



© FAO/Gaetano Napolitano

## Loin des yeux, loin du cœur ?

Dans le monde, 2,5 milliards de personnes dépendent uniquement des eaux souterraines pour satisfaire leurs besoins quotidiens. Des centaines de millions d'agriculteurs irriguent leurs champs avec des eaux souterraines pour nourrir la population. Cependant, les experts estiment que la plupart, si ce n'est l'ensemble, des aquifères du globe ne sont pas gérés de manière durable ni équitable. En réalité, la science, le droit et la gestion des eaux souterraines n'en sont qu'à leurs balbutiements. Aussi incroyable que cela puisse paraître, nous en savons plus sur les océans, les lacs et les rivières de la planète que sur la source de vie qui coule sous nos pieds, ce qui ne nous empêche pas de la puiser avec une avidité croissante.

*Des femmes collectent de l'eau dans un puits au Niger, dans le cadre d'un projet de la FAO encourageant la production agro-pastorale.*

Le Projet de gouvernance des eaux souterraines vise à attirer l'attention sur l'importance capitale de la gestion durable des aquifères du globe, afin d'influencer la prise de décisions politiques et éviter ainsi la crise imminente de l'eau. La dernière des cinq consultations régionales, qui a réuni 22 pays de la Commission économique pour l'Europe des Nations unies (CEE-ONU) du 19 au 21 mars, vient de s'achever à La Haye.

Le Projet de gouvernance des eaux souterraines a été lancé en septembre 2011 par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'UNESCO, la Banque mondiale et l'Association internationale des hydrogéologues (AIH), qui y contribuent à hauteur de 2,7 millions de dollars. Le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) apporte 1,75 millions de dollars supplémentaires. Grâce à une large consultation, ce projet de trois ans entend développer un *Cadre d'action global* ciblant les responsables politiques et les parties prenantes. Onze documents thématiques mettant en exergue les questions clés ont été élaborés en vue des consultations.

Le Cadre d'action global consistera en un ensemble d'outils de gouvernance comprenant des options stratégiques, des lois, des règlements et des pratiques coutumières. En résumé, une bonne gouvernance des eaux souterraines réside dans la coordination des procédures administratives et de la prise de décisions à différents niveaux, y compris mondial. Le *Cadre d'action global* jette les bases de pratiques de gestion assurant une large participation, la transparence, le partage de données et d'informations, ainsi que leur utilisation conjointe (*voir encadré*).

L'absence de gouvernance efficace constitue l'une des principales causes d'épuisement des eaux souterraines, de pollution des aquifères et de répartition inéquitable des ressources. Dans la mesure où les besoins et les priorités diffèrent d'un endroit à l'autre, l'UNESCO a mené cinq consultations régionales<sup>2</sup>, entre avril 2012 et mars 2013, avec des experts locaux en eaux souterraines, des organismes publics, des ministères et d'autres parties prenantes, afin de s'assurer que les préoccupations

locales seront intégrées dans le *Diagnostic global de gouvernance des eaux souterraines*. Ce diagnostic servira ensuite de base pour le *Cadre d'action global*.

### L'or bleu de l'Afrique

Lors de la consultation régionale qui a eu lieu à Nairobi (Kenya) au mois de mai 2012, David Stower, Secrétaire permanent du ministère kenyan de l'eau et de l'irrigation, a estimé que « nous ne devons plus considérer les eaux souterraines comme une ressource de dernier recours, et y faire appel uniquement dans les situations d'urgence ». Il a expliqué qu'il s'agissait là d'une vision réductrice qui devait être prise en compte et combattue, afin que soient pleinement appliqués les principes de la gestion intégrée de l'eau. « La région subsaharienne doit faire face à plusieurs défis, notamment à une mauvaise compréhension des régimes des eaux souterraines et à une insuffisance des données et des informations », a-t-il ajouté. Il a conclu son intervention en annonçant qu'il espérait que cette réunion clé permettrait d'esquisser des solutions pratiques pour relever les défis exceptionnels en matière d'eaux souterraines auxquels se trouve confrontée la région.

Deux ans après la pire sécheresse que le pays ait connue depuis 60 ans, quelques 12 millions de personnes risquent de mourir de faim dans le nord du Kenya et dans certaines régions d'Éthiopie et de Somalie. Dans le cadre du Programme d'étude des ressources en eaux souterraines visant à atténuer les effets de la sécheresse en Afrique (GRIDMAP) de l'UNESCO,

des experts ont passé l'année dernière à cartographier l'emplacement des nappes phréatiques en utilisant la technologie de télédétection WATEX, afin de fournir un approvisionnement durable en eau à une population affaiblie. En parallèle, le Kenya a ouvert un Centre régional de formation et de recherche sur les eaux souterraines, sous l'égide de l'UNESCO, pour améliorer la gestion à long terme des aquifères d'Afrique de l'Est.

Bien que le Kenya soit considéré comme un pays déficitaire en eau, avec environ 647 m<sup>3</sup> d'eau par habitant et par an, le ministère de l'eau et de l'irrigation a fait état d'études selon lesquelles le pays pourrait disposer de 60 milliards de m<sup>3</sup> d'eaux souterraines qu'il suffirait simplement de localiser. « Les avantages des eaux souterraines sont nombreux », a déclaré le ministre adjoint kenyan de l'eau et de l'irrigation, Fednand Waititu, à Nairobi. « Leur présence dans de nombreux endroits, la vitesse à laquelle leur exploitation peut être entreprise, leur coût d'exploitation relativement faible, leur résilience face à la sécheresse et leur capacité à s'adapter aux besoins en eau sur demande en font un élément essentiel de l'approvisionnement en eau dans les zones rurales et les petites villes, que ce soit à des fins domestiques, d'irrigation, industrielles ou commerciales ». Lors du recensement de 2009 au Kenya, 43 % des ménages ruraux et 24 % des ménages urbains ont déclaré qu'une source, un puits ou un forage constituait leur principale source d'eau.

## La surexploitation et la pollution, signes d'une mauvaise gouvernance

Les eaux souterraines fournissent près de la moitié de l'eau potable consommée dans le monde et représentent près de 43 % de l'eau utilisée pour l'irrigation. Au cours des 50 dernières années, le captage des eaux souterraines a triplé, grâce à la généralisation du pompage intensif. L'agriculture en est le principal bénéficiaire, mais le pompage dans, et autour, des zones urbaines peut s'avérer encore plus intensif.

Il semble difficile de réglementer le pompage des eaux souterraines. En effet, l'accès aux eaux souterraines est perçu comme une affaire essentiellement privée, même si la plupart des juridictions définissent l'eau comme un bien « public ». Les utilisateurs constituent cependant un groupe identifiable : toutes les personnes qui ont accès à une pompe. Si vous ajoutez à ce groupe ceux qui répandent des engrais ou des pesticides chimiques, qui extraient du pétrole, du gaz ou des minéraux, qui éliminent des déchets non traités ou dangereux (nucléaires, chimiques, etc.) ou qui construisent sous terre (tunnels, réseaux de transport et d'assainissement,



Le camp de réfugiés de Kakuma, dans le district de Turkana (Kenya), qui dispose désormais d'un accès durable à l'eau, grâce à un projet de l'UNESCO qui a permis de déterminer où creuser des puits. On en creuse actuellement un peu partout dans cette région frappée par la sécheresse.

etc.), pratiquement tout le monde devient responsable de la qualité des eaux souterraines.

Cela fait de la protection des aquifères contre la pollution de surface une question de gouvernance plus compliquée que le pompage des eaux souterraines. Des études menées par l'UNESCO à Abidjan (Côte d'Ivoire) ont révélé des concentrations de nitrates, d'ammonium et d'aluminium dans les eaux souterraines supérieures aux normes établies par l'OMS pour l'eau potable. Cette pollution chimique a été causée par l'utilisation de pesticides et d'engrais dans les plantations industrielles d'ananas, de caoutchouc et d'huile de palme. En 2002, le Bureau de l'UNESCO à Nairobi a lancé un projet conjoint<sup>3</sup> avec le PNUE pour évaluer l'impact de la pollution sur les aquifères d'Abidjan et de huit autres grandes villes africaines. Ce projet a permis de développer des méthodes pour évaluer la vulnérabilité des eaux souterraines et pour identifier les zones sensibles et les principales menaces. Il a également permis de mettre en place un système d'alerte précoce faisant appel à des scientifiques africains et à des décideurs politiques des secteurs public et privé conscients des dangers du rejet inconsidéré de déchets.

Il est toujours plus facile de résoudre un problème lorsque la communication est bonne. Dans l'État indien du Tamil Nadu, l'aquifère était contaminé par les déchets de chrome rejetés par une entreprise chimique locale. Grâce à un dialogue entre chercheurs et décideurs politiques, l'entreprise en question a depuis modifié ses pratiques. Dans la ville d'Hyderabad, l'eau était polluée par l'immersion de grandes idoles représentant le dieu Ganesh au cours d'un festival religieux. Un dialogue

## Promouvoir une utilisation conjointe au Kenya

Le Kenya a mis cinq ans à développer un *Plan de gestion intégrée des ressources en eau et d'utilisation rationnelle de l'eau*. Ce plan intègre un certain nombre de pratiques de gouvernance recommandées, notamment un vaste processus de consultation des parties prenantes, une gestion décentralisée et une utilisation conjointe.

L'utilisation conjointe consiste à gérer les eaux souterraines et les eaux de surface comme une seule entité, plutôt que comme deux secteurs distincts. Elle ne signifie pas forcément que les deux sortes d'eau sont utilisées simultanément, puisque les eaux souterraines peuvent permettre de compenser le régime saisonnier des rivières lors des périodes de sécheresse. Les villes de Nairobi, de Nakuru et de Machakos ont déjà adopté des régimes d'utilisation conjointe, mais ces derniers relèvent parfois davantage d'une stratégie d'adaptation que d'une approche planifiée pour répondre à la demande d'eau.

L'absence de planification rationnelle de l'occupation des sols a fait que les tentatives pour limiter la captation du système aquifère de Nairobi se sont heurtées à l'indifférence, aux intérêts commerciaux et à un boom de la construction. De plus, le manque de respect des usagers de l'eau en ce qui concerne les permis de prélèvement d'eau et le paiement des redevances sur l'eau rendent sa répartition incertaine dans le meilleur des cas.

La construction du barrage Kiserian pour compléter les sources d'approvisionnement existantes de plusieurs villes et villages kenyans relève du régime d'utilisation conjointe. Le secteur privé commercial de l'irrigation utilise, lui aussi, souvent conjointement les eaux de surface et les eaux souterraines, comme c'est par exemple le cas dans la région de Naivasha et au nord-ouest du mont Kenya.

Source : A. Mumma et al. (2011) Kenya Groundwater Governance Case Study. Banque mondiale



respectueux avec la communauté locale a entraîné le remplacement de l'immersion prolongée des idoles par un bain rapide !

## Des défis profonds

Les aquifères profonds (situés à plus de 500 m de profondeur) peuvent agir comme un rempart contre le changement climatique, dans la mesure où ils sont détachés du cycle hydrologique actif et donc des variations climatiques. Ils peuvent également s'avérer idéaux en cas d'urgence, comme lors d'un tremblement de terre, si l'eau des nappes moins profondes a été contaminée ou épuisée. Cette réserve d'eau « fossile » ne peut toutefois pas être reconstituée. Une fois qu'elle est épuisée, elle l'est pour toujours. Et pourtant, la ville nigériane de Lagos compte en permanence sur des forages profonds (plus de 800 m) pour pallier ses problèmes chroniques d'approvisionnement en eau.

Il existe peu de réglementations spécifiques régissant l'eau des aquifères profonds, comme le rappellent van der Gun et al. (2012) dans l'un des documents thématiques élaborés pour le Projet de gouvernance des eaux souterraines. Dans certains pays, au-delà d'une certaine profondeur, les lois minières supplantent même les lois sur l'eau.

Les aquifères profonds peuvent, eux aussi, être touchés par la pollution ou s'épuiser. Dans les années 1930, des puits de pétrole et de gaz laissés à l'abandon au Kansas (États-Unis) ont été à l'origine de la salinisation d'aquifères. Les aquifères profonds peuvent également être contaminés par les fluides de forage, l'infiltration de déchets de surface ou les fluides réinjectés.

« Les puits de pétrole et de gaz représentent l'intrusion la plus répandue dans l'espace souterrain après les puits d'eau », notent van der Gun *et al.* « Au cours de la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, les grandes compagnies pétrolières ont eu recours à une succession de mauvaises pratiques dans de nombreuses régions pétrolières et gazières. Ces compagnies sont passées

maîtres dans l'art de se soustraire aux pénalités découlant de pratiques irresponsables, comme on a pu le constater dans le delta du Niger, qui figure dans le « top 10 » mondial des pires cas de contamination ».

Les auteurs du document thématique préconisent que les pays disposant d'une législation ou de moyens répressifs inadéquats renvoient leurs accords de licence sur le pétrole et le gaz, afin de s'assurer que ceux-ci prévoient des indemnités conséquentes internationalement reconnues pour couvrir toute dégradation éventuelle des ressources ou de l'environnement. Comme les compagnies pétrolières et gazières vont s'opposer à une telle mesure, les auteurs suggèrent que l'OMC, ou un autre organe compétent de l'ONU, conçoive et mette en oeuvre cette couverture d'assurance au nom des pays exportateurs de pétrole et de gaz.



■ Installation de forage

## Nouvelles frontières, nouveaux risques

Certains repoussent les frontières dans la production d'électricité par le forage de sources d'énergie non conventionnelles. Parmi celles-ci, les sables bitumineux (ou asphaltiques), lancés par l'État canadien de l'Alberta, ainsi que l'huile et le gaz de schiste. Ces trois ressources sont extraites en utilisant des techniques gourmandes en eau et... en énergie.

Selon Alberta Energy<sup>4</sup>, 80 % des réserves connues de sables bitumineux de l'État sont situées à plus de 75 m sous terre, bien trop profond pour envisager leur extraction à ciel ouvert. Diverses techniques sont employées pour extraire ces ressources profondes, qui représentaient 49 % de la totalité

## Préserver la source de vie souterraine du Pacifique

Pour les populations des atolls de faible altitude situés dans le Pacifique, disposer d'une quantité suffisante d'eau douce représente un défi permanent. L'irrégularité des régimes de précipitations, associée à l'absence de lacs et de rivières, fait que de nombreuses communautés dépendent presque exclusivement de petites lentilles d'eau douce fragiles qui « flottent » à la surface de l'eau de mer.

La qualité et la quantité de ces eaux souterraines sont à présent menacées par la croissance démographique, l'urbanisation et le changement climatique. Les eaux souterraines souffrent déjà de l'infiltration d'eau salée suite à l'élévation du niveau de la mer. Les précipitations sont, quant à elles, de plus en plus irrégulières, agitant le spectre de la sécheresse périodique.



© Government of Kiribati

■ Sur l'île principale de Kiribati, une femme collecte de l'eau dans un puits pollué par les toilettes situées à proximité.

Dans le petit État insulaire de Kiribati, les densités de population sont parmi les plus élevées au monde, et la population connaît une croissance rapide de 3,87 % par an, ce qui affecte profondément les eaux souterraines.

La République des Kiribati est un ensemble de 32 atolls de faible altitude répartis sur 3,5 millions de km<sup>2</sup> d'océan.

Près de la moitié des 103 000 citoyens que compte ce petit État insulaire vivent sur l'île principale de Tarawa-Sud, où la contamination généralisée des eaux souterraines par des nitrates et des bactéries, aggravée par l'infiltration d'eau salée, a rendu les résidents dépendants d'un système de distribution d'eau fonctionnant seulement pendant deux heures, trois fois par semaine. Le gouvernement envisage à présent de recourir à des alternatives coûteuses aux eaux souterraines, telles que les techniques de désalinisation.

La nécessité étant la mère de l'invention, cette impasse a engendré un certain nombre d'approches innovantes. Le succès récent de l'éco-assainissement, ou toilettes à compost, à Tuvalu est partagé avec 11 autres pays du Pacifique. Pisi Seleganiu, chef du Projet pilote de gestion intégrée des ressources en eau, apporte par exemple une aide active aux îles Marshall en construisant et en testant des toilettes à compost sur l'atoll de Majuro. Ce projet est financé par le FEM et coordonné par la Division géosciences et technologies appliquées du Secrétariat de la Communauté du Pacifique (SOPAC).

La SOPAC coordonne également des ateliers nationaux de formation à l'éco-assainissement aux Kiribati et ailleurs dans la région. Ceux-ci rassemblent tous les ministères concernés – ceux de l'agriculture, de l'aménagement du territoire, des travaux publics, de l'environnement, de l'eau, de la santé, etc. – ainsi que les ONG compétentes.

Source : Dave Hebblethwaite, SOPAC

des sables bitumineux extraits en 2011. On craint que les aquifères ne soient à la fois contaminés par le forage et la pollution de surface qui peut traverser les couches géologiques. L'extraction à ciel ouvert nécessite 8 à 10 barils d'eau pour un baril de pétrole produit. Même si une grande partie de cette eau est recyclée, elle finit par être mélangée à du sable et des produits chimiques pour produire du purin dans des lacs artificiels connus sous le nom de bassins de décantation.

De même, la technique utilisée pour extraire de l'huile et du gaz de schiste – la fracturation hydraulique de la roche –, en employant des fluides sous pression, « est devenue une question controversée sur le plan environnemental et sanitaire », indiquent van der Gun *et al.*, « puisque cette pratique a été interdite en France et des moratoires ont été mis en place dans l'État de la Nouvelle-Galles du Sud (Australie), au Québec (Canada) et dans certains États américains. Les préoccupations [...] portent sur la contamination des eaux souterraines, les risques pour la qualité de l'air, la migration vers la surface de gaz et de produits chimiques issus de la fracturation hydraulique et l'éventuelle mauvaise gestion des déchets ».

L'« eau supercritique » constitue un autre défi. Il s'agit d'une forme d'énergie géothermique actuellement expérimentée en Islande, où l'on a creusé trois puits d'une profondeur de 4 à 5 km. Au-dessus de 374°C et de 221 bars de pression, le liquide et la vapeur ne peuvent plus être distingués, puisque l'eau entre en phase supercritique. Elle remonte à la surface sous forme de vapeur surchauffée. Bien que l'eau supercritique soit renouvelable – elle est réinjectée dans l'aquifère – son extraction est énergivore et coûteuse.

Les géologues explorent également le captage et le stockage du carbone. Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) pourrait être stocké dans des réservoirs de gaz et de pétrole inutilisés ou dans d'autres dépôts souterrains pour réduire les émissions de carbone dans l'atmosphère. Dans la mesure où le CO<sub>2</sub> tend à devenir liquide ou supercritique au-dessous de 800 m, il sera probablement stocké au-delà de cette profondeur. On redoute cependant des fuites de CO<sub>2</sub> dans les aquifères.

## Peu d'expériences de gouvernance collective en milieu urbain

La plupart des expériences en matière de gouvernance des eaux souterraines sont menées en milieu rural, où l'usage agricole reste prédominant. Ainsi,

en Inde un conseil de village confronté au pompage excessif a pris le problème à bras le corps, avec d'excellents résultats à la clé (*voir encadré*).

Les approches collectives en matière de gestion d'aquifères sont rares chez les usagers urbains, même si la dépendance vis-à-vis des eaux souterraines peut s'avérer plus importante dans les zones urbaines et péri-urbaines que dans les zones rurales. Ceci est d'autant plus problématique que la population urbaine devrait pratiquement doubler, passant de 3,4 milliards en 2009 à 6,3 milliards en 2050. Le fort taux de croissance démographique que connaissent de nombreuses villes dans le monde engendre dès à présent une pénurie d'eau douce, qui peut être à l'origine de tensions. Ainsi, des tarifs élevés ou un système inefficace d'approvisionnement en eau peuvent inciter les citoyens à creuser des puits privés.

C'est ce qui s'est produit à Aurangabad. Cette ville, située en altitude dans le centre de l'État de Mahārāshtra (Inde), qui est sujet à la sécheresse, dispose de ressources très limitées en eaux souterraines. Au cours des 20 dernières années, sa population a connu une croissance rapide, jusqu'à atteindre 1,1 million d'habitants. Nombreux sont ceux qui ont creusé des puits privés pour s'assurer un approvisionnement fiable en eau. Depuis 2004, la municipalité d'Aurangabad envisage d'augmenter la quantité d'eau qu'elle importe d'un réservoir situé à 45 km. Un tel projet nécessiterait un investissement initial de 80 millions de dollars et occasionnerait des coûts récurrents élevés. La municipalité a essayé de mettre en place une facturation volumétrique (compteurs domestiques), afin de couvrir les coûts et de gérer la demande, mais cette proposition s'est heurtée à une vive opposition de la population. Une solution pourrait consister à ce que la municipalité, les ministères et les organismes publics concernés établissent un comité permanent, afin d'élaborer une politique permettant de réguler l'augmentation exponentielle du nombre de puits privés.

À Fortaleza, au nord-est du Brésil, l'une des villes d'Amérique latine qui enregistre la croissance la plus rapide, l'approvisionnement en eaux de surface par la Companhia de Água e Esgoto do Ceará est souvent aléatoire en période de pointe ou de sécheresse. Cela a poussé 40 à 60 % de sa population à compléter cet approvisionnement par des puits privés. En 2003, on recensait près de 10 000 puits à Fortaleza, soit six fois plus qu'en 1980. Plus de 70 % de ces puits sont pollués par des eaux usées ou par de l'eau de mer.

## Un conseil de village prend le problème à bras le corps

Le pompage excessif des eaux souterraines est un problème bien connu à la fois des villes et des campagnes indiennes, puisque les aquifères s'épuisent aussi bien dans les terrains rocaillieux de la péninsule que dans les régions côtières et dans les aquifères sédimentaires de la vallée du Gange.

Le village de Hiware Bazar est situé en altitude dans les trapps du Deccan, une région de l'État de Mahārāshtra sujette à la sécheresse. Ses 1 200 villageois cultivent des denrées de base, principalement pour leur propre consommation. Les années fastes, près de 60 % des terres sont irriguées mais, en période de sécheresse, les récoltes d'éte et de blé sont très maigres. Au début des années 1990, les agriculteurs avaient du mal à nourrir leurs familles et leur bétail sans quitter périodiquement le village à la recherche d'un emploi rémunéré.

Sous l'impulsion d'un chef bien informé et charismatique, le conseil de village a adopté, en 1994, un plan quinquennal global visant à améliorer la gestion des eaux souterraines, dans le cadre du Programme de développement social pour un village de Mahārāshtra exemplaire.

Plus important encore, depuis 2002, la budgétisation de l'eau utilisée pour l'irrigation des cultures se fait au niveau du village. Les années de sécheresse, on demande aux villageois d'irriguer une étendue moins

importante et de privilégier les cultures nécessitant peu d'eau, la surveillance mutuelle suffisant en général à assurer le respect de cette mesure. La culture de la canne à sucre a été interdite en raison de sa forte consommation en eau.

Le conseil de village a également interdit l'utilisation des puits pour l'irrigation agricole. Cela a incité les agriculteurs à optimiser l'utilisation des ressources en eaux souterraines au lieu de se livrer à une concurrence féroce pour creuser plus profondément dans l'aquifère. Le pâturage a également été interdit dans certaines zones afin de favoriser le reboisement.

Cette approche proactive de la gestion des eaux souterraines permet à Hiware Bazar de se distinguer de la plupart des villages environnants.

Source : Héctor Garduño *et al.* (2011) *India Groundwater Governance Case Study*. Banque mondiale

La surexploitation d'un aquifère peut provoquer des affaissements de terrain (voir encadré). Confrontée à des affaissements importants atteignant 7,5 m dans le centre-ville et ravageant les infrastructures, les fondations des immeubles et les réseaux d'assainissement, la ville de Mexico a décidé de délocaliser ses puits en banlieue. Grâce à cette mesure, les affaissements dans le centre-ville ne dépassaient plus les 3 cm par an... mais on s'est alors aperçu que les banlieues s'affaissaient de 45 à 60 cm par an !<sup>5</sup>

## Tensions à la périphérie

Les zones péri-urbaines et l'interface urbain-rural sont en train de devenir le théâtre d'une nouvelle forme de conflit latent. Les usagers urbains, domestiques et agricoles commencent à se livrer à une concurrence malsaine pour la même ressource.

Ken W.F. Howard (2011) aborde ce thème dans un document thématique élaboré dans le cadre du Projet de gouvernance des eaux souterraines.

## Le jour où Bangkok a commencé à s'affaisser

L'agglomération de Bangkok dispose d'aquifères très productifs. L'exploitation généralisée des eaux souterraines a commencé dans les années 1950, provoquant des affaissements de terrain de plus de 60 cm dans le centre-ville au milieu des années 1980. Ces affaissements ont infligé d'importants dégâts aux infrastructures urbaines et ont exposé cette ville côtière à de forts risques d'inondation au cours des marées. Pour compliquer les choses, des infiltrations d'eau de mer menaçaient la qualité des eaux souterraines.

La régie publique des eaux a procédé à la fermeture progressive de ses puits de pompage à partir de 1985. Cependant, la hausse des tarifs pour les habitants raccordés au réseau de distribution d'eau a poussé les usagers domestiques, commerciaux et industriels à creuser des puits privés.

Confronté à une dégradation de l'environnement, le gouvernement a redoublé d'efforts pour contrôler le pompage en déterminant des « zones critiques » où le creusage de puits d'eau a été interdit, en s'octroyant le pouvoir de sceller les puits d'eau dans les zones raccordées au réseau, et en autorisant et en facturant les eaux souterraines en fonction de taux d'exploitation mesurés au compteur (ou estimés). Au début, cette tarification s'est révélée peu incitative, mais elle a au moins permis de mettre en place un cadre administratif et une base de données utile. Par la suite, les charges ont été augmentées et structurées pour s'assurer que la principale dépense serait supportée par les usagers industriels et commerciaux des zones critiques. Des campagnes de sensibilisation de la population ont été menées, tout en poursuivant le scellage des puits de façon intensive.

Peu à peu, la situation a pu être maîtrisée. En 2008, l'agglomération de Bangkok comptait un peu plus de 4 000 puits autorisés et

fournissait environ 15 % de l'approvisionnement total en eau. Tous les puits de plus de 15 m de profondeur nécessitent désormais une autorisation. Environ 58 % de la production autorisée actuelle sont destinés à un usage industriel. Parmi les principaux utilisateurs industriels d'eau, nombreux sont ceux qui ont dû quitter l'agglomération de Bangkok en raison des tarifs élevés de l'eau.

Des conflits ont surgi dans certains quartiers lorsqu'une extension du réseau a fait grimper le prix de l'eau. Le différend a été résolu en permettant aux habitants d'utiliser simultanément leurs puits pendant la durée d'autorisation restante et à les conserver pour constituer des réserves d'eau pendant 15 ans, à condition que les relevés y soient effectués correctement et qu'ils puissent être inspectés.

L'un des aspects de la gestion des eaux souterraines qui demeure en suspens est celui du contrôle de leur pollution dans la zone d'alimentation située au nord de Bangkok. L'organisme de réglementation local est certes responsable de l'identification des zones les plus exposées dans les zones d'exploitation des puits municipaux, mais il n'est pas compétent pour réglementer les activités susceptibles d'engendrer leur pollution, tels que le traitement et le stockage de produits chimiques industriels, le rejet d'effluents dans le sol ou encore les pratiques agricoles. Ce problème de cogestion urbaine et rurale doit absolument être résolu.

Source : Ken W.F. Howard (2011) Urban-Rural Tensions and Opportunities for Co-Management. Document thématique 3. Réseau urbain des eaux souterraines de l'AIH.

Marché alimentaire dans le centre de Bangkok. Le pompage excessif des eaux souterraines a entraîné des affaissements de terrain dans les années 1980. Les autorités ont réussi à les maîtriser en procédant à la fermeture de puits.





Il y explique que la plupart des villes dépendantes vis-à-vis des eaux souterraines le sont finalement d'aquifères externes sur lesquels elles n'ont que très peu, voire pas du tout, de compétence ou d'influence. Ces villes craignent que les agriculteurs des zones péri-urbaines et rurales ne creusent de manière excessive dans l'aquifère ou ne le polluent avec des engrais chimiques, des pesticides, des herbicides ou des eaux usées. Leurs tentatives de protection de l'eau potable à la périphérie sont souvent rendues difficiles par la fragmentation de l'administration, les règles d'utilisation des sols étant déconnectées du contrôle de la pollution et de l'usage de l'eau.

De même, Ken W. F. Howard remarque que les communautés rurales se sentent désavantagées, mais pour d'autres raisons. Soit elles ne peuvent pas concurrencer financièrement leurs voisins urbains, soit elles ne sont pas en mesure d'influencer la répartition de l'eau car elles sont moins représentées aux postes de pouvoir, notamment dans les partis politiques et les lobbys. Les agriculteurs s'inquiètent également de voir leurs eaux souterraines contaminées par les écoulements urbains.

Ils sont cependant d'accord avec leurs voisins urbains sur un point : une réglementation est très délicate à mettre en oeuvre lorsque tant d'acteurs sont impliqués. Les ONG, les programmes d'assistance des gouvernements étrangers et les sociétés privées interviennent souvent de manière indépendante et coopèrent avec différents ministères lorsqu'ils déploient leurs programmes respectifs. Ce manque de coordination empêche une gestion responsable des ressources (voir encadré).

### Un niveau de complexité supplémentaire

Au vu de ce qui précède, il apparaît clairement que la gouvernance des ressources mondiales en eaux souterraines en est encore à ses balbutiements. Cela vaut au niveau local et national, surtout en ce qui concerne les aquifères transfrontaliers, étant donné la complexité du partage des eaux souterraines entre deux pays ou plus.

Pour gérer efficacement un aquifère, il faut des données et des informations fiables. Malheureusement, il y a dix ans, les connaissances en matière



Des agriculteurs du plateau du Deccan mesurent le niveau des précipitations à l'aide de l'un des 190 pluviomètres, dans le cadre d'un projet de la FAO qui leur apprend à gérer de manière durable leurs ressources limitées en eau douce.

d'aquifères transfrontaliers étaient très limitées, et il n'y avait aucune estimation régionale ou mondiale.

Pour remédier à ce problème, le Programme hydrologique international de l'UNESCO (PHI) a lancé, en 2001, le projet ISARM (*Internationally Shared Aquifer Resources Management*) sur la gestion des ressources aquifères partagées. Ce projet constituait la première tentative pour répertorier tous les aquifères transfrontaliers et établir des critères de gestion durable de ces systèmes. Comme son nom l'indique, le projet ISARM rassemble non seulement des spécialistes de l'hydrogéologie, mais aussi des professionnels du droit, de l'économie, des relations internationales et des sciences écologiques.

Ce projet a notamment permis d'établir des inventaires régionaux et de publier le premier *Atlas des aquifères transfrontaliers* en 2009 ; la dernière mise à jour de la carte mondiale des aquifères transfrontaliers, préparée en 2004, a été publiée en 2012 (voir page suivante). L'inventaire réalisé dans le cadre du projet ISARM a permis de démontrer que les

## Zhengzhou confrontée à des difficultés croissantes

Zhengzhou est une ville chinoise de 8,6 millions d'habitants, qui enregistre une croissance rapide. Elle est située en aval du fleuve Jaune, dans le Nord déficitaire en eau. Environ 39 % de ses habitants vivent dans la ville intra-muros et 61 % dans la région rurale environnante.

Les eaux souterraines représentent près de 70 % de l'approvisionnement en eau de Zhengzhou, sachant qu'un peu plus de la moitié est utilisé pour l'agriculture. Vient ensuite l'industrie, avec 31 %.

Entre 1990 et 2000, le nombre de puits tubulaires a augmenté, passant de 37 164 à 42 763, ce qui a provoqué un abaissement de la nappe phréatique et une évolution des puits peu profonds vers les puits profonds. La plupart de ces nouveaux puits tubulaires profonds ont été financés par le gouvernement ou par des coopératives de villageois.

En ville, ce sont notamment les eaux usées d'origine industrielle et domestique qui entraînent la pollution, alors que, dans les régions rurales, le problème vient des engrais, des pesticides et des eaux usées provenant de l'élevage du bétail. Selon le Bureau des ressources en eau de Zhengzhou, 1,5 million d'agriculteurs (38 % de l'ensemble des agriculteurs) n'ont pas accès à l'eau potable provenant de sources souterraines ou superficielles.

En théorie, beaucoup de ces problèmes pourraient être résolus en exigeant que la gestion de toutes les ressources en eau, y compris celle

des eaux souterraines, relève du ministère des Ressources en eau et de ses antennes provinciales et locales.

En réalité, comme dans la plupart des pays, cette gestion est répartie entre une multitude d'agences, et nombreuses sont celles dont les responsabilités se chevauchent. Une mauvaise communication et, dans certains cas, des intérêts divergents ont donné lieu à une mise en oeuvre inefficace des règlements et des politiques en matière d'eaux souterraines, voire à des contradictions. À titre d'exemple, une agence de Zhengzhou s'employait à fermer des puits tubulaires urbains, tandis que d'autres agences en ouvraient de nouveaux !

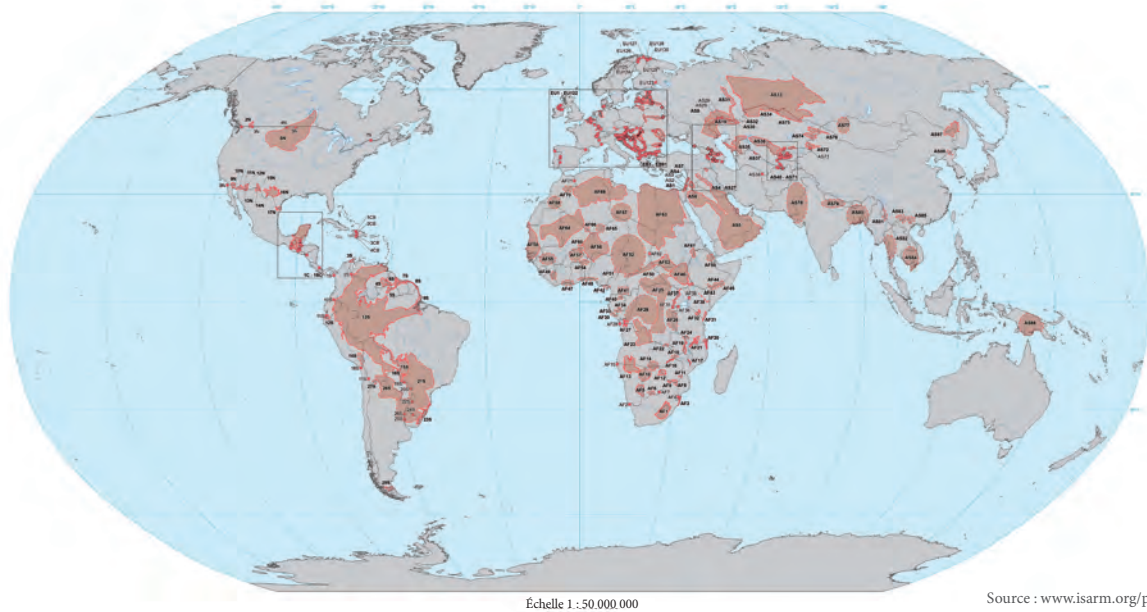
On pourrait raisonnablement instaurer des cadres institutionnels dans lesquels les ministères et les agences, dont les mandats et les objectifs diffèrent, pourraient partager des informations sur l'état des ressources en eaux souterraines et l'impact de leur utilisation. Cela permettrait au moins de coordonner partiellement les politiques de gestion des eaux souterraines. On a ainsi suggéré au Bureau des ressources en eau de Zhengzhou de montrer l'exemple en servant de point focal à la communication et à la coordination dans la ville de Zhengzhou.

Source : Ken W.F. Howard (2011) *Urban–Rural Tensions and Opportunities for Co-Management. Document thématique 3. Réseau urbain des eaux souterraines de l'AIH.*

systèmes aquifères transfrontaliers pouvaient s'étendre sur des milliers de kilomètres carrés et que la grande majorité d'entre eux n'étaient pas directement reliés à un district hydrographique international.

En à peine plus de dix ans, le projet ISARM a permis de cartographier plus de 400 aquifères transfrontaliers. Le premier continent à être ciblé était l'Afrique, en 2002. Il fut suivi des Amériques en 2003, de l'Asie en 2005 et des Balkans, en Europe du Sud-Est, en 2009. Plusieurs années ont été nécessaires pour réaliser chacun des inventaires qui ont contribué à renforcer la base de connaissances dans de nombreux autres pays. L'expérience acquise en Afrique avec les systèmes aquifères karstiques s'est par exemple avérée extrêmement utile pour le développement du projet DIKTAS en Europe du Sud-Est (voir encadré).

### Les aquifères transfrontaliers dans le monde (2012)



## Avoir un objectif commun peut favoriser la réconciliation

Le réseau d'aquifères karstiques dinariques (DIKTAS) en Europe du Sud-Est est l'un des plus importants au monde. À l'instar de nombreuses régions karstiques, le paysage y est principalement composé de roches perméables, et la couche de terre y est fine, voire inexistante. L'eau de pluie s'infiltrate à travers la roche, aboutissant à une absence quasi-totale de lacs et de rivières et faisant des eaux souterraines la principale source d'eau douce.

Avant la guerre de 1991-1995, qui a vu la Yougoslavie éclater en plusieurs États indépendants, le tourisme constituait la principale activité économique sur la côte, tandis que l'agriculture et l'hydroélectricité étaient les principaux secteurs à l'intérieur des terres. Aujourd'hui, la croissance économique de la région a été stimulée, du moins dans certains pays, par l'ouverture de négociations en vue d'une adhésion à l'Union européenne. Ces pays ont adopté avec enthousiasme la Directive cadre européenne, qui établit un cadre pour la gestion durable de l'eau.

En 2009, l'UNESCO a entrepris une analyse diagnostique transfrontalière du système aquifère pour recenser les lacunes en termes de connaissances. Cette analyse faisait partie de la phase préparatoire du projet DIKTAS, qui assiste l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, la Croatie et le Monténégro, en particulier dans la gestion de cette ressource précieuse. Il est financé par le FEM, mis en oeuvre par le PNUD et exécuté par l'UNESCO.

### Une loi à venir sur les aquifères transfrontaliers

Bien que les eaux souterraines représentent 97 % de la totalité d'eau douce disponible – les 3 % restants se trouvant dans les lacs et les rivières – le droit international y accordait peu d'attention jusqu'à encore récemment.

Il existe actuellement deux conventions mondiales régissant l'utilisation des ressources en eau transfrontalières. La première est la Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontaliers et des lacs internationaux (1992), qui s'applique aux eaux souterraines transfrontalières. Elle ne concernait que les pays de la CEE-ONU jusqu'au

En novembre 2010, le volet pratique de ce projet qui s'étale sur quatre ans a été entamé. Des données ont été collectées et une base de données régionale a été établie. On assiste à présent à la mise en place de mécanismes d'échange régulier d'informations et de données, ainsi qu'à la promotion d'une plus grande coopération entre les pays participants.

Des experts procèdent actuellement à une analyse approfondie des caractéristiques du réseau d'aquifères karstiques dinariques et de son bassin. Des solutions sont également étudiées pour remédier au problème des demandes concurrentes, associé à la pollution dans certaines régions.

À ce stade, il n'existe pas de politique multinationale règlementant l'utilisation des sols et la planification du développement, bien que l'aquifère soit très exposé à la contamination et que les barrages en amont aient un impact sur les utilisateurs en aval. Même au niveau national, la coordination entre les ministères de l'eau, de l'environnement, du tourisme, de l'agriculture, de l'aménagement du territoire, des forêts et de l'énergie est souvent insuffisante.

Le projet avance cependant si bien qu'il laisse entrevoir la création d'un mécanisme de coopération sous régionale.

Source : UNESCO



mois de février dernier, lorsqu'elle a été élargie à l'ensemble des États membres de l'ONU. La seconde est la Convention des Nations unies sur le droit relatif à l'utilisation des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation (1997), qui ne dissocie pas les eaux souterraines des eaux de surface ; elle n'est pas encore entrée en vigueur.

Le projet ISARM a permis de lever l'obstacle majeur au développement d'une loi internationale sur les aquifères transfrontaliers, en particulier en rendant possible le premier inventaire mondial. En 2008, l'Assemblée générale des Nations unies a adopté la résolution 63/124 qui comprend, en annexe, une série de projets d'articles préparés par la Commission du droit international des Nations unies, avec le soutien scientifique et technique du Programme hydrologique international de l'UNESCO.

Ces projets d'articles s'appuient sur les principes fondamentaux du droit international de l'eau : utilisation équitable et raisonnable et obligation de ne pas causer de dommage. Ils se fondent également sur le principe général du droit international, à savoir l'obligation de collaboration, qui, dans le cas des aquifères transfrontaliers, se traduit concrètement par l'échange régulier de données. Ils prévoient en outre des principes spécifiques pour la gestion des aquifères transfrontaliers, telles que leur surveillance et leur protection, ainsi que pour la coopération directe avec les pays en développement, ou encore la coopération indirecte par l'intermédiaire d'une organisation internationale compétente comme l'UNESCO.

La dernière version du projet de loi doit être étudiée lors de l'Assemblée générale des Nations unies qui aura lieu au mois d'octobre à New York (États-Unis). Que la loi soit adoptée ou non, le projet ISARM continuera à encourager les gouvernements à mettre en place leurs propres projets et commissions pour gérer conjointement les aquifères qu'ils partagent avec leurs voisins.

C'est déjà le cas dans le Sahara (voir encadré) et en Amérique latine (voir encadré page suivante), où les pays gèrent conjointement trois des plus grands aquifères profonds au monde. L'accord sur l'aquifère Guarani est même le premier à « prendre en compte la résolution 63/124 de l'Assemblée générale des Nations unies concernant le droit relatif aux aquifères transfrontaliers ».

Des accords peuvent également être négociés au niveau local. Dans les régions frontalières arides du Chihuahua (Mexique) et du Texas (États-Unis), des efforts concertés de part et d'autre de la frontière pour favoriser la conservation, le traitement effectif des eaux usées et l'alimentation artificielle de l'aquifère de Hueco-Bolson se sont avérés payants. Ce dernier est l'unique source d'eau de la ville de Ciudad Juarez (Mexique) et représente 30 % de l'approvisionnement en eau domestique de la ville d'El Paso (États-Unis). Le pompage de l'aquifère par El Paso a atteint son sommet en 1989, avec 98 700 km<sup>3</sup>, mais il a été réduit de moitié en 2002.

## Gérer les réserves d'eau fossile du Sahara

Il y a environ 10 000 ans, le désert du Sahara était une savane luxuriante. Lorsque les pluies qui alimentaient la région ont disparu il y a environ 3 000 ans, elles ont laissé derrière elles un précieux héritage : 373 000 km<sup>3</sup> d'eau fossile dans le double réservoir du système aquifère des grès nubiens, qui couvre le Tchad, l'Égypte, la Libye et le Soudan.

Une Autorité conjointe pour l'étude et le développement du système aquifère des grès nubiens a été mise en place entre l'Égypte et la Libye en 1989 pour gérer le système aquifère de manière collégiale ; elle a été officiellement lancée en 1991 à travers l'accord sur la Constitution d'une Autorité conjointe pour l'étude et le développement des eaux aquifères des grès nubiens. Cette dernière fut rejointe par le Soudan en 1996 et par le Tchad en 1999.

En 1991, la Libye a commencé à acheminer l'eau de l'aquifère dans le cadre du projet Grand fleuve artificiel, le plus important projet de génie civil au monde. Étant donné que cette réserve d'eau ne peut pas être reconstituée, l'entreprise libyenne a suscité une importante controverse.

En 2000, le Tchad, l'Égypte, la Libye et le Soudan ont adhéré au Programme de développement d'une stratégie régionale d'exploitation du système aquifère des grès nubiens. Mené par le Centre pour l'environnement et le développement pour la région arabe et l'Europe, ce programme a aidé les pays à travailler ensemble, tout en accordant un rôle actif à l'Autorité conjointe.

En 2006, l'AIEA, en partenariat avec le PNUD, l'UNESCO et le FEM, a lancé une étude sur trois ans portant sur l'aquifère transfrontalier dans le cadre du Projet nubien. Les experts ont d'abord réalisé une analyse diagnostique de l'aquifère partagé en identifiant les priorités et les menaces. Ils ont ensuite fait appel à une technologie sophistiquée pour combler les lacunes en matière de données qui empêchaient la planification stratégique. Enfin, un Programme d'action stratégique a vu le jour, détaillant les réformes juridiques, politiques et institutionnelles nécessaires pour faire face aux principales menaces identifiées auparavant dans le cadre du projet, ainsi qu'à leurs causes profondes.

Le deuxième plus important système aquifère du Sahara couvre une superficie d'environ 1 million de km<sup>2</sup> et est commun à l'Algérie (69 %), à la Libye (23 %) et à la Tunisie (8 %). En 2002, les trois pays ont mis en place un mécanisme consultatif en ce qui concerne le Système aquifère du Sahara du Nord-Ouest.

Dans le cas des deux systèmes aquifères, la coopération ne semble pas avoir souffert des changements de régime intervenus en Égypte, en Libye et en Tunisie suite au printemps arabe de 2011.

Source : UNESCO/AIEA



Un pépiniériste inspecte des rangées de cyprès et de caïlcédrat dans le gouvernorat d'Ismailia, dans le cadre d'un projet national de plantation d'arbres et de développement de la sylviculture péri-urbaine mis en oeuvre par le ministère égyptien de l'agriculture.



## Un défi que nous ne pouvons pas nous permettre d'ignorer

Comme l'a souligné Alice Aureli, spécialiste principale de programme au sein du Programme hydrologique international de l'UNESCO, lors de la consultation qui s'est déroulée à Nairobi au mois de mai dernier, formuler de bonnes stratégies de gouvernance pour les eaux souterraines représente un défi que nous ne pouvons pas nous permettre d'ignorer. Face aux défis sans précédent qui nous attendent – comme pratiquement doubler la production alimentaire et énergétique au cours des 40 prochaines années, tout en faisant face au changement climatique et au défi du développement durable –, la survie même de l'humanité dépendra de la manière dont nous traitons la source de vie qui coule sous nos pieds.

*Dossier réalisé par Susan Schneegans*

*Retrouvez la plupart des informations contenues dans cet article sur le site Internet du Projet de gouvernance des eaux souterraines à l'adresse suivante : [www.groundwatergovernance.org](http://www.groundwatergovernance.org)*

- 1 Voir : [www.unec.org/oes/member\\_countries/member\\_countries.html](http://www.unec.org/oes/member_countries/member_countries.html)
- 2 Amérique latine et Caraïbes (Montevideo, Uruguay, 18-20 avril 2012), Afrique sub-saharienne (Nairobi, Kenya, 29-31 mai 2012), Pays arabes (Amman, Jordanie, 8-10 octobre 2012), Asie de l'Est et du Sud et Pacifique (Shijiazhuang, Chine, 3-5 décembre 2012), Europe, Asie occidentale et centrale et Amérique du Nord (La Haye, Pays-Bas, 19-21 mars 2013)
- 3 Voir Planète Science, juillet 2007 : <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001516/151633f.pdf>
- 4 Voir : [www.energy.alberta.ca/OilSands/791.asp](http://www.energy.alberta.ca/OilSands/791.asp)
- 5 Voir Planète Science, juillet 2005 : <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139966f.pdf>

## Un aquifère d'abondance

L'aquifère Guarani s'étend sur plus de 1,2 million de km<sup>2</sup> et est considéré comme le plus grand d'Amérique latine. Il est commun au Brésil (71 %), à l'Argentine (19,1 %), au Paraguay (6,1 %) et à l'Uruguay (3,8 %).

On a tendance à assimiler le Brésil à une végétation luxuriante et à des cours d'eau rapides, mais certaines régions, comme le Nord-Est par exemple, sont semi-arides. Dans ces zones, près d'un tiers de l'approvisionnement total en eau provient des aquifères. De plus, dans l'État méridional de São Paulo qui a une forte concentration de population, jusqu'à 60 % des centres urbains sont alimentés par les eaux souterraines.

Au moment de son lancement en 2003, le Projet SAG (Système aquifère Guarani) était le premier d'Amérique latine à s'intéresser aux aquifères transfrontaliers. Il s'agissait également de l'une des premières initiatives multinationales entreprises dans le monde en ce qui concerne les eaux souterraines. Le projet associait les quatre pays riverains et était financé par le FEM. La Banque mondiale l'a mis en oeuvre, tandis que l'Organisation des États américains était chargée de son exécution.

La qualité de l'eau de l'aquifère Guarani a été jugée bonne, même si quelques zones de concentration de la pollution ont été décelées dans les régions d'alimentation et d'extraction. On ne connaît toujours pas précisément la quantité d'eau puisée dans cet aquifère chaque année,

mais les scientifiques estiment qu'il pourrait fournir 300 litres d'eau par jour à 720 millions de personnes.

Le projet SAG a d'abord permis la conception, puis la mise en oeuvre d'un cadre institutionnel commun pour la gestion et la préservation de l'aquifère. L'une de ses réussites réside dans la confiance mutuelle développée par les quatre pays riverains, qui fut notamment permise par le partage d'informations et de données concernant les caractéristiques de l'aquifère.

Le ministère des affaires étrangères de chaque pays a joué un rôle décisif dans les négociations sur la gestion de l'aquifère. Le projet a également permis de stimuler le débat dans les médias et dans le secteur universitaire. Il a grandement contribué au succès du programme de l'ISARM pour les Amériques et a été érigé en modèle à suivre pour les autres pays.

Il a abouti à l'adoption, le 2 août 2010, de l'Accord sur l'aquifère Guarani. Cet accord-cadre énonce les principes généraux de la coopération entre les quatre pays riverains et présente les détails du mécanisme institutionnel qui pourrait confier la gestion de l'aquifère à la Commission d'administration du Río de la Plata.

Source : UNESCO

*Heure de pointe dans une station de métro de São Paulo, l'une des plus grandes mégapoles au monde. Dans l'État de São Paulo, 60 % des centres urbains sont alimentés par les eaux souterraines.*



Photo: Wikipedia