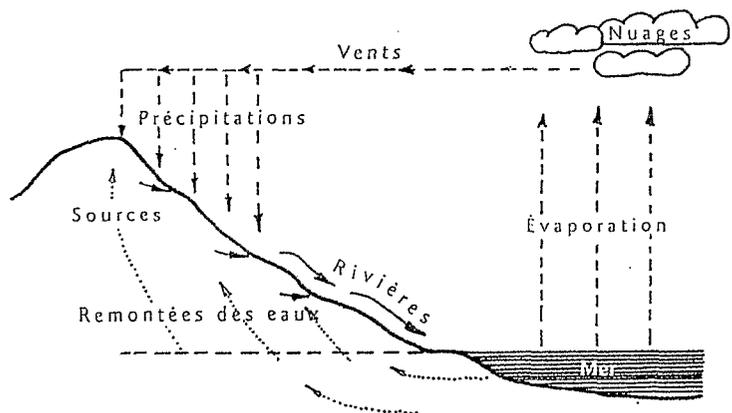


# Brève histoire de l'eau

ALAIN GIODA

*La substance même de la vie, l'eau, existe sur notre planète sous trois formes (gazeuse, liquide et solide) et sous de multiples aspects : amie ou ennemie des hommes, source de pouvoir, pomme de discorde, patrimoine commun et victime. Un bref compte rendu de la vie de l'eau au cours de l'histoire illustre la diversité et donc la richesse des rapports de l'humanité avec elle.*

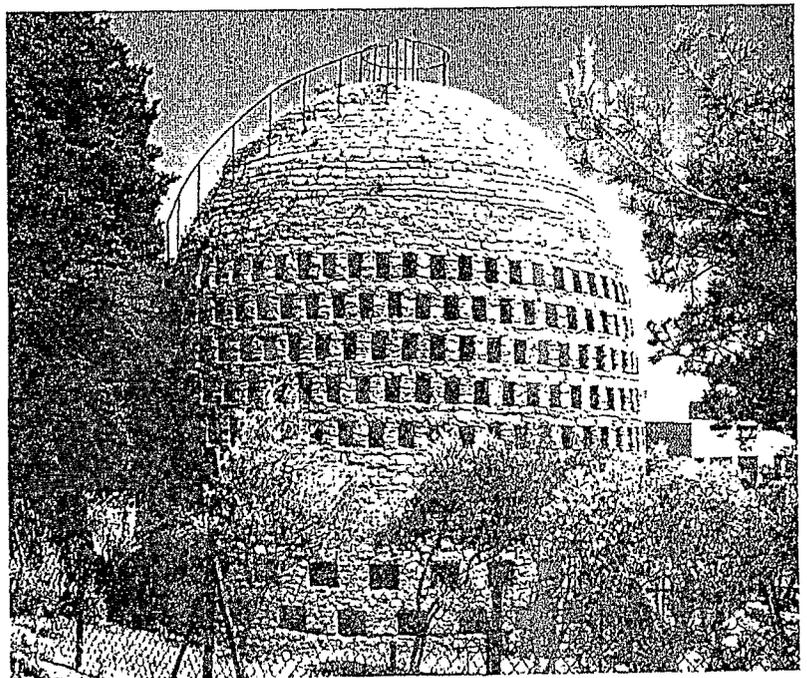


**Figure 1.** Représentations anciennes du cycle de l'eau. Comme l'a décrit Garbrecht (1987)<sup>8</sup>, certains indices laissent penser que Thalès de Milet (vers 624-546 av. J.-C.) et certains représentants de l'école ionienne ont découvert et soutenu l'idée que l'eau tirait son origine de l'intérieur de la Terre. L'eau souterraine est aspirée comme par une éponge et, à un niveau plus élevé, elle reparaît à la surface sous la forme de sources et de cours d'eau... La théorie selon laquelle l'eau provient d'une mer souterraine, et les autres conceptions très similaires selon lesquelles l'eau se forme en permanence dans le sol, tandis que l'air atmosphérique pénètre dans les fissures de la Terre, toutes ces idées se sont perpétuées pendant plus de 2 000 ans.

A

notre époque, en de nombreuses régions du monde, les problèmes relatifs à l'eau occupent une place de premier plan dans les priorités d'utilisation des ressources. Il est bon de se remémorer l'histoire de notre connaissance du cycle de l'eau. C'est seulement vers la fin du XVII<sup>e</sup> siècle que les savants occidentaux commencèrent à bien comprendre l'origine de l'eau et son cycle naturel. Ce cycle comprend trois parties : a) la mer et, dans une moindre mesure, le couvert végétal (évaporation et évapotranspiration dont le moteur est l'énergie solaire) ; b) les nuages (transfert, condensation, précipitation) et c) l'eau continentale superficielle (sources, rivières et lacs) et souterraine qui, à l'exception des eaux fossiles, retourne à la mer après un laps de temps plus ou moins long.

En Occident, l'ouvrage fondateur de l'hydrologie scientifique est l'œuvre de Pierre Perrault, *De l'origine des fon-*



**Figure 2.** Récupération des eaux à partir de la rosée. Même au cours de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, certains groupes scientifiques essayaient encore de capter d'importantes quantités de rosée au sommet des montagnes, en Russie et en France, en utilisant des puits aériens<sup>9</sup>. On voit ici un grand réceptacle destiné à la récupération de la rosée à Trans-en-Provence, dans le Midi de la France (1930-1931). Photo : A. Gioda.

Fonds Documentaire IRD



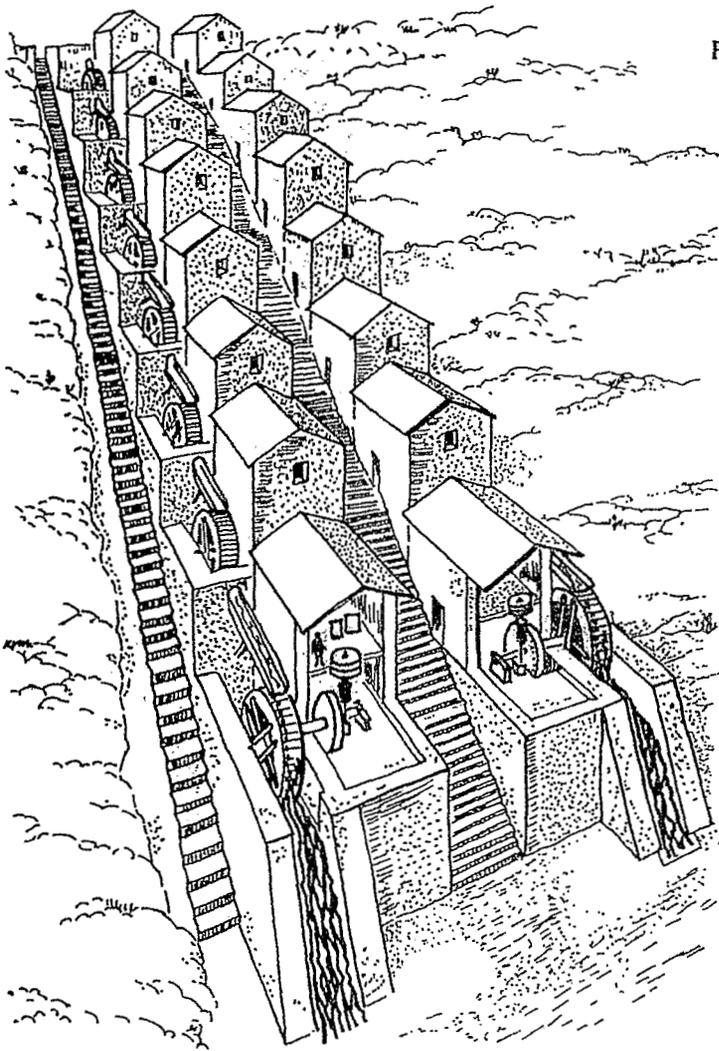
010021862

42

NATURE & RESSOURCES

Vol. 35, N° 1  
JANVIER - MARS 1999

Fonds Documentaire IRD  
Cote : Bx21 862 Ex : 1



**Figure 3.** L'eau, don des dieux. Reconstitution du moulin à eau géant de Barbégal (Empire romain, IV<sup>e</sup> siècle de notre ère, près d'Arles, dans le Sud de la France). Ce moulin, la plus vaste installation industrielle de l'Antiquité, se composait de seize roues à eau verticales. Disposées en deux rangées parallèles de huit roues chacune, le long d'une pente, elles étaient reliées à des meules qui servaient à moudre le blé, et flanquées de trois escaliers de service. On pense que ce moulin produisait suffisamment de farine pour nourrir la population d'Arles à l'époque, estimée à 12 500 habitants. Source du dessin : d'après Hodge (1990) <sup>12</sup>.

taines, publié en 1674 à Paris chez Pierre Le Petit<sup>1</sup>. Perrault avait effectué le bilan hydrologique d'un bassin situé sur le cours supérieur de la Seine<sup>2</sup>. En 1687, Edmond Halley, un Anglais, estima le taux d'évaporation de la Méditerranée, puis compara ce chiffre aux apports des fleuves qui s'y jettent<sup>3</sup>. Pour mesurer l'évapotranspiration des plantes, le mathématicien La Hire construisit trois lysimètres en 1688<sup>4</sup>.

Mais hors d'Europe, les Chinois connaissaient le cycle de l'eau depuis 500 ans av. J.-C., tandis qu'en Inde, Kautilya, ministre de la dynastie des Maurya (321-185 av. J.-C.), faisait mesurer la pluie dans des seaux placés devant les magasins agricoles. Pour les services publics, le premier système d'annonce de crues, instauré en Chine en 1574 sur le fleuve Jaune, utilisait des cavaliers galopant plus vite que le flot. En 1441, les Coréens effectuaient des mesures systématiques régulières des précipitations qui ne devaient rien à

l'Occident, et ils continuent encore de nos jours<sup>5</sup>.

Le grand mystère du cycle de l'eau était la raison pour laquelle le niveau des mers ne s'élevait pas malgré l'apport continu des fleuves. Il aurait fallu pouvoir estimer l'énorme quantité d'eau océanique évaporée sous l'action de la chaleur du soleil. Cela était impossible car on pensait que les mers couvraient une surface très réduite, dans un monde plat en forme de disque. Héritée de Ptolémée (90-168 ap. J.-C.), cette conception finit par s'effacer en Occident en particulier sous l'influence de Copernic (1473-1543) et de Galilée (1564-1642)<sup>6</sup>.

L'Égypte constituait un autre paradoxe aux yeux des Anciens. La crue du Nil se place en pleine saison sèche et les riverains ignoraient l'emplacement des sources du fleuve. Les Européens ne les découvrirent que vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Dans l'Égypte ancienne, les basses castes croyaient que le Nil n'était

qu'un bras de la Méditerranée et pensaient que l'eau de la mer remontait le cours du fleuve, à peu près comme dans les rias bretonnes. Cependant, les classes instruites mesuraient déjà les crues grâce aux premières échelles implantées dans le lit du fleuve, les fameux nilomètres.

De nouvelles questions se posaient quand on observait que les fleuves continuaient de couler une fois que la pluie avait cessé. Comment étaient-ils alimentés ? En contradiction avec d'autres hypothèses plus plausibles, Aristote (384-322 av. J.-C.) avait émis l'idée fantaisiste que l'écoulement des rivières résultait en partie de la condensation de la vapeur des eaux souterraines, elle-même produite par l'écoulement et le dessalement de l'eau de mer dans le sol (Figures 1 et 2)<sup>7,8,9</sup>.

#### LE PARADIS : L'EAU AMIE, DON DES DIEUX

Pendant des millénaires, les hommes ont considéré que l'eau était un élément fixe du globe, comme l'air. Dans un monde essentiellement rural, l'eau était pratiquement déconnectée des circuits économiques, car les sources, les rivières et les bras de rivières, les puits et les citernes étaient disponibles pour un coût nul ou négligeable, surtout si on avait recours à la main-d'œuvre servile<sup>10</sup>.

L'eau était un don des dieux. On éprouvait une répugnance générale à l'idée de modifier le cycle de la nature, les Romains et les citadins ne faisant pas exception<sup>11</sup>. Les roues des moulins tournaient nuit et jour (Figure 3)<sup>12</sup>. Il s'agissait avant tout de fournir de l'eau aux villes : fontaines et thermes gigan-

tesques. D'immenses amphithéâtres, les naumachies, servaient aux jeux nautiques (Figure 4)<sup>13</sup>. L'historien Pierre Grimal<sup>14</sup> appelle Rome la « ville de l'eau », à la fin de l'Empire, onze grands aqueducs transportaient l'eau jusqu'à « la cité<sup>15</sup> ». Cependant, vers 144 av. J.-C., la technique des siphons renversés était maîtrisée grâce à l'emploi de conduites de plomb, métal qui abondait dans l'actuelle Espagne<sup>16</sup>. Selon diverses sources bibliographiques, sous le règne de Trajan (98-117 ap. J.-C.), la quantité d'eau fournie à chaque Romain était approximativement de 1 000 litres par jour<sup>17</sup>. Mais cette estimation ne tient pas compte des fuites et des pertes énormes du réseau antique. Après la chute de Rome, puis de Constantinople,

le goût des fontaines, des jeux d'eau et des thermes se perpétua et se perfectionna chez les Arabes et les Perses. Il réapparut ensuite dans l'Europe baroque (Figure 5)<sup>18</sup>. Mais ce n'est qu'au XVIII<sup>e</sup> siècle et plus encore au XIX<sup>e</sup>, avec la redécouverte du corps et le culte de l'hygiène que la vogue des villes d'eaux atteignit son apogée<sup>19</sup>. Marienbad, Vichy, Baden Baden, Spa, Bath et Montecatini connaissaient la prospérité. En France, l'impératrice Eugénie lança la mode du thermalisme. Dans son roman *Mont-Oriol*, écrit en 1887, Guy de Maupassant décrit de façon réaliste la naissance d'une ville d'eaux en pleine campagne.

L'eau était un don des dieux, comme l'arbre fontaine ou arbre sacré des Canaries, qui, jusqu'en 1610, captait l'eau des brouillards au bénéfice des premiers habitants de l'île de Hierro<sup>19</sup>

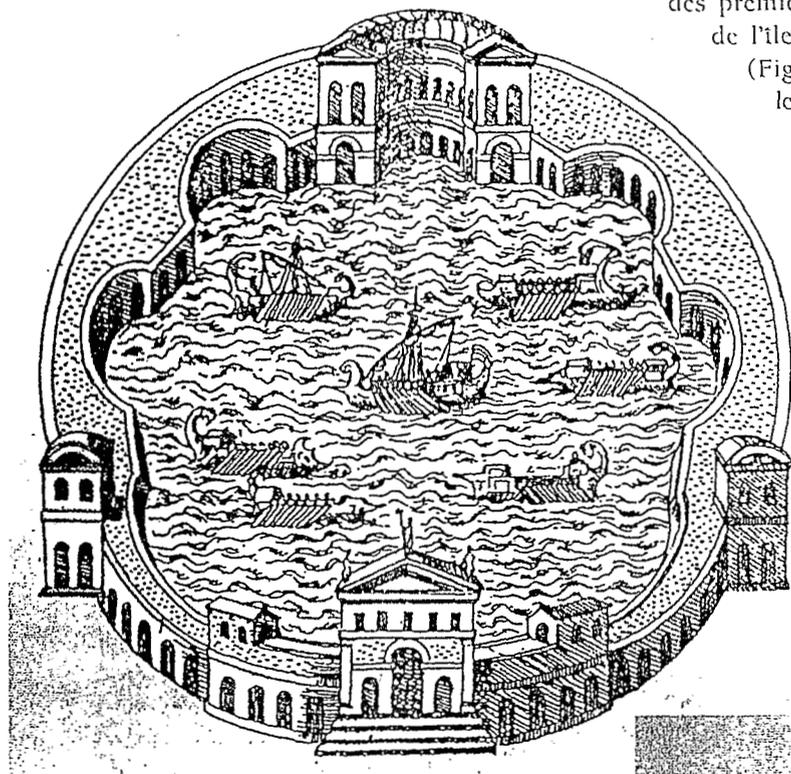
(Figure 6). Pour les Incas, le lac Titicaca était le centre originel

du monde<sup>21</sup> (Figure 7). Dans le Mexique aztèque, les paysans vénéraient Tlaloc, le dieu de la pluie, représenté par une grenouille ou un crapaud. En fait, l'eau était le facteur essentiel de la stabilité et de l'organisation des peuples précolombiens du Mexique<sup>22</sup>. Dans le Nouveau Monde, vers 1730, Bartolomé Arzán, chroniqueur de Potosí, la plus grande ville des Amériques au XVII<sup>e</sup> siècle, considérait encore la pluie comme un phénomène d'origine divine<sup>23</sup>.

#### LE PARADIS PERDU : L'EAU, DANGER ET SOURCE DE CONFLITS

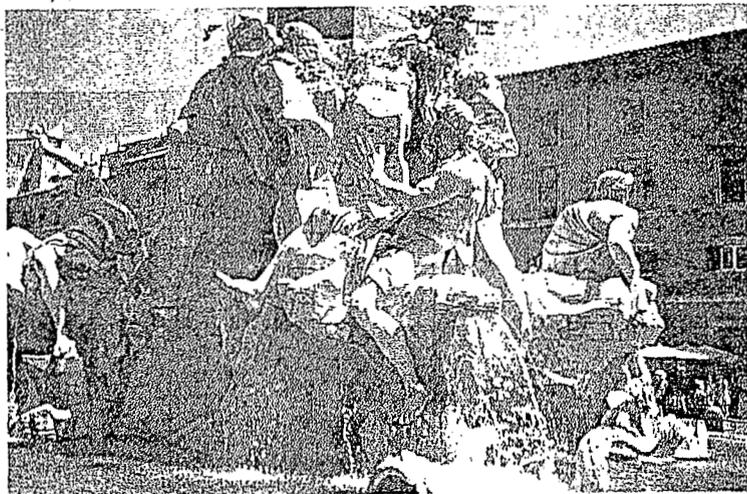
##### L'eau ennemie : les maladies liées à l'eau et les calamités naturelles

Mais, très vite, l'homme perdit la clef du paradis. Les maladies liées à l'eau, d'origine parasitaire, bactérienne ou virale, sont très répandues, propagées par les hommes, par le manque d'hygiène ou la mauvaise gestion de l'eau. À



**Figure 4. Naumachie de la Rome antique**  
d'après une gravure de Panvinio (XVI<sup>e</sup> siècle). À Rome, des équipes de gladiateurs mimaient des batailles navales en réduction, telles que celle qui avait opposé Grecs et Perses à Salamine. Dans la ville de Rome, le principal cirque nautique pour de tels jeux occupait l'emplacement actuel de la piazza Navona, le point le plus bas de la cité, proche du Tibre. La forme de l'actuelle piazza Navona coïncide avec celle du cirque antique. Source : Cerchiai (1990)<sup>13</sup>.

**Figure 5. La fontaine des fleuves, du Bernin, orne la Piazza Navona depuis 1651.** Quatre statues incarnent les grands fleuves du monde connus au XVII<sup>e</sup> siècle : le Nil, le Rio de la Plata, le Danube et le Gange. Le Nil, à gauche, a le bras levé et se couvre le visage, car en ce temps-là, on ignorait où se situait la source du plus grand fleuve d'Afrique. Voir Giorda (1990)<sup>18</sup>. Photo : A. Giorda.





**Figure 6. L'arbre-fontaine des Canaries.** Les bergers vénéraient cet arbre jusqu'au jour où il fut abattu par le vent au XVII<sup>e</sup> siècle. Dans un environnement aride, l'arbre sacré collectait un grand nombre de gouttelettes de brouillard, engendrant ainsi à son pied une véritable source. Une légende raconte qu'une jeune bergère, amoureuse d'un soldat castillan (le royaume qui conquiert les Canaries au XV<sup>e</sup> siècle) révéla à ce dernier le secret de l'arbre, ce qu'elle paya de sa vie. Voir Gioda et al. (1992)<sup>20</sup>.

la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, Louis Pasteur et ses disciples montrèrent le rôle joué par les microbes dans les maladies infectieuses et donc l'importance d'une bonne hygiène. Les parasites transportés par l'eau sont responsables d'un grand nombre de maladies dans les pays émergents, notamment le paludisme (un millions de décès par an, entre 100 et 150 millions de cas tous les ans, dont 90 % en Afrique, 300 millions de porteurs), les schistosomiasis (300 millions de personnes exposées) et les filarioses. Parmi les maladies bactériennes, le choléra continue d'être le plus tristement célèbre en Europe depuis l'épidémie de 1854 qui a provoqué près de 150 000 décès en France (Figure 8)<sup>24</sup>. Aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles, sept pandémies mondiales ont tué des centaines de milliers de personnes. Parmi les maladies à virus, l'hépatite A, comme le choléra, est une maladie des mains sales et de l'eau contaminée. Il faut ajouter à ce groupe les dysenteries d'origine parasitaire, bactérienne et virale chez le nourrisson.

Au nombre des grandes pluies et des graves inondations de l'histoire, nous évoquerons les huit années qui ont battu tous les records en Europe entre 1313 et 1320 et qui, en 1315-1316 ont provoqué une des pires famines du Moyen Âge. Dans la région de Winchester, en Angleterre, le foin ne séchait plus, les récoltes étaient dérisoires, les bœufs perdaient leurs fers et

les anguilles se propageaient au-delà des étangs. Le prix du grain était trois fois supérieur à la moyenne de la période 1270-1350<sup>25</sup>. C'est seulement lors de la grande peste de 1340 qu'il y eut plus de décès encore. Outre ces catastrophes naturelles, la mauvaise utilisation des sols rendait les inondations pires encore et déclenchait une



érosion, en particulier dans les régions montagneuses arides et semi-arides. En France, l'aménagement anarchique des terres et l'occupation permanente des lits des fleuves importants, très répandus dans la région méditerranéenne, ont été responsables, en juin 1957, de la tragédie du Guil en haute Durance. L'hydrologue Maurice Pardé<sup>26</sup> l'a décrite et elle s'est renouvelée plus récemment à Nîmes, à Vaison-la-Romaine et dans les Alpes-Maritimes.

**Figure 7. Le lac Titicaca,** berceau de l'empire inca (XIII<sup>e</sup>-XVI<sup>e</sup> siècle). Situé à 3 800 m d'altitude et couvrant une superficie de 8 300 km<sup>2</sup>, c'était le site le plus sacré des Incas, car l'univers avait son origine dans le lac même. Le mythe inca concernant l'origine du monde évoquait la crue envoyée par le créateur Viracocha pour punir le premier homme de ses péchés et de son orgueil. Après une inondation gigantesque, la première terre émergée à la surface du lac Titicaca. Le premier empereur des Incas, Manco Capac, abandonna l'île du lac pour fonder sa capitale, Cuzco. D'après Wachtel (1990)<sup>21</sup>. Photo : A. Gioda.

#### L'eau, source de pouvoir : les civilisations « hydrauliques »

Depuis l'Antiquité, la maîtrise de l'eau symbolise le pouvoir au Moyen-Orient, où elle est particulièrement rare. L'historien Wittfogel a pu parler de civilisations hydrauliques, reposant sur la propriété et la gestion de l'irrigation<sup>27</sup>. Citons en exemples les civilisations égyptienne et assyrienne, celles des vallées de l'Indus, du fleuve Jaune et du royaume de Saba qui furent florissantes dans des environnements devenus sensiblement aussi arides que de

Figure 8. L'eau ennemie : contamination, maladie et mort.



La représentation du choléra sous la forme d'un squelette versant de l'eau contaminée dans la Seine a été dessinée par Gilbert-Martin et publiée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle par un journal satirique parisien, *Le Don Quichotte*. C'est le savant Moreau de Jonnes qui (entre 1828 et 1835) fit comprendre le rapport entre le déplacement de l'épidémie et l'eau des fleuves et des mers. Il introduisit aussi l'idée de faire bouillir ou de traiter l'eau pour lutter contre la maladie. Voir Dodin (1992)<sup>24</sup>.

nos jours. Les « quanats », canaux souterrains artificiels transportant l'eau sur de grandes distances, furent au VIII<sup>e</sup> siècle av. J.-C., l'invention des habitants d'Urartu dans l'actuelle Turquie<sup>28</sup>. Ces systèmes, utilisant généralement l'eau issue du drainage des aquifères, se sont répandus en Perse, en Égypte, en Inde, en Grèce, au Maghreb où ils portent le nom de « foggaras » et aux îles Canaries où on les appelle « galerías ».

En travaillant sur l'Ancien Testament, Dan Gill a échafaudé une théorie selon laquelle le roi David aurait pu prendre Jérusalem en empruntant les conduites souterraines de la ville, alimentées par la source de Gihon<sup>29</sup>. Mais l'exemple le plus éclatant de l'importance de l'eau fut la chute du royaume de Saba, symbolisée par la destruction du seul barrage de Marib vers 300 av. J.-C. D'après une sourate du Coran, c'est l'impiété des habitants du royaume qui le fit disparaître par l'eau, alors qu'il avait connu la prospérité par elle.

Aujourd'hui encore, Israël surveille jalousement son approvisionnement en eau et satisfait ses besoins grâce à un puissant réseau interconnecté<sup>30</sup>. Les autorités palestiniennes se heurtent déjà au manque d'eau et donc à leur dépendance vis-à-vis de l'État hébreu. La Jordanie et Israël ont signé un accord sur leur utilisation respective des eaux du Jourdain.

D'autres exemples contemporains fort connus sont ceux des fleuves internationaux ; les pays situés en amont

peuvent agir sur les débits vers les pays situés en aval. L'Égypte dépend de la situation politique en Éthiopie, véritable château d'eau du Nil, dont les futurs barrages et les prélèvements pourraient rendre caducs le barrage d'Assouan et son agriculture irriguée.

#### Un enjeu éco-juridique : les domaines public et privé

En droit romain, l'eau courante était bien commun, par conséquent les cours d'eau et leurs dépendances ne pouvaient faire l'objet d'un commerce. Le pouvoir politique et militaire du système féodal était limité par les communautés rurales pour lesquelles l'eau était un bien commun, constamment renouvelé et que le pouvoir seigneurial ne pouvait s'approprier. En 1566, par l'Édit de Moulins, le pouvoir royal décréta que tous les fleuves et rivières navigables appartenaient au domaine royal ; seuls y échappaient le droit de pêche et l'utilisation des moulins et bacs<sup>31</sup>.

En droit français moderne, les eaux domaniales sont composées des lacs navigables, des barrages construits sur le domaine public, des canaux de navigation ainsi que leurs dépendances et leurs accessoires, et des cours d'eau depuis leur point de navigabilité jusqu'à l'embouchure, y compris les bras non navigables. L'État peut accorder des concessions à des particuliers, des droits d'utilisation ou d'occupation temporaire du domaine public. Il peut aussi renoncer à son droit de pêche. Les

eaux courantes non domaniales constituent un domaine juridique complexe. L'article 2 de la loi du 8 avril 1898, maintenu dans celle du 3 janvier 1992, stipule que « les riverains n'ont le droit d'user de l'eau courante qui borde ou qui traverse leurs propriétés que dans les limites déterminées par la loi ». Et l'article 106 du Code rural précise que « aucun barrage, aucun ouvrage destiné à l'établissement d'une prise d'eau, d'un moulin ou d'une usine ne peut être entrepris dans ces cours d'eau sans l'autorisation de l'administration ».

L'article 642 du Code civil précise que « celui qui a une source dans son fonds peut toujours user des eaux à sa volonté dans les limites et les besoins de son héritage ». Dans la pratique, la jurisprudence admet que le législateur entend maintenir au propriétaire du fonds sur lequel jaillit la source le droit de disposer entièrement de l'eau. Ce droit de propriété comporte aussi celui de faire des excavations, même si celles-ci ont des conséquences sur l'aval<sup>32</sup>.

Tout au long de l'histoire, le droit de l'eau a été fortement soumis à celui de la propriété, quels que fussent le débit et le volume de l'eau. En outre, pour contrebalancer les conflits entre domaines publics et privés, la législation française récente (lois du 3 janvier 1992 et du 2 février 1995) a renforcé la notion de patrimoine commun.

#### L'eau victime : les formes de pollution

Dans le passé, les pollutions causées par l'homme étaient d'origine chimique. Aujourd'hui, s'y ajoutent les pollutions organiques et thermiques, ces dernières se produisant surtout en aval des centrales nucléaires.

Les métaux lourds, très utilisés depuis l'Antiquité, figurent au premier rang des polluants chimiques. Le premier pesticide est apparu en 1885 dans les vignobles avec la bouillie bordelaise, mixture liquide à base de cuivre et de sulfate. Mais les pesticides ne furent largement utilisés qu'après la découverte par Muller des propriétés du DDT en 1940. L'abondance des nitrates dans l'eau est aussi un phénomène récent, causé par l'élevage intensif et l'utilisa-

Figure 9.

tion excessive d'engrais dans les pays riches, ou par le manque de latrines suffisantes dans les villes du tiers monde. De même, c'est récemment que le phosphore altère la qualité des eaux stagnantes en l'enrichissant à l'excès, causant leur eutrophisation, avec la fertilisation surabondante des sols et la généralisation du tout à l'égout. Les progrès de l'hygiène personnelle et l'usage des détergents au phosphate ont transformé ce dernier en polluant qui touche aussi les mers, comme l'Adriatique, avec des marées vertes aussi nau-séabondes que spectaculaires.

On surveille de près les métaux lourds car plus ils se concentrent dans la chaîne alimentaire, plus les maladies qu'ils provoquent sont dangereuses. Le saturnisme était fréquent dans la Rome antique car les conduites d'eau étaient en plomb ; selon les normes européennes, le seuil maximal du plomb dans l'eau est de  $0,05 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Le mercure, dont le seuil maximal est de  $0,001 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , peut être responsable de la maladie de Minamata, du nom de la ville japonaise où, après la Seconde Guerre mondiale, cette affection frappa les humains et les chats qui se nourrissaient de poisson contaminé. Depuis le XVI<sup>e</sup> siècle, le mercure pollue durablement les cours d'eau et les lacs du haut Pérou, en particulier autour de la ville de Potosí (Figures 9 et 10). L'introduction du mercure dans la métallurgie de l'argent en 1572 a apporté à la ville une grande richesse<sup>33</sup>. Bâtie à 4 000 m d'al-

**L'eau victime : la pollution par les métaux.** Jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle, le mercure a été indispensable à la métallurgie de l'argent. Vers les années 1570, les Espagnols introduisirent au Pérou le procédé d'amalgamation dans la métallurgie de l'argent, dans l'idée d'exploiter les minerais moins précieux. On fabriquait une mixture liquide, composée d'eau, de mercure, de craie, de sel et de minerai d'argent réduit en poudre. Dans les cuves, une lente réaction chimique produisait le métal précieux, après un seul passage dans le four à la fin du processus. À ce stade, le mercure était enfin volatilisé. Voici une usine d'argent à Potosí, dans le Pérou colonial (aujourd'hui, la Bolivie), au XVIII<sup>e</sup> siècle. Dans ces usines urbaines, les conditions de travail de la main-d'œuvre indienne étaient épouvantables. Les ouvriers étaient en contact permanent avec le mercure, en particulier au cours de l'amalgamation que l'on pouvait accélérer par pression et au cours du lavage du minerai. La pollution en aval de la ville était d'une très forte toxicité. À Potosí, le procédé d'amalgamation demeura essentiellement identique à ce que montre Arzáns jusque dans les années 1870.

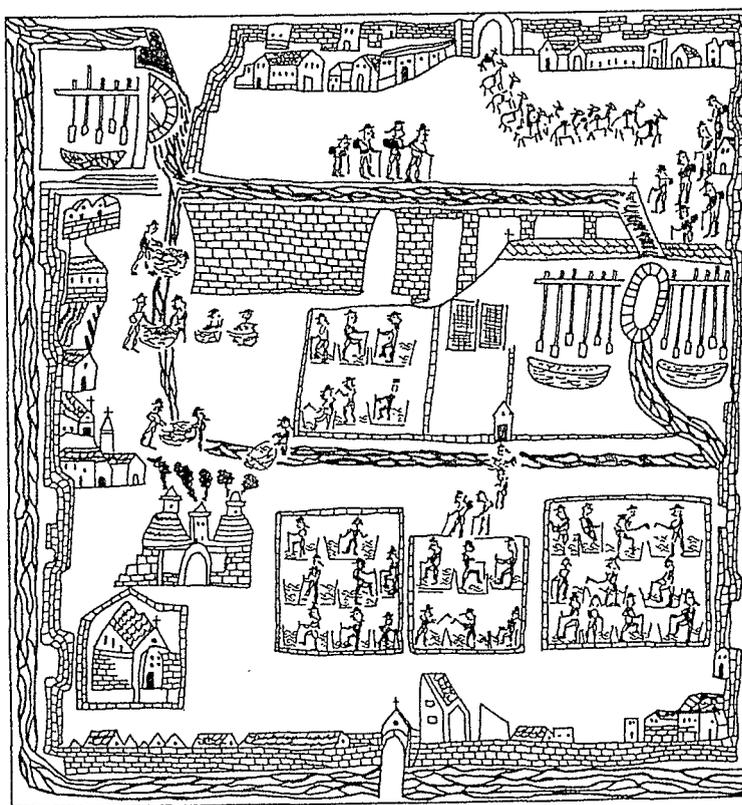


Figure 10.

À Potosí, la pollution de l'eau persiste car on continue à rejeter sans traitement les résidus de l'exploitation des complexes argent-zinc-plomb-étain et l'on y est en présence de l'une des plus vastes réserves de métaux non ferreux, le Cerro Rico, ou montagne d'argent (altitude 4 890 m, au fond). Également visibles (au centre), les ruines d'un moulin de la période coloniale, mû par une grande roue hydraulique verticale. L'eau grise du canal reflète la couleur de la gangue. Les trois quarts du matériau traité (soit 360 000 tonnes par an) sont rejetés dans le fleuve. Photo : A. Gioda.

titude, isolée dans les Andes, Potosí ne comptait pas moins de 150 000 habitants entre 1610 et 1650, soit la population du Paris de l'époque. Au début du XVII<sup>e</sup> siècle, c'est par dizaines que les moulins et les manufactures s'installèrent sur les rives de la Vera Cruz pour la trituration du minerai d'argent et l'amalgamation au mercure<sup>34, 35</sup>. De nos jours, les torrents des hautes terres qui descendent vers le Pilcomayo lèchent toujours les terrils de minerai d'argent, anciens ou récents, et la pollution par le mercure est devenue forte à l'aval des gisements d'or dans les cours d'eau qui descendent vers l'Amazonie bolivienne, péruvienne et brésilienne.

### CONCLUSION : LA DÉCOUVERTE DU PARADIS

Connaissant l'histoire de l'eau et sa valeur infinie, nous montrons-nous économes vis-à-vis d'elle ? Contribuons-nous à en préserver la qualité ? La réponse est trop souvent négative. Ainsi, nous abusons des bains : un par jour, soit quelque 200 litres d'eau, alors qu'une douche rapide en consomme une vingtaine. Si l'examen de l'histoire européenne permet de retracer l'origine des erreurs commises, il n'offre guère de modèles ou de leçons dont nos contemporains ou nous-mêmes pourrions tirer profit. Pourtant, si nous commençons à épargner de l'énergie par exemple, nous économiserions indirectement de l'eau, car cette dernière est indispensable aux centrales hydroélectriques, thermiques et nucléaires. Le secteur agricole de bien des pays industrialisés qui a établi des rendements records et s'est lancé dans l'exportation, doit se préoccuper de la gestion de l'eau et de l'amélioration de sa qualité. Le monde sera plus propre et l'eau plus claire, quand nous renoncerons au culte de la blancheur du linge et à la publicité des lessives, quand baissera la débauche lumineuse de nos lampes et quand, nous inspirant de l'écrivain japonais Tanizaki Junichiro, nous aurons appris à faire « l'éloge de l'ombre<sup>36</sup> ». Enfin, terminons sur un clin d'œil venu de la Grèce antique : sachant que l'eau coule, file entre les doigts puis se cache, disparaît et s'évapore, Aristophane dans *Les Nuées*, affirmait logiquement qu'écrire sur le cycle

de l'eau était le comble du travail inutile<sup>37, 38</sup>.

### NOTES ET RÉFÉRENCES

- Perrault, P. 1674. *De l'origine des fontaines*. Carboneil, P. G. (éd.), édition 1996, CNRS/SH, Asnières.
- Sircoulon, J. 1990. Pierre Perrault, précurseur de l'hydrologie moderne. *Europe*, 739-740 : 40-47.
- L'Hôte, Y. 1990. Historique du concept du cycle de l'eau et des premières mesures hydrologiques en Europe. *Hydrologie continentale*, 5 (1) : 13-27.
- Addiscott, T. M. ; Whitmore, A. P. ; Powlson, D. S. 1992. *Farming, Fertilizers and the Nitrate Problem*. CAB International, Wallingford.
- Météo-France. 1991. *Les Données pluviométriques anciennes*. Météo-France et ministère de l'Environnement, Paris.
- L'Hôte (1990), voir note 3 ci-dessus.
- L'Hôte (1990), voir note 3 ci-dessus.
- Garbrecht, G. 1987. Hydraulic engineering, hydrology and hydraulics in the Antiquity. *ICID Bulletin*, 36 (1) : 1-10.
- Nikolayev, V.S. ; Bysens, D. ; Gioda, A. ; Milimouk, I. ; Katiushin, E. ; Morel, J. P. 1996. Water recovery from dew. *Journal of Hydrology*, 182 : 19-35
- Margat, J. 1987. Les trois stades de l'économie de l'eau. *IAHS Publ.*, 164 : 47-51.
- Tanner, R. G. 1987. Philosophical and cultural concepts underlying water supply in the antiquity. In : Rodda, J. C. ; Matalas, N. C. (éd.), *Water for the Future : Hydrology in Perspective*, p. 27-35. IAHS Publ. n° 164. International Association of Hydrological Sciences, Wallingford.
- Hodge, T. 1990. A Roman factory. *Scientific American*, 11 : 58-64.
- Cherchiai, x. 1990. *Roma, ieri, oggi, domani*. Rome ;
- Grimal P. 1990. Un urbanisme de l'eau à Rome. In : *Le Grand Livre de l'eau*, p. 96-106. La Manufacture-CST, Paris.
- Garbrecht (1987), voir note 8 ci-dessus.
- Bonnin, J. 1984. *L'Eau dans l'antiquité*. Eyrolles, Paris.
- Tanner (1987), voir note 11 ci-dessus.
- Gioda, A. 1990. La Piazza Navona et ses fleuves. *L'Eau, l'industrie, les nuisances*, 142 : 78-79.
- Maneglier, H. 1991. *Histoire de l'eau*. François Bourin, Paris.
- Gioda, I. ; Hernández, Z. ; Gonzales, E. ; Espejo, R. 1995. Fountain trees in the Canary Islands : legend and reality. *Advances in Horticultural Sciences*, 9 (3) : 112-118.
- Wachtel, N. 1990. *Le Retour des ancêtres*. Gallimard, Paris.
- Raynal-Villaseñor, J. A. 1987. The remarkable hydrological works of the Aztec civilization. In : Rodda ; J. C. ; Matalas, N. C. (éd.), *Water for the Future : Hydrology in Perspective*, p. 3-9. IAHS Publ. n° 164. International Association of Hydrological Sciences, Wallingford.
- Arzáns, B. 1705-1737. *Historia de la Villa Imperial de Potosí*. Hanke, L. ; Mendoza, G. (éd.) édition 1965. Brown University, Providence.
- Dodin, A. 1992. L'eau et le choléra. *Sécheresse*, 3 (4) : 251-259.
- Le Roy Ladurie, E. 1983. *L'Histoire du climat depuis l'an mil*. Flammarion, Paris.
- Pardé, M. 1958. La crue de juin 1957. *Revue de Géographie alpine*, XLVI : 213-230.
- Wittfogel, K. A. 1955. Developmental aspects of hydraulic societies. In : Steward, J. H. ; Adams, R. M. ; Collier, D. et al. (éd.) *Irrigation Civilizations : A Comparative Study*, p. 43-52. Pan American Union, Washington, D. C.
- Biswas, A. K. 1970. *History of Hydrology*. North Holland publishing Co., Amsterdam.
- Gill, D. 1991. Subterranean waterworks of biblical Jerusalem : adaptation of a karst system. *Science*, 254 : 1467-1471.
- Yair, A. ; Gvirtzman, H. 1995. Bilan d'eau d'Israël : situation présente et perspectives d'avenir. *Sécheresse*, 6 (1) : 59-65.
- Le Moal, R. 1992. *Les Droits sur l'eau*. ADEMART, Nantes.
- Le Moal (1992), voir note 31 ci-dessus.
- Serrano, C. ; Peláez, J. 1996. La Ribera de Vera Cruz de Potosí. *Rocas y Minerales*, 24 (5) : 49-67.
- Arzáns (1705-1737), voir note 23 ci-dessus.
- Gioda, A. ; Serrano, C. 1998. L'eau et l'argent à Potosí (ancien Haut-Pérou puis Bolivie). *La Houille blanche*, 7 : 65-75.
- Tanizaki Junichiro. 1833. *Éloge de l'ombre*. Editions françaises, 1977 et 1995. Publications orientalistes de France, Paris.
- Cette étude est dédiée à la mémoire de deux botanistes européens qui se sont vivement intéressés à l'histoire de la science et à la flore de l'Amérique latine : le Dr Marcel Kroenlein, directeur du Jardin exotique de Monaco pendant de nombreuses années ; et Pierre Fontanel, jeune ingénieur de Montpellier, spécialiste des herbes.
- Je souhaite remercier particulièrement les personnes dont les noms suivent qui ont bien voulu commenter les ébauches de cette étude : en France, Gérard Grosclaude (Inra, Nantes), Yann L'Hôte, Eugenio Rabbia (IRD, Montpellier), ainsi que Pierre Morlon (Inra, Dijon), Charles Riou (Inra, Bordeaux), Pierre Chevallier (IRD, Montpellier), Alain Rosset et Jean Mouchet (IRD, Paris) ; en Bolivie, René Arze (ABNB, Sucre), Bernard Pouyaud, Maria Cecilia González (IRD, La Paz), Carlos Serrano (UAFE, Potosí) ; en Argentine, Rosario Prieto (CRICYT, Mendoza) ; en Uruguay, Carlos Fernández Jáuregui (UNESCO, Montevideo) ; en Espagne Andrés Acosta (EXOMM, Salamance) ; et en Israël, Jan Szeminski (université de Jérusalem).

Alain Gioda est hydrologue à l'Institut français de recherche scientifique pour le développement (IRD, anciennement Orstom) et, en Bolivie, au Servicio nacional de Meteorología y Hidrología (SENAMHI). Il s'est intéressé particulièrement à l'histoire des crues dans les Alpes italiennes et à celle de la quête des eaux du brouillard aux Canaries et de la rosée en Ukraine. Il s'est également intéressé à l'histoire et à la restauration partielle des moulins à marée du Moyen Âge au Portugal et de l'hydrologie minière du Pérou colonial. Depuis 1995, à partir de son bureau régional de Montevideo, il étudie l'histoire du climat des Andes centrales dans le cadre du programme de glaciologie tropicale de l'IRD, qui est également parrainé par l'UNESCO, dans le cadre du Programme hydrologique international, et par le projet ARCHISS (Archival Climate History Survey) organisé conjointement par l'OMM, l'UNESCO et l'ICA. Son adresse : IRD/SENAMHI, CP 2352, Cochabamba, Bolivie. E-mail : gioda@maconlinebbs.com

# Nature RESSOURCES

Directeur publications : Milagros Del Corral  
(Éditions UNESCO)

Directeur de la rédaction : Pierre Lasserre (UNESCO)

Rédacteur en chef : Malcolm Hadley (UNESCO)

Assistante de la rédaction : Josette Gainche (UNESCO)

#### Équipe éditoriale

Secrétaires d'édition : Valérie Triquenaux,

Béatrice Fournier (Elsevier)

Maquette et mise en page : Ivette Fabbri (UNESCO)

Traduction : Brigitte Delorme (français) (UNESCO)

#### Publicité, marketing et promotion

pour les versions anglaise et française

Evelyne Napias (Elsevier)

Cristina Laje (Éditions UNESCO)

Publicité : Alain Meyer Abbatucci (Elsevier)

Tel: (33) (1) 45 58 90 48

Internet : <http://www.unesco.org/publishing>

<http://www.elsevier.nl>

#### Publicité, marketing et promotion

pour la version espagnole

Mundi-Prensa Libros

Castelló 37, 28.001 Madrid, Espagne

Fax: (34) 915753998

#### Commandes et abonnements

Éditions scientifiques et médicales Elsevier

Directeur de la publication : Catherine Lucet

23, rue Linois,

75724 Paris cedex 15, France

Tel: (33) (1) 45 58 90 67

Fax: (33) (1) 45 58 94 24

INDEXÉ DANS GEOBASE

## Éditorial : En quête d'un « contrat » scientifique

à l'échelle du monde ...

3

FEDERICO MAYOR

## Des preuves solides : enseigner les environnements

passés d'après les fossiles de foraminifères ...

4

LYNN MARGULIS ET LOIS BRYNES

## Les réserves de biosphère transfrontalières :

nouveaux modes de coopération

entre les Vosges du Nord et le Pfälzerwald ...

18

EMMANUEL THIRY, ROLAND STEIN ET CATHERINE CIBIEN

## Gestion des ressources naturelles et aliénation.

de la terre chez les pasteurs Barabaig ...

30

CHARLES LANE. PHOTOGRAPHIES : FRANCO ZECCHIN

## Breve histoire de l'eau

ALAIN GIODA ...

42

## De la science, des savants et de la société - II

Nouvelles brèves ...

49

52

## Nouveaux livres

À propos de ...

56

61

## Calendrier

... 62

62

■ © UNESCO. En application de la loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992, il est interdit de reproduire, même partiellement, la présente publication sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (20, rue des Grand-Augustins, 75006 Paris).

■ Les auteurs sont responsables du choix et de la présentation des points de vue et informations figurant dans leurs articles, lesquels n'engagent en aucune façon l'UNESCO. Les désignations employées et la présentation du matériel adoptée ici ne sauraient être interprétées comme exprimant une prise de position de sa part sur le statut légal d'un pays, d'un territoire, d'une ville ou d'une zone quelconque, non plus que sur le tracé de ses frontières.



ELSEVIER

■ Imprimé par Imprimerie Louis-Jean, 05003 Gap, France ■ Dépôt légal: 259 ■ ISSN 0304-2995 ■

INV: 42.020017275  
COTE: 42 B 0201 D 000 010!!