

Texte de la 200^e conférence de l'Université de tous les savoirs donnée le 18 juillet 2000.

**Le Cycle de l'Eau et l'Adéquation Besoins-Ressources au XXI^e siècle
par Ghislain de Marsily**

Le cycle de l'eau, alimenté en énergie par la « machine » thermique solaire, fait s'évaporer l'eau depuis les continents et les océans, la fait transiter quelques jours dans l'atmosphère, puis retomber en pluie. On donnera les chiffres principaux des volumes d'eau annuels parcourant ce cycle, et les volumes d'écoulement associés. On précisera aussi les stocks d'eau disponibles.

On parlera ensuite de l'utilisation des eaux par les sociétés humaines, et les évolutions probables des besoins, en fonction de leur nature (alimentation en eau potable, agriculture, industrie). On évoquera alors les difficultés potentielles de satisfaire la demande, et les solutions possibles en fonction des besoins et des coûts.

L'eau sur terre

Sur terre, il y a les eaux que l'on voit : les océans, les glaces polaires, les lacs et rivières, et puis les nuages et la pluie, et enfin celles que l'on ne voit guère : les eaux souterraines. Le stock d'eau a été évalué par des Scientifiques Soviétiques de la façon suivante :

Océans	1,35 milliards de kilomètres cubes, soit 97,4 % du total
Glaces	27,5 millions de kilomètres cubes, soit 1,98 % du total
Eaux Souterraines	8,2 millions de kilomètres cubes, soit 0,59 % du total
Mers intérieures, lacs, rivières	207 000 kilomètres cubes, soit 0,015 % du total
Humidité des sols	70 000 kilomètres cubes, soit 0,005 % du total
Humidité de l'air	13 000 kilomètres cubes, soit 0,001 % du total
Eaux des cellules vivantes	1 100 kilomètres cubes, soit 0,001 % du total

Le stock d'eaux souterraines est contenu dans les roches de l'écorce terrestre, sur une profondeur qui varie selon les endroits, et en quantité qui décroît avec la profondeur. En général abondantes sur les 100 premiers mètres, elles deviennent très rares après 10 km. Il est cependant vraisemblable qu'en sus, dans le manteau, entre 70 et 2 900 km de profondeur, les roches silicatées en fusion partielle qui le constituent contiennent un peu d'eau, de l'ordre de 0,3 % en poids, mais vu le volume du manteau terrestre, cette petite quantité d'eau représenterait quand même un volume total du même ordre de grandeur que celui des océans, doublant ainsi la quantité d'eau présente sur terre. On voit ressortir cette eau lors des éruptions volcaniques, sous forme de vapeur ; il est certain que le manteau est alimenté en eau par la subduction, quand des plaques océaniques ou continentales sont entraînées vers l'intérieur du manteau, emportant avec elles les eaux contenues dans les anfractuosités des roches ; mais l'on ignore si le bilan du manteau est bouclé, c'est à dire si les flux émis par les volcans compensent ceux acquis par la subduction : c'est très vraisemblable, car le volume total des océans ne semble pas avoir significativement varié au cours des temps géologiques. Cette eau du manteau est cependant totalement inaccessible aujourd'hui, avec les technologies disponibles. Au-dessous de 2 900 km, et jusqu'au centre de la terre, à 6 500 km, dans le noyau de fer et de nickel, il ne devrait pas y avoir d'eau.

Le cycle de l'eau

À cette vision statique de quantités d'eau présentes sur terre à tout instant, il faut ajouter une vision dynamique, celle des flux d'eau qui constituent ce que l'on appelle le « cycle de l'eau ». Depuis le XVIII^e siècle, on a établi que le cycle de l'eau s'établit *per ascensum*, c'est à dire par évaporation à la surface de la terre, circulation par l'atmosphère via les nuages, puis retombée en pluie. Les anciens au contraire, depuis la Grèce Antique, imaginaient un cycle de l'eau *per descensum*, où les océans se vidaient de leur eau par le fond, vers les continents, où la dite eau se dessalait à la traversée des terrains, puis remontait jusqu'aux sources, par un processus thermodynamique non totalement élucidé. Ils expliquaient ainsi ces deux paradoxes, que le niveau des mers ne montent pas malgré l'incessant apport d'eau par les fleuves, et que les dits fleuves continuent de couler quand il ne pleut pas. S'ils voyaient bien la pluie responsable des orages et des crues, ils attribuaient la présence des nuages à la colère de Zeus, et en rien à l'évaporation. Ce furent Claude Perrault et Edmond Haley qui démontrèrent la réalité du cycle *per ascensum*, le premier en montrant que le volume annuel écoulé par la Seine à son embouchure est bien inférieur au volume total des précipitations sur son bassin hydrographique, et le second que la somme du débit des fleuves arrivant en Méditerranée est inférieur au flux évaporé par cette mer, qu'il estimait à partir de mesures faites sur des bacs expérimentaux posés au bord de la mer. Il n'était donc pas nécessaire d'évoquer un trajet souterrain de la mer vers la terre pour expliquer les deux paradoxes cités.

Dans le détail, le flux annuel parcourant le cycle de l'eau *per ascensum* est estimé comme suit, pour la totalité de la planète :

Évaporation	<i>sur les continents</i>	71 000 km ³ /an
	<i>sur les océans</i>	411 000 km ³ /an
Précipitations	<i>sur les continents</i>	111 000 km ³ /an
	<i>sur les océans</i>	385 000 km ³ /an

En bilan global, il est donc faux de dire que l'évaporation sur les océans alimente les précipitations sur les continents : les océans n'alimentent que 36 % des précipitations continentales, le reste venant de l'évaporation sur les continents eux-mêmes ; dans la réalité, une partie des eaux évaporées sur les continents retombe sous forme de pluie sur la mer, et le pourcentage de pluies d'origine océanique arrivant sur les continents est donc supérieur au chiffre indiqué, mais le pourcentage réel est mal connu. Il est important de noter que ces valeurs des flux annuels, comparés au volume de vapeur d'eau contenu à chaque instant dans l'atmosphère (13 000 km³), permettent de dire que la vapeur d'eau ne séjourne en moyenne que huit jours dans l'atmosphère avant de retomber en pluie ou neige : le cycle de l'eau *per ascensum* est très fragile, toute modification du taux d'évaporation se traduirait par une variation concomitante du rythme des précipitations. Ceci a été constaté par exemple en 1815, lors de l'éruption volcanique du Tambora, en Indonésie, qui a envoyé un volume énorme de poussières dans la haute atmosphère, obscurcissant pendant plusieurs années le ciel, et réduisant du même coup l'évaporation dans l'ensemble de l'hémisphère Sud. Car c'est bien évidemment le rayonnement solaire qui fournit l'énergie de l'évaporation, c'est à dire de changement de phase de l'eau liquide à l'eau vapeur. On explique de la même manière la disparition des dinosaures lors de la transition Crétacé-Tertiaire, il y a 65 millions d'années : du fait de la chute d'une grosse météorite sur terre, qui a d'ailleurs pu engendrer du même coup de formidables éruptions volcaniques, l'atmosphère aurait été chargée de poussières et obscurcie pendant plusieurs années, arrêtant le cycle de l'eau et également la photosynthèse, et conduisant tous les herbivores et l'essentiel de la faune de taille plus grande qu'un rat à la famine puis à la disparition.

Mais poursuivons la description du cycle de l'eau. La partie du flux qui est disponible pour l'écoulement sur les continents est la différence entre les précipitations et l'évaporation, soit 40 000 km³/an. Ce chiffre se décompose en trois termes :

- L'écoulement de crue dans les rivières quand il pleut, soit 27 000 km³/an.
- L'écoulement souterrain par les nappes, qui se vidangent dans les rivières ou parfois directement en mer (et qui est la raison pour laquelle les rivières continuent à couler quand il ne pleut pas), soit 10 500 km³/an.
- L'apport d'eau par fusion des glaces polaires dans l'océan aux latitudes arctiques et antarctiques, soit 2 500 km³/an.

Il ne faut pas oublier que ces chiffres sont globaux pour la planète entière, et cumulent le fonctionnement tant des grands fleuves, comme l'Amazone, que des zones arides ou semi-arides, comme le Sahel Africain.

Les besoins en eau

Face à ces chiffres, il est intéressant de donner les chiffres (estimés pour l'an 2000) des consommations d'eau par les six milliards d'êtres humains qui peuplent aujourd'hui la planète, dans la même unité que celle des flux naturels :

	Prélèvements	Consommation
Agriculture pour l'irrigation	3 250 km ³ /an	2 580 km ³ /an
Évaporation sur les plans d'eau des barrages	250 km ³ /an	250 km ³ /an
Industrie	1 280 km ³ /an	190 km ³ /an
Alimentation domestique	660 km ³ /an	90 km ³ /an
Totaux	5 440 km ³ /an	3 110 km ³ /an

La première colonne, prélèvements, représente la quantité d'eau qui est extraite du cycle naturel par les différentes activités humaines, la seconde, consommation, la quantité réellement utilisée. La différence entre ces deux chiffres est due au fait que l'eau prélevée, par exemple pour l'alimentation domestique, est en réalité pour la majeure partie rejetée après emploi dans le milieu naturel où elle rejoint le cycle naturel (rivières..), mais souvent avec une qualité dégradée par les activités humaines ; cette eau peut être traitée, et recyclée pour d'autres usages, ceci se passe plus ou moins naturellement dans les rivières, où les eaux usées d'une ville sont souvent rejetées, plus ou moins traitées, dans la rivière, puis à nouveau prélevées par les villes plus en aval sur la même rivière. Il en va souvent de même pour l'eau industrielle, qui sert souvent au refroidissement ou au lavage. Seule l'eau évaporée est réellement consommée, c'est à dire perdue pour la partie écoulement du cycle. Il s'agit pour l'essentiel de l'eau utilisée en agriculture pour l'irrigation, ou en totalité des pertes par évaporation sur les lacs de barrages.

Si l'on compare ces chiffres avec ceux des flux d'écoulement disponibles, on constate que globalement, pour la terre entière, on prélève déjà plus de 50% des débits disponibles hors crues (estimés à 10 500 km³/an), ou plus de 30 % si l'on ne compte que la consommation. Sachant que les principaux fleuves mondiaux, comme l'Amazone, le Saint Laurent, le Congo sont en réalité très peu utilisés, on comprend la forte tension qui s'est peu à peu mise en place sur les ressources en eau, qui a conduit les pays peu favorisés à faire appel aux débits de crue, par la construction de barrages pour les stocker, ou à des ressources différentes telles que les eaux fossiles (Libye par exemple) ou le dessalement de l'eau de mer (Ile de Malte, Arabie Saoudite ; Koweït...). Il est instructif de noter qu'il y a un siècle, les prélèvements totaux n'étaient estimés qu'à 580 km³/an, soit à peu près 10 % des prélèvements actuels. Le problème de l'eau est un problème récent, essentiellement lié aux besoins

d'irrigation pour l'agriculture (65 % des prélèvements) pour tenter de satisfaire aux besoins alimentaires d'un nombre toujours croissants d'êtres humains.

Les problèmes de l'eau au XXI^e siècle

Tenter de prévoir les besoins en eau dans les années qui viennent est donc intimement lié aux prévisions démographiques, et également à la prévision de la distribution sur la planète de cette population, en particulier si la croissance se fait dans des pays riches ou pauvres en eau, ou si des migrations volontaires, ou résultant des famines qui ne vont pas manquer de se produire, ne vont pas conduire à rééquilibrer cette distribution spatiale de la population.

Les Nations Unies ont établi récemment des prévisions démographiques pour l'année 2025 pour chaque pays du monde, et ont fait l'hypothèse que cette population restait sur place et recherchait dans son pays les ressources en eau qui lui sont nécessaires pour satisfaire aux besoins totaux exprimés. Les besoins minima ont été estimés à 1 000 m³ d'eau par an et par habitant, ce qui conduirait aujourd'hui à un besoin de 6 000 km³/an pour les six milliards d'être humains que nous sommes, valeur proche des 5 440 km³/an estimés pour les prélèvements actuels. Connaissant à peu près, par pays, les ressources disponibles, ce calcul a conduit à publier une carte du monde pour l'année 2025 (**Figure**), sur laquelle figurent en gris pâle les pays disposant de moins de 1 000 m³/an, et en gris foncé moins de 500 m³/an.



Cette carte est instructive, car on constate que la majeure partie des pays très fortement affectés par le manque d'eau se trouve au rivage Sud de la Méditerranée, au Moyen Orient, dans la Corne de l'Afrique, et enfin en Afrique du Sud. Les grands pays d'Asie, comme l'Inde ou la Chine, ne sont que moins ou pas affectés par ce manque d'eau, encore qu'il faille prendre en compte que les calculs sont faits de façon globale par pays : les déficits prévisibles par exemple en Inde centrale, peu arrosée, sont dans ce calcul compensés par les fortes ressources disponibles dans le Nord de l'Inde, dans les grands fleuves comme le Gange et l'Indus, qui descendent de l'Himalaya. Cette carte sous-entend donc que des transferts massifs d'eau seront réalisés pour subvenir à l'inadéquation des ressources et des besoins au sein d'un

même pays, ou encore des transferts de population à l'intérieur d'un pays, ce qui n'est pas forcément réaliste.

Devant ces déficits prévisibles, il y a d'abord la recherche d'une solution technique : augmenter les ressources en eau. Les moyens envisagés sont multiples : le transfert d'eau à grande distance par canaux, ou même par bateau, éventuellement d'un pays à un autre, la construction de barrages, le dessalement de l'eau de mer, l'appel à des ressources souterraines fossiles, si elles existent, ou même la domestication des icebergs, dont on a dit que l'on pourrait les remorquer du cercle polaire jusqu'aux pays déficitaires, et les faire fondre au soleil. Globalement, on ne manquera jamais d'eau sur terre, si l'on fait appel par exemple au dessalement de l'eau de mer, les ressources sont pratiquement infinies. Mais le principal problème est économique : où trouver l'argent pour faire ces travaux pharaoniques, et pour payer ensuite l'eau fabriquée par ces investissements onéreux ? Le dessalement de l'eau de mer revient par exemple à près d'un dollar par m³, aucune exploitation agricole ne peut se permettre aujourd'hui d'irriguer de façon rentable avec de l'eau à ce prix, vu les cours mondiaux des denrées alimentaires. Si l'Arabie Saoudite le fait néanmoins, c'est que l'énergie y est très bon marché, et que le souci d'indépendance alimentaire l'emporte devant les considérations économiques, dans un pays aux ressources financières considérables.

L'idée s'est peu à peu installée que les grands transferts d'eau ne sont peut-être pas économiques, et qu'il vaudrait mieux transférer les produits agricoles produits par l'eau que l'eau elle-même. Ainsi par exemple, il faut 1 000 tonnes d'eau pour produire une tonne de blé : si l'on peut produire le blé dans un pays naturellement bien arrosé, et le transporter dans un pays déficitaire en eau, le coût global sera plus faible que de transporter l'eau et de produire le blé dans le pays déficitaire en eau. On appelle de tels transferts de « l'eau virtuelle »... ! Encore faut-il que la possibilité de produire des excédents dans un pays bien arrosé existe, et que de plus le pays déficitaire exerce une activité non agricole lucrative, qui lui permette de dégager les devises nécessaires à l'achat des denrées agricoles qu'il ne peut pas produire. On en revient donc au problème initial des ressources financières et du développement économique. Il reste enfin le problème de la dépendance politique liée à une dépendance alimentaire.

La Conférence Mondiale de l'Eau de La Haye de Mars 2000

En Mars 2000, s'est tenu un gigantesque Deuxième Forum de l'Eau, à La Haye, avec 4 500 participants, clôturé par une Conférence Ministérielle réunissant les représentants de plus de soixante pays. Cette manifestation avait été préparée avec soin par un « Conseil Mondial de l'Eau », organisme indépendant, mais soutenu fortement par la Banque Mondiale et l'ensemble des Agences des Nations Unies, en particulier l'Unesco. Ce Conseil Mondial de l'Eau avait développé, en concertation avec un très grand nombre d'organisations, d'ONG et de pays, développés ou en développement, une « Vision Mondiale de l'Eau », censée représenter un consensus mondial sur la nature du problème, et sur les solutions à y apporter. Cette Vision Mondiale de l'Eau a eu le mérite d'imaginer trois scénarios, allant jusqu'à l'année 2025.

1) « Business as usual », c'est à dire que l'on poursuit la politique actuelle sans rien changer. On extrapole simplement les évolutions quantitatives et qualitatives actuelles. La crise est alors au rendez-vous.

2) « Technology, economics and the private sector » : technologie, économie et secteur privé. Il s'agit en gros de privatiser le domaine de l'eau, fixer à l'eau un prix commercial, par souci d'efficacité et d'équité. La mondialisation de l'économie en est la base, mais ce scénario laisse de côté les pays les plus pauvres et ne protège pas l'environnement. C'est un scénario réaliste, mais dur à avaler...

3) « Values and lifestyles » : valeur et modes de vie. C'est le scénario de l'espoir. Education, action au niveau local, développement durable, transparence, équité, solidarité, respect de l'environnement, innovation technologique maîtrisée, organisations internationales et institutions nationales réformées et efficaces, tout y est. C'est le scénario privilégié. Tout ira bien, si la Communauté Internationale s'y rallie, et paye le prix nécessaire aux aménagements indispensables pour procurer de l'eau à tous.

Il est bien difficile de décrypter et de comprendre tout cela, pour se forger une opinion concrète sur le problème de l'eau au XXI^e siècle. Tentons cependant de dégager quelques idées simples, quelques enjeux, quelques options pour envisager vers quoi on se dirige.

La cause première du problème de l'eau n'est pas le manque d'eau, c'est la croissance démographique. Il semble qu'elle se ralentisse, les experts estiment que la population mondiale pourrait se stabiliser vers 2050 en atteignant 8 à 10 milliards d'individus. Mais cette croissance est irrégulière : elle se fait pour l'essentiel dans des pays en voie de développement où existe déjà un stress hydrique. Le problème n'est donc pas véritablement un manque d'eau au niveau global, mais une répartition naturelle inadéquate de la ressource par rapport à la localisation de la croissance démographique. Ajoutons enfin que les pays concernés ont, vis-à-vis de l'eau, des attitudes très différentes. Le problème de l'eau ne peut donc être dissocié des problèmes de société.

La régulation naturelle de l'équilibre d'une population d'êtres vivants, quelle qu'elle soit, s'est toujours faite jusqu'ici par des mécanismes de compétition ou de limitation par les ressources. Il n'est pas facile aujourd'hui de dire ce qui viendra interrompre la croissance démographique d'homo sapiens, qui n'a pas de compétiteur, et si la terre pourra supporter 8 ou 10 milliards d'êtres humains, de façon durable. Cette limitation de la croissance peut être volontaire (limitation des naissances), fortuite (on semble espérer que la réduction de la natalité, qui accompagne le développement économique, arrêtera la croissance avant que les facteurs physiques ne s'en chargent), ou naturelle (limitation par les ressources). Il est clair aujourd'hui que l'eau sera le premier facteur physique limitant qui entrera en jeu, par le biais de la production d'aliments. La crise de l'eau est donc prévisible et, si une solution lui est apportée par la technologie, sans que ne se limite la croissance démographique, un autre facteur physique limitant interviendra tôt ou tard.

Tous les scénarios envisagés pour traiter du problème de l'eau ont jusqu'ici considéré que la croissance démographique maintiendrait sur place les populations. Il peut en réalité se passer trois choses :

On pallie le manque d'eau en « créant », dans les pays qui en manquent, par la technologie, l'eau indispensable aux besoins (transferts à longue distance, dessalement de l'eau de mer, recyclages et économies diverses, développement de cultures mieux adaptées à la sécheresse, etc) ; le facteur limitant n'est pas l'eau, il y a suffisamment de ressources renouvelables au niveau global, c'est l'argent pour mettre en place la technologie qui peut faire défaut, puisque les déficits hydriques et la croissance démographique se superposent souvent avec la carte de la pauvreté. On peut aussi transporter des denrées alimentaires.

Les excédents de la croissance démographique engendrent de grandes migrations. C'est ce qui s'est souvent passé dans l'histoire de l'humanité, quand les limites physiques de la croissance ont été atteintes ; que l'on songe aux famines d'Irlande au début du XX^e siècle, de Scandinavie au XIX^e, qui ont alimenté l'immigration aux Amériques. Du point de vue des territoires « disponibles », le bassin Amazonien, par exemple, est pratiquement vierge; il serait physiquement possible de le coloniser, en défrichant la forêt, en aménageant les fleuves. Cela coûterait aussi très cher : comment recevoir et faire vivre, dans ces terres nouvelles, les 100 millions d'individus qui, chaque année, devraient se porter volontaires pour y émigrer ? Cependant, on considère souvent cette partie du monde comme la dernière réserve de la planète, le « poumon » de la terre, le sanctuaire de la biodiversité. Faut-il la sacrifier à la

croissance démographique ? D'autres territoires sont peu peuplés : l'Australie, le Canada, les Etats Unis, le bassin du Congo en Afrique, même certaines parties de l'Europe. Les régions concernées sont-elles prêtes à ouvrir leurs portes à 100 millions d'individus annuellement ?

La violence. Elle pourrait connaître diverses formes, allant de la famine, endémique ou catastrophique en années sèches, aux grandes épidémies, devenant un mécanisme tragique de limitation de la croissance démographique. Celle-ci s'accompagne en effet d'une croissance démesurée des grandes mégapoles. Il existe aujourd'hui 21 villes de plus de dix millions d'habitants (dont 17 dans les pays en voie de développement), contre 3 en 1950. Il en existera plus de 50 en 2025. La qualité sanitaire de la vie dans ces grandes villes est parfois effrayante, les autorités hésitant souvent à aménager la ville, de peur de voir la croissance s'accélérer encore, ou ne disposant pas des ressources pour le faire. Ces grandes agglomérations pourraient favoriser l'éclosion et la transmission de nouvelles maladies. La violence pourrait aussi être plus directe : guerres, conflits autour de l'eau, pour les pays tributaires de ressources à partager (par exemple Turquie et Moyen-Orient pour le Tigre et l'Euphrate, ressources en eau himalayennes pour l'Inde, le Pakistan et le Bangladesh,...). Des guerres civiles entre groupes ethniques pour s'approprier les ressources sont aussi à craindre...

De ces trois scénarios, la Vision Mondiale de l'Eau a choisi le premier, c'est à dire l'aide internationale économique, sans transfert de population. C'est certainement le moins violent, et cela correspond aussi à l'éthique qui anime les puissances à la base de la Vision : une approche Anglo-Saxonne, imprégnée de protestantisme, de bons sentiments mais aussi de mercantilisme. De la croissance démographique, sujet tabou pour beaucoup, on ne dit rien, on se borne à la constater. C'est l'économie, le commerce, qui résoudra tous les problèmes. La Vision a donc chiffré le coût de la solution économique des problèmes de l'eau : il faudrait investir chaque année, dans le monde, une somme de 160 milliards de dollars US pendant dix ans pour venir à bout des problèmes d'eau. Preuve que le problème de l'eau est économique, et pas un véritable problème de ressources. Il apparaît qu'aujourd'hui, la moitié seulement de cette somme est dépensée annuellement pour l'eau. Où trouver les 80 milliards de dollars qui manquent ? La Vision prône la privatisation du marché de l'eau : faire payer l'eau, et laisser le privé investir pour réaliser les travaux nécessaires, en se remboursant des investissements sur les usagers. La gestion privée de l'eau est considérée par certains comme plus économe, plus efficace que la gestion publique. Faire payer l'eau réduit les gaspillages, et renforce la recherche de méthodes innovantes, par exemple pour l'irrigation. Mais elle s'oppose à l'éthique de beaucoup de civilisations, en particulier dans les pays musulmans, pour lesquels l'eau est un bien gratuit. On rétorque que l'on ne fera pas payer l'eau, mais seulement les services pour la transporter, la purifier ; que l'on inscrira dans une « charte sociale de l'eau » que « l'accès pour tous à l'eau doit être un droit imprescriptible » ; qu'un minimum vital doit être distribué gratuitement. Mais l'approche commerciale a ses limites, et les pays les plus pauvres ne seront jamais en mesure de fournir un marché économiquement attractif. La Vision propose alors une prise en charge par la solidarité internationale de ces besoins non solvables, chiffrés à 12 milliards de dollars US par an. Cette somme est évidemment énorme, et explique que la Conférence Ministérielle qui a clôturé les débats se soit abstenue de tout engagement, prenant grand soin d'exclure de sa déclaration toute clause contraignante, alors que la plupart des pays développés connaissent actuellement des excédents budgétaires. On est donc amené à conclure que, sans le dire vraiment, le parti a été pris de compter sur une réduction de la croissance démographique, soit volontaire, soit imposée de facto par le spectre de la violence dont nous avons parlé, pour régler les problèmes de l'eau...

Sur cette prospective sombre, il faudrait ajouter les effets (certains, mais difficile à prédire) des changements climatiques dus à l'effet de serre. Globalement, les précipitations mondiales ne devraient pas beaucoup changer, mais leur distribution dans l'espace changera; il est hélas probable que les pays du Sud déjà pauvres en eau le deviendront encore

d'avantage, et inversement pour les pays bien arrosés, la limite entre les deux zones devant se situer à la latitude de Lyon environ, avec cependant une très forte incertitude.

Le temps n'est plus hélas à la protection de l'environnement. Déjà, à La Haye, en mars 2000, des conflits se sont fait jours entre les pays en voie de développement et les associations de protection de la nature, qui s'opposaient aux constructions de barrages, soupçonnées de vouloir ainsi servir les intérêts commerciaux des producteurs de céréales Nord-Américains, en organisant la pénurie. Tous les moyens seront bons pour produire, la construction de grands barrages va s'amplifier (voir par exemple celui des Trois Gorges en Chine), l'emploi des fertilisants et des pesticides se généralisera. La terre arrivera peut-être à nourrir 8 ou 10 milliards d'individus, mais la préservation de l'environnement passera au deuxième plan....

Références à consulter

MARSILY, (G. de) *L'eau*. Flammarion, Paris, Collection Dominos, Deuxième Edition, 2000.

MEYBECK, (M.), MARSILY, (G. de), et FUSTEC, (E.), *La Seine en son bassin*, Elsevier, Paris, 1998.

ROCHE, (P.A.), *La Vision pour l'eau en 2025 : S'est-il passé quelque chose à La Haye ?* Agence de l'Eau Seine Normandie, Paris, 2000.

TENIERE-BUCHOT, (P.F.), (coordonateur) *L'eau au XXI^e siècle*, Editions Futuribles, Paris, 2000.

Légende figure :

Carte du monde pour l'année 2025 des pays qui devraient souffrir d'un manque d'eau. En gris pâle, les pays disposant de moins de 1 000 m³/an (*water stress*), et en gris foncé moins de 500 m³/an (*water scarcity*).