatiques. L'eau est en effet « la face cachée du changement climatique », comme le soulignait l'ancien ministre de l'Environnement Brice Lalonde dans une tribune du *Monde* publiée en marge de la COP21⁵. L'économiste Nicholas Stern ne dit pas autre chose lorsqu'il souligne que le changement climatique s'exprime en température mais se traduit en eau.

L'indice régional de changement climatique de la région méditerranéenne est le plus élevé du monde, selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec). Des hausses de température de 2 °C à 4 °C ainsi qu'une baisse de la pluviométrie de 4 à 30 % sont ainsi prévues dans la région⁶. Les bassins du Maroc, de l'Algérie, du Proche-Orient et du sud de l'Espagne seraient les plus touchés, avec une diminution de plus de moitié des ressources en eau, selon le scénario le plus pessimiste.

Des besoins en énergie grandissants

Les pays confrontés au stress hydrique ont également tous des besoins en énergie grandissants. Si l'empreinte énergétique du secteur de l'eau et de l'assainissement est relativement faible, l'inverse n'en est pas vrai pour autant. Toutes technologies de traitement confondues, il est estimé que

102 kWh/an sont nécessaires pour alimenter un habitant en eau potable, collecter ses eaux usées et les traiter⁷. De manière générale, l'eau potable et l'assainissement consomment donc peu d'énergie : 0,5 kWh/m³ pour l'eau et 1 kWh/m³ pour l'assainissement. Ce chiffre varie cependant à la hausse pour les pays du Golfe, où la consommation énergétique liée aux transferts d'eau et surtout au dessalement est plus importante, même si celle-ci tend régulièrement à la baisse, grâce aux progrès technologiques. En quarante ans, la consommation énergétique liée au dessalement est ainsi passée de 12 à 2 kWh/m³ grâce aux technologies peu énergivores d'osmose inverse⁸. Il n'en demeure pas moins que, pour produire 5,5 millions de m³/jour d'eau douce à partir du dessalement (ce qui représente les deux tiers de la consommation journalière de l'Arabie saoudite), la *Saline Water Corporation* saoudienne a besoin de plus de 350 000 barils de pétrole par jour.

Pour produire 5,5 millions de mètres cubes par jour d'eau douce à partir du dessalement (ce qui représente les deux tiers de la consommation journalière de l'Arabie saoudite), la *Saline Water Corporation* saoudienne a besoin de plus de 350 000 barils de pétrole par jour.

D'autres pays ont, eux, besoin d'eau pour faire tourner leurs usines hydrauliques. C'est le cas de l'Éthiopie, qui compte résoudre ses problèmes d'alimentation électrique et d'irrigation grâce au *Great Renaissance Dam*. La construction de ce barrage devrait être achevée vers juillet 2017. Il représentera alors la plus grande réserve d'eau douce d'Afrique, avec 63 milliards de mètres cubes en volume, et la plus imposante puissance hydroélectrique du continent, avec 6 000 mégawatts, ce qui en fera également la treizième ou quatorzième du monde. Sujet excessivement polémique entre Égyptiens et Soudanais, d'une part, et Éthiopiens d'autre part, le *Great Renaissance Dam* a fait l'objet d'un accord historique, signé le 23 mars 2015, entre le président soudanais Omar al-Bachir, le président égyptien Abdel Fattah al-Sissi et le Premier ministre éthiopien Hailemariam Desalegn, ce qui clôt provisoirement un long chapitre de tensions diplomatiques et politiques. Mais le livre concernant les enjeux de puissance que l'ouvrage représente est loin d'être encore terminé.

Enfin, il est un sujet que certains pays du monde arabe ont dû apprendre à gérer spécifiquement de-

5. « COP21 : pensons à l'eau, face cachée du changement climatique », Brice Lalonde, *Le Monde*, 4 décembre 2015.

6. Caroline Orjebini-Yousfaoui, *Financer l'accès à l'eau et à l'assainissement en Méditerranée*, Ipmed, juin 2014.

7. Intervention de Sabine Fauquez-Avon, direction technique de Veolia Eau, lors du séminaire « Eau et énergie, un couple sous tension ? », organisé par le think tank (Re)sources, Abou Dhabi, 27-28 mars 2011.

8. Intervention de Jean-Luc Trancart, professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées, lors du séminaire « L'eau pour l'énergie. L'énergie pour l'eau. Quelles synergies pour demain ? », organisé par le Cercle français de l'eau, à Paris, le 23 novembre 2010.

puis février 2011 : c'est la conséquence du « printemps arabe » sur les infrastructures en eau, et plus généralement sur les services essentiels à la vie comme l'électricité.

Les conséquences du changement politique

Sans que l'on puisse totalement souscrire aux thèses de Karl Wittfogel⁹ sur le pouvoir oriental affirmant que l'eau est un outil privilégié de contrôle des sociétés, il n'en reste pas moins que tous les régimes déchus par le « printemps arabe » ont tenté de maîtriser les conditions de distribution et de partage de la ressource hydraulique. Ce fut ainsi le cas avec une alimentation maîtrisée et efficiente en Tunisie sous Ben Ali, et celui de projets hors normes comme la Grand Rivière artificielle de Khadafi. Celle-ci était destinée à exploiter l'eau fossile du système aquifère du Sahara septentrional pour acheminer vers les côtes libyennes 6 millions de mètres cubes d'eau par jour à travers des tronçons de canalisations larges de 4 mètres, le tout sur une distance de 3 500 km !

La chute de ces pouvoirs autoritaires et le chaos administratif et social qui a suivi [le printemps arabe] ont eu d'énormes conséquences sur l'alimentation en eau par les réseaux publics.

La chute de ces pouvoirs autoritaires et le chaos administratif et social qui a suivi ont eu d'énormes conséquences sur l'alimentation en eau par les réseaux publics. Les investissements en maintenance et en renouvellement des réseaux ont connu des arrêts temporaires, voire définitifs ; les cadres et techniciens qui les géraient, accusés d'être pro-régime, ont été remplacés ou ont pris le chemin de l'exil.

Pire, ces situations de rupture et des temps incertains ont laissé place à des guerres civiles. Celles-ci, en Libye ou en Syrie, non seulement ont considérablement endeuillé les populations, mais ont également porté de lourdes atteintes aux infrastructures vitales que sont les usines de traitement, les stations de pompage, les réseaux d'adduction et de distribution, de même que les capacités de génération et de distribution électriques, sans lesquelles il ne peut y avoir ni eau potable ni assainissement.

En Syrie, selon un rapport de l'Agence suisse pour le développement et la coopération¹⁰, avant le conflit, 95 % des habitations en zones urbaines étaient connectées à un réseau d'eau, et 89 % en zones rurales. En 2010, dans le bassin de l'Oronte, ce fleuve vital pour la Syrie qui prend sa source au Liban (aussi appelé Nahr el-Assi, ou « fleuve récalcitrant », parce qu'il coule du sud vers le nord, contrairement aux autres fleuves de la région), la disponibilité en eau potable pour les zones rurales se situait entre 50 litres et 75 litres par jour. Au moment où ce rapport a été écrit, en février 2014, pour plus de la moitié de la population syrienne vivant en zone urbaine dans ce bassin, la disponibilité en eau était tombée à 20 litres/jour, ce qui est considéré par l'OMS comme un seuil minimum de survie. Des quartiers entiers de Homs étaient même descendus à une disponibilité de moins de 10 litres/jour, comme la majeure partie des villages des zones rurales.

Ainsi, ce sont des pays (Yémen, Syrie, Libye) qui présentaient déjà des caractéristiques prégnantes d'extrême faiblesse en matière de ressources en eau qui sont aujourd'hui le théâtre de destructions sauvages, ce qui vient hypothéquer un peu plus leur avenir hydrique, et celui de toute une région. ●

9. Karl Wittfogel appelait en effet « *despotisme oriental* » la forme de pouvoir central déterminée par les nécessités imposées à un pouvoir bureaucratique lui-même confronté à la rareté des ressources en eau. D'après « Deux analyses historico-sociologiques : Karl Wittfogel et Barrington Moore Jr. », in Juan J. Linz, *Régimes totalitaires et autoritaires*, Armand Colin, 2007.

10. « Syria : the impact of the conflict on population displacement, water and agriculture in the Orontes River basin », Agence suisse pour le développement et la coopération, février 2014.

Performance et maîtrise des prix en France

Tristan
Mathieu

Délégué général de la Fédération professionnelle
des entreprises de l'eau (FP2E).



Gérés localement, la production, la fourniture de l'eau potable et le traitement des eaux usées dans l'Hexagone constituent des services publics locaux dont les coûts varient d'une ville à l'autre. Si la question du prix des services d'eau et d'assainissement fait parfois débat, indicateurs chiffrés et analyses multidisciplinaires mettent en évidence la maîtrise des prix des services français et leur performance.

Dans le domaine de l'eau, les Français bénéficient d'un modèle concurrentiel, performant et durable. Chaque jour, chacun d'entre eux consomme puis rejette après usage 148 litres d'eau en moyenne ; avec une qualité rigoureusement contrôlée par les Agences régionales de santé et une continuité de service 24 heures sur 24. Les consommateurs sont d'ailleurs bien conscients de cet aspect puisque le dernier baromètre TNS Sofres-Centre d'Information sur l'eau, « Les Français et l'eau¹ », révèle que 84 % d'entre eux sont satisfaits de l'eau dans leur commune.

En France, les prix des services d'eau et d'assainissement sont établis suivant un principe simple, selon lequel « l'eau paie l'eau ».

En France, les prix des services d'eau et d'assainissement sont établis suivant un principe simple, selon lequel « l'eau paie l'eau ». Ainsi, dans leur immense majorité, les usagers du service paient l'eau qu'ils consomment pour tous leurs usages domestiques et sa dépollution, exclusivement au travers du règlement de leur facture. De même, les coûts liés aux investissements dans les infrastructures et la gestion globale du service sont payés par la facture. Les prix payés par les usagers reflètent ainsi les charges constatées sur les services, ce qui évite, par exemple, que les ressources tirées des impôts locaux ne servent à combler les déficits d'un service mal géré.

Un prix fixé localement par la collectivité publique

Le prix, fixé dans sa majeure partie par les élus locaux, s'explique d'abord par le niveau de complexité de la gestion du service. Il résulte à la fois des conditions d'accès à l'eau dans le milieu naturel (et son extraction, selon que l'eau soit de surface ou souterraine), de la qualité de l'eau brute, variablement exposée à des sources de pollution, des traitements nécessaires à sa potabilisation et des conditions de distribution *via* un réseau plus ou moins étendu et récent. Mais il résulte également, et considérablement, des investissements sur les infrastructures, qui peuvent représenter couramment jusqu'à 30 % des charges du service. Ces investissements portent, par exemple, sur la construction d'une nouvelle usine de traitement, la mise en conformité d'un réseau d'eaux pluviales, le remplacement de branchements en plomb...

Le caractère local des prix des services d'eau en France s'explique par le fait que l'eau est une ressource et un produit alimentaire géré territorialement, dans des services locaux. En raison de son poids (1 mètre cube pèse une tonne), son transport entre les territoires aurait une répercussion beaucoup trop importante sur le prix facturé aux consommateurs. Cependant, à terme, la réforme territoriale aura pour effet de gommer certaines disparités tarifaires. En effet, le développement de l'intercommunalité, dont résulte une tendance à la concentration des services, et donc un agrandissement de leur échelle, devrait lisser certaines hétérogénéités.

1. Baromètre TNS Sofres-Centre d'Information sur l'eau, « Les Français et l'eau », 2014.

Une évolution des prix des services maîtrisée à long terme

Au regard de la performance globale des services d'eau et d'assainissement, et de leur prix moyen, les Français bénéficient d'un bon rapport qualité/prix. C'est ce que met en évidence depuis une quinzaine d'années une étude réalisée par le cabinet NUS Consulting pour la FP2E, en comparant les prix des services d'eau et d'assainissement dans les cinq plus grandes villes de dix pays d'Europe (Allemagne, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède, soit un échantillon de 50 millions d'habitants, dont plus de 4 millions en France²). En effet, en 2015, il est ressorti de ce baromètre que le prix moyen des services d'eau et d'assainissement en France se situe 13 % en dessous de la moyenne européenne. Cet écart s'est creusé au cours des deux dernières années, puisqu'il était de 11 % en 2013.

Le prix moyen des services d'eau et d'assainissement en France se situe 13 % en dessous de la moyenne européenne.

PRIX MOYEN DE SERVICES D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT DANS LES CINQ PLUS GRANDES VILLES DE DIX PAYS D'EUROPE

Décomposition du prix moyen par pays

(en euros TTC, à taux de change constant)

Service d'assainissement des eaux usées
Service de distribution d'eau potable



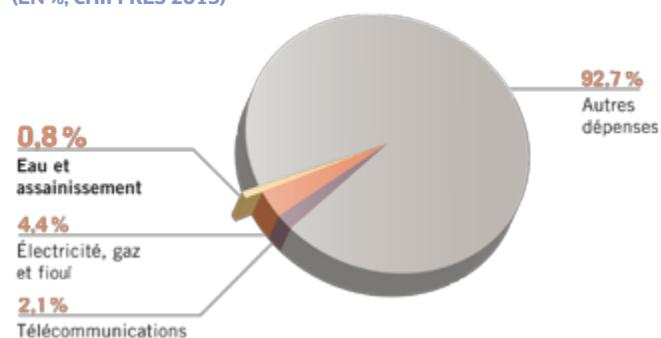
Source : étude NUS Consulting, 2015.

Ce prix moyen, de 3,52 euros/m³ (contre 4,05/m³ en moyenne pour l'ensemble de l'échantillon européen), est un chiffre intéressant pour mesurer la compétitivité des services d'eau en France. Si ce n'est pas l'eau, en tant que ressource issue du milieu naturel, qui a un coût, mais le service qui l'entoure, les volumes d'eau livrés à domicile pour quelques

euros permettent de resituer son accessibilité pour les consommateurs. En moyenne, pour 3,52 euros, un foyer peut consommer 1 000 litres d'eau, soit une tonne ! C'est-à-dire 0,3 centime d'euro par litre d'eau potabilisée, acheminée puis collectée et retraitée après usage. Les comparaisons avec d'autres produits consommables sont difficiles à établir, pour ne pas dire inexistantes.

Par ailleurs, la stabilité du budget des foyers français consacré à l'eau illustre également le maintien de la maîtrise des prix des services d'eau et d'assainissement. En effet, la part du budget des ménages consacrée aux dépenses liées à l'eau est en moyenne de 0,8 %, depuis huit ans. En comparaison, les ménages consacrent 4,4 % de leur budget aux dépenses liées à l'électricité et au gaz, et 2,2 % à celles liées aux télécommunications. Cette dépense en eau correspond en moyenne à 1 euro par jour et par famille, soit l'équivalent du prix d'une baguette de pain.

PART DE L'EAU DANS LE BUDGET DES MÉNAGES (EN %, CHIFFRES 2013)



Source : Bureau d'information et de prévisions économiques (BiPe), d'après Insee, comptes nationaux.

Autre signe d'efficacité économique des services français : leur évolution annuelle moyenne, qui est plus contenue que sur l'ensemble de l'échantillon européen. Entre 2013 et 2015, les prix français ont connu une hausse de 2 %, soit une progression moins rapide que celle des autres pays du panel européen, qui affichent une augmentation annuelle moyenne de 2,6 %. Le maintien de la maîtrise des prix en France est d'autant plus remarquable que le taux de TVA appliqué aux services d'assainissement a connu un relèvement sans précédent, en passant successivement de 5,5 % à 7 % au 1^{er} janvier 2012 puis à 10 % au 1^{er} janvier 2014.

Préserver l'accès à l'eau des plus démunis

Une attention particulière doit néanmoins être portée aux plus démunis, pour préserver leur accès à l'eau. Pour cela, nombre de collectivités s'appuient sur les expertises des entreprises de l'eau, qui conçoivent

2. Étude NUS Consulting sur les prix des services d'eau et d'assainissement dans les cinq plus grandes villes de dix pays d'Europe, réalisée sur la base d'une facture annuelle type de 120 m³ (consommation de référence Insee pour un foyer, toutes taxes comprises au 1^{er} janvier 2015), 2015.

et mettent en œuvre des solutions adaptées aux besoins des abonnés en difficulté. Depuis plus de dix ans, elles apportent une contribution volontaire aux Fonds de solidarité pour le logement (FSL) dans les trois quarts des départements. Ces dispositifs traitent en moyenne 35 000 dossiers par an pour des abandons de créances à hauteur de 2,4 millions d'euros. D'autres initiatives locales menées par les entreprises de l'eau conjointement avec les autorités organisatrices et les services sociaux communaux existent, comme l'émission de « chèques eau », qui apportent une réponse préventive et locale à un nombre croissant d'abonnés. Par ailleurs, les collectivités font appel aux entreprises dans le cadre de la démarche d'expérimentation de nouvelles structures tarifaires, à caractère social, lancée en 2015 par le gouvernement dans une cinquantaine de collectivités (au sein du Syndicat des eaux d'Île-de-France, à Bordeaux ou à Lille, par exemple).

De nécessaires politiques d'investissements à long terme

Pour autant, ni le bon positionnement des services d'eau et d'assainissement français dans le paysage européen ni la satisfaction globale des usagers français ne peuvent exclure une attention particulière quant à l'optimisation de la performance des services sur la durée. Des points de vigilance doivent être observés, particulièrement au regard du niveau actuel des investissements dans les infrastructures.

L'investissement dans les infrastructures s'élève chaque année à près de 6 milliards d'euros pour améliorer la qualité des services d'eau et d'assainissement.

En France, l'investissement dans les infrastructures s'élève chaque année à près de 6 milliards d'euros pour améliorer la qualité des services d'eau et d'assainissement, dont un peu moins de 1 milliard proviennent des entreprises de l'eau, et le reste des collectivités elles-mêmes avec l'aide des agences de l'eau, des départements et des régions³.

La mise en œuvre de politiques pluriannuelles d'investissement est indispensable à la maîtrise, sur le long terme, des services d'eau et d'assainissement. Or, si les bons indicateurs évoqués plus haut sont le fruit d'efforts relativement récents, certaines données observées par ailleurs traduisent une tendance à la baisse des investissements dans les infrastructures qui est préoccupante. Notamment, le taux de renouvellement annuel des réseaux d'eau potable et les investissements qui y sont liés, qui devrait

être doublé pour permettre un renouvellement des réseaux en cohésion avec leur durée de vie⁴. Aussi les observateurs du secteur s'accordent-ils à estimer que l'objectif de renouvellement devrait être de l'ordre de 1,2 % du linéaire par an en moyenne nationale. Autrement dit, les investissements de renouvellement, qui sont de l'ordre de 800 millions d'euros par an, pourraient être doublés et atteindre 1,6 milliard d'euros environ.

En réalité, la tarification doit permettre de concilier la protection des ressources, la fourniture des services de distribution et d'assainissement et le financement des investissements nécessaires à une gestion durable des infrastructures. Ces impératifs appellent les collectivités à la prudence et à ne pas adopter, sur la durée, des politiques de sous-investissement fondées sur une logique de *low-cost*, qui auraient pour effet de provoquer des augmentations brutales des prix pour les générations futures.

Pour maintenir l'équilibre des services dont elles ont la responsabilité, les collectivités locales peuvent s'appuyer sur les expertises des entreprises de l'eau dans le cadre de partenariats de plus en plus diversifiés. Il est surtout important de mesurer, collectivement, l'atout considérable de la performance de l'ensemble de la filière industrielle française de l'eau. Structurée sur la base de réflexions entre acteurs publics et privés, PME et groupes, elle représente un atout pour le maintien de nos performances en France et constitue un tissu économique unique en Europe, qui contribue à la compétitivité française à l'international et à l'exportation de nos savoir-faire. Les entreprises de l'eau et les 900 entreprises de toutes tailles qui la composent sont à l'origine de nombreuses innovations mises en œuvre sur notre territoire et sur tous les continents. En termes de retour d'expérience, le dynamisme de la filière produit, d'ailleurs, un cercle vertueux : les activités de nos entreprises sur le sol français leur permettent de s'exporter sur tous les continents ; en retour, elles tirent parti de leurs expériences à l'international en transposant sur le marché domestique les meilleures pratiques expérimentées à l'étranger. Le développement des réseaux « intelligents », entrepris initialement aux États-Unis et en Asie, ou encore la mise en œuvre des technologies de réutilisation des eaux usées, pour laquelle elles ont acquis une grande maturité sur de nombreux sites en Australie, au Moyen-Orient et dans certains pays d'Europe du Sud, sont de bonnes illustrations de leur capacité à implanter en France des innovations d'abord éprouvées hors de l'Hexagone.

Enfin, pour que les services d'eau en France soient maintenus sur la voie de l'optimisation de leur performance, il est indispensable que la commande publique renforce l'innovation issue de cette filière. A fortiori, qu'elle fasse de cette dernière un axe stratégique dans la définition de l'organisation des services et un critère d'attribution des missions externalisées. ●

3. Source : étude Bipe sur les services publics d'eau et d'assainissement en France, 2015.

4. Actuellement, 0,6 % des réseaux d'eau potable sont renouvelés en moyenne chaque année. À ce rythme, il faudrait 160 ans pour les remplacer, alors que la durée de vie d'une canalisation est en principe de 30 à 80 ans.

Les **promesses** du **numérique** pour **gérer** les **services** de **l'eau**

Alain
Franchi

Directeur général de l'activité Eau de Veolia en France.



© Veolia / Christophe Majani

De multiples facteurs contribuent à une redéfinition des métiers et services liés à la distribution d'eau. Les progrès du numérique, et particulièrement de l'assemblage et de la transformation algorithmique des données, ouvrent la voie à de nouvelles stratégies, comme l'explique Alain Franchi.

Quels sont les grands défis de la gestion de l'eau à l'heure actuelle en France ?

Alain Franchi. Le « métier de l'eau » est, comme beaucoup d'activités, en mutation sous la pression :

- des normes environnementales, dont l'exigence croît avec les techniques d'analyse de la qualité des eaux et l'« usure » des territoires, tant en matière agricole qu'en matière industrielle ;
- des réformes administratives, dont la loi « Notre » sur la nouvelle organisation territoriale, qui pousse les collectivités locales à se regrouper pour en diminuer le nombre, est une illustration ;
- des attentes de la population au regard de la modification profonde de l'économie des territoires, qui renforce la concentration des valeurs ajoutées dans quelques métropoles ;
- de l'évolution de l'organisation de la « chaîne de production » des services de l'eau et de l'assainissement tendant à éclater l'entière prestation en isolant, par exemple, tout ou partie des « services clientèle ».

Compte tenu des « points de départ » très variés, en termes de taux de pollution, de qualité des infrastructures, des regroupements déjà opérés ou pas des services environnementaux et des histoires locales, les modalités d'exercice du métier de l'eau se démultiplient : régie, société dédiée, société d'économie mixte à opération unique (Semop), régie intéressée, délégation de service public, marché d'entreprise...

Veolia doit s'adapter pour répondre à chacun de ces besoins. Cela entraîne des modifications des organisations intégrées qui cherchaient à réaliser des économies d'échelle grâce à la mise en commun de services support, de services de mesure, de services de recherche et développement... Bien souvent, la fermeture des marchés délégués à tout flux financier et physique extérieur au territoire délimité empêche ces péréquations, que permettait la verticalisation de nombre de savoir-faire.

Nous devons donc inventer une nouvelle manière d'organiser les tâches de façon à conserver une capacité technologique de développement au service d'entités locales d'exercice.

Comment la transition numérique gagne-t-elle le secteur de l'eau ?

Le métier de l'eau est le fruit de chaînes de production complexes. Il est invisible pour le client final, puisque rémunéré le plus souvent lors de l'amenée d'eau au compteur.

La décomposition de la chaîne de production est facilitée par les technologies numériques, qui visent à séparer les opérations d'assemblage des tâches de leur réalisation effective, c'est-à-dire de leur réalisation physique sur le terrain.

Autrement dit, il nous faut adapter notre mode de production et de distribution en créant des « services de la donnée », tant en apportant notre savoir-faire pour en développer la multitude que pour en tirer un service rénové, plus efficace, plus proche des besoins de nos clients, ainsi que des offres nouvelles.

Il nous faut adapter notre mode de production et de distribution en créant des « services de la donnée », tant en apportant notre savoir-faire pour en développer la multitude que pour en tirer un service rénové, plus efficace, plus proche des besoins de nos clients, ainsi que des offres nouvelles.

Concrètement, qu'est-ce que cela apporte à la gestion des services ?

Cela impacte positivement la performance dans la gestion des services au quotidien. Les procédés de traitement sont maintenant assurés par des ensembles d'équipements sophistiqués, communiquant entre eux et régulés en temps réel. Le développement de ce que l'on appelle les « réseaux intelligents » – ou « lots Internet des objets » – répond à la fois aux enjeux de protection de la ressource, avec la prélocalisation au mètre près des fuites, grâce à des outils de collecte de données sur les tronçons du réseau, et d'optimisation de la qualité de l'eau, par le suivi de paramètres de qualité en temps réel. Par exemple, dans l'agglomération lyonnaise, depuis plusieurs mois, nos équipes déploient 6 000 capteurs sur 2 000 kilomètres du réseau d'eau potable et 290 000 compteurs d'eau télérelevés chez les abonnés. Nous allons économiser 33 000 m³ d'eau par jour mais aussi réduire notre consommation d'électricité, puisqu'il faudra moins d'énergie pour pomper l'eau dans les nappes. Les 290 000 clients concernés seront, quant à eux, informés par téléphone ou par mail des anomalies de consommation et des risques éventuels de coupures et auront des factures établies sur la base de ce qui a été réellement consommé. Ces nouvelles informations mises à la disposition des usagers ne seront pas sans conséquences sur leurs habitudes de consommation.

Quel rôle va jouer la gestion du « big data » dans votre métier ?

Nous avons de plus en plus de données disponibles grâce à ces capteurs – nous en gérons plus de 1,7 million – et les outils informatiques sont de plus en plus puissants pour les analyser, avec un coût de collecte de l'information qui a été divisé par dix en quelques années. Nous allons devenir spécialiste de l'assemblage et de la transformation algorithmique des données pour en faire un usage opérationnel, c'est-à-dire valoriser notre action en apportant de la valeur ajoutée à ces données. Nous avons désormais la capacité de collecter de la donnée en grande série, de l'intégrer et de l'analyser.

Notre maillage territorial est un atout déterminant. Nous allons donc axer notre stratégie vers des services et offres spécialisés et sur mesure, et plus seulement sur des contrats globaux de type concessif. Demain, en plus de notre métier historique, nous deviendrons aussi opérateur des territoires, expert sur des technologies dédiées et des savoir-faire à haute valeur ajoutée pour d'autres services publics, et pourrons même ouvrir nos expertises à d'autres opérateurs privés. ●

Demain, en plus de notre métier historique, nous deviendrons aussi opérateur des territoires, expert sur des technologies dédiées et des savoir-faire à haute valeur ajoutée pour d'autres services publics, et pourrons même ouvrir nos expertises à d'autres opérateurs privés.

Un **composé** **simple** devenu un **produit** de haute **technologie**

Denys
Neymon

Directeur général du métier Infrastructures de traitement et
directeur des ressources humaines du groupe Suez.



Les besoins en eau des villes et des industries vont continuer de croître de façon exponentielle. Ce développement et la raréfaction de la ressource en eau douce nous obligent à nous tourner vers de nouvelles solutions et à concevoir de nouvelles filières de traitement pour préserver les ressources naturelles et assurer un accès durable à l'eau partout dans le monde.

Il fut un temps où nous nous contentions de récupérer une eau claire au puits ou à la rivière pour nos besoins alimentaires et nos activités quotidiennes. Pendant longtemps nous avons consommé l'eau naturelle sans traitement, car exempt de composés susceptibles d'en détériorer la qualité sanitaire. Aujourd'hui, avec les développements économique et industriel, nous inventons continuellement de nouveaux composés pour des besoins sans cesse grandissants. L'évolution de nos modes de consommation engendre l'apparition de nouveaux produits dans nos eaux résiduaires et dans les eaux naturelles. Produits industriels, chimiques ou cosmétiques, médicaments, détergents, pesticides ou fongicides... Dans leur forme initiale ou en sous-produits, ces polluants émergents rendent les eaux de plus en plus complexes à analyser et à traiter. La nature et la variété de ces produits nécessitent des traitements encore plus poussés qui font appel à des technologies toujours plus pointues. Parallèlement, la société est davantage attentive à sa santé, à son environnement et aux impacts possibles sur le long terme : nous devons prévenir les risques. Les contraintes sanitaires et législatives, motivées par les progrès des études épidémiologiques et toxicologiques, et la nécessité de préserver la ressource conduisent aussi à une plus grande complexité de traitement pour assainir les eaux usées et garantir la qualité des eaux potables.

Les fabricants de ces produits ne savent pas toujours analyser les quantités infinitésimales mais néanmoins polluantes de leurs produits que l'on retrouve dans les eaux. Pour faire face à l'apparition de ces centaines de micropolluants susceptibles d'avoir des effets potentiels chroniques directs ou indirects sur les écosystèmes, il est indispensable de les détecter, de les identifier et de les quantifier. Grâce aux technologies, là aussi de pointe, que nous avons développées, nous sommes capables

aujourd'hui de déterminer très finement la composition des eaux les plus complexes.

Des usines-ressource économes et efficaces

Les moyens, tant humains que financiers, investis par Suez en recherche et développement pour proposer les avancées analytiques et des performances de traitement qui permettront une gestion sur le long terme des risques sanitaires et environnementaux liés à la complexité des eaux sont importants. Ces travaux sont réalisés pour partie avec des partenaires, nos fournisseurs de technologies (y compris les start-up), des universitaires... et nos clients, pour être au plus près des préoccupations de ces derniers et leur proposer des solutions innovantes qui répondent à leurs besoins.

Les progrès recherchés visent à augmenter la fiabilité du traitement et ses performances dans des domaines très variés comme :

- la mise au point de solutions de traitement sur mesure pour les composés complexes (les mécanismes d'élimination dépendent des caractéristiques physico-chimiques de chaque composé présent dans l'eau);
- la réutilisation des eaux usées traitées pour différents usages;
- l'amélioration du confort des consommateurs (décarbonatation, diminution des traitements au chlore);
- la diminution et la valorisation des sous-produits de traitement (exemple du biogaz issu de la digestion des boues d'épuration que l'on valorise en biocarburant ou en biométhane injecté dans les réseaux urbains);
- l'augmentation de l'efficacité énergétique (optimisation de l'ingénierie, de l'exploitation et de la maintenance, récupération d'énergie);

- la diminution de l'empreinte carbone (diminution de la consommation des énergies fossiles au profit des énergies renouvelables, diminution de la consommation des réactifs);
- la diminution des coûts de traitement (exemple du dessalement, pour lequel les coûts ont été divisés par deux en l'espace de dix ans);
- la diminution des pollutions odorantes ou du bruit;
- l'intégration environnementale (stations compactes et/ou complètement intégrées).

Suez porte également ses efforts sur le contrôle de la chaîne de traitement et de distribution par des systèmes d'information intégrés et « intelligents » (*smart*) qui optimisent la gestion de l'eau dans son ensemble. Il faut en effet créer et adapter intelligemment les technologies pour proposer les meilleures solutions techniques, commerciales, logistiques et financières qui répondent aux vrais enjeux locaux.

Des solutions spécifiques

Respectueuse de l'environnement et de la ressource en eau, la réutilisation des eaux usées (Reuse) s'impose de plus en plus comme une évidence dans les politiques de développement durable des pays souffrant de stress hydrique. Le recyclage des eaux usées permet d'atteindre un double objectif d'économie et de protection de la ressource en eau : en amont, c'est une ressource alternative, en aval, il diminue le volume des rejets d'eaux usées dans l'environnement.

Le Reuse nécessite un savoir-faire technologique spécifique, alliant des traitements classiques (décantation, boues activées...) à des traitements avancés, comme la combinaison oxydation-adsorption ou encore l'ultrafiltration ou l'osmose inverse, associés à des méthodes de désinfection poussée comme le traitement par ultraviolets. Le développement de ces procédés permet de mettre à disposition une eau traitée dont la qualité rend possible sa réutilisation à des fins agricoles (irrigation), industrielles (eau de process, nettoyage d'équipements...), urbaines (arrosage de parcs, nettoyage des rues, recharge des nappes...). Le Reuse réduit les prélèvements directs dans la ressource en réservant la production d'eau potable à la consommation humaine.

Dans ce domaine aussi, Suez accentue ses efforts de recherche et développement pour créer des filières adaptées à chaque utilisation finale de l'eau usée traitée. Le groupe travaille par exemple en France sur le concept d'un bâtiment autonome avec uniquement l'eau de pluie comme ressource extérieure pour répondre aux besoins en eau de ses habitants. L'eau de pluie sera potabilisée pour les usages de cuisine et de lavabo, puis recyclée plusieurs fois pour d'autres usages grâce à des technologies matures, comme l'ultrafiltration et le traitement par ultraviolets, qui seront adaptées à ce concept. Nous sommes convaincus qu'il est possible de créer des

solutions concrètes pour faire face aux évolutions sociétales et aux changements de nos modes de vie tout en respectant l'aspect sanitaire et les engagements environnementaux planétaires.

Nous sommes convaincus qu'il est possible de créer des solutions concrètes pour faire face aux évolutions sociétales et aux changements de nos modes de vie.

Des alternatives durables

Les eaux salées (eau de mer et eau saumâtre) représentent 97 % du volume total de l'eau présente sur notre planète. C'est un réservoir naturel gigantesque encore inexploité, comparé aux seulement 3 % d'eau douce traitée pour produire de l'eau potable. Aujourd'hui, 2,4 milliards d'habitants pourraient être approvisionnés en eau potable grâce à la technique du dessalement.

Le dessalement par osmose inverse est une technologie qui a connu de grandes avancées au cours des dernières décennies. C'est une application industrielle fiable qui apporte des réponses à grande échelle aux besoins en eau potable. Pour s'adapter aux besoins à venir et poursuivre l'optimisation des systèmes existants, Suez se concentre sur les technologies de demain : osmose directe, distillation membranaire, nouvelles membranes, nouvelle ingénierie des membranes, sans oublier les sources d'énergies alternatives.

Pour contribuer à la croissance durable des villes disposant d'une ressource d'eau salée, Suez a conçu et construit aux Émirats arabes unis un pilote de dessalement à la pointe de l'efficacité énergétique et offrant une meilleure productivité, dont il exploite et étudie les résultats. La mise en œuvre de nouvelles technologies pour traiter la saumure permettra de produire plus d'eau potable avec presque la même consommation d'énergie. Les économies d'énergie sont réalisées par le biais de l'utilisation de technologies et d'équipements plus performants et moins énergivores (prétraitement plus efficace et moins consommateur d'énergie, conception et membranes d'osmose inverse innovantes). L'objectif est de diminuer de 20 à 25 % la consommation d'énergie par rapport à une usine de dessalement classique. Ce pilote consomme aujourd'hui moins de 3,6 kWh/m³, contre 4 à 4,2 kWh/m³ pour une usine classique à salinité comparable. En parallèle, Suez, Engie, la ville de Masdar City et le *Masdar Institute of Science and Technology* ont monté en partenariat un programme qui étudie la viabilité économique d'une usine de dessalement alimentée jusqu'à 100 % par un apport direct en énergie solaire. ●

À la recherche de la ville perméable

Catherine
Carré

Géographe, enseignante à l'université Paris-I-Panthéon-Sorbonne, chercheuse au Laboratoire dynamiques sociales et recomposition des espaces (Ladyss) et au Laboratoire eau, environnement et systèmes urbains (Leesu).



Elle a publié récemment :

- *L'eau dans la ville. Une amie qui nous fait la guerre* (avec Jean-Claude Deutsch), Éditions de l'Aube, 2015.
- « Le retour d'expérience d'une gestion urbaine de temps de pluie : quelle prise en compte du ruissellement dans l'urbanisme ? », in Helga-Jane Scarwell, Guillaume Schmitt et Pierre-Gil Salvador (dir.), *Urbanisme et inondation. Outils de réconciliation et de valorisation*, Septentrion, 2014, p. 149-181.
- *Les petites rivières urbaines d'Île-de-France* (dir.), Agence de l'eau Seine-Normandie, 2010.
- « Quelle maîtrise publique des eaux pluviales urbaines en France ? » (avec Sylvie Barraud, Michel Desbordes, Jean-Claude Deutsch, Anne Guillon, Dominique Laplace, Christian Roux et Yves Kovacs), *Techniques Sciences Méthodes*, 2010 (6), p. 19-29.

Pour intégrer la gestion du temps de pluie dans la poursuite de l'urbanisation, un concept venu dans les années 1970 de l'hydrologie urbaine – la ville perméable – offre des pistes d'action. Des incitations techniques et réglementaires à rendre la ville perméable ont conduit à la réalisation de nombreux projets d'aménagement considérés comme exemplaires. Ces « bonnes pratiques » peinent toutefois à se généraliser...

Les solutions techniques d'assainissement issues de l'équipement des villes depuis la fin du XIX^e siècle ne fonctionnent plus. L'urbanisation a été effectuée en évacuant d'abord les eaux de pluie dans des canalisations allant directement à la rivière. Sur ces canalisations pluviales ont été progressivement raccordées les eaux-vannes des habitations, dans un réseau dit alors unitaire (comme à Paris avec la loi du 10 juillet 1894 sur le tout-à-l'égout). L'urbanisation de l'entre-deux-guerres s'est faite en complétant ce mode d'assainissement unitaire par un mode dit séparatif, les eaux-vannes étant transportées jusqu'au centre de traitement dans une canalisation distincte de celle de l'eau de pluie, récupérée et rejetée sans traitement au cours d'eau.

Un premier type de dysfonctionnement vient du débordement des réseaux unitaires par temps de pluie, car les réseaux ont été dimensionnés pour admettre un certain débit, correspondant généralement à un événement pluvieux d'une période de retour entre dix et cinquante ans. À ces risques de débordement s'ajoutent les pollutions et la dégradation de la qualité des cours d'eau. Par temps sec, on peut considérer que, de nos jours, les stations d'épuration (Step), présentes dans la quasi-totalité des villes françaises, traitent les eaux usées qui leur parviennent. En revanche, lorsqu'il pleut, les Step équipées de traitement biologique supportent mal les variations de volume et les exploitants ajustent les volumes en détournant le surplus directement vers la rivière, sans traitement. Ces volumes supplémentaires sont caractéristiques des réseaux unitaires, mélangeant l'eau de pluie et les eaux usées. Cependant, il faut avoir en tête que, dans les réseaux dits séparatifs, la séparation est très imparfaite : nombre de canalisations pluviales sont en fait raccordées sur des réseaux d'eaux usées, ce qui provoque leur débordement et le gonflement des volumes d'eau à traiter dans les stations d'épuration.

Or, les techniciens sont revenus de l'idée que l'eau de pluie n'avait pas besoin d'être traitée, car elle peut être contaminée par plusieurs sources : les pollutions atmosphériques, issues des rejets de toutes les combustions urbaines (chauffage, circulation), les pollutions sur les surfaces ruisselées (toitures, voiries), pour ne rien dire d'une contamination à l'intérieur même des canalisations.

Si l'on examine les différents types de réseau d'assainissement, on constate que par temps de pluie on a affaire, en ville, à trois catégories de flux de contamination possibles, issus des rejets de stations d'épuration fonctionnant alors en mode dégradé, des déversements des réseaux unitaires pour soulager les réseaux et aussi des réseaux séparatifs, l'eau pluviale étant d'autant plus contaminée qu'elle s'est chargée en circulant dans les canalisations.

Faire d'une contrainte une opportunité d'aménagement

Pour sortir du « tout tuyaux », les techniciens développent des techniques dites alternatives, recherchant le contrôle à la source de la quantité et de la qualité de l'eau de pluie. Leurs objectifs varient en fonction des événements pluvieux : réduire les apports de polluants avec les petites pluies et le risque d'inondation avec des pluies plus importantes.

Pour limiter le ruissellement, l'eau de pluie peut être stockée dans des bassins (ce qui n'est pas le cas des abats d'eau lors de crues éclair). Ces solutions s'avèrent efficaces pour gérer un certain volume, mais aussi coûteuses : à Bordeaux, la communauté urbaine a développé depuis 1982 des capacités de rétention de 2,5 millions de mètres cubes pour un investissement d'environ 850 millions d'euros. Quant à la pollution, les services techniques des villes traitent l'eau de pluie depuis une dizaine d'années par des dispositifs dédiés, comme les stations de dépollution des eaux pluviales, dispositifs

eux aussi coûteux. Pour soulager les réseaux, les techniciens se sont progressivement tournés vers des solutions complémentaires, solutions dites alors alternatives au réseau et plus largement à l'urbanisation. La ville de Bordeaux a complété ses bassins de retenue en incitant les particuliers et les communes à installer sur leurs terrains des dispositifs de stockage et d'infiltration (noues, parkings, chaussées et toitures réservoirs) : aujourd'hui, une dizaine de milliers de ces dispositifs permettent de retenir environ 1,5 million de mètres cubes.

Les eaux pluviales sont très peu polluées si on les récupère au plus près de l'endroit où elles touchent le sol, et plus faciles à stocker ou à infiltrer. En fonction des contaminations, les mesures proposées consistent, pour les surfaces faiblement contaminées, à encourager les surfaces perméables et végétalisées pour permettre l'infiltration dans le sol et l'évapotranspiration. Pour les surfaces plus fortement contaminées, il faut limiter l'entraînement des polluants, traiter l'eau de pluie là où elle tombe avec des matériaux filtrants, les pollutions particulières pouvant être stockées dans les sols. De délaissée, rejetée en rivière, souillée, contribuant à la contamination des cours d'eau, l'eau de pluie devient une ressource, d'autant que l'on aura limité les rejets polluants dans l'atmosphère et sur les surfaces des villes.

L'ambition est de redonner une place à l'eau à la surface des villes en désimperméabilisant les sols, voire les toitures, et en ne modifiant pas la part évapotranspirée par les végétaux.

Les projets d'aménagement visent à retrouver un chemin pédagogique de l'eau en ville, pour rappeler la présence de l'eau, mais aussi technique, en limitant la pente des voiries afin de ralentir l'écoulement de l'eau, en modifiant leur tracé légèrement en biais par rapport aux courbes de niveau pour évacuer l'eau vers des espaces de stockage végétalisés. Les aménagements sont souvent conçus pour être multifonctionnels afin de garantir leur acceptation par les habitants et leur financement, la fonction de stockage pouvant être payée par d'autres services que celui de l'assainissement. Cette présence de l'eau en surface, associée à la végétation cultivée ou non, participe de la qualité urbaine, depuis les différentes formes d'agriculture en ville, les qualités agronomiques de la pleine terre, une eau de pluie privilégiée pour l'arrosage des jardins individuels et collectifs, jusqu'aux fonctions de santé, de bien-être, étendues à l'adaptation au changement climatique (avec le rôle de rafraîchissement nocturne).

Un paradigme qui ne s'impose pas

La ville perméable est déclinée à travers un certain nombre d'opérations exemplaires : système Ramses de gestion en temps réel à Bordeaux, Porte des Alpes à Lyon, écoquartier du Raquet à Douai, aménagement des quais de la Loire à Nantes et de la Garonne à Bordeaux, jardin de pluie comme celui des Grands Moulins à Paris... Cependant, la désimperméabilisation de la ville va moins vite que la poursuite de son imperméabilisation. Les opérations exemplaires restent limitées, y compris dans leurs villes de réalisation.

Les explications renvoient à une variété de difficultés, les résistances touchant tous les acteurs de l'aménagement. Dans les nouvelles opérations d'aménagement, les réticences des aménageurs à intégrer le contrôle à la source tiennent aux difficultés de changer les façons de travailler, les bureaux d'études ayant déjà leur logiciel de dimensionnement des réseaux et l'évocation des techniques alternatives arrivant à la fin d'un projet déjà ficelé. La prise en compte du temps de pluie se réduit alors à un bassin enterré avec une pompe, ce qui pose la question de l'entretien de ces bassins, voire même de leur bilan carbone.

Rien ne peut se faire sans la volonté du maître de l'ouvrage d'imposer cette approche et la capacité de la maîtrise d'œuvre et des entreprises de répondre à cette demande.

Rien ne peut se faire sans la volonté du maître de l'ouvrage d'imposer cette approche et la capacité de la maîtrise d'œuvre et des entreprises de répondre à cette demande. Cependant, même si les techniques de stockage et d'infiltration sont préconisées dans les plans locaux d'urbanisme (PLU) et précisées dans les permis de construire, leur bon fonctionnement nécessite que les services techniques en accompagnent la réalisation et puissent en vérifier l'entretien.

Parfois, les services communaux sont les premiers responsables d'une absence d'ambition dans les projets, faute de transversalité entre les services (voirie, assainissement, espaces verts, urbanisme). Dans les opérations réalisées, la concurrence entre les aménagements peut provoquer la perte progressive des fonctions de stockage, d'infiltration des espaces – le terrain en herbe « grignoté » pour y installer un équipement sportif –, ainsi que la disparition de la plurifonctionnalité des aménagements, la noue et ses services environnementaux remplacée par

une piste cyclable. Les élus et les techniciens sont aussi confrontés au refus des habitants de perdre le confort d'un sol toujours sec, à une appréhension négative de la pousse erratique des plantes sur les trottoirs, qui renvoie à un manque d'entretien par les services techniques, aux incertitudes autour des effets des rétablissement des mares et de la restauration des cours d'eau, à la crainte des moustiques locaux et exotiques, des espèces invasives.

Derrière les difficultés organisationnelles, culturelles, pointent aussi les difficultés financières. Le financement de l'évacuation et du traitement de l'eau de pluie, le réseau séparatif et les techniques alternatives relèvent du budget général, et non d'un financement par la facture d'eau. Une tentative pour lever cette difficulté financière a été l'instauration, par le décret du 6 juillet 2011, d'une taxe pluviale perçue par les collectivités pour financer la création d'un service public « de gestion des eaux pluviales urbaines ». Toutefois, la loi de finances pour 2015 l'a supprimée au motif qu'elle ne rapportait pas assez d'argent, tout en maintenant un service public de gestion des eaux pluviales devant être financé par le budget général. Ce service a été rendu obligatoire pour toutes les intercommunalités à fiscalité propre par la loi portant sur la nouvelle organisation territoriale de la République (loi Notre). Sont aussi restés obligatoires les dispositifs de stockage-infiltration chez les particuliers pour limiter les déversements dans les réseaux et leur contrôle par les agents du service public (sans toutefois que la loi leur donne un droit d'accès).

Quels moyens ?

Un certain nombre de moyens existent pour permettre d'intégrer la gestion des eaux pluviales dans l'aménagement au service d'une ville perméable. La première disposition est celle du zonage pluvial, obligatoire pour les communes ou leur groupement et qui, pour être opposable au tiers, doit être annexé dans le PLU ou approuvé par arrêté municipal. Il permet de limiter l'imperméabilisation selon les règles d'occupation du sol proposées et, avec le règlement d'assainissement, d'imposer la déconnexion des eaux pluviales des réseaux et un débit, ou un volume, limité en sortie de parcelle. Ces documents peuvent recommander l'utilisation de dispositifs techniques de stockage-infiltration des eaux de pluie, dont un grand nombre existent et sont à la disposition des aménageurs¹, stabilisés quant à leur mise en œuvre et leurs effets.

Parmi ces techniques, la récupération-utilisation de l'eau de pluie par les particuliers ou les collectivités peut être une incitation au bon entretien des dispositifs de stockage. Une autre disposition est celle des trames vertes et bleues, qui donne la possibilité

d'utiliser le tracé des trames vertes pour gérer les eaux pluviales (articles L. 121 à L. 123 du code de l'urbanisme).

L'implantation des transports en commun ne nécessitant pas de permis de construire, il faut vérifier l'articulation des réglementations entre les PLU et les plans de déplacement urbain. Il faut aussi être clair dans la communication en distinguant les effets du ruissellement lié à l'imperméabilisation des sols – les débordements des réseaux d'assainissement et la pollution des cours d'eau – des effets des inondations provoquées par les débordements des cours d'eau et les crues éclair, pour lesquels les dispositifs de stockage-infiltration ne sont pas adaptés.

En ce qui concerne le coût d'utilisation de techniques alternatives dans les aménagements, on considère que le coût des systèmes d'infiltration est toujours inférieur à celui d'un réseau d'évacuation souterrain. Dans le projet de la Porte des Alpes, à Lyon, l'utilisation conjointe de bassins de rétention et de bassins d'infiltration est revenue trois fois moins cher qu'une solution « tout tuyaux », tout en répondant aux enjeux de limitation des débordements et de la pollution. Pour maximiser les possibilités de financement par des acteurs publics et privés, le projet doit intégrer tous les usages de l'eau et la contribution des espaces naturels à la plus-value urbaine, qu'il s'agisse des espaces verts, des mares ou des cours d'eau renaturés. Cela nécessite parfois d'élargir le périmètre prévu de l'opération pour intégrer davantage d'opportunités d'aménagement et éviter que la gestion des eaux pluviales mobilise des espaces fonciers propres. Dans le quartier de Vaise, à Lyon, une opération d'aménagement était prévue par le Grand Lyon sur l'îlot Maurin (2,5 hectares) ; une étude confiée à un atelier universitaire² a été menée sur l'ensemble du réaménagement du quartier (7,5 hectares) et a conduit à proposer de valoriser le foncier grâce aux aménités permises par la renaturation du ruisseau des Planches (loisir, santé, bien-être), de réduire la vulnérabilité aux inondations en reprofilant le quartier par paliers, ce qui permettait d'ouvrir des terrains à la construction. Les coûts de la renaturation cumulés ont été estimés à 5 % du montant des travaux. Il reste toutefois la question de l'entretien de ces espaces et de ces dispositifs à la charge des particuliers et des collectivités. Ces coûts d'entretien seront d'autant plus élevés que les installations feront appel à des techniques différentes ou à haut niveau de technicité³. À l'inverse, ils seront d'autant plus réduits que la mutualisation des usages permettra de répartir les coûts entre plusieurs utilisateurs.

La ville perméable s'avère ainsi une étape nécessaire des transformations des villes pour leur permettre d'évoluer dans la transition écologique et énergétique comme dans la résilience à l'inondation. ●

1. Se référer aux notes téléchargeables Méli Mélo, particulièrement « Faut-il infiltrer les eaux pluviales en ville ? », et à la websérie sur YouTube Eaumelimelo.

2. Alexandre Brun et Évariste Casetou, « Renaturer les rivières urbaines. Le projet du ruisseau des Planches à Lyon », *Métropolitiques*, 8 janvier 2014. URL : <http://www.metro-politiques.eu/Renaturer-les-rivieres-urbaines.html>.

3. Voir les études de l'association Arceau-IDF avec Sepia Conseils.

Le bâtiment, coproducteur de la gestion durable de l'eau en ville

Bernard
de Gouvello

Chercheur au Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) et au Leesu (Laboratoire eau environnement et systèmes urbains), École des Ponts ParisTech.



Il a publié notamment :

- « Rainwater harvesting in urban areas : how can foreign experiences enhance the French approach? » (avec Aurélie Gerolin et Nathalie Le Nouveau), *Water Science and Technology. Water Supply*, 2014, 14 (4), p. 569-576.
- « Ressources alternatives », in Agathe Eugen et Yves Levi (dir.), *Tout savoir sur l'eau du robinet*, CNRS Éditions, 2013, p. 211-215.
- « L'utilisation de l'eau de pluie à l'intérieur des bâtiments. Les enjeux d'une pratique appelée à se développer », *Les annales des Mines*, série « Responsabilité & environnement », n° 63, juillet 2011, p. 96-101.
- *La gestion durable de l'eau. Gérer durablement l'eau dans le bâtiment et sa parcelle*, CSTB Éditions, coll. « Bâtir le développement durable », 2010.

Le développement de la recherche d'économies d'eau et de l'utilisation des eaux de pluie à l'échelle du bâtiment contribue à l'émergence d'une offre de services en cours de structuration afin de mieux tenir compte des impératifs environnementaux des villes.

La gestion de l'eau au sein du bâtiment a entamé une mutation profonde depuis une quinzaine d'années. À la fin du siècle dernier, un bâtiment urbain ne constituait qu'un élément passif d'un ensemble de réseaux techniques structurés à l'échelle de la ville : point d'usage du réseau d'adduction d'eau, entrée du réseau d'évacuation des eaux usées et contributeur au réseau de drainage des eaux pluviales. Au sein du bâtiment, les trois flux (eau potable, eaux usées, eaux pluviales) étaient totalement séparés et leur gestion centralisée par les réseaux urbains correspondants.

Cette logique est remise en question sous l'impulsion des approches liées au développement durable et à l'adaptation au changement climatique : l'impératif environnemental de traiter les eaux usées dans les espaces urbains non denses, la nécessité de compenser les effets de l'imperméabilisation des sols urbains et la maîtrise des consommations d'eau potable. Les lois sur l'eau de 1992 et 2006 ont conduit les collectivités locales à adopter des plans d'assainissement définissant les zones de leur territoire sur lesquelles des dispositifs d'assainissement autonome doivent être mis en place par les particuliers et contrôlés par la collectivité. Les plans locaux d'urbanisme intègrent des obligations limitant les rejets d'eaux pluviales en sortie de parcelle. Enfin, nombre de collectivités ont également promu des démarches de maîtrise de la consommation. Ainsi, progressivement, le bâtiment est sorti de son rôle passif pour devenir un acteur coproducteur de la gestion de l'eau en ville. Cette tendance s'est confirmée avec des initiatives menées par les acteurs de l'architecture promouvant la qualité environnementale au travers de démarches, de labels ou de certifications (« habitat et environnement », « haute qualité environnementale »...).

INTERVENTIONS SUR LES TROIS FLUX D'EAU AU NIVEAU DU BÂTIMENT

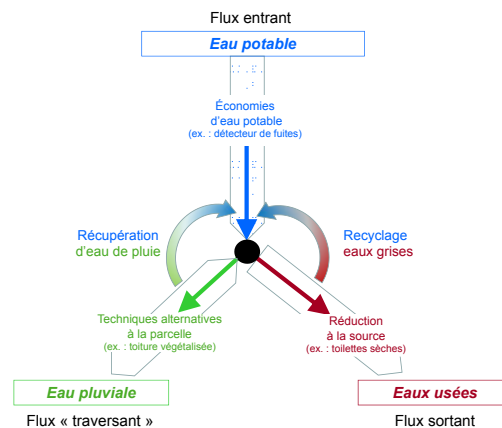


Schéma de l'auteur.

Au regard de l'organisation en trois flux, la coproduction par et dans le bâtiment de la gestion de l'eau se décline selon deux logiques. La première consiste à opérer une réduction quantitative directe pour chacun des trois flux : mesures d'économie d'eau potable, réduction des rejets d'eaux usées, techniques alternatives à la parcelle de gestion des eaux pluviales. La seconde logique remet en question le principe même de séparation de ces flux en introduisant des bouclages, à l'instar du recyclage des eaux grises (qui consiste à dériver une partie des eaux usées pour, après traitement local, les utiliser dans les toilettes ou à l'extérieur du bâtiment). Parmi les différentes pratiques recensées (voir schéma ci-dessus), deux connaissent d'ores et déjà un développement conséquent : les économies d'eau et l'utilisation de l'eau de pluie.

Les économies d'eau

Que faut-il entendre par « économies d'eau » ? L'expression recouvre en effet un sens qui peut différer selon le point de vue adopté. Vise-t-on une maîtrise de la consommation ou une économie en termes de facture d'eau ? Si le premier objectif conduira à réduire la consommation, l'utilisation pour certains usages (arrosage notamment) d'une ressource alternative disponible localement peut suffire pour atteindre le second. Si l'on se place dans une optique d'économie financière, le poste d'eau chaude sanitaire constituera une cible particulièrement sensible en raison du coût plus élevé de cette ressource grevé par le coût énergétique additionnel associé. Il est également utile de distinguer les économies dites « actives » des économies « passives », l'épithète se référant à l'impact du comportement de l'utilisateur. Les économies actives recouvrent les mesures requérant de l'utilisateur sa collaboration ; les économies passives désignent les dispositions générant une économie « à l'insu de l'utilisateur » (comme le remplacement de toilettes anciennes par des toilettes « économes »).

La préservation du confort constitue une condition nécessaire pour l'acceptation par les usagers de la solution mise en œuvre.

Mener une opération d'économies d'eau sur un patrimoine donné exige le respect de deux conditions préalables et de quatre principes d'action.

Il convient tout d'abord de préserver la sécurité et le confort de l'utilisateur. Toute action envisagée devra être passée par le filtre de cette double exigence. Les principaux risques potentiels concernent : les brûlures occasionnées par la remontée d'eau chaude dans le circuit d'eau froide (due, par exemple, à la mise en place d'un stop-douche sur un robinet mélangeur) ; la contamination bactérienne par inhalation (exemple des légionnelles) ou par ingestion accidentelle (par exemple en cas de présence d'un second réseau délivrant une eau de qualité non potable au sein du bâtiment). La préservation du confort constitue une condition nécessaire pour l'acceptation par les utilisateurs de la solution mise en œuvre, ceux-ci étant généralement d'autant moins disposés à modifier leurs habitudes que ce changement entraîne des contraintes nouvelles. Le second préalable renvoie à la nécessité de connaître ou d'évaluer le plus précisément possible les consommations en fonction des différents postes et usages, et ce sur l'ensemble du patrimoine considéré. Cette vision est indispensable pour effectuer un diagnostic initial de la situation du patrimoine et pouvoir

en conséquence définir, hiérarchiser et localiser les actions à entreprendre. En outre, cette connaissance des différentes consommations initiales constitue un élément clé de référence pour la mise en place d'un suivi des actions programmées.

Le premier principe d'action est de commencer par rechercher les fuites, tant sur les canalisations que sur les appareils sanitaires. Les réparations de fuites représentent en effet la principale source d'économie d'eau (en moyenne 20 % de la consommation totale pour un bâtiment existant ne faisant pas l'objet d'une gestion des flux). Deux cibles doivent faire l'objet d'une vigilance particulière, car elles sont sources de fuites pouvant perdurer sur de longues périodes : les dispositifs de chasses d'eau qui, lorsqu'ils se dérèglent, conduisent à un déversement faible mais permanent par le trop-plein à l'intérieur de la cuvette. En outre, les canalisations non apparentes – en particulier celles qui sont enterrées – sont susceptibles de générer des fuites « invisibles » : elles peuvent néanmoins être révélées par l'observation de la progression de l'index du compteur d'eau en absence de tout usage (par exemple pendant la nuit).

Le second principe consiste à remplacer le matériel trop vétuste et fortement consommateur par des dispositifs dits « hydro-économes ». Ces dispositifs opèrent une réduction de l'un des paramètres conditionnant la consommation : volume délivré (chasse d'eau à double débit, lave-linge à cycles courts), temps d'utilisation ou de réglage (robinet temporisé, mitigeur thermostatique), débit (réducteur de débit, ajouté ou intégré d'origine à la robinetterie) et pression (réducteur de pression sur tout ou partie du réseau intérieur lorsque la pression délivrée par le réseau public excède 3 bars). Ces dispositifs garantissent des économies passives. La décision de les installer et leur choix doit toujours s'accompagner d'une réflexion en termes de pertinence et de fiabilité. La pertinence d'un dispositif se juge à l'aune de la fréquentation différentielle des points d'usage visés, mais également de la nature des utilisateurs. Ainsi, la mise en place de chasses à double commande, adaptées pour l'habitat, apparaît comme une solution inadéquate dans un bâtiment accueillant un public changeant. La question de la fiabilité renvoie principalement à la mise en place de dispositifs adaptables sur les appareils existants : dans certaines configurations, ces dispositifs peuvent obérer le bon fonctionnement hydraulique (comme la réduction du volume de chasses d'eau en amont de cuvettes).

Le troisième principe réside dans l'organisation de procédures de suivi sur la durée. Cela passe par la formalisation du suivi des consommations (réalisation d'un tableau de suivi, mise en place éventuelle de compteurs « divisionnaires » permettant de discrétiser les usages, fréquence de relève...) et la réalisation régulière du bilan critique des différentes actions menées permettant de déclencher d'éventuelles actions correctives ou complémentaires.

Enfin, le dernier principe renvoie à la communication auprès des occupants des bâtiments concernés (usagers, agents...). Cette communication doit poursuivre plusieurs objectifs complémentaires : informer, « conscientiser », proposer des actions, voire conduire les personnes ciblées à réfléchir à leurs pratiques et éventuellement à les revoir.

La maîtrise dans le temps de ces principes implique le développement d'un champ de compétences spécifiques. Celles-ci ont contribué à faire émerger un nouveau métier, formalisé par l'Office national d'information sur les enseignements et les professions (Onisep) sous la dénomination d'« économie de flux », dont la mission consiste, pour le compte d'un gestionnaire de patrimoine, à mettre en œuvre des actions de maîtrise des consommations d'eau et d'énergie et de bonne gestion des déchets.

L'utilisation de l'eau de pluie

L'utilisation de l'eau de pluie n'est pas une pratique nouvelle : elle préexistait à la genèse des grands réseaux d'adduction d'eau potable urbains et, après l'avènement de ceux-ci, a continué à perdurer dans certaines zones ne disposant pas d'autres ressources locales (gîtes isolés, îles). Depuis une quinzaine d'années, cette pratique réapparaît et se développe dans des zones urbaines déjà desservies par des réseaux. L'utilisation de l'eau de pluie se présente comme une « rétro-innovation », complémentaire du réseau collectif et vertueuse du point de vue environnemental. Les nouvelles approches architecturales ont constitué un premier levier dans sa diffusion, notamment la démarche de haute qualité environnementale, avec la formalisation de référentiels intégrant cette pratique comme objectif explicite. L'avènement d'une réglementation spécifiquement consacrée à ce thème (arrêté du 21 août 2008) a constitué un second levier. Cet arrêté autorise, sous certaines conditions et pour la plupart des bâtiments, le recours à l'eau de pluie pour l'arrosage, l'alimentation des chasses d'eau des toilettes, le lavage des sols et, à titre expérimental, le lavage du linge. Le domaine d'application de ce texte reste toutefois limité aux eaux collectées en aval des toitures non accessibles. Les solutions mises en œuvre sont plus ou moins sophistiquées en fonction des usages visés. L'installation sommaire consiste en une dérivation de l'eau d'une gouttière vers un stockage extérieur. L'eau est alors utilisée comme ressource d'appoint pour un usage saisonnier, généralement d'arrosage. En hiver, la cuve doit être vidée afin d'éviter les dégâts dus au gel. L'installation complète, destinée à assurer également les usages à l'intérieur, comprend une cuve enterrée ou située à l'intérieur d'un local technique ; un appoint en eau potable (pour permettre la continuité du service) nécessairement accompagné d'un dispositif de disconnexion totale (pour garantir la protection du réseau public d'eau

potable contre la pollution) ; des dispositifs de filtration complémentaires (plus ou moins poussée selon l'usage intérieur visé). Ce type d'installation nécessite un investissement conséquent, et la décision de réaliser le projet repose généralement sur une motivation de nature extra-économique (image environnementale, protection de la ressource, gain d'autonomie par rapport aux éventuelles restrictions saisonnières...).

Une enquête du Centre d'information sur l'eau menée en 2009 évalue à 15 % la part des foyers utilisant cette ressource (ce taux s'élevant à 25 % en maison individuelle), mais ce chiffre ne permet pas de différencier installations sommaires et installations complètes. Ces dernières se retrouvent plus particulièrement sur certains types de bâtiments en raison de leurs caractéristiques : établissements scolaires, bâtiments administratifs (notamment dans des collectivités locales engagées dans des Agendas 21), et certains bâtiments industriels pour lesquels le retour sur investissement peut se révéler intéressant.

Le développement de projets a conduit à l'émergence d'une offre de services et d'un secteur spécifique d'activité en progressive structuration. Il s'accompagne également de la production de documents de référence destinés aux professionnels et aux décideurs.

Au cours de ces dernières années, le bâtiment s'est progressivement affirmé comme acteur à part entière de la gestion de l'eau. Si cette affirmation est aujourd'hui bien visible en ce qui concerne les économies d'eau et la récupération d'eau de pluie, d'autres tendances commencent à apparaître en s'inscrivant dans les deux logiques évoquées. On peut ainsi citer, pour la première, la diffusion croissante des toitures végétalisées, qui contribuent à retenir une fraction de l'eau pluviale, et, pour la seconde, le recyclage de des fins non potables des eaux « grises » issues des salles d'eau. Néanmoins, l'absence d'un dispositif réglementaire comparable à celui qui encadre l'utilisation de l'eau de pluie constitue encore un verrou au déploiement de cette pratique.

Au-delà, une nouvelle logique émerge, qui se manifeste par un découplage sectoriel de l'eau pour s'inscrire dans l'approche « nexus eau-alimentation-énergie ». Cette approche repose sur le constat de l'interdépendance entre ces trois secteurs, interdépendance qu'il est nécessaire de prendre en compte pour garantir un développement durable.

Au niveau du bâtiment, cela se traduit d'ores et déjà par la récupération de chaleur des eaux grises, qui permet de générer des économies d'énergie, ou, de manière plus prospective, par la séparation à la source des urines et des fèces grâce à des toilettes adaptées permettant de récupérer carbone, azote et phosphore et de modifier ainsi la gestion des flux de matières organiques et des nutriments agricoles. Une évolution beaucoup plus fondamentale pour l'avenir qu'il ne semble de prime abord. ●



Les auteurs de *Constructif*



Plus de 800 auteurs ont contribué à la revue depuis sa création, en janvier 2002.

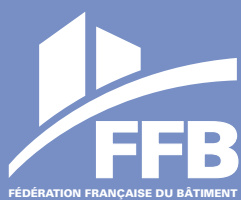
Marc Abélès - Gérard Adam - Michel Aglietta - Christophe Aguiton - Hippolyte d'Albis - Alain Albizati - Jean-Louis Albizati - Howard Aldrich - Laurent Alexandre - Carol Allain - Guillaume Allègre - Luc Alloin - Jean-François Amadieu - Frédérique Amaoua - Christophe André - Benoist Apparu - Jacques Arnould - Jean-Pierre Arrignon - Luc Arrondel - Jean Arthuis - François Ascher - Gérard Aschieri - Philippe Askenazy - François Asselin - Henri Atlan - Jacques Attali - Antoine d'Autume - Jean-Marc Ayrault - Georges Azouze - André Babeau - Christophe Babinet - Christian Babusiaux - Franck Badaire - Dominique Baert - Christian Baffy - Georges Balandier - Bob Baldwin - Aydemir Balkan - Jean-Pierre Balligand - Francesco Bandarin - Ludivine Bantigny - Pascal Barbier - Dominique Barella - Jacques Barraux - Isabelle Barth - Jacques Barthélémy - Charles de Batz - Thomas Bauer - Philippe Baumard - Patrick Bayle - Alain Bazot - Claire Bazy-Malaurie - Jean-Claude Beacco - Jean-Pierre Beaudoin - Alain Beaujard - Jean-Léon Beauvois - Alain Béchade - Ulrich Beck - Catherine Becquelin - Valérie Becquet - Charles Beigbeder - Christian Béligon - Edwige Belliard - Sandrine Benaïm - Francine Benguigui - Taoufik Ben Mabrouk - Jean-Louis Benoît - Fouad Benseddik - Alain Bentolila - Pervenche Beres - Karine Berger - Jean Bergougnoux - Vincent Berjot - Guy Bernfeld - Jean-Michel Bessier - Bernard Besson - Jean-Claude Besson-Girard - Jean-Paul Betbèze - Jacques Bethemont - Alain Bethfort - Xavier Beulin - Didier Bezace - Pierre Bezbakh - Jean-Luc Biacabe - Dominique Bidou - Bernard Bigot - Régis Bigot - Harrie Bijen - Philippe Bilger - Jean-Yves Bion - Frédéric Bizard - Alain Blanc - Christian Blanc - Éric Blanc - Didier Blanchet - David Blanchon - Frédéric de Blay - Jean-Paul Bled - Alain Bloch - Philippe Bloch - Christophe Blot - Dominique Bockelée-Morvan - Trevor Boddy - Lennart Bodén - Sophie Body-Gendrot - Thierry Bogaert - Jean-Joseph Boillot - Gérard de Boisboissel - Jean-Pierre Boisivon - Christian de Boissieu - Laure Bonneval - Catherine Bonvalet - Jean-Louis Borloo - Serge Bosc - Franck Bouaziz - Patrick Boucheron - Charles-Édouard Bouée - Daniel Bougnoux - Nicolas Bourcier - Dominique Bourg - Isabelle Bourgeois - Nicolas Bourriaud - Yamini Bourriaud-Kumar - Jean-Michel Boussemart - Sophie Boutillier - Christine Boutin - Laurent-Olivier Bouttier - Gilles Bouvelot - Nicolas Bouzou - Louafi Bouzouina - Antoine Bozio - Éric Brangier - Philippe Braud - Alice de Brauer - Raphaël Brault - Jacques Brégeon - Hubert Bresson - Vincent de Briant - Sophie Brindel-Beth - Nathalie Brion - Christian Brodhag - Gabriel de Broglie - Jean Brousse - Jacques-Philippe Broux - Pascal Bruckner - Jean-René Brunetière - Nicolas Buchoud - François Buelens - Dinu Bumbaru - André Burguière - Dominique de Calan - Monique Canto-Sperber - Frédéric Caramello - Bernard Carayon - Xavier Carcelle - Catherine Carely - Catherine Carré - Nathalie Carré - Olivier Carré - Fred Cartmel - Pierre Caspar - Jean-Charles Castel - Jean-Paul Caudal - Claude Cazalot - Korsak Chairasmisak - Thierry Chambolle - Florent Champy - Lucas Chancel - Jacques Chanot - Francis Charhon - Yves Charpenel - François Charpentier - Jean-Michel Charpin - Christian Charpy - Philippe Chartier - Richard B. Chase - Frédéric Chassagne - Bertrand Château - Alain Chatriot - Aymeric Chauprade - Jean Chaussade - Pierre Chemillier - Régis Chemouny - Florence Chérel - Jean-Claude Chesnais - Jean-Marie Chevalier - Anne Cheyvialle - Vincenzo Cicchelli - Éric Clairefond - Bernard Claverie - Philippe Clerc - Christian Cléret - Jean-Arnold de Clermont - Christian Cochet - Mariella Colin - Gérard Collomb - Bernard Coloos - Jean-François Colosimo - Emmanuel Combe - André Comte-Sponville - Serge Contat - Jean-François Copé - Christine Corbille - Gérard Cornilleau - Didier Cossin - Jean-Marie Cotteret - Étienne Crepon - Jacques Creyssel - Yves Crozet - Serge Cunin - Olivier Dabène - Anna Cristina D'Addio - Éric Dadian - Xavier Dalloz - Jean-Jacques Damlamian - Julien Damon - Didier Danet - Jean-Pierre

Daniel - Philippe Danjou - Maurice G. Dantec - Philippe Dard - Yves Dauge - Nicolas Daumont -
 Pierre Davezac - Laurent Davezies - Valérie David - Étienne Davignon - Didier Davydoff -
 Michèle Debonneuil - Olivier Debouzy - Catherine Delacour - Éric Delbecq - Bertrand
 Delcambre - Jean-Paul Delevoye - Élisabeth Delorme - Claire Delpech - Jacques Delpla - Claude
 Delpoux - Jean Delsey - Pierre Delval - François Demarcq - Geert Demuijnck - Éric Denécé -
 Suzanne Déoux - Dominique Deprins - Richard Descoings - Christine Desmoulin - Vincent
 Desportes - Jean-François Despoux - Benjamin Dessus - Denis Dessus - Pascal Dibie - Michel
 Didier - Jochen Diekmann - Jean-Louis Di Giovanni - Marie-Laure Dimon - Jean-Luc Domenach
 - Henri Dou - Yann Doublier - Hubert Doubre - Sean Dougherty - Patrick Doutreligne - Michel
 Drancourt - Jean-Claude Driant - Michel Droin - Georges Drouin - Albert Dubler - Pierre Dubois
 - Sophie Dubuisson-Quellier - Patrick Duchâteau - Cécile Duflot - Christian Dufour - Marc
 Dufumier - Alain Duhamel - Gérard-François Dumont - Élisabeth Dupoirier - Alain Dupont -
 Veronika Duprat-Kushtanina - Guilhem Dupuy - Vincent Dusseaux - Renaud Dutreil - Christian
 Eckert - Frédéric Edelman - Emmanuel Edou - Steven Ekovich - Hakim El Karoui - Michel
 Eltchaninoff - Xavier Emmanuelli - Sandra Enlart - Dominik H. Enste - Christophe Eschlimann
 - Emile Esposito - Philippe Estingoy - Alain Etchegoyen - François Euve - François Ewald -
 Theresa Eyerund - Kamil Fadel - Isabelle Falque-Pierrotin - Patrick Fauconnier - Benoît Faure-
 Jarrosson - Pierre Fayard - Denis Ferrand - Javier Ferrer Dufo - Patrick Ferrère - Luc Ferry -
 Patrick Festy - Maxime Filandrov - Alain Finkielkraut - Jean-Paul Fitoussi - Jean-Louis
 Fonvillars - Christian Forestier - Bruno Fortier - Robert Fouchet - André Fourcans - Éliane
 Fourgeau - Stefan Fraenkel - Alain Franchi - Ludovic François - Patrick de Fréminet - Lawrence
 M. Friedman - Jean-Louis Frot - Andy Furlong - Charles Gadea - Jean Gadrey - Serge Galam -
 Franck Galland - Camal Gallouj - Jacques-Henri Garban - Chiara Gariazzo - Jean Garrigues - José
 Gascon - Marcel Gauchet - Denis Gautier-Sauvagnac - Romain Geiss - François Gemenne -
 Jacques Généreux - Patrice Geoffron - Susan George - Maryvonne Gérin - Olaf Gersemann -
 Alain Gest - Laurent Ghekière - Guy Gilbert - Pauline Girardot-Buffard - Christophe Giraud -
 Jean-Marie Giret - Jean-Dominique Giuliani - Jean de Glinasty - André Glucksmann - Olivier
 Godard - Michel Godet - Olivier Godet - Michel Gostoli - Bernard de Gouvello - François Goven
 - Sylvie Grando - Jean-Jacques Granelle - Claude Greff - Alfred Grosser - Emiliano Grossman -
 Guillaume Gruère - Michel Guénaire - Xavier Guilha - Michel de Guillenchmidt - Jean-François
 Guillot - Christophe Guilluy - Michel Guisembert - Raphaël Hadas-Label - Michael Haddock -
 Claude Hagège - Cliff Hague - Gérard Hamel - Leslie Hannah - Christian Harbulot - Laurence
 Hartmann - Jürgen Hartwig - Guy Hascoët - Pierre Hassner - Rainier d'Haussonville - Paul-
 Christian Hautecler - Serge Hefez - Nathalie Heinich - Laurence Herbeaux - Régis Herbin -
 Véronique Hertrich - Michel Hervé - Philippe Herzog - Jean-Yves Hocquet - Jacques Hogard -
 Dominique Hoorens - Renate Hornung-Draus - Jean-Charles Hourcade - Danuta Hubner - Patrice
 Huerre - Jean-Paul Hugot - Jean-Marc Huissoud - Theodor Ickler - Didier Intes - Alain d'Iribarne
 - Olivier Itéanu - Tim Jackson - Denis Jacquat - Nicolas Jacquet - Alain Jacquot - Yannick Jadot
 - Christophe Jaffrelot - François Jakobiak - Jacques Jeanteur - François Jeger - Claude Jolly
 - Hubert Joly - Évelyne Joslain - Gaston Jouffroy - Thierry Jousse - Hugues de Jouvenel - Jean
 Jouzel - Alain Juillet - François Jullien - Philippe Jung - Alain Juppé - Philippe Jurgensen -
 Hervé Juvin - Sylvain Kahn - Arnaud Kalika - André Kaspi - Gildas de Kerhalic - Jean de
 Kervasdoué - Théo Klein - Djamel Klouche - Annie Krieger-Krynicky - Christophe Kullman -
 Daniel Labetoulle - Anne Lacaton - Frédéric Lacave - Sylvain Laclias - Fabrice Lacombe - Gérard
 Lacoste - Yves Lacoste - Alexandre Lacroix - Cécile Ladjali - Yves Laffoucrière - Sylvain Lafrance
 - Éric Lagandré - Ali Laïdi - Zaki Laïdi - Jacques Lair - Gérard Laizé - Alain Lamassoure - Alain
 Lambert - Jean-Clarence Lambert - Élisabeth Lambert-Abdelgawad - Patrick de La Morvonnais
 - Eneko Landaburu - Olivier Landel - Frédéric Landy - Jack Lang - Simon Langlois - Éric Lapière
 - Bernard Laponche - Fabrice Larceneux - René Lasserre - Serge Latouche - Martin Lauquin -
 Richard Lavergne - Élisabeth Laville - Gilles Le Blanc - Hervé Le Bras - Armel Le Compagnon -
 Yann LeCun - Thomas Le Gac - Jean-Yves Le Gall - Alain Le Gentil - Jean-François Le Grand -
 Edwin LeHéron - Jean-Michel LeMasson - Georges LeNoane - Emmanuel LeRoy Ladurie - Véronique
 Le Ru - Hervé Le Treut - Daniel Lebègue - Bernard Leblanc-Halmos - Séverine Lèbre-Badré -
 Arnaud Lechevalier - Gilles Lecointre - Dominique Lecourt - Alain Lefebvre - Benoît Lefèvre -
 Christian Lefèvre - Jean-Michel Lefèvre - Florence Legros - Daniel Lehmann - Jean-Michel Le
 Masson - Claire Lemercier - Emmanuel Lemieux - Bertrand Lemoine - Françoise Lemoine -
 Philippe Lemoine - Noëlle Lenoir - Corinne Lepage - Christian Lequesne - Michel Lesage - Jean-
 Noël Lesellier - Thérèse de Liedekerke - Marie-Noëlle Lienemann - Alain Lipietz - Didier Livio
 - Hans-Hartwig Loewenstein - Albert Longchamp - Marie-Caroline Lopez - Eduardo Lopez
 Moreno - Solveg Loretz - Pascal Lorot - Jacques Lorthioir - Jacques Lucan - Bruno Lucas - Egidio
 Luis Miotti - Michel Lussault - Adrian Macey - Myriam Maestroni - Michel Maffesoli - Selma
 Mahfouz - Joseph Maïla - Jean de Maillard - Hervé de Maistre - André Malicot - Alexandre
 Mallard - Jacques Manardo - Maurice Manceau - Denis Mancosu - Claude Mandil - Thierry
 Mandon - David Mangin - Alberto Manguel - Roger Maquaire - Christian Marbach - Richard
 Marceau - Philippe Marcel - Julien Marchal - Pascal Marchand - Michel Marchesnay - André
 Marcon - Jean-Paul Maréchal - Françoise Marion - Jacques Marseille - Yves-Michel Marti -
 Jean-Louis Martin - Manuela Martini - Guy Marty - Bernard Masingue - André Masson - Hervé

Mathe - Thierry Mathé - Catherine Mathieu - Tristan Mathieu - Alain Maugard - Fabrice Mazerolle - François de Mazières - Neil McCarvey - Philippe Méhaut - Anne-Claire Méjean-Vaucher - Alexandre Melnik - Yves Mény - Georges Mercadal - Gérard Mermet - Norbert Métairie - Laurent Meunier - Michel Micheau - Nicolas Michelin - Jérôme Michon - Didier Migaud - Dominique Mignot - Marc Milet - Philippe Minard - Dom Hugues Minguet - Nicolas Minvielle - François Miquet-Marty - Jacques Mistral - Philippe Moati - François Moisan - Dominique Moïsi - Christophe Montcerisier - Gérard Moreau - Yannick Moreau - Florence Morgiensztern - Edgar Morin - Yannick Morin - Michel Mouillart - François Moutot - Gérard Moyse - Denis Muzet - Muriel Nahmias - Natalia Narotchnitskaïa - Jean-Yves Naudet - Emmanuelle Nauze-Fichet - Charlotte Nessi - Colette Neuville - Flavien Neuvy - Denys Neymon - Jacques Nikonoff - Vincent Noce - Christine Noiville - Dominique Nora - Pierre Nora - Lars Nordgren - Peggy Nordmann - Xavier North - Nicole Notat - Gilles Nourissier - Jean-Paul Noury - Tom O'Dell - Christian Odendahl - Lucie Odent - Michel Offerlé - Ruwen Ogien - Jean-Pierre Orfeuill - Carlo Ossola - Jacques Oudin - Robert Oulds - Ulrich Paetzold - Jean Paillex - René Pallincourt - Alain Papaux - Thierry Paquot - Laurence Parisot - Laetitia Passot - Olivier Pastré - Rémy Pautrat - Xavier Pavie - Nicolai Pavlovitch Kochman - Gérard Payen - Josep Maria Pelegrí - Philippe Pelletier - Muriel Pénicaud - Fabienne Péraldi-Leneuf - Jacques Percebois - Patrick Peretti-Watel - Pierre-André Périssol - François Perrault - Jean-Claude Perreau - Bernard Perret - Constance Perrin-Joly - Jean-Pierre Petit - Jean-Marie Petitclerc - Bernard Petitjean - Camille Peugny - Jacques Pfister - Évelyne Pichenot - Pascal Picq - Marc Pigeon - Dominique Piotet - Michel Piron - Olivier Piron - Olivier Pironet - Francis Pisani - Jean Pisani-Ferry - Jean-Robert Pitte - Jean-Pierre Plancade - Sophie Pochic - Guillaume Poittrinal - Henri Poncet - Noël Pons - Guy Poquet - Hugues Portelli - Pascal Portier - Brigitte Pousseur - Aurélien Preud'homme - Thierry Priestley - France Prioux - Denise Pumain - Iryna Pylypchuk - Jean-Claude Quentin - Bernard Quintreau - Christophe Radé - Jack Ralite - Éric Rambaud - André Ramos - Paul Ramos - Philippe Raynaud - Olivier Razemon - Jean-Jacques Rechenmann - Roland Recht - Dominique Redor - Barbara Reduch-Widelska - Olli Rehn - Bernard Reichen - Romain Remaud - Philippe Remy - Mary-Françoise Renard - Vincent Renard - Thierry Repentin - Raphaëlle Rérolle - Claude Revel - Joël Rey - Aymon de Reydellet - Rudy Ricciotti - Jacques Richard - Didier Ridoret - Georges Rigaud - Jacques Rigaud - Stéphanie Riou - Pierre Rivard - Michèle Rivasi - Robin Rivaton - Jean-Pierre Rive - Christophe Robert - Jean-Yves Robin - Yves Robin - Jean-Pierre Roche - Robert Rochefort - Agnès Rochefort-Turquin - Charles Rojzman - Bruno Rondet - Fabien Roques - Pierre Rosanvallon - Nathalie Roseau - Jean-Yves Rossi - Valérie Rosso-Debord - Bernard Roth - Luc Rouban - Jean-François Roubaud - Luc Rouge - François Rougnon - Denis Roux - Jean-Michel Roux - Xavier de Roux - Édouard de Royère - Céline Rozenblat - André-François Ruau - Jean-Yves Ruau - Xavier Ruau - Simon Rubinsohn - Andreas Rüdinger - Tokia Saïfi - Frédéric Saint-Geours - Ghassan Salamé - Frère Samuel - Thierry Sanjuan - Michel Sapin - Jacques Sapir - Jean-Paul Sardon - Dominique de Souza - Patrick Savidan - Jean-Louis Schilansky - Philippe Schleiter - Laus-Peter Schmid - Michel Schneider - Daniel Schraad-Tischler - François Schuiten - Raymond Sené - Jean-Louis Serre - Anjali Shanker - Olivier Sidler - Irina Sidorova - Denis Sieffert - Patrick Simon - Pierre Simon - Alain Sionneau - John D. Skrentny - Anne Souvira - Frédéric Speziale - Michel Spiro - Bernard Spitz - Fabien Squinazi - Ted Stanger - François Stasse - Henri Sterdyniak - Christian Stoffaës - Nicolas Stoop - Vaclav Stransky - Bernard Strauss - Michael Stürmer - Alain Surrans - Rémi Sussan - Benoîte Taffin - Claude Taffin - Alexandre Taithe - Roger Talbot - Paul-André Tavoillot - Pierre-Henri Tavoillot - Viviane Tchernonog - Brice Teinturier - David Teller - Pascal Terrasse - Bruno Tertrais - Jacques Testart - Frédéric Teulon - Shashi Tharoor - Claude Thélot - Bernard Théobald - Irène Théry - Maurice Thévenet - Jacques Theys - Xavier Timbeau - Serge Tisseron - André Torre - Marcel Torrents - Marc Touati - Patricia Toucas-Truyen - Philippe Tourtelier - Jean-Philippe Toussaint - Jean-Paul Tran Thiet - René Trégouët - Frank Trentmann - Marie Treps - Michèle Tribalat - Laurence Tubiana - Jean Tulard - Philippe Valletoux - Martine Valo - Philippe Van de Maele - Cécile Van de Velde - Peter van der Knaap - Hugues Vanel - Wouter van Gent - Jean Vanoye - Jean-Philippe Vassal - Thierry Vedel - Mechthild Veil - Elkin Velásquez - Pierre Veltz - Agnès Verdier-Molinié - François Vergnolle de Chantal - Daniel Vernet - Yves Vérollet - Nicolas Véron - Alain Vidalies - Georges Vigarello - Pascal Viginier - Jean-Paul Viguier - Alain Villemeur - François-Yves Villemin - Antoine Violet-Surcouf - Michel de Virville - Jean Volf - Kurt Volker - Bernard Vorms - Anne-Catherine Wagner - Jean-Claude Wallach - Samuel Watchueng - Laurent Wauquiez - Pascale Weil - Edward Whitehouse - Johan Willemsen - François de Witt - Frédéric Worms - Ernst Worrell - Christoph Wulf - Eckhard Wurzel - Pierrick Yalamas - Gaël Yanno - Ken Yeang - Christopher Young - Jean-Benoît Zimmermann - Yves Zlotowski

THÈMES DES PRÉCÉDENTS NUMÉROS

N° 1, janvier 2002 : Demain des villes plus sûres ? / Bâtiment et risques sanitaires : des remèdes / Temps libre et nouveaux modes de vie • **N° 2, mai 2002** : Investir : la Bourse ou la pierre ? / Défense et illustration du patrimoine industriel • **N° 3, novembre 2002** : Seniors : quels enjeux ? / L'esthétique, un défi pour le bâtiment • **N° 4, février 2003** : Décentralisation : les clés du dossier / Météo, climat : où va-t-on ? • **N° 5, juin 2003** : L'Europe à vingt-cinq / Mécénat et fondations : des partenariats d'intérêt mutuel • **N° 6, novembre 2003** : Le développement durable en débat / L'impact des cycles économiques sur l'activité • **N° 7, janvier 2004** : Se former tout au long de la vie • **N° 8, mai 2004** : Les premiers pas de l'intelligence économique en France / Mieux évaluer et contrôler les politiques publiques • **N° 9, novembre 2004** : Énergie : un risque de pénurie ? / Économie : quel devenir pour les entreprises artisanales ? • **N° 10, février 2005** : Jusqu'où ira la « judiciarisation » de la société ? / La transmission d'entreprise, une affaire de psychologie • **N° 11, juin 2005** : Réformer l'État : pour quoi faire ? / La montée de la défiance • **N° 12, novembre 2005** : Internet : prodige ou poison ? / Défendre la langue française • **N° 13, février 2006** : Patrimoine bâti : préserver, transformer ou détruire ? / Communautés et démocratie : la citoyenneté en question • **N° 14, juin 2006** : La nouvelle donne démographique mondiale / Financement de la protection sociale : quelles solutions ? / Les élites sous le feu des critiques • **N° 15, octobre 2006** : Le bâtiment en perspective • **N° 16, février 2007** : Les rouages de l'opinion / Les nouvelles politiques urbaines • **N° 17, juin 2007** : L'élan du secteur des services / L'art comme lien social • **N° 18, novembre 2007** : Logement : comment sortir de la crise ? / Le débat d'idées, facteur de progrès pour l'entreprise • **N° 19, février 2008** : Mondialisation : gagnants et perdants / Pouvoirs et contre-pouvoirs : à chacun ses armes • **N° 20, juin 2008** : Les ruptures entre générations / Une politique industrielle nationale est-elle encore nécessaire ? • **N° 21, novembre 2008** : Pays émergents et nouveaux équilibres internationaux / Éducation, politique, santé, génétique... : les multiples facettes de la sélection • **N° 22, mars 2009** : Quel nouvel ordre économique, social et financier après la crise ? • **N° 23, juillet 2009** : Changement climatique et développement durable • **N° 24, novembre 2009** : Les stratégies marketing de demain / Les normes comptables IFRS en question • **N° 25, février 2010** : Retraites : quelles réformes ? • **N° 26, juin 2010** : Le devenir des métropoles / L'éthique retrouvée ? • **N° 27, novembre 2010** : Le principe de précaution en accusation ? / Immobilier non résidentiel : redémarrage sur fond de dettes • **N° 28, février 2011** : L'Union européenne dans une mauvaise passe ? Les nouvelles frontières du « low cost » • **N° 29, juin 2011** : Le bâtiment : regards, enjeux, défis • **N° 30, novembre 2011** : Les corps intermédiaires en perspective • **N° 31, janvier 2012** : Les débats de la décroissance / L'impact de l'image d'une profession • **Hors-série, mars 2012** : Sommet de l'Immobilier et de la Construction • **N° 32, juin 2012** : Les paradoxes de la Russie / Besoins en logements : éléments d'une controverse • **N° 33, novembre 2012** : Radiographie des classes moyennes • **N° 34, mars 2013** : Les nouvelles formes de proximité / Mieux affecter l'épargne des Français • **Hors-série, juin 2013** : L'immobilier est-il un handicap pour la France ? • **N° 35, juin 2013** : Densifier la ville ? • **N° 36, novembre 2013** : Place aux jeunes ! • **N° 37, mars 2014** : Prix de l'énergie : où va-t-on ? / Les architectes français, mal-aimés des maîtres d'ouvrage publics ? • **N° 38, juillet 2014** : Criminalité économique : quelles parades ? • **N° 39, novembre 2014** : La France peut-elle se réformer ? • **N° 40, mars 2015** : Union européenne : les conditions de la croissance • **N° 41, juin 2015** : Maîtriser l'innovation technique • **N° 42, novembre 2015** : Les nouvelles limites du vivant



constructif.fr

9 rue La Pérouse, 75784 Paris Cedex 16
Tél. : 01 40 69 51 82 - Fax : 01 40 69 53 67