



ACADEMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

Séance 3/06/2005 à Toulouse,

Bull. 36, 451-465

L'OR BLEU – ABONDANCE ET PENURIE.

Par Paul Maistre

1. DE QUOI S'AGIT-IL ?

C'est bien de l'eau douce dont il s'agit, cet or bleu synonyme de richesse et de vie. Car si cette autre richesse, l'or noir, n'aura duré que deux siècles, par contre la vie de l'or bleu se confond avec celle de la terre, soit quelques 100 millions de siècles.

Pour autant, saurons-nous conserver cette richesse nécessaire à notre survie, sa dégradation ne sera-t-elle pas un frein au développement de l'humanité, ou même une course vers sa perte ?

Déjà, de graves signaux nous obligent à réagir. Car, si l'abondance, dans la mesure où elle reste maîtrisée, reste généralement un bienfait, par contre la pénurie est un fléau mortel. Si les inondations tuent dans le monde en moyenne 30.000 personnes, le manque d'eau potable est responsable, essentiellement en raison de sa mauvaise qualité, de 8 millions de décès, au travers de maladies telles que diarrhées, choléra, malaria, typhoïdes.

Ce chiffre extrait des dernières estimations des Nations Unies, est comparable à celui provoqué par la faim ou le tabac, mais triple de la mortalité due au SIDA, et dix fois supérieur à l'incidence moyenne des conflits armés.

C'est dire l'ampleur du phénomène, qui n'en est apparemment qu'à ses débuts. Jusqu'où ce désastre peut-il nous mener, peut-on l'enrayer ?

Il n'est pas une année sans que les organisations internationales et nationales n'organisent dans le domaine de l'eau des symposiums aux vœux apaisants. Bonne volonté certes, mais promesses réelles ou incantatoires ? La dernière manifestation est celle de la récente journée de l'eau du 22 mars 2005, qui ouvrait la Décennie Internationale de l'Eau (2005-2015).

Mais force est de reconnaître qu'il n'existe actuellement aucune organisation internationale ayant un rôle clair et reconnu dans le domaine de l'eau.

Après un rapide rappel sur l'état des lieux concernant l'inadéquation entre la ressource et la demande en eau, ainsi que sur des perspectives apparemment très pessimistes, nous présenterons des pistes et des orientations en espérant que la sagesse et l'inventivité des hommes pourront y remédier.

2. L'EAU, UN DROLE D'ELEMENT

L'eau, apparemment banale car omniprésente et d'apparence simple, possède en fait des caractéristiques bien particulières :

2.1. Son volume sur terre reste constant

Depuis quelques 4 milliards d'années (l'eau aurait été importée sur terre par des météorites au cours des 600 millions premières années), le volume de l'eau, constitué de la somme de ses différents états (solide, liquide, gazeux) reste constant. Par contre, le volume de ces états varie au cours des temps (alternance de périodes chaudes et glaciaires).

2.2. Elle est indestructible

On ne la consomme pas, comme le pétrole dont on transforme les réserves de manière irréversible en énergie et produits dérivés. Il est donc impropre de dire que l'on consomme de l'eau, alors qu'on ne fait que la prélever et la restituer, en ne modifiant pas son volume, mais en changeant le plus souvent ses caractéristiques (état, température, qualité, salinité,...). Rappelons que l'eau pure n'existe pas dans la nature, elle renferme de multiples composés, en particulier des sels minéraux indispensables à notre organisme.

2.3. Elle est en permanence en mouvement

Ce volume constant d'eau est en perpétuel mouvement au travers du cycle hydrologique bien connu entraîné par l'énergie solaire : évaporation, transport atmosphérique, précipitation, ruissellement superficiel et infiltration souterraine. On distingue en matière de ressource en eau, le flux que l'on peut capter au cours de ce périple, qui se renouvelle régulièrement et le stock qui est constitué par les réserves d'eau douce tant superficielles (fleuves, lacs) que souterraines (nappes) qui ont une fonction régulatrice.

Par son ruissellement comme son infiltration, l'eau participe à façonner la planète, elle érode, dissout, transporte des sédiments.

2.4. Elle échappe à la mondialisation

Les grands secteurs de la vie économique sont mondialisés, ils ne connaissent plus de frontières, qu'elles soient naturelles ou politiques. Il en est ainsi de l'énergie (réseau électrique maillé), du transport, de l'information, du travail, etc.

L'eau douce échappe à cette mondialisation, c'est une ressource territoriale tant au niveau du bassin versant hydrologique que de l'emprise des nappes phréatiques, car le transport d'eau en masse entre grandes régions de production et de consommation est trop cher et trop porteur de conflits pour être généralisé. Il existe de nombreuses exceptions, comme chez nous le captage de l'eau du Rhône vers le Languedoc, mais leur nombre et leur incidence restent limités.

On dit que l'eau est territorialisée et que l'on est parfois plus d'un bassin que d'un pays. Cette géographisation, sans espoir à court terme d'interactions importantes et généralisées, entraîne une disparité considérable de la ressource, qui souvent ne correspond pas du tout aux besoins.

3. UNE ABONDANCE GLOBALE TROMPEUSE

En raison des volumes considérables d'eau douce en jeu, on les rapportera au nombre d'habitants. Par ailleurs, on distinguera, comme on l'a vu précédemment, les flux qui représentent en moyenne l'eau annuelle disponible dans le cadre du cycle de l'eau, et les stocks qui devraient se limiter à une fonction régulatrice permettant au régime des prélèvements de s'affranchir un peu, localement, des variations annuelles des flux. Une dégradation profonde des stocks, tant en quantité qu'en qualité, pourrait obérer gravement l'avenir.

Deux exceptions à cette règle : l'utilisation des eaux fossiles, qui s'apparente à une exploitation pétrolière aux ressources non renouvelables. Et le dessalement de l'eau de mer, mais dont les volumes extraits sont encore limités.

3.1. Le stock

Le stock brut d'eau douce, qui ne représente cependant que 2.5% du volume des eaux du globe, est de 6 millions de m³ par habitant. Montant considérable mais sans signification en raison de son inaccessibilité par l'homme (calotte glaciaire, nappes profondes,...).

Le stock disponible est évalué à environ 100.000 m³ par habitant.

3.2. Le flux

Le flux brut, résultant du cycle hydrologique est estimé à 100.000 m³ par habitant. C'est la composante des multiples cycles des états de l'eau en fonction de leur temps de résidence dans leur zone de stockage.

Ainsi, ce temps varie de quelques semaines dans l'atmosphère, les fleuves, les nappes phréatiques peu profondes, à quelques années dans les lacs et réservoirs, pour atteindre quelques milliers d'années dans les calottes glaciaires et les océans, enfin quelques dizaines à centaines de milliers d'années dans les nappes profondes (fossiles).

Le flux disponible, qui résulte de l'écoulement moyen mondial, est évalué à 6.000 m³ par an et par habitant.

Le flux exploitable est estimé au tiers de cette valeur, soit 2.000 m³ par an et par habitant.

3.3. Les prélèvements

Les besoins en eau, toutes utilisations confondues, se montent en moyenne à 1.000 m³ par an et par habitant.

3.4. Un premier constat

Les ressources en eau exploitables (le flux) permettent théoriquement de faire vivre une dizaine de milliards d'habitants, compte tenu de l'évolution de leur niveau de vie.

Les stocks disponibles, quelques cent fois supérieurs aux prélèvements, devraient théoriquement permettre une grande régularisation des ressources.

4. QUI CACHE DE GRAVES DISPARITES

Le bilan global des ressources et des besoins en eau douce est idyllique. Il aurait un sens si l'eau était mondialisée et de bonne qualité. Hélas, il n'en est rien, et cette apparente quiétude cache de dramatiques disparités.

4.1. Disparités géographiques

Les ressources exploitables, en moyenne de 2.000 m³/an/hab. varient suivant les zones dans une immense fourchette allant de 10 à 800.000 m³/an/hab.

Ces écarts considérables posent une interrogation : est-ce l'eau ou l'humanité qui est mal répartie ?

Au niveau des continents, l'Asie ne dispose que de 60% des ressources moyennes par habitant, l'Europe 70%, par contre l'Amérique du Sud en dispose de 400% !

Au niveau national, les pays les plus dotés en ressources renouvelables sont la Guyane (800.000 m³/an/hab.), l'Islande (600.000), le Congo (300.000), le Gabon, le Canada, la Nouvelle Zélande (100.000).

Les pays les plus secs sont ceux du golf persique : le Koweït (10), les Emirates (60), le Qatar (100), l'Arabie Saoudite, mais aussi Malte, Singapour (150).

Ces moyennes par pays cachent une grande hétérogénéité régionale. Ainsi, la riche dotation des Etats-Unis reflète mal la sécheresse prévisible de l'Ouest.

En Chine, le Sud-Est du pays très arrosé présente une ressource de 30.000 m³/an/hab, tandis que les plaines du Nord en disposent de 500. Le Canada même est régulièrement arrosé, mais l'activité se concentre sur une bande de 100 km le long de la frontière américaine, présentant localement des pénuries ramenées à l'activité.

La Namibie, richement dotée en eau, a sa population concentrée au centre du pays, qui souffre de pénurie.

4.2. Disparités dans le temps

Si l'eau est mal répartie dans l'espace, elle l'est aussi dans le temps. C'est ainsi que les zones globalement bien arrosées, souffrent pendant une période de graves sécheresses.

Ainsi le Bangladesh, qui a l'image d'un pays humide, le tiers du pays étant inondable, possède un climat tropical où alternent inondations et sécheresses. Les fleuves qui le traversent, le Gange et le Brahmapoutre, ont des débits forts, de juillet à octobre (mousson et fonte des neiges) mais très faibles de mars à mai. Il en est de même de l'ouest américain, du Moyen Orient, et dans une moindre mesure de nos fleuves européens et surtout méditerranéens.

De plus, la terre a perdu au cours du dernier siècle 50% de ses zones humides (marécages, zones très inondables,...) au bénéfice notamment de l'agriculture. Les effets en sont une nette diminution de la régularisation des cours d'eau, sans compter le désastre écologique, la moindre recharge des nappes et moins de dépollution par infiltration et photosynthèse.

4.3. Disparités dans la qualité

Le grand fléau ne réside pas tant dans la pénurie d'eau en quantité (peu de gens meurent de soif) que dans la mauvaise qualité, qui y est souvent associée (8 millions de décès, comme on l'a vu).

Jusqu'au XIX^{ème} siècle environ, il existait un certain équilibre entre la pollution et son auto-épuration naturelle, due notamment à la filtration par le sol, à l'absorption par les plantes et à la photosynthèse.

L'accroissement brutal de la population (doublement de 1950 à 2000) auquel s'associe une demande croissante en eau (quadruplement pendant la même période), tant agricole qu'industrielle et domestique, a rompu cet équilibre et obligé à passer d'une épuration naturelle extensive (la nature) à une épuration artificielle intensive (stations de traitement). L'insuffisance de traitement dans de nombreux pays en développement entraîne des situations sanitaires catastrophiques. Mais même les pays développés ont du mal à contrôler la pollution de l'eau.

Actuellement, plus d'un milliard d'êtres humains sont privés d'accès à l'eau saine, et deux milliards ne bénéficient d'aucun service de traitement des eaux dites potables ni d'assainissement des eaux usées. Même en mettant en oeuvre les mesures préconisées par les Nations Unies, il faut prévoir quelques 50 millions de décès au milieu de ce siècle, soit 6 fois plus qu'actuellement.

En France, malgré l'aménagement de 30.000 captages et l'installation de 15.000 stations d'épuration offrant une capacité de traitement de 80 millions d'équivalent-habitant,

40% des réserves d'eau douce sont menacées notamment par la pollution azotée, d'origine essentiellement agricole.

En Pologne, 75% des rivières sont très polluées du fait de l'insuffisance d'assainissement urbain, d'une industrie lourde vétuste et polluante, et d'une agriculture incontrôlée. En Russie, les eaux de la Volga sont insalubres à 97%.

En Chine, 70% de la population ne dispose pas d'une eau saine, 80% des déchets industriels sont rejetés sans aucun traitement, et parmi les 600 plus grandes villes du pays, 400 sont confrontées à de graves insuffisances. Les zones urbaines d'Afrique ne comptent que 18% des foyers raccordés aux égouts.

5. FACE A UNE DEMANDE CROISSANTE

Devant une offre en eau douce globalement considérable mais qui présente, tant en quantité qu'en qualité, des écarts importants avec des minimums très bas, quelle est la demande, quelles sont les perspectives ?

5.1. Les utilisateurs

L'agriculture et notamment l'irrigation et l'élevage, est globalement responsable de 70% de la consommation d'eau, avec des écarts importants : les pays en développement sont les plus gros consommateurs. 90% au Népal, Ouzbékistan, Inde, Thaïlande, Bangladesh. 80% au Laos, Vietnam, Mexique, Argentine, contre 40% aux USA, 15% en France et Allemagne, 10% en Belgique, Canada, Irlande.

Ces différences sont d'autant plus marquées que les méthodes d'irrigation varient beaucoup en fonction du niveau de développement du pays.

Actuellement, 20% des terres arables sont irriguées et produisent 40% de la production. L'extension dans les 25 dernières années a été de 100% en Asie contre 50% en Europe, cette explosion s'expliquant par la démographie et le désir des agriculteurs de se soustraire aux aléas des précipitations. Les Nations Unies estiment que dans les 25 prochaines années, les 45 millions d'hectares supplémentaires nécessiteront une augmentation de 15% des volumes d'eau pour l'irrigation.

Ce développement de l'irrigation, souvent mal réalisé, a son revers : 20% de ces terres sont atteintes de salinisation par remontée capillaire, avec également des écarts : 40% en Turkménistan et Argentine, 30% en Egypte, Iran, Pakistan, 20% aux USA, 10% en Australie.

Les produits sont souvent mal adaptés aux ressources : la production de coton (10 m³ d'eau pour 1 kilo de coton) demande 10 fois plus d'eau que celle du blé, de la pomme de terre ou des agrumes. C'est la cause principale de l'assèchement de la mer d'Arral.

L'industrie prélève en moyenne 20% de la consommation totale. Ce chiffre est maintenant stabilisé en raison de l'amélioration des procédés de fabrication, du recyclage et de la tarification de l'eau. Les écarts sont également importants : 60% dans les pays à revenus

élevés, 8% dans les pays à faible revenu. Notons qu'il faut 10 tonnes d'eau pour raffiner une tonne de pétrole, et que c'est environ 500 millions de tonnes de métaux lourds, solvants, boues toxiques qui s'accumulent chaque année dans les réserves d'eau (soit plus de 200 gr par personne et par jour).

Le secteur domestique et des services représente globalement 10% des prélèvements. Ces volumes sont en rapide augmentation du fait de l'accroissement de la population, de l'urbanisation et de l'élévation du niveau de vie.

De plus, cette demande se concentre sur de grands centres urbains qui demandent de vastes infrastructures d'adduction d'eau.

Les écarts de consommation par personne et par jour sont considérables, des USA 420 litres à la France 150 litres, aux pays du Sahel quelques litres. Dans les pays développés, l'eau pour la boisson et la cuisine ne représente que 10% du total (le reste hygiène et agrément), il peut atteindre 90% dans les pays pauvres.

5.2. Les seuils de besoin

On distingue généralement trois seuils qui permettent de relativiser les besoins. Ils sont exprimés en volume annuel par personne et reflètent souvent mal la réalité, car ils ne prennent pas en compte la qualité de l'eau, ni sa répartition dans l'espace et dans le temps, ni encore l'usage qui en est fait.

Seuil d'abondance (plus de 1.700 m³/an/hab.). Viennent en tête avec plus de 100.000 : Alaska, Guyane, Islande, Congo, Canada, puis avec plus de 2.000 : Namibie, USA, Turquie, Thaïlande, Chine, Iran.

Seuil de tension (500 à 1000 m³/an/hab.) Ce niveau concerne 10 pays et 150 millions d'habitants. Les prévisions tablent au milieu du siècle sur 20 pays et un milliard d'habitants. On trouve là les pays aux ressources limitées, comme l'Algérie, le Burundi, l'Egypte.

Seuil de pénurie (inférieur à 500 m³/an/hab.) Ce niveau est actuellement atteint par 20 pays et 100 millions d'habitants, et risque de toucher au milieu du siècle 30 pays et 300 millions d'habitants. On trouve au Moyen Orient l'Arabie Saoudite (120 m³/an/hab.), la Jordanie, le Yémen, Israël, Oman, le Koweït ; en Afrique, la Libye (100 m³/an/hab.), les pays du Sahel, la Tunisie ; en Europe, Malte (100 m³/an/hab.) ; en Asie, Singapour (150 m³/an/hab.)

6. DE SOMBRES PERSPECTIVES

6.1. La demande est insatisfaite

Actuellement, 1.7 milliards de personnes, soit près du tiers de l'humanité, manquent d'eau potable. Les Nations Unies estiment qu'en 2025, il y en aura 2.5 milliards.

On sera en particulier confronté dans les 20 ans à venir à deux problèmes majeurs :

L'approvisionnement en eau des grandes métropoles en croissance vertigineuse (pour l'ensemble des villes des pays les moins développés, l'accroissement de la population est de un million d'habitants par semaine).

L'approvisionnement de l'habitat dispersé en zone rurale (l'Afrique et l'Inde en particulier).

Les stocks sont en diminution :

En de nombreuses zones où les flux (renouvelables) sont insuffisants, les stocks (difficilement reconstituables à terme) sont entamés, plus grave, dégradés : lacs vidés (lac Tchad, mer d'Arral), fleuves asséchés et pollués, nappes souterraines déprimées et polluées (celles du Nord de la Chine chutent en moyenne de 1.5 m par an).

La qualité des eaux se dégrade

Quelques deux millions de tonnes de déchets sont déversés chaque jour dans les fleuves et les lacs, contaminant aussi les nappes souterraines. Si la pollution continue à augmenter au rythme de la croissance démographique, c'est à l'horizon 2050, la moitié de l'eau douce disponible qui sera inutilisable.

Un rapport des Nations Unies classe 122 pays sur la qualité de leur eau et la volonté d'améliorer la situation. La Belgique est la plus mal classée (faible qualité de l'eau souterraine, importante pollution industrielle, insuffisance du traitement des eaux), puis Maroc, Inde, Jordanie, Soudan, Niger, Burkina, Burundi, Centre Afrique, Rwanda.

Les meilleurs résultats concernent la Finlande, Canada, Nouvelle Zélande, Angleterre, Japon, Norvège, Suède et France (8^{ème} sur 122).

En général, les pays pauvres sont les plus touchés.

La pénurie risque d'intensifier les conflits

Il existe 260 bassins hydrographiques internationaux et 145 nations (soit les 3/4 des Etats) ont des territoires sur des bassins partagés. Les plus connus sont le Jourdain (4 Etats), le Tigre et l'Euphrate (3), le Danube (13), le Rhin (6), le Mékong (6), le Gange (5), le Nil (9), le Niger (9), l'Amazone (7).

Au cours des 50 dernières années, on décompte 1800 interactions entre pays, parmi lesquels 70% ont abouti à une coopération, 8% ont donné lieu à un traité, 2% seulement ont impliqué le recours à la violence (principalement au Moyen Orient).

Au niveau des réserves souterraines exploitables, qui sont cependant 10 fois supérieures aux réserves superficielles, et dont le périmètre couvre plusieurs pays, il est étonnant que leur exploitation donne rarement lieu à des conflits, bien que les incidences soient considérables.

Quant aux conflits régionaux et locaux, ils sont innombrables et perdurent souvent sur des générations.

Il est souvent prédit une « bataille planétaire pour l'or bleu » au cours du 21^{ème} siècle...

Notre survie est en péril

Contentons-nous de citer M. Koïchiro Matsuura, Directeur général de l'UNESCO, en mars 2003 à l'occasion du 3^{ème} Forum Mondial de l'Eau à Kyoto, et dans le cadre de l'Année Internationale de l'Eau douce : « Parmi toutes les crises d'origine sociale ou naturelle auxquelles les humains sont confrontés, la crise de l'eau est au cœur de notre survie et de la survie de notre planète terre.

« Aucune région ne sera épargnée par l'impact de cette crise qui touche tous les aspects de la vie, de la santé des enfants, et à la capacité des pays à nourrir leurs citoyens »s.

« Les ressources en eau sont en chute libre, alors que la demande augmente de façon dramatique. Au cours des 20 prochaines années, on s'attend à une diminution d'un tiers, en moyenne, de l'eau disponible par personne dans le monde. »

6.2. Des causes multiples

L'homme est bien-sûr le grand responsable, c'est le plus grand prédateur de la nature, mais peut-être subit-il aussi quelques changements climatiques indépendants de lui ?

La démographie est bien-sûr la cause principale de la pénurie : au cours du 20^{ème} siècle, la population a été multipliée par 3, la consommation d'eau par 7...

L'agriculture est la plus grande consommatrice d'eau, celle dont les techniques hydrauliques sont souvent inadaptées, tant au niveau de l'irrigation (pertes) que du drainage (salinisation) et des apports d'engrais (pollution).

Selon les Nations Unies « l'irrigation est extrêmement inefficace – près de 60% de l'eau utilisée sont gâchés. Il est urgent d'améliorer le financement de meilleures technologies et de promouvoir des méthodes de gestion plus efficaces. »

La gestion globale de l'eau est souvent très insuffisante dans les pays en développement. Les habitudes ancestrales perdurent sans que soit jamais remise en question l'équation ressources-besoins, la formation et l'information sont balbutiantes.

Les changements climatiques probables auraient-ils une incidence sur la ressource en eau ?

Qu'ils soient naturels (on a pu reconstituer l'existence de changements rapides de climat depuis le dernier épisode glaciaire il y a 20.000 ans) ou artificiels (dus à l'activité de l'homme), on constate un certain nombre de faits :

Hausse moyenne des températures de 1° au cours du dernier siècle, ce qui est significatif si l'on sait qu'au cours du dernier épisode glaciaire la température moyenne n'était inférieure que de 4% à ce qu'elle est aujourd'hui.

Recul généralisé des glaciers, avec une perte de couverture de l'ordre de 50% sur un siècle.

Remontée du niveau de la mer de 20 cm en moyenne sur un siècle.

Des modèles mathématiques ont saisi toutes les données connues des paramètres ainsi que leur évolution, et permettent des extrapolations : le réchauffement global qui devrait se poursuivre, en augmentant l'évaporation, entraînera une augmentation globale des précipitations, mais très diversifiée dans l'espace et dans le temps.

Les régions sèches seraient plus sèches, les régions humides plus humides, mais avec de plus grands écarts entre les saisons et une exacerbation des extrêmes provoquant une intensification des inondations et des sécheresses.

Globalement, les changements climatiques pourraient accentuer les pénuries d'eau dans une vingtaine de pays à l'horizon 2025. Les Nations Unies considèrent que 20% du manque d'eau prévisible seraient liés au réchauffement de la planète. Parmi les pays les plus concernés, notons :

La Chine, où la sécheresse récurrente depuis 50 ans accentue les effets de la surexploitation des terres du Nord. La baisse des précipitations est de l'ordre de 35%. Le Vice-premier ministre chinois disait récemment « la pénurie d'eau est un obstacle majeur au développement économique de la Chine. »

Le Sahel, où les précipitations ont également diminué de 35% sur les 30 dernières années par rapport à la même période antérieure. On peut s'attendre à une intensification des périodes de sécheresse qui empêcheraient les réserves superficielles de se remplir (lac Tchad), les aquifères de se recharger et les écosystèmes de se rétablir.

L'Asie Centrale, où il faut s'attendre à une accentuation de la sécheresse, contribuant à accélérer le déclin des stocks (mer d'Aral).

Le Bangladesh, où la remontée du niveau de la mer, prévue de l'ordre de 50 cm dans le siècle à venir, va provoquer l'intrusion d'eau salée dans les aquifères, mettant en péril l'agriculture, indispensable dans ces zones surpeuplées.

L'Amérique Latine, pourtant richement dotée en eau, mais qui avec l'accélération de la fréquence d'El Nino, pourrait être le siège d'une intensification des sécheresses et inondations. La rapidité des ruissellements limitera l'infiltration nécessaire à la recharge des nappes souterraines.

7. IL FAUT AGIR, TRES VITE

La situation semble grave : forte baisse quantitative et surtout qualitative de la ressource, face à une forte croissance de la demande. La pénurie actuelle provoque déjà de graves crises, tant sociales qu'économiques. S'il n'y a pas un changement radical des comportements, les crises peuvent se transformer en catastrophes. Quels sont les remèdes ?

On dénombre cinq grandes mesures :

7.1. Prise de conscience

Elle doit se situer tant au niveau international que national et local, et dans tous les domaines concernant l'eau, intéresser les responsables et les usagers et concerner tant l'information et la formation que les moyens à mettre en œuvre.

Le monde dépense actuellement 70 milliards de dollars par an pour les investissements dans les services liés à l'eau pour les pays en voie de développement, les aides publiques y participant au niveau de 10% environ. Les besoins sont estimés au triple si l'on veut atteindre les objectifs du millénaire (engagement de l'ONU à New York en 2000 pour l'entrée du millénaire) permettant de réduire de moitié d'ici 2025 la population n'ayant pas accès à l'eau potable.

Seule une prise de conscience collective, qui commence seulement maintenant à se formaliser, permettra de situer les moyens au niveau des besoins.

7.2. Réduction de la consommation

Il est souvent possible de limiter, si ce n'est réduire les besoins en eau, sans nuire à leur efficacité. Il faut pour chaque usage faire preuve d'une réflexion approfondie.

Dans l'agriculture. C'est la plus grosse consommatrice d'eau et là où réside le plus gros gisement de réduction.

L'amélioration des techniques d'irrigation permet une grande économie d'eau. Les rendements hydrauliques moyens sont avec le gravitaire de 35%, l'arrosage intermittent 60%, l'aspersion 70%, le goutte à goutte 80%, et l'inhibition en profondeur 90%. Il est certain que l'amélioration des techniques demande de gros investissements et de la formation pour les pays en voie de développement, et il est regrettable de constater que plus un pays est pauvre, plus il consomme de l'eau pour irriguer. C'est là que des aides extérieures sont les mieux placées.

Il faut aussi adapter l'économie rurale aux ressources en eau, abandonner les cultures à forte demande d'eau (coton) et les laisser à des pays bien dotés en eau, cultiver des produits adaptés et résistant à la sécheresse, limiter l'évaporation (cultures sous serres).

Il faut savoir que les activités les plus utilisatrices d'eau ne sont pas celles qui contribuent le plus à la formation du PIB, l'agriculture irriguée tout particulièrement.

Les pays les plus utilisateurs d'eau par dollar de PIB sont ceux de la zone aride ou semi-aride, où le poids de l'irrigation est écrasant sans pour autant favoriser le développement (Sahel, Egypte, Asie Centrale). L'agriculture compte parmi les activités humaines qui créent le moins d'emplois par unité d'eau utilisée. Les évolutions constatées depuis une vingtaine d'années montrent que c'est dans la plupart des pays développés que la demande en eau par unité de PIB a été la plus décroissante.

Dans l'industrie. En ce qui concerne les pays développés, des progrès considérables sont déjà faits, en matière de « process » et de recyclage. Les industriels, directement

concernés et responsabilisés, limitent leur demande en eau, par contre, c'est au niveau des rejets qu'il y a des progrès à faire, notamment des rejets accidentels.

Par contre, dans les pays en développement, il y a encore beaucoup à gagner, tant en quantité qu'en qualité.

Dans le secteur domestique et des services. Il existe des potentiels d'économie très importants, notamment dans les pays occidentaux où les habitudes de consommation ne considèrent guère l'eau comme un bien à économiser.

Il existe cependant de multiples recettes qui se mettent en place progressivement en distinguant les responsables, et en donnant un prix à l'eau, sinon le gaspillage est certain.

Au niveau des collectivités, on peut diminuer les fuites dans les aqueducs d'alimentation des grands centres ainsi que des réseaux. Les pertes sont estimées entre 30 et 60% en Angleterre, Québec, Montréal, Amman, Manille, Ryad (sur les 400 km d'adduction d'eau à partir des usines de dessalement sur le golf).

Au niveau des particuliers, l'installation de compteurs individuels et l'aménagement de tarification procurent en moyenne 10 à 30% d'économie. De multiples équipements spécifiques permettent des économies de l'ordre de 30%, tels que les limiteurs de volumes ou débits dans les chasses d'eau et douches, aérateurs à débit réduit sur les robinets, limitation des fuites, électroménager adapté, automatisation de l'arrosage des pelouses, introduction dans les jardins de plantes xérophytes adaptées à la sécheresse, couverture des piscines pour limiter l'évaporation, lavage des véhicules à jet aéré, etc.

Tous ces aménagements qui paraissent dérisoires sont cependant pris très au sérieux par nombre de responsables. C'est ainsi que l'Etat de Californie prévoit de remplacer systématiquement les vieilles toilettes par des neuves, ce qui économiserait 1 milliard de m³ sur les 25 ans à venir, soit quelques 100 millions de dollars par an.

Ces moyens ne sont pas toujours adaptés aux pays en voie de développement où chaque cas est spécifique et fait appel en priorité à la formation des utilisateurs.

7.3. Accroissement de la ressource

Il existe de multiples moyens d'accroître la ressource :

LE RECYCLAGE DE L'EAU

L'eau n'étant pas dégradable, chaque groupe de consommateur pourrait à la limite vivre en parfaite autarcie hydraulique, en réutilisant en permanence le volume d'eau initial qui lui aurait été alloué, à l'image des cosmonautes dans leur capsule.

En fait, il est impossible de rassembler toute l'eau déjà utilisée au travers de ses multiples états et ramifications, et par ailleurs, c'est aussi sa qualité qui doit être conservée. Collecte et traitement ont un coût élevé, mais généralement rentable dans les situations de rareté.

Ainsi, en Israël, 65% des eaux d'origine urbaine sont collectées, retraitées et réutilisées pour l'irrigation. Dans le bilan hydraulique global du pays, l'eau recyclée représente 35% du volume total consommé.

L'Égypte recycle 40% de ses ressources renouvelables, au Portugal, en Tunisie 10%, la ville de Windhoek en Namibie où la pénurie est grande, 50%.

Au Japon, les précipitations sont importantes mais concentrées sur la période de la mousson, entraînant des problèmes de surpompage des nappes phréatiques. Le gouvernement a incité la population à recycler leur eau (ainsi l'eau de bain sert pour la lessive). Les usines d'épuration recyclent quelques 15 milliards de m³ d'eau par an, surtout pour les usages industriels.

Le recyclage n'en est qu'à ses débuts, les potentialités sont considérables.

LES OUVRAGES DE CAPTAGE ET DE STOCKAGE

Les barrages. A l'échelle mondiale, les 45.000 grands barrages (plus de 15 m de haut) retiennent 6.000 milliards de m³ d'eau, soit 1.000 m³ par habitant, équivalent au volume moyen annuel de prélèvement.

Le volume des eaux contenues dans les zones humides (marécages, lagunes,...) est estimé à la moitié de ce montant.

Malgré certaines conséquences négatives (déplacement de population, incidences écologiques, pertes par évaporation...), ces ouvrages de stockage font preuve d'une grande utilité (régulation des flux, électricité, agriculture, inondations, adduction d'eau, tourisme,...)

De très importants programmes sont en cours, notamment sur le Yantzé (38 barrages), le Tigre et l'Euphrate (19), le Danube (11), le Congo,...

Les pays industrialisés ont à peu près saturé leur potentiel, les projets de grande ampleur sont rares.

Dans les pays émergents, seuls 10% des sites potentiels sont équipés. Les inégalités Nord-Sud sont énormes, en Amérique du Nord, comme en Europe, les barrages stockent quelques 6.000 m³ par habitant, en Afrique cent fois moins et il ne s'y construit pratiquement rien depuis dix ans, faute d'entente, de financement ou de conditions hydrologiques favorables.

Les barrages souterrains sont bien adaptés aux pays ayant une forte évaporation (Sahel). Ils consistent à stopper l'écoulement souterrain par un voile étanche qui retient et remonte le niveau de l'eau, récupérée ensuite par gravité ou pompage. Ce procédé, relativement peu mis en valeur, offre de grandes potentialités dans les zones sèches (réalisations en Mauritanie, au Niger).

Ouvrages de captage. De nombreux procédés sont insuffisamment utilisés, notamment dans les pays en développement : récupération d'eau de pluie (toitures, aménagement de micro-bassins versants), filets captant la nuit l'humidité de l'air, multiplication des forages dans les nappes pérennes, captage des sources dans les fonds marins (avec la montée des eaux

depuis la dernière période glaciaire, certaines sources, qui coulaient jadis à la surface de la terre, sont maintenant noyées. Détectées par caméra infrarouge, elles sont captées par un cloche et évacuées sur terre par des tuyaux. Ce procédé a un gros potentiel, dans le golf persique en particulier, et son coût de 0.5 à 1 €/m³ est compétitif par rapport au dessalement par exemple (0.5 à 3 €/m³).

Recharge de nappes par épandage des eaux de crue.

LES TRANSPORTS EN MASSE

Si la gestion de l'eau (ressource-utilisation) se gère le plus souvent au niveau régional et du bassin versant, laissant une grande inégalité entre les secteurs humides et secs, il se développe des transports à une grande échelle, encore marginale mais aux fortes potentialités.

Transport maritime

Si le projet de transport d'icebergs a été abandonné dans les années 1950, par contre celui de l'eau douce se développe, transportée à bord de méthaniers, pétroliers, navires-citernes ou aquatiers, et plus récemment dans de grands sacs plastiques.

C'est ainsi que des pétroliers de 85.000 tonnes ont relié de 1985 à 1990 l'eau du Verdon à la Catalogne et à la Sardaigne, sous l'égide du Canal de Provence pour un total de 10 millions de tonnes à 1.5 €/ m³. Ont été aussi alimentées des zones des Bahamas, Chypre, Japon, Taiwan, Corée, Iles grecques. L'Alaska fournit à la Chine depuis 4 ans, 40 millions de m³ d'eau douce par an. Mais les coûts de transport sur de longues distances restent supérieurs à ceux du dessalement pour l'approvisionnement des zones côtières.

Ce mode de transport tend à être remplacé par celui de grands sacs plastiques tirés dans la mer. Ces sacs, d'une capacité initiale d'un millier de m³ sont passés à 30.000 m³, et les Canadiens travaillent sur des projets de 500.000 à 1 million de m³ ! C'est ainsi que le Pirée alimente des îles voisines, la Turquie le nord de Chypre (7 millions de m³/an sur une distance de 100 km). Projet aussi de 50 millions de m³/an entre la Turquie et Israël. Cette technologie est complexe (tenue à la mer par gros temps, approche des ports) mais intéressante, les coûts de transport en grande masse diminuant (moins de 1 €/m³ entre Israël et la Turquie).

Transport terrestre

Il existe actuellement peu de dérivations massives d'eau. Citons le pompage du Colorado vers la Californie, le canal de Karakoum en Turkménistan, l'aqueduc national en Israël... et chez nous les canaux du Bas Rhône et de Provence.

Par contre, on dénombre une multitude de grands projets : le canal Grand au Canada vers les Grands Lacs, le détournement de l'Ebre en Espagne vers la Catalogne et le Sud, l'aqueduc de la paix entre la Turquie, la Syrie, Israël et l'Arabie Saoudite, le grand fleuve artificiel en Libye (conduite de 2 milliards de m³ d'eau fossile du Sahara vers le Nord du Pays), la dérivation en Egypte des eaux du lac Assouan vers le désert occidental pour irriguer 600.000 ha, en Chine le gigantesque projet de détournement du Yangze, en France la canalisation du Rhône vers Barcelone.

Ces projets, qui sont appelés à se développer dans l'avenir, doivent faire face à des obstacles majeurs : leur coût qui se chiffre en milliards de dollars, leurs conséquences environnementales de grande ampleur, et une menace politique toujours possible entre les pays ou secteurs reliés.

LE DESSALEMENT DE L'EAU DE MER

C'est actuellement le procédé d'avenir, en raison des stocks quasi-illimités et des progrès considérables qui se développent. Jusqu'aux années 1990, on procédait par distillation (évaporation et condensation) qui demande beaucoup d'énergie, bien que souvent couplée avec la production d'électricité. Depuis, on procède essentiellement par filtration membranaire de plus en plus sophistiquée.

La production est en augmentation rapide : elle est de 30 millions de m³/jour, soit 1% de la consommation potable, soit encore l'approvisionnement de 20 millions d'habitants.

Les commandes annuelles d'usines portent sur l'alimentation de 10 millions d'habitants supplémentaires. Le coût de l'eau dessalée en diminution constante est de 0.5 à 0.8 €/ m³ contre 0.1 à 0.4 €/ m³ pour un traitement habituel. Ce coût restreint la production à une utilisation domestique et industrielle et dans les zones côtières pour se limiter en transport.

Les principaux pays producteurs concernent le golf persique, pauvre en eau mais riche en énergie : Arabie Saoudite (6 millions de m³/jour), Emirat (3), Koweït (2) mais aussi les Etats-Unis (4), Espagne, Japon, Libye (1), Italie, Iran, Inde, Corée du Nord, Irak (0.5), Allemagne, Algérie, HongKong (0.3).

Les dernières centrales ont une production unitaire de plusieurs centaines de milliers de m³/jour. De gros projets sont en cours au Moyen Orient, mais aussi en Floride, à Singapour. La plupart des projets utilisent l'énergie pétrolière, mais le nucléaire est en progression.

7.4. Amélioration de la qualité

Devant le désastre actuel, d'une part de la mauvaise qualité de l'eau dite potable, essentiellement dans les pays en développement, d'autre part de la pollution des eaux superficielles et des nappes phréatiques, les organisations internationales comme les pays font des efforts considérables pour traiter les eaux potables et épurer les rejets.

En Chine, les investissements dans ce domaine vont passer de 19 milliards de dollars en 2004 à 33 milliards en 2010, soit presque un doublement.

Dans l'agriculture, il est prévu de limiter les engrais et pesticides qui ont des effets désastreux pour les nappes et les rivières. Dans l'industrie, il faut surtout limiter les accidents, en raison de la dangerosité des effluents. Dans le secteur domestique, il est aussi prévu un gros effort de désinfection de l'eau et le traitement des rejets par la multiplication de stations.

L'amélioration de la qualité de l'eau passe avant celle de l'accroissement des ressources. Des progrès considérables ont été faits, notamment dans le domaine de la filtration membranaire des effluents, qui vont dans le bon sens.

7.5. Amélioration de la gestion

DECENTRALISATION

L'eau, problème mondial, est avant tout un sujet local. Trop souvent, ce secteur se caractérise par une mauvaise gouvernance, ce qui ne retient pas les investisseurs qui voient mal le résultat, d'autant que pour les pays en voie de développement les investissements sont en monnaie forte, et les recettes en monnaie locale.

Il faut décentraliser les responsabilités au niveau local, pour mieux gérer les flux et les stocks en fonction des besoins et des priorités dans le cadre de structures paritaires. L'exemple des agences de l'eau en France, avec notamment la création des SAGE (Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux) réalisés de manière paritaire au niveau de chaque bassin hydraulique, est un succès, suivi maintenant par de nombreux pays pour une meilleure gestion de l'eau.

Formation et information sont également en progrès à tous niveaux et devraient permettre une meilleure prise de conscience du problème.

TARIFICATION

Deux théories se sont longtemps opposées : accès à tous, gratuit comme l'air que nous respirons, ou bien économique, donc commercialisable. La pénurie entraîne la deuxième thèse, l'économie de marché.

L'expérience montre que l'installation de compteurs diminue la consommation de quelques 30%. Les populations urbaines des pays en développement non raccordées à un réseau paient cher à des vendeurs d'eau ambulants : 3€/m³ à El Alto en Bolivie, 4 à Delhi en Inde..., quelques 5 à 10 fois le prix au robinet dont deux milliards de personnes sont privées. Une tarification raisonnable, comprenant éventuellement une première tranche gratuite (Durban), permettrait un développement des aménagements.

La situation actuelle dans la plupart des villes en voie de développement est inacceptable. L'approche démagogique consistant à refuser de porter les tarifs au niveau nécessaire fait d'innombrables victimes. L'eau gratuite signifie gaspillage et pas d'eau pour les plus pauvres. A l'inverse, la pure loi du marché est généralement inacceptable. Un juste milieu consiste à rechercher un investissement extérieur (aide internationale ou locale), mais les charges d'exploitation, d'entretien et de renouvellement restent à l'utilisateur qui se sent vraiment concerné.

DROIT DE L'EAU

Il devenait urgent d'avoir une convention internationale permettant un partage équitable de l'eau, ainsi qu'éviter les conflits.

Plusieurs thèses se sont longtemps confrontées : la souveraineté nationale, qui donne toute latitude à l'Etat de gérer l'eau qui coule sur son territoire (Turquie). Limitation à un seul droit de passage de l'eau, sans en modifier le régime – Droit de propriété à l'Etat qui a le premier mis l'eau en valeur (Syrie, Irak, Egypte, Israël).

C'est après 27 ans de travaux que l'Assemblée Générale des Nations Unies a voté en 1997, à 97% des voix, la rédaction de la « Convention sur les Utilisations des Cours d'eau internationaux » (22 pages), dont le principe est la souveraineté territoriale réduite : l'Etat est libre de concevoir des projets de mise en valeur de l'eau qui coule sur son territoire, mais il doit s'efforcer de ne pas porter atteinte aux intérêts des autres pays riverains du même cours d'eau et de ses affluents.

Ce texte, basé sur la notion de bassin hydrologique, prévoit notamment l'obligation de ne pas causer de dommages au pays voisin, et de coopérer, mesure capitale pour désamorcer les nombreux conflits potentiels.

8. ALORS, PESSIMISME OU OPTIMISME ?

A priori, on va droit sur le mur : diminution des ressources, tant en quantité qu'en qualité, augmentation des besoins, graves incidences sociales et économiques, conflits en vue, quasi-condamnation de certains pays (Sahel), risque de stagnation dans l'évolution d'autres (Chine).

Par ailleurs, beaucoup de points qui peuvent avoir une incidence considérable sur la pénurie d'eau douce, restent encore sans réponse : l'évolution globale et géographique de la démographie, la fin du pétrole et son remplacement par une autre source d'énergie, et puis l'incidence des changements climatiques. Les prévisions sont brouillées à court terme par ces incertitudes.

D'un autre côté, nous l'avons vu, les ressources globales en eau sont suffisantes et elles sont quasi-éternelles. Bien qu'elles soient très polluées et très mal réparties dans l'espace et dans le temps, et bien que l'homme ait été débordé par la brusque croissance exponentielle de sa démographie, il commence à prendre conscience et à prendre des mesures : traitement, épuration, recyclage, transport, gestion... Il y a seulement 20 ans, on ne dessalait pas l'eau de mer.

Alors, malgré la gravité de la situation, pourquoi ne pas faire confiance à l'inventivité des hommes, à son adaptabilité au milieu pour sa survie ?

P. Maistre

Résumé

L'eau a des caractéristiques bien particulières qui lui imposent une gestion appropriée : son volume sur terre reste constant, elle est indestructible, en permanence en mouvement, et son bilan au niveau du bassin hydrographique la fait échapper à la mondialisation.

L'eau douce est très abondante : stocks disponibles d'environ 100.000 m³ par habitant, et flux exploitable de 2.000 m³ par an et par habitant, comparé à des besoins de 1.000 m³/an/hab. Mais ce bilan global, apparemment rassurant, cache de grandes disparités géographiques, temporelles et qualitatives, entraînant de dramatiques pénuries.

Les perspectives sont très sombres. L'homme a été dépassé par une démographie exponentielle, un mode de vie incontrôlé ainsi que par les effets d'un changement climatique. Actuellement, près d'un tiers de l'humanité manque d'eau potable, entraînant 8 millions de décès par an. Dans 50 ans, en l'absence de mesures radicales, ce sera la moitié de l'humanité qui sera en manque, quelques 50 millions de décès annuels, et un frein au développement de nombreux pays.

Cependant, une forte prise de conscience semble se développer, entraînant une série de mesures : réduction de la consommation (dans le domaine agricole essentiellement), accroissement de la ressource (recyclage, ouvrages de captage et de stockage, transport en masse, dessalement de l'eau de mer), amélioration de la qualité, méthodes de gestion appropriées.

Il faut compter sur la volonté, l'inventivité de l'homme et son adaptabilité au milieu, pour repousser le spectre d'une vaste pénurie d'eau douce.