

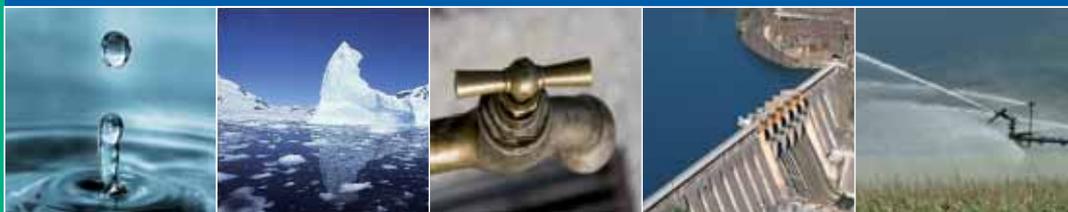


Entreprises pour
l'Environnement

Roadmap Environnementale

L'Eau à l'horizon 2025

- Préface
- Quel est l'état de la ressource ?
- Quelle perspective pour la ressource en 2025 ?
- De quelles nouvelles technologies de gestion de l'eau disposerons-nous en 2025 ?
- Quels modèles économiques et de gouvernance de l'eau ?
- Conclusion



Août 2008



Sommaire

■ Préface

■ Quel est l'état de la ressource ?

1. Une ressource renouvelable
2. Une ressource aux multiples usages
3. Une ressource inégalement répartie, distribuée et consommée
4. Une ressource que l'on épuise

■ Quelle perspective pour la ressource en 2025 ?

1. La croissance démographique
2. L'augmentation du niveau de vie
3. Le développement des activités
4. L'accélération de l'urbanisation
5. La poursuite du changement climatique
6. Presque un tiers de la population sous stress hydrique en 2025
7. Vers des conflits liés à l'eau ?

■ De quelles nouvelles technologies de gestion de l'eau disposerons-nous en 2025 ?

1. La réduction de l'intensité hydrique dans l'industrie
2. L'accroissement du rendement agricole
3. Le traitement et la réutilisation des eaux usées
4. La détection des fuites dans les réseaux
5. La récupération et la réutilisation des eaux de pluies
6. Le dessalement

■ Quels modèles économiques et de gouvernance de l'eau ?

1. Quels modèles de gestion de l'eau en 2025 ?
2. Quel prix de l'eau potable en 2025 ?

■ Conclusion

Préface

L'eau, source *sine qua non* de la vie, « or bleu », partie intégrante du quotidien, base de l'alimentation, du développement économique, mais aussi vecteur de pathologies, de décès prématurés, parfois source de conflits...

Les images s'enchaînent facilement lorsqu'on parle de la ressource en eau ; les évoquer permet de ne pas oublier combien nos modes de vie comme nos activités économiques sont dépendants de cette simple molécule H₂O, dont la disponibilité en quantité et en qualité est insuffisante dans certaines parties du monde et se fragilise globalement au fur et à mesure que s'accroissent les pressions anthropiques de toutes sortes sur le cycle de l'eau.

Comment gérer, préserver et partager au mieux la ressource ? Comment s'adapter dans un monde dont plus du tiers de la population vivra probablement, à la moitié de ce siècle, en deçà du seuil de stress hydrique ?

EpE est une association de grandes entreprises engagées pour l'environnement, dans leur stratégie et leur gestion courante. A travers la Commission « Roadmap Environnementale » de l'association, ces entreprises essaient d'anticiper les changements dans les vingt prochaines années, ruptures technologiques, nouveaux modèles économiques, qui vont modeler l'environnement de la prochaine génération. L'eau est un des thèmes essentiels de cet exercice ; à la fois parce que les entreprises sont des acteurs importants, utilisateurs, fournisseurs, épurateurs ; également parce qu'elles sont elles aussi dépendantes pour leur activité de la ressource en eau. Elles veulent ainsi réaffirmer leur engagement pour le développement durable, ainsi qu'à être partie des solutions aux évolutions à venir.

Cette prospective sur l'eau à l'horizon 2025, fruit de leur réflexion et de leurs pratiques, témoigne que les entreprises ont conscience de ces enjeux et fournira, nous l'espérons, quelques repères utiles.

Jean-Yves GILET, Président d'EpE



Quel est l'état de la ressource ?

1. Une ressource renouvelable

Moins de 3% de l'eau dans le monde est douce, dont 2,5% immobilisée sous forme de glace : l'humanité ne peut compter que sur les 0,5% restants pour répondre à ses besoins. Cette eau douce est répartie dans différents réservoirs : principalement les aquifères (10 millions km³) mais aussi les précipitations sur les sols (119 000 km³), les lacs (91 000 km³), les réservoirs artificiels (5 000 km³) et les rivières (2 120 km³).

L'eau présente dans ces réservoirs fait en permanence l'objet de recyclages qui constituent le « cycle de l'eau », et lui assurent son caractère renouvelable. Ce cycle est important à prendre en compte dans l'évaluation de l'état des ressources en eau et de sa disponibilité pour l'homme.

Océans	1 338 000 000 km ³
Neige et glace	29 000 000 km ³
Eau souterraine	10 000 000 km ³
Évaporation de la mer	430 000 km ³
Précipitations sur la mer	390 000 km ³
Précipitations sur les sols	119 000 km ³
Lacs	91 000 km ³
Évaporation des sols	70 000 km ³
Ruissellement	40 000 km ³
Vapeur d'eau dans l'atmosphère	13 000 km ³
Rivières	2 120 km ³

Source: « Industry, Fresh water and sustainable development », WBCSD & UNEP, 1998

2. Une ressource aux multiples usages

Chaque année, les hommes prélèvent à l'échelle mondiale environ 4 000 km³ d'eau douce. Au regard des plus de 10 millions km³ présents dans les différents réservoirs naturels, la problématique de l'eau ne relève donc pas du volume disponible mais de l'accès local à la ressource, et à une ressource de qualité suffisante.

L'eau prélevée a trois usages :

- 70% pour l'**agriculture**, essentiellement à des fins d'irrigation.
- 22% pour la **production d'énergie**, que ce soit de l'hydroélectricité ou de l'électricité thermique ou nucléaire qui utilise l'eau pour le refroidissement de la vapeur produite par les centrales, et pour la **production industrielle** si l'eau est fluide de procédés ou intrant dans les produits.
- 8% pour les **usages domestiques**.

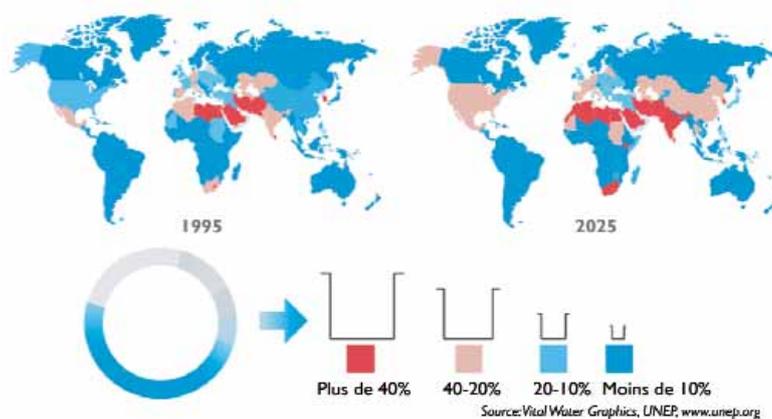


D'après l'article de T. Oki et S. Kanae paru dans Science en 2006, le volume d'eau figé dans les glaces à cette date était de 24 millions km³ et celui contenu dans les lacs de 175 000 km³. La variation observée entre les chiffres de 1998, présentés dans le tableau ci-contre, et ceux de 2006 semble pouvoir illustrer les effets du réchauffement climatique sur le cycle de l'eau.

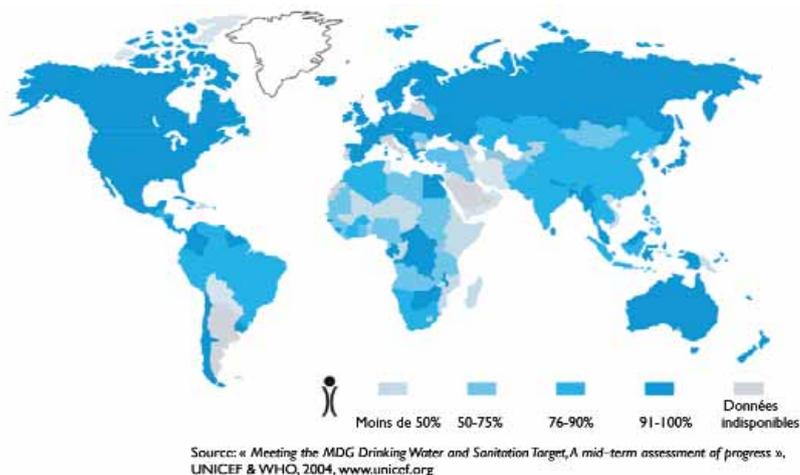
Ces ratios varient fortement en fonction du revenu du pays considéré. Par exemple, l'industrie utilise environ 60% de la ressource en eau dans les pays à revenu élevé contre seulement 10% dans les pays à faible revenu ou revenu moyen. Les volumes prélevés ne sont toutefois pas totalement consommés : sur 4 000 km³, 2 500 sont effectivement consommés chaque année, le reste étant rejeté directement dans le milieu naturel après usage. En France, l'agriculture représente seulement 11% des prélèvements mais 68% des consommations nettes puisque cette eau est largement utilisée pour l'irrigation des cultures. A l'inverse, la production d'énergie est responsable de 59% des prélèvements mais ne représente que 3% des consommations nettes dans la mesure où l'eau est essentiellement utilisée en refroidissement des centrales puis restituée au milieu naturel.

3. Une ressource inégalement répartie, distribuée et consommée

La ressource en eau n'est **pas également répartie** dans le monde. En effet, 10% des pays possèdent 60% de la ressource, et la disponibilité connue par an et par personne varie de moins de 500 m³ à plus de 10 000 m³ selon les régions du monde. Un pays connaît un stress hydrique en deçà d'une ressource renouvelable en eau douce de 1 700 m³ par an et par personne, tandis qu'on considère que le développement économique et le bien-être individuel sont affectés négativement en deçà de 1 000 m³ par an et par personne. A l'heure actuelle, environ 700 millions de personnes réparties dans 43 pays vivent en-dessous du seuil de stress hydrique. Le schéma ci-contre indique le pourcentage d'eau prélevée dans les différentes régions du monde par rapport au volume d'eau naturellement disponible.



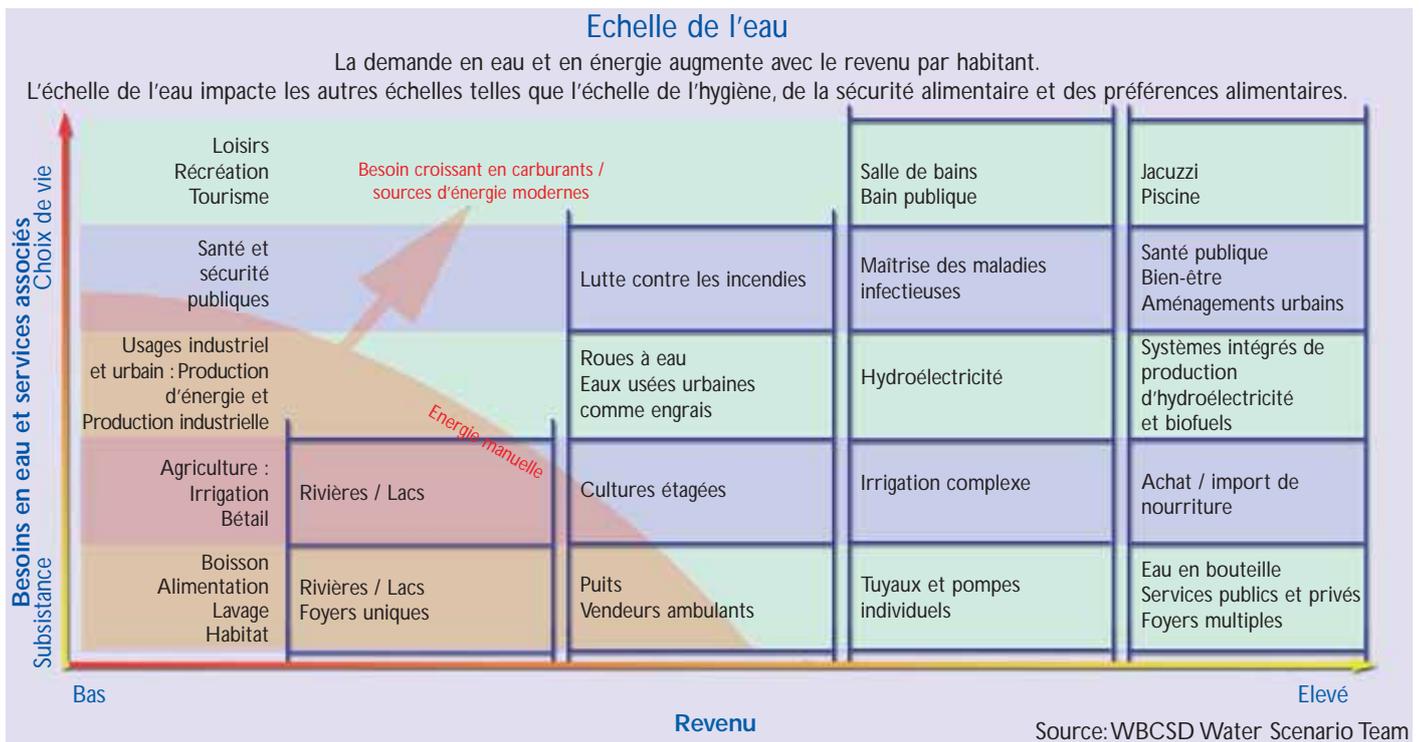
Au-delà de sa répartition initiale, **l'accès à l'eau potable** n'est pas offert à tous de la même manière : 3,3 milliards de personnes disposent d'un point d'approvisionnement privé, 1,9 milliards se fournissent dans une source publique d'eau courante de qualité contrôlée, et 1 milliard de personnes sont sans accès à une source d'eau courante et se fournissent directement dans des sources naturelles (rivières, lacs, etc.) ou auprès de marchands ambulants. L'accès à l'eau courante progresse pourtant dans certains pays comme le Gabon où le nombre de personnes connectées au réseau est passé de 48% en 1997 à 70% en 2007, selon les données de Veolia Eau.



L'une des conditions d'accès à une ressource de qualité est aussi l'assainissement, or 2,6 milliards de personnes ne disposent pas d'installations d'assainissement. On estime que la mauvaise qualité de l'eau ou le manque d'hygiène entraînent le décès chaque année de 1,8 millions de personnes en raison d'infections (diarrhées, choléra). Le schéma ci-contre indique la part de la population ayant un accès à l'eau potable.

Enfin, la **consommation d'eau** est disparate dans le monde en fonction notamment du développement économique modulé par la disponibilité locale de la ressource : alors qu'un mètre cube d'eau par an est nécessaire à la survie, la consommation domestique par an par personne est de 4 m³ au Mali, 106 m³ en France et 215 m³ aux USA (source : « *Water for people, water for life* », UNESCO 2003).

L'« échelle de l'eau », proposée par le WBCSD, met en évidence la corrélation entre le niveau de revenu et les besoins en eau (et en énergie).



4. Une ressource que l'on épuise

Dans la mesure où le cycle de l'eau fonctionne, la ressource ne s'épuise pas globalement. En revanche, elle peut s'épuiser dans certaines régions. Au-delà de certains facteurs naturels qui perturbent le cycle de l'eau (événements climatiques extrêmes, sécheresse, etc.), les pressions les plus importantes s'exerçant sur les ressources en eau sont surtout le fait d'activités humaines.

a) Facteurs limitant la quantité d'eau disponible

La surexploitation

Les prélèvements excessifs d'eau épuisent à la fois les eaux de surface (exemple de la mer d'Aral) et les nappes phréatiques (c'est le cas de 60% des villes européennes de plus de 100 000 habitants, et aujourd'hui de métropoles comme Pékin). 15% à 35% des prélèvements mondiaux servant à irriguer les cultures agricoles ne sont pas considérés comme soutenables (source : « *Ecosystems and human well-being : synthesis* », MEA, 2005).

La transformation du paysage

Déforestation, cultures industrielles et vivrières, drainage des zones humides, imperméabilisation des sols... participent à l'altération du cycle de l'eau et donc à des déséquilibres locaux.

Le changement climatique

Il participe à l'intensification de pressions existantes, notamment dans les régions qui se trouvent déjà en situation de stress hydrique. Les connaissances scientifiques actuelles suggèrent que l'intensité de phénomènes météorologiques extrêmes découlant du réchauffement climatique, tels que les inondations et les sécheresses, devrait augmenter. Le changement climatique participe déjà aujourd'hui à la fonte de certains glaciers,

mettant ainsi en péril les cycles de l'eau locaux qui en dépendent (Himalaya et Gange, Alpes et mer Tyrrhénienne).

L'accès à l'énergie

Eau et énergie vont souvent de pair : l'accès à l'eau dans les pays en développement est contraint par l'énergie disponible pour le pompage et le transport.

b) Facteurs altérant la qualité de l'eau

La pollution

Les principaux polluants d'eau douce comprennent notamment les matières organiques et les organismes pathogènes rejetés avec les eaux usées, les engrais et les pesticides provenant des terres agricoles, les pluies acides résultant de la pollution de l'air et les métaux lourds libérés par les activités minières et industrielles. En France par exemple, en dix ans plus de 30% des captages d'eau potable ont dû être fermés dans la région Poitou-Charentes pour cause de pollution par les nitrates.

Une exploitation inadéquate

Les activités comme l'agriculture, le défrichement des forêts, la construction de routes et l'exploitation minière peuvent apporter dans les cours d'eau un surplus de terre et de particules en suspension, qui nuit aux écosystèmes aquatiques, altère la qualité de l'eau utilisée en aval et gêne la navigation intérieure. La surconsommation individuelle est un autre exemple d'usage inapproprié de la ressource.

Outre l'impact sur l'homme, les atteintes à la ressource en eau font peser une menace sur la biodiversité : la moitié des zones humides du monde ont disparu au cours du siècle passé, entraînant l'extinction ou la mise en danger de 20% des 10 000 espèces de poissons d'eau douce recensées dans le monde et de nombreuses espèces d'oiseaux.

Quelle perspective pour la ressource en 2025 ?

1. La croissance démographique

La population mondiale devrait dépasser les 8 milliards de personnes d'ici 2025 avec une augmentation en conséquence de la pression anthropique sur la ressource au niveau local.

2. L'augmentation du niveau de vie

Le développement économique et social a un impact sur la consommation d'eau, notamment au travers de l'évolution des régimes alimentaires. En moyenne dans le monde, une personne consomme deux fois plus d'eau aujourd'hui qu'en 1900, et une projection sur base de la productivité agricole et des régimes alimentaires actuels indique que cette tendance à la hausse se poursuivra, en liaison avec le changement des habitudes de consommation des pays émergents.

3. Le développement des activités

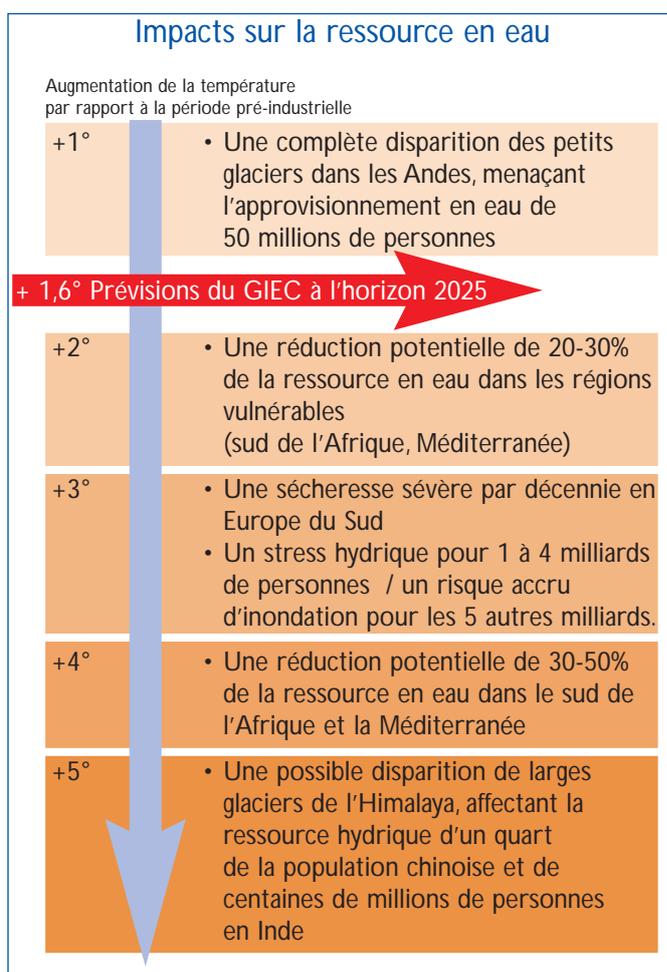
Le développement des activités des secteurs primaire, secondaire et tertiaire entraînera une augmentation de la consommation d'eau. L'industrie, davantage que l'agriculture, causera la majeure partie de l'augmentation d'ici 2025.

4. L'accélération de l'urbanisation

D'ici 2025, 5,2 milliards de personnes vivront en ville: cette urbanisation requiert des infrastructures de distribution, de collecte et de traitement des eaux usées capables de traiter des flux importants et nécessitera par conséquent des investissements en capital. Le traitement des eaux contaminées et polluées est le seul moyen de prévenir le risque environnemental et sanitaire associé à cette urbanisation.

5. La poursuite du changement climatique

Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) estime le réchauffement climatique à l'horizon 2025 à +1,6°C par rapport à la période pré-industrielle. Or la « *Stern Review on the economics of climate change* », parue en octobre 2006, récapitule les impacts d'une élévation de la température sur la ressource en eau selon le tableau suivant :



6. Presque un tiers de la population sous stress hydrique en 2025

Faute de politiques adaptées, les pressions exercées sur l'eau par les activités humaines seront donc amenées à s'intensifier au cours des prochaines décennies. Selon le " Rapport mondial sur le développement humain 2006 ", d'ici à 2025, le nombre de personnes vivant en-dessous du seuil de stress hydrique atteindra 3 milliards, contre « seulement » 700 millions aujourd'hui, le problème s'intensifiant en Afrique subsaharienne, en Chine et en Inde.

7. Vers des conflits liés à l'eau ?

L'accroissement de l'inadéquation entre l'offre et la demande en eau recèle un potentiel de conflits pouvant menacer la stabilité géopolitique de certaines régions. Plus de 260 bassins-versants fluviaux du monde sont partagés entre deux ou plusieurs pays, et en l'absence d'accords ou d'institutions solides, l'évolution d'un bassin pourrait provoquer des tensions transfrontalières - le terme « rival » vient d'ailleurs du latin « rivalis », qui désigne les habitants de rives opposées d'un même fleuve. Néanmoins, certains experts pensent que le catastrophisme n'est pas de mise* et soulignent que l'eau, par sa nature même, incite les Etats à coopérer.

* Entretien avec B. BARRAQUÉ : " L'eau doit rester une ressource partagée ", La Recherche, juillet-août 2008, N°421

De quelles nouvelles technologies de gestion de l'eau disposerons-nous en 2025 ?

Pour répondre à la demande croissante en eau, les méthodes conventionnelles seront largement mobilisées : stockage de l'eau de surface dans des réservoirs (exemple du barrage des Trois-Gorges en Chine), détournement des cours d'eau vers les régions arides (exemple du projet brésilien de détournement des eaux du São Francisco sur 500 km environ pour irriguer le Nordeste aride) et exploitation des nappes phréatiques (exemple de l'aquifère du Sahara septentrional, qui recèle environ 31 000 km³ d'eau dont 2,5 km³ sont ponctionnés chaque année) sont des exemples, mais aucune de ces structures n'est exempte d'externalités environnementales négatives, notamment lorsqu'elles sont mobilisées au détriment de tiers. De nouveaux outils technologiques sont donc aujourd'hui en cours de développement pour augmenter la quantité d'eau douce disponible sans nuire à d'autres utilisateurs – recyclage et filtration de l'eau, récupération et réutilisation des eaux de pluie, dessalement –, ou réduire son utilisation – accroissement du rendement agricole, réduction de l'intensité hydrique de certains procédés industriels, et systèmes de détection des fuites dans les réseaux.

1. La réduction de l'intensité hydrique dans l'industrie

De nombreuses industries ont déjà commencé à réduire leur « empreinte hydrique » au travers de l'**éco-conception** de leurs produits, de l'**écologie industrielle** qui mène à repenser les flux entrants et sortants des sites industriels, ou encore de l'**économie de fonctionnalité** où la vente de l'usage du produit remplace celle du produit dans le paradigme économique. L'aluminium, l'acier, le ciment, la chimie, l'alimentaire, etc. sont des exemples sectoriels parmi d'autres qui se prêtent à cette démarche. Les producteurs d'électricité sont aussi

très vigilants sur la préservation de la ressource en eau, condition *sine qua non* des procédés hydroélectriques mais aussi thermiques à flamme ou nucléaires. Ils travaillent notamment sur les possibilités de turbinage dans les réseaux d'eau potable voire d'eaux usées.

Chez Coca-Cola Entreprise...

Présente de 85% à 99% dans la composition du produit, l'eau est l'une des principales matières premières de Coca-Cola Entreprise. Comme dans les autres entreprises de l'industrie alimentaire, l'eau est utilisée à la fois comme intrant dans les produits, comme fluide dans les phases de procédé (rinçage des installations,

lubrification, etc.), et pour des utilisations annexes (sanitaires, etc.).

Depuis 2005, Coca-Cola Entreprise a intensifié ses efforts en matière d'optimisation de l'utilisation de l'eau : l'entreprise s'est fixée un objectif de réduction de 10% sur 3 ans de ses consommations en Europe, et une cartographie des principaux points de consommation/ utilisation a été dressée en vue de les optimiser. Cet inventaire a été l'occasion de larges campagnes de sensibilisation des salariés, et a permis de réaliser d'importantes économies d'eau à travers des opérations simples telles que le remplacement de buses de rinçage sur les lignes de production ou par le biais d'investissements plus lourds comme la mise en place de systèmes de recyclage des eaux de procédé, voire le recours à des solutions alternatives à l'eau telles que l'utilisation d'air filtré et ionisé pour le rinçage des conditionnements vides. La collecte des eaux de pluie fait également partie des solutions considérées pour l'avenir. Ainsi en France, la quantité totale d'eau utilisée par litre de boisson produite est passée de 1,54 l d'eau pour un litre de boisson en 2005, à 1,46 l en 2007, puis 1,4 l en 2008, ce qui représente en 2007 une économie de plus de 200 millions de litres d'eau par rapport à 2005, à volume produit constant. Coca-Cola Entreprise veille également à la qualité des eaux qu'elle rejette dans le milieu naturel : l'usine de Grigny a par exemple mis en place une solution innovante de jardin filtrant pour traiter les eaux usées.

Chez Lafarge...

Lafarge consomme de l'eau pour la production du ciment, des granulats, du béton et des plaques de plâtre. Les priorités en matière de gestion de l'eau concernent la quantité d'eau prélevée, et la quantité et la qualité des eaux rejetées.

Concernant la quantité d'eau prélevée, les efforts portent principalement sur le remplacement progressif des procédés à base de clinker humide ou semi-humide par des procédés à base de clinker sec, l'augmentation du nombre de circuits fermés pour les eaux de refroidissement des machines, et le recyclage des eaux de procédé et de lavage. Les actions mises en œuvre ont notamment permis une réduction de 9,5% pour le ciment entre 2005 et 2007, et de 8,4% pour la plaque de plâtre entre 2001 et 2007.

Concernant les eaux rejetées, les efforts portent principalement sur des stockages et des rétentions permettant d'éviter la contamination accidentelle des eaux de pluie, le recyclage des eaux de procédé et de lavage et un traitement systématique des eaux domestiques.

Afin de pouvoir aller plus loin dans l'amélioration de la gestion de l'eau, Lafarge a décidé de s'aligner sur le reporting du Global Reporting Initiative (GRI) dès 2008.

2. L'accroissement du rendement agricole

Le " Rapport mondial sur le développement humain 2006 " estime que les politiques basées sur la demande ont tendance à être plus efficaces. Le « **rendement par goutte d'eau** » (« *More crop per drop* ») peut être amélioré grâce à des investissements dans des pratiques agricoles peu exigeantes en eau et une meilleure maîtrise de la gestion de l'eau dans les cultures. La technique du « goutte à goutte » permet ainsi de limiter la déperdition d'eau en rapprochant davantage l'apport d'eau des racines de la plante par la mise en place de tuyaux percés de trous au droit de chacune d'elles.

3. Le traitement et la réutilisation des eaux usées

La tendance actuelle est à l'intensification de l'usage de l'eau : elle peut être utilisée deux ou trois fois avant d'être rejetée dans le milieu naturel. Le traitement et la réutilisation des eaux usées sont donc des éléments clé de la gestion de l'eau, et ce grâce aux **avantages économique et écologique** qu'ils présentent.

Le recyclage des eaux usées est en effet deux fois moins cher que le dessalement de l'eau de mer. Malgré la réduction du coût de cette technologie, l'écart entre ces deux solutions se maintient du fait des progrès simultanés du recyclage. D'un point de vue environnemental, les bénéfices de cette solution sont également importants :

- le recyclage permet d'économiser la ressource en amont,
- il favorise la réduction des déchets en aval,
- il permet d'économiser l'énergie liée aux activités de pompage et de transport de l'eau dans la mesure où la ressource est déjà présente sur place, dans les villes. Le potentiel d'économie est d'autant plus important que l'urbanisation est en forte croissance, et dans le cas d'un recyclage décentralisé, lorsque les eaux grises sont directement traitées dans les bâtiments (par exemple au Japon),
- enfin, la réutilisation de matières organiques, en l'occurrence le carbone, présentes dans les eaux usées peut fournir l'énergie nécessaire à leur traitement. Les filières actuelles permettent déjà d'être autosuffisant à hauteur de 2/3 de l'énergie consommée. Cette capacité d'autonomie est atteinte en exploitant seulement 16% du carbone⁽¹⁾ contenu dans les eaux usées. La marge de

(1) On parle de « carbone vert » dans la mesure où il s'agit du CO₂ initialement présent dans la biosphère, qui par le biais de la photosynthèse et de la chaîne alimentaire, est présent dans les eaux usées.

progrès est donc significative et devrait permettre à terme de fournir l'énergie nécessaire à la dépollution de l'eau et au remplissage du cahier des charges de la réutilisation (extraction des matières organiques contenues dans les eaux grises) souhaité par les utilisateurs finaux.

Pourtant, sur 368 km³ d'eaux usées collectés annuellement, seuls 160 sont traités avant rejet dans le milieu naturel et 7,1 recyclés. D'ici 2015, les capacités mondiales de recyclage des eaux devraient plus que doubler pour passer à 20 km³ par an. En raison de la réticence des consommateurs et des importants besoins liés à certaines activités, les eaux issues des stations d'épuration sont le plus souvent utilisées par l'industrie et pour l'irrigation agricole ou des espaces verts des collectivités. Pourtant, en y ajoutant quelques traitements supplémentaires, l'eau devient potable et utilisable à des fins alimentaires. Certains pays ont déjà recours à ce système : les eaux recyclées représentent 1% des réservoirs d'eau potable de la ville de Singapour, et 35% de la consommation en eau des habitants de la capitale namibienne Windhoek. Cette technologie d'avenir pour les pays les plus secs trouve ses limites dans **la consommation énergétique et la production de déchets**, et suppose au préalable **des systèmes d'évacuation des eaux usées** dans ces régions. Le **coût important** de l'aménagement et du fonctionnement de ces structures peut également représenter un obstacle mais reste malgré tout inférieur à celui d'alternatives comme le dessalement.

Le recyclage des eaux usées peut également être utilisé dans des circuits industriels en « **boucle courte** », dans une logique d'écologie industrielle.

La production **conjointe d'eau potable, d'énergie et d'autres éléments de valeur** (par exemple des biopolymères) à partir d'eaux usées, et les **procédés d'épuration innovants** font partie des sujets de recherche en cours dans ce domaine. La nanofiltration, qui repose sur des structures formées d'éléments conçus à l'échelle nanométrique, est déjà opérationnelle dans certaines stations d'épuration mais les résultats ne sont pas encore concluants : le procédé reste énergivore, onéreux et la filtration n'est pas encore optimale.

La STEP⁽²⁾ du futur en projet chez Veolia Environnement

Le projet de STEP du futur de Veolia Environnement renverse le paradigme sur les eaux usées : il ne s'agit plus d'extraire les déchets pour obtenir une eau réutilisable, mais d'extraire l'eau réutilisable pour ensuite exploiter les éléments de valeur contenus dans les « déchets ». Les eaux usées sont devenues une ressource.

L'eau extraite dans un premier temps pourra être

(2) Station d'épuration

utilisée à différentes fins, telles que l'irrigation agricole, l'arrosage des espaces verts ou la production d'eau potable, en fonction du cahier des charges indiqué par les utilisateurs finaux.

L'extraction des éléments de valeur concerne principalement le carbone, l'azote, le phosphore et le soufre. La valeur de ces éléments réside essentiellement dans la production d'énergie et de biopolymères, servant notamment à la fabrication du plastique, à partir du carbone. L'azote ou le phosphore pourront également être utilisés comme fertilisants. Comme pour l'eau réutilisable, l'extraction de ces différents éléments devra permettre de répondre au cahier des charges fixé par les utilisateurs finaux.

La fraction restante, après extraction de l'eau réutilisable et des éléments de valeur, est peu significative et fera l'objet d'un traitement spécialisé.

Cette nouvelle génération de STEP ne sera plus qualifiée de « station de dépollution des eaux » mais de « plateforme de raffinage ».

Ce projet de bio-raffinerie est actuellement en cours de développement chez Veolia Environnement : la transformation énergétique des éléments de valeur est aujourd'hui bien entamée puisqu'elle permet d'ores et déjà de couvrir deux tiers des besoins en énergie des STEP actuelles. L'autosuffisance énergétique totale sera atteinte avant 2015. Par ailleurs, la production de matériaux organiques de valeur est en phase de « grand pilote », ce qui signifie que la première application industrielle sera mise en place d'ici deux à trois ans. A l'issue de ces travaux, les connaissances techniques et opérationnelles, ainsi que les équipements nécessaires seront disponibles et permettront de faire évoluer les sites existants.

Le projet de Veolia Environnement s'inscrit dans une dynamique mondiale, stimulée par les pays émergents, et supportée par les compétences d'acteurs publics et privés internationaux.

4. La détection des fuites dans les réseaux

Les sociétés de gestion de l'eau innovent dans ce domaine à travers des systèmes de détection plus rapides et plus performants. Les principales caractéristiques de ces systèmes sont la mise en place d'une surveillance permanente du réseau à distance. Les techniques de **détection acoustique** sont les plus répandues mais sont limitées par la nature du sol, le type de canalisation et la faible pression d'eau qui peuvent perturber la propagation du bruit. L'autre technique est celle du **gaz traceur** qui consiste à injecter un gaz inerte dans le réseau d'eau sous pression. Le gaz est alors détecté à la surface du sol lorsqu'il s'échappe à l'endroit de la fuite.

La détection des fuites par la Lyonnaise des Eaux

Lyonnaise des Eaux propose aux collectivités locales une palette de solutions techniques pour améliorer le rendement de leurs réseaux d'eau potable. En cinq ans, elles ont permis d'économiser en France l'équivalent de la consommation annuelle d'une ville de 500 000 habitants.

Lyonnaise des Eaux a par exemple déjà installé en poste fixe sur le réseau de la ville de Dijon, 165 capteurs de détection acoustique équipés d'émetteurs GSM (transmetteur téléphonique d'alarme). Le bruit provoqué par une fuite située dans un rayon de 200 mètres est enregistré par les capteurs et transmis en temps réel vers un logiciel d'analyse des données. L'intervention sur le réseau peut ainsi se faire dans un délai très court. Cette technique a permis à la ville de Dijon d'économiser 1,2 million m³ en 2007.

La filiale de Suez Environnement teste actuellement sa dernière innovation en matière de détection acoustique des fuites : la SMARTBALL. Particulièrement adaptée aux réseaux de grande longueur, cette nouvelle technique de détection des fuites est une première en Europe. Un capteur acoustique, placé au centre d'une balle en mousse est introduit dans la canalisation qui peut rester en service. Cette balle de 65 mm de diamètre est transportée par l'eau et enregistre l'ensemble des informations relatives aux fuites. A l'issue de l'inspection, la balle est récupérée et les données enregistrées sont analysées.

Enfin, dans certains cas particuliers, Lyonnaise des Eaux utilise la technique du gaz traceur qui lui permet de détecter les fuites grâce à un spectromètre qui analyse l'air du sol aspiré par une pompe à vide placée à la surface du sol. Cette technique est par exemple en place à Digne-Les-Bains, dans les Alpes-de Haute-Provence, sur un réseau de sept kilomètres.

5. La récupération et la réutilisation des eaux de pluie

Les eaux de pluie constituent une ressource gratuite et encore peu utilisée, sauf dans les pays secs en développement. Elles sont habituellement collectées des toitures puis dirigées vers un réseau d'évacuation collectif ou individuel. Un branchement simple entre les gouttières et l'évacuation permet de récupérer ces eaux qui peuvent être utilisées pour des usages qui ne requièrent pas une eau de qualité potable (bassins de sécurité incendie, arrosage des espaces verts privés et collectifs, alimentation des sanitaires, ...). Cette solution assure une

diminution des consommations en eau potable, présente des avantages économiques liés à la gratuité de l'eau de pluie et au faible coût de l'investissement, et permet de gagner en autonomie.

6. Le dessalement

Le dessalement de l'eau de mer apparaît comme **une solution permettant d'augmenter la ressource en eau douce disponible** dans certaines régions côtières victimes de la sécheresse. Aujourd'hui, environ 0,05 km³ d'eau dessalée, dont 15% issus d'eau saumâtre⁽³⁾, sont produits chaque jour dans le monde. Cette production, qui représente 0,45% de la consommation mondiale journalière d'eau douce, est en forte croissance, de l'ordre de 10% par an ; son doublement est prévu d'ici 2016, ce qui ferait passer la production à 0,109 km³ par jour, soit 109 fois ce que consomme quotidiennement la région parisienne. Les usines de dessalement se multiplient rapidement à travers le monde, et des unités présentant une capacité de production de 0,001 km³ par jour sont en projet, ce qui pourrait encore accélérer le rythme de croissance du secteur.

Deux solutions technologiques existent actuellement : le **dessalement thermique** par vaporisation de l'eau dans des installations de distillation qui permet la séparation des sels qu'elle contient, et le **dessalement membranaire** (par osmose inverse) qui consiste à faire passer l'eau sous pression à travers une membrane laissant passer l'eau mais retenant les sels, bactéries et virus.

Malgré l'engouement de nombreux Etats, notamment les pays du pourtour méditerranéen et du Golfe, la Chine, l'Inde, la Californie, l'Australie et de nombreuses îles comme les Caraïbes, ce procédé de production d'eau douce présente encore des limites nécessitant la poursuite de la recherche dans ces domaines.

Bien que le **coût énergétique** du dessalement varie en fonction de la méthode utilisée (entre 7,5 et 15,5 kWh pour un mètre cube d'eau pour la méthode par distillation, et entre 4 et 5,5 kWh pour l'osmose inverse), il reste dans tous les cas important et a deux conséquences : tout d'abord, le **prix de vente reste élevé** : entre 0,65 et 1,80 euros le mètre cube pour la première méthode, entre 0,4 et 0,8 euro pour la seconde. Ceci explique que l'on trouve des usines en Arabie Saoudite et en Israël mais pas dans les pays peu développés et dépourvus de gaz ou de pétrole. Toutefois, des efforts sont actuellement réalisés pour améliorer le rendement de cette solution.

(3) Une eau saumâtre est une eau salée non potable de salinité inférieure à celle de l'eau de mer. Elle contient entre 1 et 10g de sel par litre contre 35g en moyenne pour l'eau de mer.

Ensuite, la dépense énergétique a aussi un **coût climatique**. Les usines de dessalement sont aujourd'hui essentiellement alimentées par des énergies fossiles dont la combustion libère des gaz à effet de serre contribuant au réchauffement climatique. Pour faire face à ce problème, les autorités australiennes encouragent par exemple l'utilisation d'énergies renouvelables pour tous les grands projets de dessalement du pays.

Ce procédé de production d'eau douce présente un autre problème d'ordre environnemental : les **rejets de saumure**⁽⁴⁾ affectent localement la faune et la flore marines qui se sont adaptées à une salinité particulière. Pour répondre à ce problème, les industriels utilisent des diffuseurs qui diluent rapidement la salinité en tenant compte des courants marins (voir encadré ci-contre), mais cette technique n'adresse pas l'enjeu plus global de l'acidification des océans à laquelle contribuent ces rejets.

Par ailleurs, les **effluents chimiques** parmi lesquels le chlore (utilisé pour limiter la contamination biologique des installations) et le cuivre (issu de la corrosion de surface des échangeurs de chaleur) soulèvent d'autres difficultés environnementales sur lesquelles des programmes de recherche financés par les entreprises du secteur sont en cours.

La dernière limite est d'ordre sanitaire et concerne la **filtration du bore**, un élément chimique naturellement présent dans l'eau de mer mais toxique pour l'homme, qui ne serait pas optimale avec certaines technologies actuellement utilisées.

Les avantages et inconvénients du dessalement doivent donc être appréciés en termes de coûts et de bénéfices sociétaux et environnementaux, et au regard d'autres ressources en eau douce.

Degrémont, pionnier de la technologie de dessalement par osmose inverse

Depuis la première installation en France en 1969, la filiale de Suez Environnement a développé et intégré des technologies permettant d'identifier les risques et de prévenir les impacts de ses usines de dessalement sur la biodiversité marine. Degrémont propose des solutions adaptées aux différentes étapes de la production d'eau douce :

- L'aspiration des prises d'eau est conçue de manière à éviter le captage des poissons et autres organismes du milieu aquatique : filtration par le sable pour les puits côtiers* ; positionnement de la structure assez loin des fonds marins pour éviter le captage des macro-algues, limons, etc. et assez profond pour éviter les zones les

plus éclairées et donc les plus « productives » dans le cas des prises ouvertes** ; réduction de la vitesse de pompage pour limiter l'aspiration et l'impact sur les courants marins ; pose d'une grille à l'entrée de la structure de captage ; projet en cours de finalisation avec Suez Environnement portant sur des outils émettant des infrasons pour faire fuir les espèces marines.

- Le pré-traitement de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre, qui conditionne le rendement des systèmes membranaires utilisés dans le cadre du dessalement par osmose inverse, occasionne le rejet d'eaux de lavage dans le milieu naturel. Ces eaux traitées par clarification sont rejetées plus propres que l'eau prise et à température égale.
- Les rejets de saumure dans le milieu marin, du fait de leur forte concentration en sel, sont considérés comme le principal risque pour les écosystèmes marins sensibles. Degrémont limite son impact sur l'environnement de deux manières : en choisissant l'emplacement du rejet grâce à l'observation des flux marins et de la cartographie des écosystèmes les plus fragiles en vue de favoriser la dispersion des saumures et d'éviter les zones biologiques sensibles, et en utilisant un système de diffuseurs qui permet de diluer rapidement la salinité et de retrouver la concentration du milieu naturel. La technologie de dessalement par osmose inverse permet de rejeter les eaux chargées de saumure à la même température que les eaux du milieu.

Parallèlement, Degrémont cherche à optimiser sa consommation d'énergie tout au long du processus de dessalement grâce à l'intégration systématique de procédés de récupération énergétique à travers des turbines ou des échangeurs de pression, à l'amélioration du rendement des moteurs, à la mise en place de systèmes de variation de fréquence permettant de livrer aux membranes la quantité d'énergie juste nécessaire, et à une meilleure perméabilité des membranes. De plus en plus, les besoins en énergie sont couverts par des énergies renouvelables. L'éolien est aujourd'hui la principale source d'énergie renouvelable utilisée, comme sur le site de l'usine de Perth en Australie où le couplage à un champ éolien permet d'éviter 30 tonnes de CO₂ par an, mais la force marée-motrice et le solaire sont déjà à l'étude.

* Puits servant au captage de l'eau situés à proximité des côtes

** Prélèvements réalisés directement en mer

(4) La saumure est de l'eau dont la concentration en sel est très élevée.

Quels modèles économiques et de gouvernance de l'eau ?



1. Quels modèles de gestion de l'eau en 2025 ?

Comme le rappelle le Rapport mondial sur le développement humain 2006 publié par le PNUD, si l'on veut atteindre les huit Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), il faut avant tout renforcer la gouvernance de l'eau aux niveaux local, régional, national et mondial. **Qui prend quelles décisions de gestion ? Qui supporte leur coût ?**

La gestion de l'eau implique généralement quatre catégories d'acteurs :

- les **usagers de l'eau** : individus, agriculteurs, industriels, etc.,

- les **agents privés** auxquels certains pays peuvent confier la construction des infrastructures ou la gestion de la production et de la distribution d'eau potable,
- les **pouvoirs publics** centraux et locaux,
- les **investisseurs**, financiers, banquiers publics et privés, qui fournissent les capitaux nécessaires aux infrastructures.

L'importance respective du rôle joué par les acteurs privés ou publics dans la gestion de l'eau, et la nature des relations et des règles qui les lient caractérisent les différents modèles de gouvernance dans ce domaine. Il existe actuellement autant de modèles de gouvernance à travers le monde que de contextes politique, économique, social et culturel – comme le montrent les exemples contrastés de la privatisation complète des services en Angleterre et de la gestion publique communale en Allemagne. « *Business in the world of water* », publication du WBCSD, présente trois modèles de gouvernance de l'eau impliquant les entreprises privées et qui seront probablement amenés à s'imposer à travers le monde à l'horizon 2025 :

- un **modèle de marché** : fondé sur l'efficacité de la gestion de l'eau par des acteurs privés et la régulation par un prix qui oriente les consommateurs et stimule la recherche et l'innovation des entreprises du secteur privé,
- un **modèle de partenariats bilatéraux** qui vise la sécurisation de l'accès à l'eau potable, en garantissant l'efficacité de l'approvisionnement, de la gestion et de l'allocation de la ressource ; il nécessite la coopération entre acteurs publics et privés, en amont et en aval d'un cours d'eau, etc.,
- un **modèle de gestion intégrée**, basé sur la participation de tous les acteurs impliqués dans la problématique de l'eau et à la recherche d'une allocation juste de la ressource, l'accès à l'eau étant considéré comme un droit humain fondamental et la gestion de l'eau comme une question politique.

Modèle	Priorité	Type d'eau géré ou considéré	Choix de politiques de gestion de l'eau	Choix d'actions des entreprises
Modèle de marché	Efficacité hydrique	<ul style="list-style-type: none"> Eau bleue (eaux de surface et souterraines) Eaux urbaine et industrielle et cycle des eaux usées Eau d'irrigation 	<ul style="list-style-type: none"> Mise en place de signaux prix pour encourager l'efficacité économique Solutions intégrées de gestion de l'énergie, de l'eau et des denrées alimentaires Nouveaux standards d'efficacité hydrique 	<ul style="list-style-type: none"> Eviter de gaspiller l'eau bleue « Accélérer » les cycles de l'eau pour garantir l'approvisionnement Collaborer pour étendre l'accès aux réseaux de distribution et d'assainissement Favoriser l'innovation technologique notamment en matières de modélisation et de monitoring Contrôler la qualité de l'eau
Modèle de partenariats bilatéraux	Sécurité de l'eau, environnement et économie	<ul style="list-style-type: none"> Eaux bleue et verte (eaux de ruissellement) Les cycles des eaux urbaine et industrielle 	<ul style="list-style-type: none"> Définition et mise en œuvre de politiques fondées sur l'information Allocation efficace des ressources et prise en compte de l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> Optimiser le partage de la ressource Mesurer les risques liés à l'eau
Modèle de gestion intégrée	Gestion intégrée de l'allocation de la ressource passant par un important engagement politique	<ul style="list-style-type: none"> Eaux bleue, verte et virtuelle (eau présente dans les biens de production) 	<ul style="list-style-type: none"> Combinaison de mécanismes et de systèmes de valorisation : marché, approches volontaires et réglementation - en fonction des pays et les bassins fluviaux 	<ul style="list-style-type: none"> Mesurer l'empreinte hydrique Réaliser des ACV hydriques intégrant toute la chaîne d'approvisionnement Garantir le droit à l'eau et établir un système d'échanges de permis à polluer

Source: WBCSD Water Scenario Team

Le modèle français de gestion des activités de distribution de l'eau potable et d'assainissement des eaux usées s'apparente par exemple au second modèle présenté par le WBCSD. Il repose d'une part sur le principe de délégation de service public par la mise en place de partenariats public-privé, et d'autre part sur une organisation territoriale et politique qui favorise la prise en compte et le traitement concerté de problématiques communes. Ce modèle présente plusieurs avantages :

- l'implication des utilisateurs de la ressource qui permet l'intégration des réalités locales tant matérielles que culturelles et psychologiques,
- la flexibilité du modèle qui offre plusieurs modes de collaboration (régie, mandat représentatif, contrat d'abonnement, etc.) entre partenaires public et privé,

- l'aménagement du territoire français en six bassins versants cohérents, chacun pourvu d'un comité de bassin qui élabore une politique de gestion de l'eau conciliant les besoins du bassin avec les orientations nationales et les directives européennes, et d'une agence de l'eau en charge de sa mise en œuvre, notamment financière ,
- la représentation des différents acteurs de l'eau au sein de ces comités de bassin et leur concertation constituent la clé de voûte du modèle français. L'habitude de ce mode de fonctionnement est un atout pour la gestion des eaux aux frontières.

Le choix, toujours réversible, entre ces trois modèles relève de chaque pays, et répond le plus souvent à des déterminants culturels lourds.

2. Quel prix de l'eau potable en 2025 ?

La structure de coût de l'eau varie d'un pays à un autre en fonction des contextes locaux, mais les **frais financiers** supportés dans la plupart des cas par les collectivités (remboursement d'emprunts et paiement d'intérêts) peuvent représenter jusqu'à la moitié de ce coût. Le reste est généralement composé à deux tiers par le coût des canalisations d'adduction d'eau potable et de collecte des eaux usées et à un tiers par d'autres dépenses techniques (procédés de traitement, pompages, etc.). Cette structure de coût ne porte aujourd'hui que sur les **services de captage, production, distribution, collecte et traitement des eaux usées**.

Sans aller jusque là, le « 2007 International Water Report and Cost Survey » publié par le NUS Consulting Group en mars 2008, annonce des chiffres en **forte hausse** : les prix de l'eau potable ont augmenté en moyenne de 8% dans le monde au cours de l'année 2007, et cette tendance devrait se poursuivre dans la plupart des pays dans les années à venir. Les principales raisons de cette hausse sont les investissements pour **maintenir la performance des infrastructures** souvent vieillissantes (les pays de l'OCDE devraient investir plus de 290 milliards d'euros par an), et la répercussion du **coût de construction de nouveaux réseaux de distribution** en vue de répondre aux besoins liés à la croissance démographique (estimé à 15 à 22 milliards d'euros par an). L'augmentation de la pénétration de l'assainissement, des taxes, de la qualité attendue de l'eau, les effets du réchauffement climatique et la législation participent également à ce phénomène. Les décisions d'instances supranationales peuvent également infléchir le coût de l'accès au service de l'eau. Ainsi, l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE) s'est prononcée en 2007 en faveur d'une augmentation du prix de l'eau. L'objectif de cette initiative est d'encourager les investissements technologiques pour mieux maîtriser la consommation. Toutefois, certains pays comme l'Inde ou le Mexique continuent de verser des subventions qui altèrent la prise de conscience de la rareté de l'eau par les consommateurs.

Malgré une tendance globale à la hausse, le **prix de l'eau varie d'un pays à un autre** en fonction de l'abondance ou de la rareté de leurs ressources en eau, de la qualité des eaux brutes, du niveau d'exigence des normes de qualité de l'eau distribuée, des politiques de subvention en place et de la protection de l'environnement. Dans les

pays comme la France où les ressources sont abondantes et où les normes à respecter sont fixées par l'Union Européenne, le prix moyen payé par les usagers domestiques à des régies publiques et des opérateurs privés est d'environ 3 euros par m³, soit 210 euros par an pour une consommation annuelle de 70 m³ par personne. **Ce prix ne peut être payé par les populations des pays du Sud** pour lesquels il pourrait représenter à lui seul jusqu'au tiers de leur revenu. Ainsi, ces pays doivent aujourd'hui se satisfaire de structures plus petites et leur offrant un service moins sûr et de qualité moindre mais dont le coût reste à leur portée, à savoir en deçà de 3% de leur revenu annuel soit 1 euro par m³ ou 19 euros par an pour une consommation de 19 m³ par personne. Ces chiffres révèlent des situations très contrastées et pour lesquelles il n'existe pas de solution globale. Un des enjeux mondiaux à l'horizon 2025 sera d'améliorer le service de distribution et d'assainissement dans les endroits les plus défavorisés.

Conclusion



Plus de 10 millions km³ d'eau douce sont présents dans les lacs, les rivières, les sols et sous terre. De cette masse d'eau en circulation, l'homme prélève environ 4000 km³ et consomme 2500 km³ chaque année pour répondre aux besoins de l'agriculture, de l'industrie et de son quotidien.

Ces moyennes ne reflètent cependant pas la réalité sur la disponibilité de la ressource qui dépend de sa répartition initiale, des structures de distribution et d'assainissement en place, de la consommation locale, et des pressions anthropiques impactant sa quantité et sa qualité. Faute de politiques adaptées, les situations de stress hydrique connues par certains pays d'Asie et d'Afrique s'intensifieront d'ici 2025 sous l'effet de facteurs humains et climatiques, faisant peser une menace sur la stabilité géopolitique de certaines régions, et entraînant la migration probable des populations les plus touchées.

Les outils technologiques développés par les entreprises de service d'eau et d'assainissement, les industriels, et autres acteurs de l'eau visent à réduire ce stress : augmenter la quantité d'eau disponible et sa « productivité » sont les défis d'aujourd'hui pour garantir les ressources de demain. Le renforcement de la gouvernance à tous les niveaux et la recherche d'un prix de l'eau en équilibre entre la préservation de la ressource et son accessibilité pour les plus démunis, représentent également un enjeu important.

L'accès à l'eau fait partie des grands défis de l'humanité : la conjonction de tous les efforts, politiques, économiques et technologiques sera nécessaire pour maintenir et accroître l'accès à la ressource et au service dans un contexte de réchauffement climatique qui risque durablement d'altérer le cycle de l'eau.

Remerciements

Pour élaborer ce document l'équipe d'EpE s'est fortement appuyée sur l'expertise des entreprises et personnes suivantes, qu'elle tient en conséquence à remercier :

COCA-COLA ENTREPRISE, EDF, GDF-SUEZ, LAFARGE, MICHELIN, PRIMAGAZ, SUEZ ENVIRONNEMENT, VEOLIA ENVIRONNEMENT, M. Pierre-Frédéric Ténier-Buchot (Conseil mondial de l'eau), ainsi que le WBCSD.



Entreprises pour
l'Environnement

Créée en 1992, Entreprises pour l'Environnement est une association d'une **cinquantaine de grandes entreprises** qui veulent mieux prendre en compte l'environnement dans leurs décisions stratégiques et dans leur gestion courante, dans le sens du développement durable.

Ses membres appartiennent à des **secteurs très variés** : acier, agro-alimentaire, aluminium, assurances, automobile, banque, chimie, ciment, énergie, gaz industriel, santé, services de transport, traitement des déchets, traitement de l'eau, télécommunications, travaux publics, verre.

Ses travaux portent notamment sur le changement climatique, la santé environnementale, la prospective environnementale, la biodiversité, les liens entre économie et environnement, la communication environnementale.

Retrouvez ce document et toutes les autres publications de l'association sur son site internet :
www.epe-asso.org

Août 2008

EpE
50, rue de la Chaussée d'Antin
75009 PARIS
Tél : + (33) 1 49 70 98 50
Fax : + (33) 1 49 70 02 50
e-mail : contact@epe-asso.org
<http://www.epe-asso.org>