



L'or bleu

L'eau des nappes phréatiques est un bien précieux. Sans elle, les plantes ne pousseraient pas. Les ressources aquatiques sont pourtant souvent surexploitées et l'on ne sait pas toujours comment les gérer de manière durable. Mais des exemples encourageants existent.

PAR MATTHIAS MEILI

En Suisse, une personne utilise deux à cinq litres d'eau rien que pour se rafraîchir le visage le matin. Un demi-litre d'eau est ensuite nécessaire pour préparer un thé en utilisant une bouilloire écologique. Enfin, pour prendre une douche de cinq minutes, il faut encore compter 75 litres avec un débit de 15 litres par minute. Le Suisse moyen a alors déjà consommé trois fois plus d'eau qu'un habitant du Sénégal pendant toute une journée. Mais les plus gros consommateurs d'eau douce ne sont pas les particuliers, ce sont les agriculteurs. En effet, environ 70% de la consommation mondiale du précieux liquide sert à irriguer les champs.

La principale réserve d'eau douce est souterraine. En Suisse, les quatre cinquièmes de l'eau consommée proviennent des nappes phréatiques. Ces réservoirs ne sont toutefois pas inépuisables: la pénurie menace les zones climatiques sèches et semi-arides, comme le pourtour méditerranéen. Afin d'évaluer les risques, un indice d'exploitation des ressources en eau

(WEI pour Water Exploitation Index) montre la part en pourcentage de la consommation annuelle d'eau par rapport à la réserve d'eau douce renouvelable. Une utilisation supérieure à 20% n'est pas durable. Selon une étude menée cette année par l'OCDE, le WEI atteint 5% en Suisse, alors qu'en Tunisie, il se situe à 58%. «L'histoire de mon pays a toujours été liée à l'eau», explique l'hydrogéologue tunisien Jaouher Kerrou. Les puits millénaires construits par les Romains le prouvent. Jaouher Kerrou est ingénieur agronome et il prépare actuellement une thèse, sous la direction du professeur Philippe Renard, dans le domaine de l'hydrogéologie quantitative au Centre d'hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel. Les deux chercheurs analysent la teneur en sel des nappes phréatiques situées dans les régions côtières de ce pays du Maghreb.

Paysans désespérés

En Tunisie, au vu des conditions climatiques, seules les régions du nord et du centre du pays conviennent à l'agriculture. On y cultive des céréales, des salades et

surtout des tomates, «beaucoup de tomates, à perte de vue», précise le chercheur tunisien. Mais les ressources du sol atteignent leur limite et le niveau des eaux souterraines baisse, ce qui entraîne des conséquences dévastatrices dans les régions côtières. Les aquifères, ces couches rocheuses capables de stocker de grandes quantités d'eau douce, contiennent également de l'eau salée. Celle-ci, vu la différence de densité, reste sous l'eau douce. Une ligne de démarcation relativement nette marque la limite. Lorsque le niveau de l'eau douce baisse au-dessous du niveau de la mer, l'eau salée va gagner du terrain. Les sols deviendront encore plus salés, même si l'eau apportée ne l'est que légèrement. Le sel retournera ensuite dans l'eau souterraine créant ainsi un cercle vicieux. Les cultures ne pourront alors plus se développer et les réserves d'eau douce seront repoussées à l'intérieur des terres. Les champs abandonnés sur la côte du Cap Bon, une presqu'île auparavant fertile du nord-est du pays, témoignent de ce phénomène. Jaouher Kerrou et Philippe Renard ont élaboré pour le Cap Bon, leur zone de



2



3

Utiliser l'eau des nappes phréatiques de manière durable implique tout un savoir. Au Cap Bon en Tunisie (1), le chercheur Jaouher Kerrou et son équipe effectuent des mesures du précieux liquide de façon indirecte en analysant la résistance du sol (2) ou directement dans un puits au moyen d'une sonde piézométrique (4). Un jeune villageois recueille des échantillons dans une rizière inondée du Bangladesh (3).

Photos 1, 2 et 4: Université de Neuchâtel, 3: Linda Roberts



4

recherche, un modèle en trois dimensions, permettant de simuler le processus de pénétration de l'eau salée. Tous les paramètres décisifs y sont pris en compte: qualité du sol, précipitations, taux de salinité et d'autres propriétés de l'eau. Les simulations sont effectuées à partir de données récoltées par les chercheurs. Au cours de leur travail de terrain, ils ont mesuré les niveaux des eaux souterraines dans une centaine de puits, dont un datant de l'époque romaine. La modélisation permet de simuler les conséquences d'une surexploitation de l'eau. «Nous pouvons, par exemple, montrer aux autorités ce qui peut arriver lorsque l'eau octroyée aux cultivateurs est trop abondante», explique Jaouher Kerrou. Les chercheurs de Neuchâtel établissent également des cartes du Cap Bon montrant où l'eau souterraine peut être utilisée de façon durable et où

elle est déjà surexploitée. Ils espèrent pouvoir appliquer cette méthodologie à d'autres zones côtières car le problème n'est pas propre à la Tunisie. Comme le relève Philippe Renard, qui a déjà travaillé sur la problématique de l'eau à Chypre, «les régions côtières sont déjà les plus peuplées de la planète et leur population ne cesse d'augmenter».

La malédiction du delta

Les problèmes ne sont toutefois pas toujours engendrés par l'homme. Ainsi au Bangladesh, la teneur en arsenic des eaux souterraines inquiète les autorités, alors même que cette contamination est d'origine naturelle. Cet oligo-élément toxique provient des sédiments, très jeunes du point de vue géologique, du plus grand delta du monde. Là, à environ 30 mètres de profondeur et sans apport d'oxygène, la

nappe phréatique libère de l'arsenic. Dans certains endroits, l'eau potable est contaminée par plus de 500 microgrammes d'arsenic par litre, alors que la valeur limite fixée par l'OMS est de 10 microgrammes par litre. L'arsenic n'a ni saveur ni odeur, mais est toxique. Absorbé sur une longue période et même si la concentration est faible, il peut occasionner des problèmes de santé, des dysfonctionnements du foie et des reins ou différentes formes de cancer.

Un danger additionnel est apparu, il y a une quinzaine d'années, lorsque les petits paysans ont voulu avoir plusieurs récoltes de riz. Auparavant le riz n'était cultivé que durant la mousson, entre juin et septembre, lorsque les champs étaient inondés. Pour que le riz Boro pousse pendant la saison sèche, il a besoin d'une irrigation intensive, le plus souvent avec de l'eau puisée grâce à une simple conduite dans la nappe phréatique. Selon les estimations, près de 1360 tonnes d'arsenic contaminent ainsi chaque année les rizières du Bangladesh.

«On ne sait pas si cette pratique agricole aggrave le problème et si davantage d'arsenic arrive ainsi dans la nappe phréatique», remarque Stephan Hug de l'Eawag, l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux. Ce chimiste de l'environnement étudie les causes et les conséquences de la présence d'arsenic dans l'eau souterraine en collaboration avec Ruben Kretzschmar, un chimiste des sols de l'Institut de biogéochimie et de dynamique des polluants de l'EPFZ. Le danger le plus important est lié à des pertes de rendement dans la production de riz car si l'arsenic s'accumule



1



2



3



4

Dans quelle mesure les rizières du Bangladesh (1) sont-elles polluées par l'arsenic d'origine naturelle ? Des chercheurs de l'EPFZ et de l'Eawag, de gauche à droite : Ganesh Saha, Jessica Dittmar, Andreas Voegelin, Linda Roberts et un technicien local (2), tentent de répondre à cette question. A Dakar au Sénégal, les champs sont irrigués par des eaux usées (4). Les paysans les recueillent avec des arrosoirs dans des étangs qu'ils ont creusés eux-mêmes (3). Seydou Niang teste des méthodes de traitement simples.

Photos 1: Andreas Voegelin, 2: Stephan Hug, 3, 4 et 5 Hans-Rudolf Pfeifer



5

dans le sol pendant la période d'irrigation, il peut compromettre la croissance des plantes. Des découvertes récentes ont toutefois montré que l'arsenic ne contaminait pas les grains de riz, préservant ainsi la chaîne alimentaire.

Pluie de la mousson bénéfique

Beaucoup d'aspects n'ont pas encore été étudiés. «Du fait des nombreux facteurs en jeu, le projet ne peut être abordé que de manière interdisciplinaire», avertit Ruben Kretzschmar. Avec Jessica Dittmar et Andreas Voegelin, il s'est intéressé à toutes les propriétés de l'arsenic dans les sols et les sédiments. Stephan Hug et Linda Roberts étudient pour leur part le comportement de cet élément dans l'eau. Des résultats significatifs ont déjà été obtenus. Plusieurs années de mesures dans un champ expérimental ont montré que la

concentration d'arsenic était irrégulière. De plus, les chercheurs ont découvert qu'il était en partie éliminé des sols pendant la mousson car les conditions étaient réunies pour lui redonner sa forme mobile.

Dans les régions les plus densément peuplées, les hommes pressent la terre comme un citron. Ne serait-il pas plus raisonnable de réutiliser l'eau ? Un projet mené par le géochimiste de l'environnement Hans-Rudolf Pfeifer, de l'Université de Lausanne, dans le cadre du programme de coopération du FNS «Partnerships with developing countries», montre que c'est possible. Au beau milieu de Dakar, la métropole sénégalaise, les mares les plus sales se transforment en source d'énergie et de croissance. Des petits paysans urbains approvisionnent les marchés en légumes et salades. Pour ce faire, la moitié de la surface des champs est irriguée par des eaux usées non traitées provenant de conduites trouées. Ces eaux contiennent beaucoup de substances nutritives. Selon le scientifique lausannois, cette technique est satisfaisante, puisqu'elle permet d'économiser l'eau souterraine.

Arroser et fertiliser

Utiliser des eaux usées n'est pas sans conséquence : les bactéries fécales et les parasites menacent la santé des paysans qui, pieds nus, recueillent l'eau avec un arrosoir dans des étangs qu'ils ont creusés eux-mêmes. Par ailleurs les salades et les légumes contiennent beaucoup de nitrates et les pesticides employés en abondance polluent les eaux souterraines qui sont utilisées comme eau potable. En collabora-

tion avec des agronomes, des biologistes et des médecins, Hans-Rudolph Pfeifer et Seydou Niang, un spécialiste local des eaux usées, effectuent des recherches en fonction de trois axes : sanitaire, environnemental et technologique. Ils cherchent par exemple des solutions simples pour un traitement partiel des eaux, afin d'éliminer les bactéries tout en maintenant les substances nutritives.

Pas de problème de choléra

Les résultats obtenus sont souvent étonnants : «Nous n'avons par exemple pas trouvé de résidus de métaux dans les eaux usées», note Hans-Rudolph Pfeifer. Et il n'y a pas de problème de choléra comme le craignaient les médecins. La teneur en nitrates et en pesticides des eaux usées comme des eaux souterraines est en revanche trop élevée. Ces connaissances doivent maintenant être transmises aux coopératives de petits paysans. Des cours sont dispensés pour utiliser les pesticides de manière appropriée. Dans ce domaine, des améliorations sont possibles. Et le chercheur reste optimiste : «Si nous transmettons correctement nos connaissances, l'utilisation des eaux usées est tout à fait durable car on arrose et on fertilise en même temps.»

La notion de durabilité n'est nulle part aussi visible que dans l'utilisation des eaux souterraines. Et comme dit le proverbe, tant va la cruche à l'eau qu'à la fin, elle se casse. Les conséquences d'une utilisation non durable sont très directes : champs improductifs, eaux contaminées et sources tarées. ■