





PAUL, Still Pictures

## Les eaux douces

### Aperçu de la situation dans le monde

#### Ressources

Le volume total de l'eau sur la terre est d'environ 1 400 millions de km<sup>3</sup>, dont 2,5 % seulement, soit environ 35 millions de km<sup>3</sup>, est de l'eau douce (voir tableau en regard). Pour l'essentiel, l'eau douce existe sous la forme de glace ou de neiges éternelles, séquestrées dans l'Antarctique et le Groenland, ou encore dans les nappes aquifères profondes. Les principales sources de l'eau utilisable par l'homme sont les lacs, les rivières, l'humidité du sol et les nappes aquifères relativement peu profondes. La fraction utilisable représente environ 200 000 km<sup>3</sup> – moins de 1 % de l'eau douce et seulement 0,01 % de l'ensemble de l'eau présente sur la Terre. Une grande partie de l'eau disponible est éloignée des populations humaines, ce qui complique encore le problème de l'utilisation de l'eau.

La reconstitution de l'eau douce dépend de l'évaporation qui se produit à la surface de l'océan. Environ 505 000 km<sup>3</sup>, soit une couche de 1,4 mètre d'épaisseur, s'évaporent chaque année de l'océan. En outre, 72 000 km<sup>3</sup> s'évaporent des terres émergées. Environ 80 % de l'ensemble des précipitations, soit environ 458 000 km<sup>3</sup> par an, tombent sur l'océan, le reste,

119 000 km<sup>3</sup> par an, sur le sol. La différence entre les précipitations tombant sur le sol et l'évaporation venant du sol (119 000 km<sup>3</sup> moins 72 000 km<sup>3</sup> par an) représente l'ensemble des eaux de ruissellement et la reconstitution des eaux souterraines — soit environ 47 000 km<sup>3</sup> par an (Gleick, 1993). La figure en regard montre une estimation de l'équilibre hydrique annuel moyen des principales masses continentales : les précipitations, l'évaporation et le ruissellement. Plus de la moitié de celui-ci concerne l'Asie et l'Amérique du Sud, et une forte fraction concerne un seul fleuve, l'Amazone, qui charrie plus de 6 000 km<sup>3</sup> par an (Shiklomanov, 1998).

#### Le manque d'eau

Un tiers environ de la population mondiale vit dans des pays qui souffrent d'un stress hydrique modéré ou fort — c'est-à-dire où la consommation d'eau dépasse de 10 % les ressources renouvelables d'eau douce. Quelque 80 pays, comptant 40 % de la population mondiale, souffraient au milieu des années 90 de diverses pénuries d'eau (CDD, 1997a) et on estime que dans moins de 25 ans deux tiers de la population mondiale vivront dans des pays connaissant un stress hydrique (CDD, 1997b). En 2020, l'utilisation de l'eau devrait avoir augmenté de 40 %, et 17 % d'eau en plus seront nécessaires pour la production vivrière afin de satisfaire les besoins de la population mondiale, qui aura augmenté (Conseil

mondial de l'eau, 2000a).

Les trois principaux facteurs qui expliquent l'augmentation de la demande d'eau au cours du siècle passé sont l'accroissement démographique, le développement industriel et l'expansion de l'agriculture irriguée. Au cours des 20 dernières années, c'est l'agriculture qui a entraîné les prélèvements d'eau douce les plus importants dans les pays en développement. Les planificateurs avaient toujours supposé que l'augmentation de la demande serait satisfaite par une meilleure maîtrise du cycle hydrologique, à la faveur de la construction de nouveaux barrages. La construction de barrages sur les fleuves a traditionnellement été l'un des principaux moyens d'assurer des ressources en eau suffisantes pour l'irrigation, la production d'hydroélectricité et les utilisations ménagères. Environ 60 % des 227 principaux fleuves mondiaux sont à des degrés divers coupés par des barrages, des canaux de dérivation, qui affectent les écosystèmes d'eau douce (WCD, 2000). Ces équipements ont comporté d'importants avantages, sous la forme par exemple d'une augmentation de la production vivrière et de l'hydroélectricité. Mais les coûts sont également importants. Au cours des 50 dernières années, les retenues ont transformé les fleuves du monde entier, mais ont déplacé environ 40 à 80 millions de personnes dans les différentes régions du monde (WCD, 2000) et causent des changements irréversibles dans un grand nombre des écosystèmes qui leur sont étroitement liés.

L'importance donnée à l'approvisionnement en eau, alors que la réglementation était mal appliquée, a réduit l'efficacité de la gestion des ressources en eau, en particulier dans les pays en développement. Les responsables de la politique de l'eau ont maintenant changé d'optique, abandonnant les solutions reposant entièrement sur l'offre, pour mieux gérer la demande d'eau, en soulignant l'importance d'une combinaison de mesures visant à assurer des approvisionnements adéquats en eau dans les différents secteurs. Parmi ces mesures figurent une amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau, les politiques de tarification et la privatisation. On met également maintenant l'accent sur la gestion intégrée des ressources en eau, qui tient compte de tous les différents protagonistes de la planification, de la mise en valeur et de la gestion de la ressource hydrique (CDD, 1997b).

### Agriculture irriguée

Plus de 70 % des eaux douces prélevées dans les lacs, les cours d'eau et les nappes souterraines sont utilisées à des fins agricoles. L'essentiel va à l'irrigation, qui assure environ 40 % de la production vivrière mondiale (CDD, 1997a). Au cours des 30 dernières années, la superficie irriguée a augmenté, passant de moins de 200 millions

### Principaux stocks d'eau

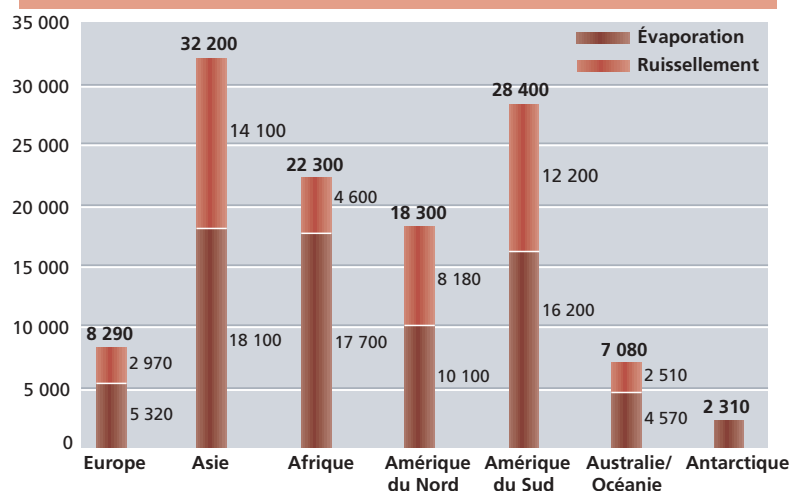
	volume (1 000 km <sup>3</sup> )	% de l'eau (total)	% de l'eau douce
<b>Eau salée</b>			
Océans	1 338 000	96,54	
Eaux souterraines salées ou saumâtres	12 870	0,93	
Lacs d'eau salée	85	0,006	
<b>Eaux intérieures</b>			
Glaciers et neiges éternelles	24 364	1,74	58,7
Eau douce souterraine	10 530	0,76	30,06
Glaces concassées et permafrost	300	0,022	0,86
Lacs d'eau douce	91	0,007	0,26
Humidité du sol	16,5	0,001	0,05
Vapeur d'eau dans l'atmosphère	12,9	0,001	0,04
Marais et terres humides*	11,5	0,001	0,03
Fleuves et cours d'eau	2,12	0,0002	0,006
Eau présente dans les biotes*	1,12	0,0001	0,003
<b>Total de l'eau</b>	<b>1 386 000</b>	<b>100</b>	
<b>Total de l'eau douce</b>	<b>35 029</b>		<b>100</b>

Source : Shiklomanov, 1993.

Notes : Les totaux ne correspondent pas exactement à la somme des chiffres, qui ont été arrondis.

\* Les marais, les terres humides et l'eau présente dans les biotes sont souvent des mélanges d'eau salée et d'eau douce.

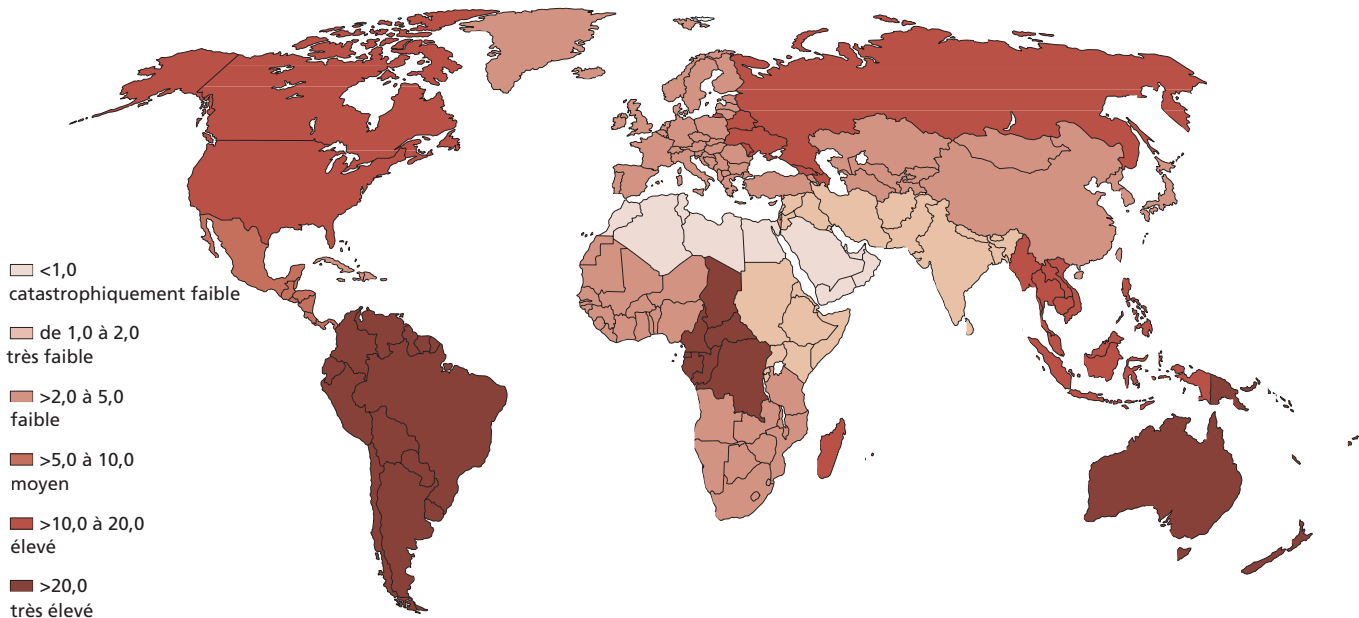
### Précipitations, évaporation et ruissellement par région (km<sup>3</sup>/an)



La hauteur des rectangles donne le total des précipitations; l'évaporation est représentée en couleur foncée, le ruissellement en clair. Les précipitations annuelles totales tombant sur les terres émergées représentent 119 000 km<sup>3</sup>, dont 72 000 km<sup>3</sup> s'évaporent, laissant 47 000 km<sup>3</sup> d'eaux de ruissellement.

Notes : les régions ne correspondent pas exactement à celles du GEO; les eaux de ruissellement comprennent les eaux allant aux nappes d'eaux souterraines, les bassins intérieurs et les coulées de glace de l'Antarctique

Source : Shiklomanov, 1993

L'eau disponible, par sous-région, en 2000 (1 000 m<sup>3</sup>/personne/an)

La carte montre la quantité d'eau disponible en milliers de m<sup>3</sup>/personne/an.

Source : Données établies à partir de travaux du PNUD, du PNUE, de la Banque mondiale et du WRI, 2000, ainsi que de la Division de la population du Secrétariat de l'ONU, 2001.

d'hectares à plus de 270 millions d'hectares (FAO, 2001). Durant la même période, les prélèvements d'eau douce ont augmenté, passant de 2 500 km<sup>3</sup> environ à plus de 3 500 km<sup>3</sup> (Shiklomanov, 1998). La mauvaise gestion de l'irrigation explique la salinisation de 20 % environ des terres irriguées, et chaque année ce sont 1,5 million d'hectares de plus qui sont touchés par ce phénomène (CDD, 1997a), ce qui réduit notablement la production vivrière irriguée (WCD, 2000). Ce sont les régions arides et semi-arides qui sont surtout touchées.

Les mesures correctives sont diverses : programmes

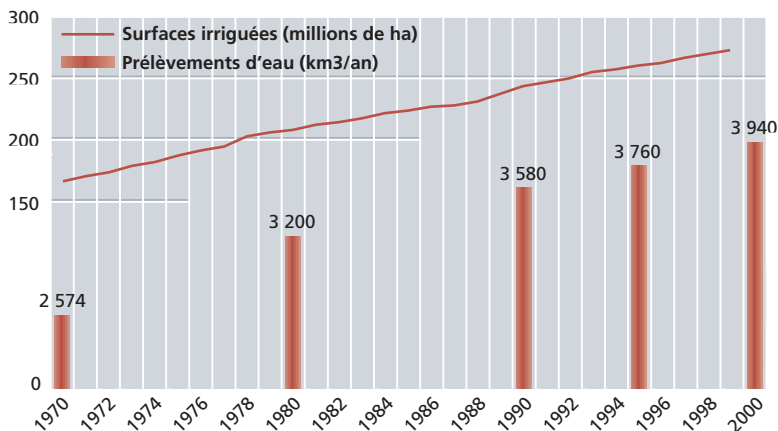
d'action nationaux, examen et réforme de la politique de l'eau, recherche d'un plus grand rendement dans l'utilisation de l'eau et transfert de techniques d'irrigation. Au niveau mondial, la FAO a mis en place un système mondial d'information, AQUASTAT, en 1993 : il fournit des statistiques de l'utilisation agricole de l'eau (FAO, 2001).

### Eau et assainissement

Pour une grande partie des populations pauvres, dans le monde, l'une des menaces environnementales les plus graves pesant sur la santé demeure l'absorption prolongée d'eau non traitée. Alors que la proportion d'hommes pouvant s'approvisionner en eau de qualité a augmenté de 79 % (4,1 milliards) en 1990 à 82 % (4,9 milliards) en 2000, il y a toujours 1,1 milliard de personnes qui n'ont pas l'eau potable et 2,4 milliards qui n'ont pas d'équipement sanitaire amélioré (OMS et UNICEF, 2000). La plupart habitent l'Afrique ou l'Asie. L'absence d'accès à l'eau potable et à l'assainissement entraîne des centaines de millions de cas de maladies d'origine hydrique et plus de 5 millions de décès chaque année (voir encadré à droite). Cela entraîne aussi d'importantes incidences, mal quantifiées, sur la productivité économique dans beaucoup de pays en développement.

La satisfaction des besoins alimentaires concernant l'eau a joué un rôle majeur dans le choix des politiques de l'eau. L'une des toutes premières conférences consacrées aux problèmes de l'eau a eu lieu en 1977 à Mar del Plata (Argentine). Cette conférence, qui a mis l'accent sur les besoins élémentaires, a entraîné l'organisation de la Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement (1981-90), et les efforts qu'ont faits l'Organisation des Nations Unies et d'autres organisations

### Ensemble des surfaces irriguées et des prélèvements d'eau douce



Depuis 1970, les prélèvements d'eau à l'échelle du monde ont suivi l'augmentation des surfaces irriguées. Environ 70 % des prélèvements d'eau vont à l'agriculture, surtout pour l'irrigation, qui assure 40 % de la production vivrière mondiale.

Source : FAO, 2001; Shiklomanov, 1998

### Les maladies de l'eau souillée

- Deux milliards d'hommes sont menacés par le paludisme ; à tout moment donné, 100 millions de personnes sont touchées et la maladie fait chaque année de 1 à 2 millions de morts.
- On compte chaque année environ 4 milliards d'épisodes de diarrhée entraînant 2,2 millions de décès ; cela représente l'équivalent de 20 avions gros porteurs qui s'écraseraient chaque jour.
- Les vers intestinaux infectent environ 10 % de la population des pays en développement.
- Le trachome a fait environ 6 millions d'aveugles.
- La schistosomiase touche 200 millions d'hommes.

Source : CDD, 1997a ; OMS et UNICEF, 2000.

internationales pour fournir des services élémentaires d'adduction d'eau (Nations Unies, 2000). L'idée qu'il est impératif de satisfaire les besoins élémentaires d'eau a été réaffirmée au cours du Sommet de la Terre tenu en 1992 à Rio de Janeiro ; on y a étendu la notion aux besoins hydriques écologiques. Un rapport récent des Nations Unies (ONU, 1999) a constaté que tous les hommes avaient besoin d'une quantité adéquate d'eau salubre, pour la boisson, l'assainissement et l'hygiène. Plus récemment, le Deuxième Forum mondial de l'eau et la Conférence ministérielle tenus à La Haye en 2000 (voir encadré en bas à droite) ont abouti à une déclaration où, dans des termes vigoureux, 100 ministres ont réaffirmé l'importance de la satisfaction des besoins humains fondamentaux — un impératif prioritaire pour les nations, les organisations internationales et les donateurs.

L'organisation de l'adduction d'eau potable et de services d'assainissement dans les villes demeure particulièrement difficile. Durant la première moitié des années 1990, quelque 170 millions d'habitants des pays en développement non desservis jusque-là ont eu accès à l'eau potable, et 70 millions à des moyens appropriés d'assainissement ; mais cela reste bien limité car environ 300 millions de personnes de plus n'ont toujours pas accès à une eau salubre, tandis que près de 600 millions, à la fin de 1994, n'avaient pas de moyens d'assainissement adéquats (CDD, 1997b). Cependant, l'un des grands succès constatés dans beaucoup de pays en développement concerne les investissements consacrés au traitement des eaux usées au cours des 30 dernières années, qui ont « interrompu la dégradation de la qualité de l'eau de surface, ou l'ont en fait améliorée » (Conseil mondial de l'eau, 2000b),

### Aspects qualitatifs

Les problèmes de qualité de l'eau peuvent souvent être aussi graves que ceux de la quantité d'eau disponible, mais on y prête moins attention, en particulier dans les pays en développement. Parmi les sources de pollution figurent les eaux usées non traitées, les rejets chimiques,

les fuites de pétrole et marées noires, les rejets dans les anciens puits et anciennes mines, et les produits agrochimiques, lessivés à partir des champs cultivés ou qui s'infiltrent dans la terre. Plus de la moitié des grands fleuves sont « gravement touchés et pollués, entraînant une dégradation ou un empoisonnement de leur écosystème, compromettant la santé et les moyens d'existence des hommes qui en dépendent » (Commission mondiale de l'eau, 1999).

Durant les années 1990, de nombreux efforts nouveaux ont été consacrés à la surveillance de la qualité de l'eau et à l'adoption de meilleures politiques et de meilleurs programmes (Meybeck, Chapman et Helmer, 1990). Par exemple, des programmes de surveillance de la qualité de l'eau ont été mis en place (avec un succès variable) dans de nombreux bassins fluviaux internationaux comme ceux du Danube, du Rhin, du Mékong, de la Plata et du Nil. Le programme de l'eau du Système mondial de surveillance continue de l'environnement (GEMS) du PNUÉ produit des données et des informations sur la qualité de l'eau à des fins à la fois d'analyse et de gestion.

### Eaux souterraines

Deux milliards de personnes environ, soit à peu près un tiers de la population mondiale, dépendent des eaux souterraines, et tirent de la terre environ 20 % de l'eau consommée (600 à 700 km<sup>3</sup>) chaque année — le plus souvent à partir de couches aquifères peu profondes (PNUD et autres, 2000). Nombreux sont les habitants des zones rurales qui sont entièrement dépendants des eaux souterraines.

Les problèmes de l'utilisation et de la qualité des eaux souterraines avaient, jusqu'à une date récente, beaucoup moins retenu l'attention que les eaux de surface (en particulier dans certains pays en développement), et les données sur les stocks et flux d'eaux souterraines étaient encore moins fiables. Cependant, en Europe, on a commencé à prêter attention à la qualité de l'eau souterraine car l'approvisionnement en eau de

### Vision 21 : objectifs mondiaux d'approvisionnement en eau et d'assainissement

Pour chercher à résoudre les problèmes que posent l'approvisionnement en eau et l'assainissement dans les pays en développement, le Conseil de collaboration pour l'approvisionnement en eau et l'assainissement (WSSCC) a présenté les objectifs mondiaux suivants, désignés sous le nom global de Vision 21, au Deuxième Forum de l'eau, tenu à La Haye en mars 2000 :

- Avant 2015, réduire de moitié la proportion de la population n'ayant pas accès à des installations sanitaires ;
- Avant 2015, réduire de moitié la proportion de la population n'ayant pas durablement l'accès voulu à des quantités suffisantes d'eau salubre à un prix abordable ;
- Avant 2025, assurer à tous l'eau potable, l'assainissement et l'hygiène.

Source : WSSCC, 1997

### Problèmes de la qualité des eaux

Problème	Causes	Préoccupations
Pollution anthropique	Protection inadéquate des nappes aquifères vulnérables contre les rejets et lixiviations dus à l'homme en raison <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des activités urbaines et industrielles;</li> <li>• De l'intensification de l'agriculture</li> </ul>	Agents pathogènes, nitrates, sels d'ammonium, chlore, sulfates, bore, métaux lourds, composés organiques divers, carbures d'hydrogène aromatiques et halogènes  Nitrates, chlore, pesticides
Contamination naturelle	Liée à l'évolution du pH-Eh des eaux souterraines et de la dissolution de minéraux dans l'eau (aggravées par la pollution anthropogène ou par une exploitation aveugle).	Principalement fer, fluor et parfois arsenic, iode, manganèse, aluminium, magnésium, sulfates, sélénium et nitrates (dus à la paléoconstitution des nappes)
Contamination des têtes de puits	Conception inadéquate et construction défectueuse des puits, permettant une intrusion directe d'eaux de surface ou d'eaux souterraines peu profondes polluées	Organismes pathogènes, principalement

Source : Foster, Lawrence et Morris, 1998

nombreuses agglomérations dépend de cette ressource. De façon générale, les ressources en eaux souterraines sont exposées à divers risques, notamment à une utilisation excessive et à la contamination (voir le tableau de la page 92).

Quand la consommation d'eau dépasse durablement la reconstitution naturelle des eaux souterraines, le niveau de la nappe baisse. Plusieurs régions de l'Inde, de la Chine, de l'Asie occidentale, de l'ex-Union soviétique, de l'ouest des États-Unis et de la péninsule Arabique connaissent ce phénomène de baisse de la nappe phréatique, ce qui limite la quantité d'eau qui peut être utilisée et accroît le coût du pompage pour les agriculteurs (Postel, 1997 ; PNUE, 1999). Un pompage excessif d'eaux souterraines peut entraîner des intrusions d'eau salée dans les zones côtières. À Madras (Inde), par exemple,

l'eau salée pénètre à 10 km à l'intérieur des terres, contaminant les puits (PNUE, 1996).

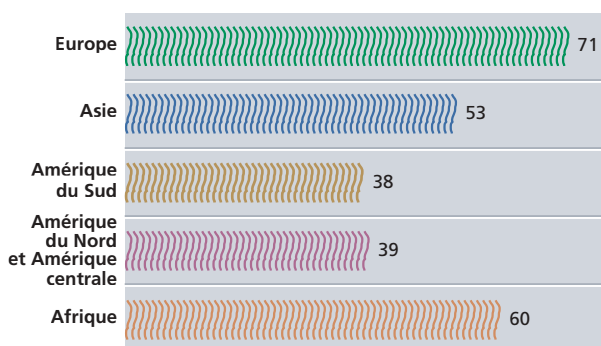
Les problèmes nouveaux qui concernent les ressources en eaux souterraines ont amené la communauté internationale, les gouvernements et d'autres acteurs à commencer à s'en préoccuper. Par exemple, le Deuxième Forum mondial de l'eau, en mars 2000, a organisé un atelier portant spécialement sur les eaux souterraines. Certaines de ses recommandations ont porté sur la nécessité d'une prise de conscience et sur celle d'accroître l'information disponible, d'améliorer sa qualité et d'en faciliter l'accès aux acteurs concernés, aux spécialistes et aux décideurs (Forum mondial de l'eau, 2000).

### Gestion des eaux transfrontières

Il est très courant que plusieurs pays, régions, groupes ethniques ou communautés se partagent un cours d'eau. Il existe au total 261 bassins fluviaux (voir graphique de gauche), couvrant 45,3 % des surfaces émergées (Antarctique exclu) que se partagent deux pays ou plus (Wolf et autres, 1999), ce qui fait de la gestion des ressources d'eaux transfrontières l'un des plus importants problèmes qui concernent l'eau à ce jour.

Les litiges portant sur les ressources en eaux partagées ne datent pas d'hier. L'eau a été utilisée comme moyen ou comme arme dans les conflits, l'accès à l'eau a été une source de différend, et des projets majeurs de mise en valeur de l'eau (par exemple la construction de barrages) ont parfois entraîné des violences et des troubles (Gleick, 1998). Mais le partage des eaux peut également être une source de coopération. C'est ce que montre bien l'augmentation du nombre d'initiatives liées aux régimes et institutions de gestion des bassins fluviaux, qui traitent de la gestion bilatérale ou multilatérale des eaux transfrontières. En 1966, les Règles

### Nombre de bassins fluviaux internationaux



Au total, 261 bassins fluviaux sont partagés par deux pays ou plus

Notes : Les régions ne correspondent pas exactement à celles du GEO; le Jurado, bassin fluvial que se partagent la Colombie et le Panama, est inclus ici en Amérique du Sud

Source : Wolf et autres, 1999

d'Helsinki ont posé les bases de l'adoption de principes internationaux de partage des cours d'eau, et ces règles ont inspiré de nombreux traités relatifs à des bassins fluviaux. Elles ont été suivies par divers efforts internationaux, notamment ceux de la Commission du droit international, qui, en 1997, ont conduit à l'adoption de la Convention des Nations Unies sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation. L'impact de cette nouvelle Convention se fait actuellement sentir, puisque la communauté de développement de l'Afrique australe (SADC) et ses 14 membres en adaptent plusieurs des principes à son protocole révisé sur les cours d'eau partagés.

L'existence d'organisations de bassins, au cours des 30 dernières années, a également amené à créer le Réseau international des organisations de bassins, en 1996 (voir encadré) ; on peut citer aussi la Conférence internationale de 1998 sur l'eau et le développement durable, qui a affirmé que les pays riverains devaient avoir une conception commune de la gestion efficace et de la protection effective des ressources en eaux transfrontières. Le programme d'action prioritaire de la Conférence (Bernard, 1999) souligne qu'il faut :

- Faciliter l'échange d'informations précises et harmonisées entre pays riverains ;
- Encourager des consultations à tous les niveaux, en particulier dans les institutions et mécanismes internationaux compétents ;
- Définir des programmes d'action prioritaires à moyen terme, d'intérêt commun, pour améliorer la gestion de l'eau et réduire la pollution.

## L'eau et les écosystèmes

Les projets de mise en valeur des ressources en eau, au XX<sup>e</sup> siècle, ont eu un impact important sur les écosystèmes d'eau douce, en éliminant les marais et les zones humides, en prélevant de grandes quantités d'eau pour d'autres usages, en modifiant les débits, et en contaminant les eaux par des déchets industriels et humains. Dans beaucoup de cours d'eau et de lacs, les fonctions écosystémiques ont été perdues ou altérées. Dans certaines zones, l'augmentation de la demande d'eau a entraîné une réduction du débit des fleuves, affectant les zones riveraines et côtières adjacentes (CDD, 1997a). Chez diverses espèces sauvages, on constate des échecs de la reproduction, ou même la mort d'individus, en particulier dans les niveaux les plus élevés de la chaîne alimentaire, du fait de prélèvements d'eau trop importants (CDD, 1997a).

Les zones humides constituent un important écosystème d'eau douce qui influence non seulement la répartition des espèces et la diversité biologique en général mais aussi les établissements humains et les

### Le Réseau international des organisations de bassin

Le Réseau international des organisations de bassin comptait en 1998 125 membres, dans 49 pays. Ses objectifs sont les suivants :

- Établir un réseau d'organisations s'intéressant à la gestion globale des bassins fluviaux et faciliter entre elles l'échange de données d'expérience et de connaissances ;
- Promouvoir les principes et les moyens d'une bonne gestion de l'eau dans des programmes de coopération pour le développement durable ;
- Faciliter l'utilisation d'instruments de gestion institutionnelle et financière pour la programmation et l'organisation de banques de données ;
- Encourager des programmes d'information et de formation des différents acteurs de la gestion de l'eau, parmi lesquels les élus locaux, les représentants des usagers, ainsi que les responsables et le personnel des organisations membres ;
- Encourager une action éducative dans la population, notamment parmi les jeunes ;
- Évaluer les actions en cours et en diffuser les résultats.

Source : INBO, 2001

activités humaines. Ces zones assurent un contrôle naturel des inondations, une séquestration du carbone, une purification naturelle de l'eau et produisent des biens tels que le poisson, les crustacés, du bois d'œuvre, des fibres (PNUD, PNUE, Banque mondiale, WRI, 2000). Alors que l'information sur l'étendue réelle des zones humides, dans le monde, reste incertaine, des estimations récentes donnent à penser que ces zones pourraient couvrir au moins 12,8 millions de km<sup>2</sup> (Finlayson et autres, 1999). Les activités humaines, notamment l'agriculture et la construction, ont entraîné de graves dommages pour les écosystèmes d'eau douce et expliquent la perte de 50 % environ des zones humides, dans le monde, durant le XX<sup>e</sup> siècle (Finlayson et autres, 1999). Ces atteintes portées aux écosystèmes réduisent la qualité et la quantité de l'eau, entraînant une réduction de la quantité effectivement disponible d'eau pour l'homme.

La superficie totale des zones humides disparues au cours des 30 dernières années est difficile à mesurer en raison du manque de données et de l'absence d'informations précises à l'échelle mondiale sur la superficie originelle de ces zones (PNUD et autres, 2000). Cependant, un examen fait en 1992 des sites Ramsar (les zones humides désignées comme « importantes » dans la Convention de Ramsar, la Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats de la sauvagine) a montré que 84 % étaient menacés ou subissaient de graves modifications écologiques (Dugan et Jones, 1993).

On a observé récemment une modification très sensible de la politique de l'eau, les responsables reconnaissant que les écosystèmes ont besoin d'un approvisionnement en eau adéquat pour continuer à remplir leurs fonctions normales et pour préserver la diversité biologique. Depuis 1992, de nouvelles politiques de l'eau ont été suivies : elles cherchent à résoudre le problème de la préservation et de la répartition des eaux

dans l'environnement — une modification notable depuis la Conférence de Stockholm sur l'environnement (1972) qui cherchait surtout à protéger l'atmosphère et la qualité de l'eau, et ne prêtait guère attention à l'eau présente dans les écosystèmes. Les grands ouvrages comportant la construction de barrages deviennent moins courants en raison du faible nombre de sites qui s'y prêtent, de l'augmentation des coûts et d'une opposition générale à ce genre de travaux, mais en 1998 il y avait encore 349 barrages de plus de 60 mètres de haut en construction (PNUD et autres, 2000 ; WCD, 2000). Les derniers grands fleuves qui s'écoulent librement se trouvent désormais uniquement dans les régions de toundra de l'Amérique du Nord et de la Fédération de Russie, ainsi que dans de plus petits bassins fluviaux en Afrique et en Amérique latine. On privilégie désormais le rendement de l'utilisation de l'eau et les moyens d'accroître la productivité des ressources limitées disponibles (Postel, 1997 ; Postel, 1999 ; Gleick, 1998). Dans le monde entier, il existe de larges possibilités de satisfaire les besoins des hommes avec moins d'eau :

- En utilisant les technologies existantes (comme l'irrigation au goutte-à-goutte, les toilettes à débit réduit, et de meilleurs procédés industriels) ;
- En modifiant les techniques d'irrigation ;

- En trouvant et réparant les fuites d'eau ;
- En modifiant des pratiques qui gaspillent l'eau (comme l'irrigation pendant le jour, ou l'utilisation d'eau potable pour arroser des parcs d'agrément) ;
- En faisant payer l'eau à son prix réel ;
- En modifiant certaines activités (adoption de cultures utilisant mieux l'eau et de procédés industriels consommant moins d'eau).

### Les politiques et les institutions de gestion de l'eau

La Commission du développement durable (CDD) a signalé que dans beaucoup de pays il n'existait pas de législation ni de politiques permettant une répartition et une utilisation efficaces et équitables des ressources en eau. Des progrès sont faits à cet égard avec l'examen des législations nationales et l'adoption de lois et de règlements nouveaux.

Autre sujet de préoccupation : le fait que les services et organismes hydrologiques nationaux, en particulier ceux des pays en développement, sont de plus en plus incapables de mesurer avec précision les ressources en eau de leur pays. De nombreux organismes subissent une réduction de leurs réseaux d'observation et de leur personnel en dépit d'une augmentation de la demande d'eau. Plusieurs mesures correctives ont été prises, notamment dans le cadre du Système d'observation du cycle hydrologique mondial (WHYCOS), mis en place dans plusieurs régions. Son objectif premier est d'aider à améliorer les possibilités de mesurer les ressources hydriques nationales et régionales (CDD, 1997b).

De nombreuses autres organisations jouent un rôle dans le choix des politiques de l'eau, par les administrations centrales ou les collectivités locales. Au cours des dernières décennies, cependant, on a mis l'accent sur la participation et les responsabilités des petits groupes locaux, et sur l'idée que les collectivités locales ont un rôle important à jouer dans la politique de l'eau.

La Déclaration ministérielle de La Haye, de mars 2000 (voir encadré) préconisait « une bonne gestion de l'eau : assurer la bonne gouvernance, notamment par la participation du public et des principaux acteurs » (Forum mondial de l'eau, 2000).

Le secteur privé a récemment commencé à élargir son rôle dans la gestion de l'eau. Au cours des années 90 on a vu une augmentation étendue et rapide de la privatisation des systèmes publics de gestion de l'eau. Des compagnies des eaux privées s'occupent de plus en plus de satisfaire les besoins d'eau des très grandes villes dont la population augmente en reprenant aux organismes publics la propriété, la construction ou l'exploitation de certains ou de tous les systèmes municipaux. En même temps, on s'est inquiété des moyens de mieux assurer un accès équitable à l'eau

### Déclaration ministérielle sur la sécurité de l'eau au XXI<sup>e</sup> siècle

Au Deuxième Forum mondial de l'eau, tenu à La Haye en mars 2000, 120 ministres ayant l'eau dans leurs attributions, ont adopté une déclaration visant la sécurité hydrique mondiale. Ils ont noté dans cette déclaration que le nouveau siècle aurait à se charger des grandes tâches suivantes :

- **Satisfaire les besoins fondamentaux** : Reconnaître que l'accès à l'eau salubre, en quantité suffisante, et l'assainissement, sont des besoins humains élémentaires et sont essentiels pour la santé et le bien-être de tous, et pour émanciper l'individu, en particulier les femmes, par une gestion de l'eau fondée sur la participation.
- **Assurer l'approvisionnement en vivres** : Améliorer la sécurité alimentaire, en particulier celle des pauvres et des groupes vulnérables, par la mobilisation et l'utilisation plus efficaces, et la répartition plus équitable, de l'eau pour la production vivrière.
- **Protéger les écosystèmes** : Assurer la protection des écosystèmes par une gestion durable des ressources en eau.
- **Partager les ressources en eau** : Encourager une coopération pacifique et mettre en valeur les synergies entre les différentes utilisations possibles de l'eau à tous les niveaux, chaque fois que possible, dans les États concernés et entre eux dans le cas des ressources frontalières et transfrontalières, par une gestion écologiquement rationnelle des bassins fluviaux ou par toute autre méthode appropriée.
- **Gérer les risques** : Assurer la sécurité contre les inondations, les sécheresses, la pollution et autres risques liés à l'eau.
- **Apprécier l'eau à sa vraie valeur** : Gérer l'eau d'une façon qui reflète sa valeur économique, sociale, environnementale et culturelle pour tous ses usages, et s'orienter vers une tarification de l'eau reflétant le coût de sa production. Cette démarche doit tenir compte de la nécessité de l'équité et des besoins fondamentaux des pauvres et des groupes vulnérables.
- **Ménager sagement les ressources en eau** : Assurer une bonne gestion de l'eau, de façon que le public et les intérêts de toutes les parties soient dûment pris en considération dans la gestion des ressources en eau.

parmi les pauvres, de financer les projets et de partager les risques.

## Conclusion

Pendant les 20 années qui ont suivi 1972 la construction d'équipements d'adduction d'eau a occupé une place de choix dans les politiques de l'eau, mais de nombreuses conceptions novatrices de la gestion des ressources en eau ont par la suite été introduites durant les années 90.

Les principes suivants ont alors inspiré les politiques de l'eau :

- La reconnaissance de la valeur à la fois sociale et économique de l'eau ;
- La place nouvelle donnée à une allocation efficace de l'eau ;
- L'idée que la gestion des bassins est d'une importance décisive pour une bonne gestion des ressources en eau ;

- Une plus grande coopération des États qui se partagent un bassin fluvial pour assurer une répartition équitable des ressources ;
- Une meilleure collecte des données ;
- La reconnaissance du rôle de tous les acteurs dans la gestion de l'eau ;
- L'adoption de principes de gestion intégrée des ressources en eau dans la politique de l'eau ; et
- L'idée que l'eau devient rare, en raison de divers facteurs, notamment l'accroissement démographique, la croissance industrielle et la pollution.

Alors que les pays développés ont fait d'importants progrès dans la résolution des problèmes de la qualité de l'eau, la situation s'est en fait aggravée dans les pays en développement qui, souvent, connaissent une forte augmentation de la demande d'eau, mais aussi, de la pollution. Ainsi les pays qui connaissent un stress hydrique ou un manque d'eau sont toujours plus nombreux.

## Chapitre 2, eaux douces, aperçu de la situation dans le monde. Références bibliographiques :

- Bernard, A. (1999). *International Cooperation Through River Basin Commissions*. Bureau de la Convention Ramsar  
[http://www.ramsar.org/cop7\\_doc\\_20.2\\_e.htm](http://www.ramsar.org/cop7_doc_20.2_e.htm) [Geo-2-116]
- CSD (1997a). *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*. Report of the Secretary-General. Conseil économique et social des Nations Unies  
<http://www.un.org/documents/ecosoc/cn17/1997/ecn171997-9.htm> [Geo-2-117]
- CSD (1997b). *Overall Progress Achieved Since the United Nations Conference on Environment and Development*. Report of the Secretary-General. Addendum — Protection of the Quality and Supply of Freshwater Resources : Application of Integrated Approaches to the Development, Management and Use of Water Resources. Conseil économique et social des Nations Unies  
<http://www.un.org/documents/ecosoc/cn17/1997/ecn171997-2add17.htm> [Geo-2-118]
- Dugan, P.J. et Jones, T. (1993). *Ecological Changes in Wetlands : A Global Overview*. In M. Moser, R.C. Prentice et J. van Vessems (dirs. de publ.), *Waterfowl and Wetland Conservation in the 1990s : A Global Perspective*. Slimbridge (R.-U.), International Waterfowl and Wetlands Research Bureau
- FAO (2001). AQUASTAT — FAO's information system on water and agriculture  
<http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agl/aglw/aquastatweb/main/html/background.htm> [Geo-2-119]
- Finlayson, C.M., Davidson, N.C., Spiers, A.G. et Stevenson, N.J. (1999). *Global wetland inventory — current status and future priorities*. *Marine and Freshwater Research*. 50, 8, 717-728
- Foster, S., Lawrence, A. et Morris, B. (1998). *Groundwater in Urban Development : Assessing Management Needs and Formulating Policy Strategies*. Washington (É.-U.), Banque mondiale
- Gleick, P.H. (1993). *Water in Crisis : A Guide to the World's Freshwater Resources*. New York (É.-U.), Oxford University Press
- Gleick, P.H. (1998). *The World's Water 1998-1999*. Washington (É.-U.), Island Press INBO (2001). *INBO Home Page*. Réseau international des organisations de bassins  
<http://www.oieau.fr/riob/friobang.htm> [Geo-2-120]
- Meybeck, M., Chapman, D. et Helmer, R. (1990). *Global Freshwater Quality : A First Assessment*. Cambridge (É.-U.), Basil Blackwell
- Nations Unies (2000). *Drinking Water Supply and Sanitation Update. Report No UNE/CN 17/2000/13*. New York, Commission du développement durable Nations Unies (1999). *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*. Rapport du Secrétaire général. Division du développement durable du Secrétariat de l'ONU  
<http://www.un.org/esa/sustdev/freshwat.htm> [Geo-2-121]
- Nations Unies (2001). *World Population Prospects 1950-2050 (The 2000 Revision)*. New York (É.-U.), Division de la population du Secrétariat de l'ONU
- OMS et UNICEF (2000). *Rapport sur l'évaluation de la situation mondiale de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en 2000*. Genève (Suisse) et New York (É.-U.), Organisation mondiale de la santé et Fonds des Nations Unies pour l'enfance  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/Globassessment/GlasspdfTOC.htm](http://www.who.int/water_sanitation_health/Globassessment/GlasspdfTOC.htm) [Geo-2-123]
- PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI (2000). *World Resources 2000-2001*. Washington (É.-U.), Institut des ressources mondiales
- PNUE (1996). *Groundwater : A Threatened Resource*. Nairobi (Kenya), PNUE
- PNUE (1999). *GE0-2000*. Programme des Nations Unies pour l'environnement. Bruxelles (Belgique), De Boeck Université
- Postel, S. (1997). *Pillar of Sand : Can the Irrigation Miracle Last ?* New York (É.-U.), W.W. Norton and Company
- Postel, S. (1999). *Last Oasis : Facing Water Scarcity*. New York (É.-U.), W.W. Norton and Company
- Shiklomanov, I.A. (1993). *World freshwater resources*. In P. H. Gleick (dir. de publ.), *Water in Crisis : A Guide to the World's Freshwater Resources*. New York (É.-U.), Oxford University Press
- Shiklomanov, I.A. (1998). *World Freshwater Resources*. In *Global Water Data CD Rom*. Paris (France), UNESCO
- WCD (2000). *Dams and Development : A New Framework for Decision-Making*. The Report of the World Commission on Dams. Londres (R.-U.), Earthscan  
[http://www.damsreport.org/wcd\\_overview.htm](http://www.damsreport.org/wcd_overview.htm) [Geo-2-122]
- World Commission on Water (1999). *World's Rivers in Crisis — Some Are Dying ; Others Could Die*. World Water Council  
<http://www.worldwatercouncil.org/Vision/6902B03438178538C125683A004BE974.htm> [Geo-2-124]
- World Water Council (2000a). *World Water Vision Commission Report : A Water Secure World*. Vision for Water, Life and the Environment. World Water Council  
<http://www.worldwatercouncil.org/Vision/Document/CommissionReport.pdf> [Geo-2-125]
- World Water Council (2000b). *World Water Vision : Making Water Everyone's Business*. Londres (R.-U.), Earthscan World Water Forum (2000). *Ministerial Declaration of The Hague on Water Security in the 21st Century*. World Water Forum  
<http://www.worldwaterforum.net/index2.html> [Geo-2-126]
- WSSCC (2000). *Vision 21 : A Shared Vision for Water Supply, Sanitation and Hygiene and a Framework for Future Action*. Genève (Suisse), Organisation mondiale de la santé

## Les eaux douces : Afrique

Les ressources hydriques renouvelables de l'Afrique représentent en moyenne 4 050 km<sup>3</sup> par an, ce qui, en 2000, assure à chacun 5 000 m<sup>3</sup> d'eau par an — nettement moins que la moyenne mondiale de 7 000 m<sup>3</sup> par personne par an et moins d'un quart de la moyenne relevée en Amérique latine, de 23 000 m<sup>3</sup> par personne par an (Shiklomanov, 1999, et Division de la population du Secrétariat de l'ONU, 2001).

Cependant, la répartition des eaux de surface comme des eaux souterraines est inégale. Par exemple, la République démocratique du Congo est le pays le plus arrosé du continent, avec une moyenne de ressources hydriques renouvelables internes de 935 km<sup>3</sup>, à comparer au pays le plus sec, la Mauritanie, où la moyenne annuelle est de 0,4 km<sup>3</sup> (PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI, 2000). La répartition spatiale des ressources en eau, dans la région, ne coïncide pas avec la distribution de la population, et les zones de forte densité de population (en particulier les centres urbains) connaissent un stress hydrique, ou dépendent d'un apport extérieur d'eau.

Au moins 13 pays africains ont souffert d'un stress hydrique ou d'un manque d'eau en 1990 (moins de 1 700 m<sup>3</sup>/personne/an et moins de 1 000 m<sup>3</sup>/personne/an respectivement), et ce nombre devrait doubler d'ici 2025 (PAI, 1995). Pour les ingénieurs des eaux chargés de l'adduction et de la distribution de l'eau, il y a là un problème redoutable.

Les eaux souterraines sont la principale source d'eau dans la région : elles représentent 15 % des ressources de l'Afrique (Lake et Souré, 1997). Les grandes couches aquifères se trouvent dans le nord du Sahara, en Nubie, dans le Sahel, dans le bassin du Tchad et dans celui du Kgalagadi (Kalahari). Les eaux souterraines sont utilisées pour la consommation ménagère et agricole dans beaucoup de régions, en particulier dans les sous-régions arides, où les ressources en eau de surface sont très limitées. Cependant, les zones qui sont fortement dépendantes des réserves présentes d'eaux souterraines sont également exposées au risque de pénurie d'eau, car l'eau est prélevée plus rapidement qu'elle ne se reconstitue.

## Variabilité des ressources en eau

L'Afrique connaît de très fortes disparités spatiales des précipitations, puisque 95 % des précipitations tombent dans la zone équatoriale humide du centre et du sud-ouest du continent (Lake et Souré, 1997). En revanche, le Sahel, le nord, l'est et le sud de l'Afrique ont, au cours des 30 dernières années, connu plusieurs sécheresses graves.

De ce fait, un certain nombre de grands ouvrages de transfert de l'eau à l'intérieur d'un bassin fluvial ont été construits. Par exemple, en Afrique du Sud, où 60 % des eaux de ruissellement viennent d'un cinquième seulement de la surface du pays, d'importants volumes d'eau sont transportés grâce à ces grands ouvrages hydrologiques jusqu'aux grands centres industriels tels que Johannesburg (Goldblatt et autres, 2000). Cependant, ces ouvrages peuvent exercer des pressions importantes sur l'environnement, car une réduction du débit naturel des cours d'eau a un effet sur les écosystèmes situés en aval.

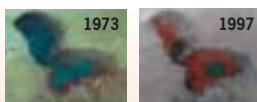
Parmi les mesures prises pour remédier à la pénurie d'eau aux Seychelles et à Maurice figurent les opérations de dessalement de l'eau de mer, le rationnement de l'eau dans l'industrie hôtelière et manufacturière, et le recyclage des eaux usées d'origine ménagère. Ces mesures devraient entraîner des économies de 240 millions de m<sup>3</sup> par an environ à long terme (Gouvernement mauricien et ERM 1998). En Égypte, de graves pénuries d'eau ont également amené la mise en œuvre de moyens de recycler les eaux agricoles de drainage afin de satisfaire la demande croissante d'eau dans l'agriculture.

Comme dans d'autres régions, les principaux facteurs qui influencent l'approvisionnement en eau en Afrique sont la croissance de la consommation intérieure d'eau potable et pour l'assainissement, pour l'agriculture irriguée et l'industrialisation (qui est également une source de pollution et affecte la qualité de l'eau). Les pertes dans les canalisations desservant les habitations sont également un important gaspillage. De même, de nombreux systèmes d'irrigation sont trop anciens. En Afrique du Sud, jusqu'à 50 % de l'eau d'irrigation est perdue en raison des fuites (Partenariat mondial pour l'eau, 2000). Dans certains pays, cependant, on s'efforce d'utiliser plus efficacement l'eau disponible.

## Accès à l'eau salubre et aux moyens d'assainissement

Environ 62 % des Africains ont un accès à un point d'eau de qualité, en 2000. Mais pourtant, en milieu rural, les Africains passent encore beaucoup de temps à aller chercher de l'eau, et 28 % de la population qui, dans le monde, n'a pas accès à un point d'eau de qualité, vivent en Afrique. Les femmes sont particulièrement touchées par ce phénomène car ce sont elles qui vont chercher l'eau pour leur famille. Dans les zones urbaines, l'approvisionnement est meilleur, et 85 % des citadins ont

## Variabilité des précipitations dans le bassin du lac Tchad



Le lac Tchad en 1973 et 1997; les zones colorées en rouge sont celles où le fond du lac est couvert de végétation

Source : NASA, 2001

Au cours des 30 dernières années, la superficie du lac Tchad a considérablement varié — entre 2 000 km<sup>2</sup> et 25 000 km<sup>2</sup> — en raison de la variabilité des précipitations sur cette période. Le lac Tchad permet pourtant la survie d'une vie sauvage d'importance mondiale, en particulier celle des oiseaux migrateurs. Les activités économiques de 20 millions d'Africains environ dépendent des ressources offertes par le lac. Un nouveau projet financé par le FEM dans

le bassin du lac Tchad cherche à enrayer la dégradation de l'environnement en améliorant la coopération entre les parties intéressées et affectées, les avantages retirés des activités du projet allant aux collectivités locales.

Source : Coe et Foley, 2001

accès à de l'eau de bonne qualité. Dans les campagnes, cette moyenne est de 47 %, et 99 % de la population rurale de l'Érythrée n'ont pas de moyens d'assainissement. La population africaine totale ayant ces moyens d'assainissement était de 60 % en 2000. Là encore, les citadins sont mieux lotis, puisque 84 % ont des moyens d'assainissement améliorés, contre en moyenne 45 % dans les zones rurales (OMS et UNICEF, 2000).

Le mauvais approvisionnement en eau et l'absence de moyens d'hygiène expliquent les taux élevés d'incidences de maladies liées à l'eau telles que l'ascaridiase, le choléra, la diarrhée, la dracunculose, la dysenterie, les infections oculaires, l'ankylostomiase, la gale, la bilharziose et le trachome. Environ trois millions d'Africains meurent chaque année d'une de ces maladies (Lake et Souré, 1997). En 1998, 72 % de tous les cas signalés de choléra, dans le monde, concernaient l'Afrique.

La médiocrité de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement explique la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines, d'où des effets ultérieurs sur les plantes, les animaux et les hommes. Les coûts économiques sont élevés. Au Malawi, par exemple, le coût total de la dégradation de l'eau était estimé à 2,1 millions de dollars en 1994 (DREA, Malawi, 1994). Parmi ces coûts figurent la nécessité d'une épuration de l'eau, les coûts de la formation de spécialistes et la réduction de la productivité de la main-d'œuvre. La satisfaction des besoins élémentaires en matière d'eau et d'assainissement est également coûteuse. Au Nigéria, une étude récente estime que le coût futur de l'adduction d'eau et de l'hygiène du milieu serait de 9,12 milliards de dollars en

### UNE RÉUSSITE : L'évacuation des eaux usées au Caire

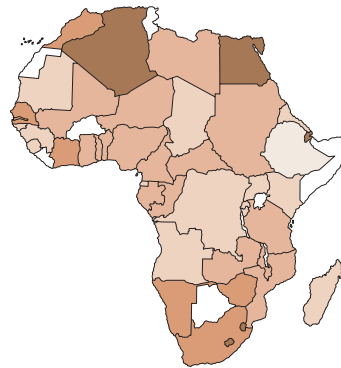
Une étude lancée au Caire en 1995 a montré que le traitement des eaux usées pouvait aider à résoudre non seulement les problèmes de pollution de l'eau de la capitale égyptienne, mais aussi ouvrir de nouvelles possibilités au commerce et à l'agriculture. Le Projet de traitement des eaux usées du Grand Caire produira 0,4 million de tonnes de boues et de produits biosolides, chaque année, à partir du traitement des eaux usées.

L'étude a été lancée dans le cadre du Programme méditerranéen d'assistance technique environnementale, qui est financé par la Banque européenne d'investissement, et mis en œuvre par le service des eaux usées de la ville du Caire. Les premiers résultats montrent que les boues effluentes peuvent faciliter la culture du blé, du bersim, du maïs destiné aux animaux, et des vignobles. Une fois purifiées, ces boues offrent un important moyen de substitution des engrais azotés susceptibles d'intéresser les agriculteurs ; les produits biosolides n'ont aucun effet néfaste sur les cultures, s'il faut en croire les premiers essais sur le terrain ; et les avantages de l'épandage de ces produits biosolides sur les sols récupérés sur l'eau devraient augmenter avec les épandages successifs. Les agriculteurs égyptiens sont prêts à payer le prix de ces produits biosolides, en raison du manque de fumier et des coûts élevés des engrais inorganiques.

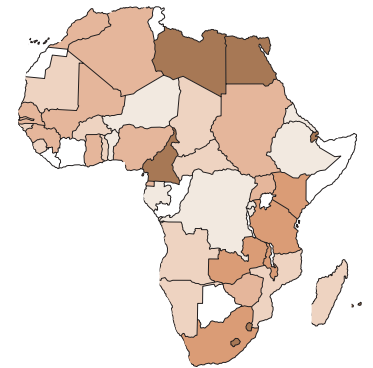
Source : CDD, 1999

## Approvisionnement en eau et assainissement en Afrique

Approvisionnement en eau

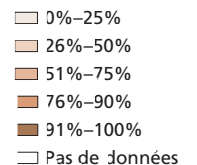


Assainissement



2001-10 (Adedipe, Braid et Iliyas, 2000).

Les gouvernements s'efforcent d'améliorer la situation par des politiques de gestion environnementale qui intègrent la gestion des déchets et l'urbanisme, et rendent obligatoires, avant la mise en œuvre de grands ouvrages, les études d'impact sur l'environnement. L'une des principales initiatives de politique régionale a été le Plan d'action de Lagos en 1980, qui invitait les États membres à formuler des plans directeurs dans le secteur de l'approvisionnement en eau et de l'agriculture (OUA, 1980). Ce plan s'inspirait du Plan d'action de Mar del Plata issu de la Conférence des Nations Unies sur l'eau, tenue en 1977, et des conclusions de la Réunion régionale africaine de 1978 sur les questions liées à l'eau. En dépit de ces initiatives, un manque de ressources humaines et financières, et de matériel pour l'exécution et l'application, fait toujours obstacle au progrès.



En 2000, 62 % des Africains avaient accès à des points d'eau améliorés et 60 % à des moyens d'assainissement – mais la couverture est médiocre dans de vastes régions du continent africain

Source : OMS et UNICEF, 2000

### Détérioration de la qualité de l'eau

La pollution des eaux douces et des eaux souterraines est de plus en plus préoccupante dans beaucoup de régions, car elle limite encore plus l'accès à l'eau salubre. La mauvaise qualité de l'eau entraîne non seulement des maladies causées par l'eau mais aussi réduit la production agricole, ce qui signifie que les importations de denrées alimentaires et de produits agricoles doivent augmenter. La mauvaise qualité de l'eau limite également les options de développement économique telles que les industries utilisant abondamment l'eau et le tourisme, une situation potentiellement désastreuse pour les pays en développement africains.

Pour résoudre ce problème, de nombreux pays ont défini ou appliqué des normes de qualité des effluents et remis en état des installations de traitement des eaux usées. D'autres solutions ont consisté à organiser, en Afrique centrale, des systèmes d'épuration ou de décontamination des eaux douces, et à mener des campagnes de sensibilisation. Bien que toutes récentes, ces mesures ont obtenu un succès local dans

l'amélioration de l'accès à l'eau potable et dans la sensibilisation collective.

En Afrique orientale et australe, l'invasion très fréquente de la jacinthe d'eau (*Eichornia crassipes*) est une autre cause de détérioration de la qualité de l'eau. Cette plante forme des bouchons denses qui bloquent les cours d'eau et en perturbent l'écoulement. Leur putréfaction cause de mauvaises odeurs et entraîne une eutrophisation de la masse d'eau. Les zones les plus gravement touchées par la jacinthe d'eau sont le lac Victoria et le lac Kariba, ainsi que certains grands fleuves. Les pays touchés ont commencé à appliquer des mesures biologiques et chimiques, en plus des moyens mécaniques, pour lutter contre ce fléau, avec un certain succès (Partenariat mondial pour l'eau, 2000). Les cours d'eau de l'Afrique de l'Ouest sont pareillement menacés par les espèces *Salvinia molesta* et *Typha*.

### Les zones humides

En Afrique, les zones humides constituent un habitat d'une superficie de 1,2 million de km<sup>2</sup> (Finlayson et autres, 1999). Cependant, elles sont menacées par la pollution et par les travaux d'assèchement.

C'est la perte des zones humides, en Afrique australe, qui aurait entraîné les graves inondations de 1999-2000, qui ont touché 30 000 familles et endommagé 34 000 hectares de terres arables (Mpofu, 2000). Pour empêcher

une nouvelle dégradation des zones humides, 27 pays africains avaient, en décembre 1998 signé et ratifié la Convention de Ramsar de 1987. Au titre de cette convention 75 sites, couvrant 14 millions d'hectares, sont maintenant protégés (Frazier, 1999).

### Gestion intégrée des ressources en eau

L'une des principales initiatives nouvelles adoptées en Afrique pour résoudre ces problèmes consiste en l'adoption de méthodes de gestion intégrée des ressources en eau. Il faut entendre par là une action qui n'est pas limitée au niveau national, mais inclut les bassins que se partagent deux États ou plus. Ainsi, lancée en 1999, l'Initiative du bassin du Nil est un programme d'action qui intéresse les 10 pays du bassin du Nil. Les objectifs sont d'assurer un développement rationnel de la ressource, la sécurité, la coopération et l'intégration économique des pays concernés. En Afrique australe, les huit États du bassin du Zambèze coopèrent dans le plan d'action pour le bassin du Zambèze, mais les efforts déployés pour créer une commission du bassin du Zambèze demeurent lents. Un autre exemple de coopération régionale intéresse la région du lac Victoria, où en 1995, un projet financé par le FEM a été mis en œuvre pour améliorer la gestion des pêches, lutter contre la pollution, enrayer l'envahissement par les plantes adventices et mieux gérer l'utilisation des sols dans le bassin versant.

## Chapitre 2, eaux douces, Afrique. Références bibliographiques :

Adedipe, N.O., Braid, E.J. et Iliyas, M.H. (2000). *Development of Strategy/Action Plan and Implementation Guidelines for the National Water Supply and Sanitation Policy*. Abuja (Nigeria), UNICEF et Ministère fédéral nigérian des ressources hydriques

CDD (1999). *Cairo Sludge Disposal Study*. Commission du développement durable de l'ONU  
[http://www.un.org/esa/sustdev/success/cairo\\_st.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/success/cairo_st.htm) [Geo-2-105]

Coe, M. et Foley, J. (2001). Human and Natural Impacts on the Water Resources of the Lake Chad Basin. *Journal of Geophysical Research*. 27 février 2001, Vol. 106, No D4

DREA Malawi (1994). *National Environmental Action Plan Vol. 1*. Lilongwe (Malawi) Département de la recherche et des questions environnementales

Finlayson, C.M., Davidson, N.C., Spiers, A.G. et Stevenson, N.J. (1999). Global wetland inventory : current status and future priorities. *Marine Freshwater Resources*. 50, 717-727

Frazier, S. (dir. de publ., 1999). *A Directory of Wetlands of International Importance*. Wageningen (Pays-Bas), Wetlands International and Ramsar Convention Bureau

Goldblatt, M., Ndamba, J., Van der Merwe, B., Gomes, F., Haasbroek, B. et Arntzen, J. (2000). *Water Demand Management : Towards Developing Effective Strategies for Southern Africa*. Harare (Zimbabwe), UICN ROSA

Gouvernement mauricien (1994). *National Physical*

*Development Plan*. Port-Louis (Maurice), Ministère du logement, Lands and Country Planning

Gouvernement mauricien et ERM (1998). *Mauritius NEAP II : Strategy Options Report*. Port-Louis (Maurice), Gouvernement mauricien et Environmental Resources Management

Lake, W. B. et Souré, M. (1997). *Water and Development in Africa*. International Development Information Centre

<http://www.acdi-cida.gc.ca/xpress/dex/dex9709.htm> [Geo-2-103]

Mpofu, B. (2000). *Assessment of Seed Requirements in Southern African Countries Ravaged by Floods and Drought 1999/2000 Season*. Programme de sécurité alimentaire de la SADC.

Alimentation, agriculture et ressources naturelles  
<http://www.sadc-fanr.org.zw/sssd/mozcalrep.htm> [Geo-2-104]

NASA 2001. A Shadow of a Lake : Africa's disappearing Lake Chad. NASA Goddard Space Flight Center

<http://www.gsfc.nasa.gov/gsfsc/earth/environ/lakehad/chad.htm>

Nations Unies (2001). *World Population Prospects 1950-2050 (The 2000 Revision)*. New York (É.-U.), Division de la population du Secrétariat de l'ONU

OMM (1997). *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World : assessment of water resources and water availability in the world*. Genève (Suisse), Organisation météorologique mondiale

OMS et UNICEF (2000). *Rapport sur la situation mondiale de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en 2000*. Genève (Suisse) et New York (É.-U.), Organisation mondiale de la santé et Fonds des Nations Unies pour l'enfance

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/Globassessment/Glassessment6.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/Globassessment/Glassessment6.pdf) [Geo-2-111]

OJA (1980). *Plan d'action de Lagos pour le développement économique de l'Afrique : 1980-2000*. Addis-Abeba (Éthiopie), Organisation de l'unité africaine

PAI (1995). *Sustaining Water : An Update*. Washington (É.-U.), Population Action International, Population and Environment Programme

Partenariat mondial pour l'eau (2000). *Southern African Vision for Water, Life and the Environment in the 21st Century and Strategic Framework for Action Statement*. Comité consultatif technique d'Afrique australe, Partenariat mondial pour l'eau

<http://www.gwpsatoc.org.zw/vision/chapter10.html> [Geo-2-101]

PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI (2000). *World Resources 2000-2001*. Washington (É.-U.), Institut des ressources mondiales

Shiklomanov, I.A. (1999). *World Water Resources : Modern Assessment and Outlook for the 21st Century*. Saint-Petersbourg (Fédération de Russie), Service fédéral pour l'hydrométéorologie et la surveillance de l'environnement, Institut hydrologique national

## Les eaux douces : Asie et Pacifique

Environ 36 % des eaux de ruissellement mondiales se trouvent dans la région de l'Asie et du Pacifique. Et pourtant, le manque d'eau et la pollution sont des questions graves dans cette région qui dispose de la plus faible quantité d'eau douce par habitant, ne dépassant pas, en quantité renouvelable, environ 3 690 m<sup>3</sup>/personne/an, à la mi-1999, pour les 30 plus grands pays de la région pour lesquels on a des chiffres (PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI, 2000 ; Division de la population du Secrétariat de l'ONU, 2001). La Chine, l'Inde et l'Indonésie ont les plus vastes ressources hydriques, plus de la moitié du total de la région. Plusieurs pays, dont le Bangladesh, l'Inde, le Pakistan et la République de Corée souffrent déjà d'un manque d'eau ou d'un stress hydrique. La situation va s'aggraver avec l'augmentation de la population et de la consommation d'eau. L'agriculture est le principal secteur consommateur (86 %), suivie par l'industrie (8 %) et les utilisations ménagères (6 %) (d'après : PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI, 2000)

### Le manque d'eau

De nombreux pays qui n'ont pas assez d'eau pour satisfaire la demande, doivent puiser dans leur couche aquifère, ce qui entraîne son épuisement progressif. De plus, le manque d'eau s'accompagne d'une détérioration de la qualité de l'eau disponible en raison de la pollution et de la dégradation de l'environnement. Les barrages et les retenues, s'accompagnant de déboisement dans certains bassins versants, ont réduit les débits, abaissé le niveau des nappes phréatiques, dégradé les zones humides riveraines et réduit la diversité de la vie aquatique. Une demande excessive d'eaux souterraines dans les grandes agglomérations côtières comme Bangkok, Dhaka, Jakarta, Karachi et Manille explique les intrusions salines et l'affaissement du sol ou subsidence.

Les pouvoirs publics ont traditionnellement cherché à augmenter l'offre d'eau. Cependant, les politiques suivies ont récemment de plus en plus adopté une conception intégrée de la gestion des ressources en eau, mettant en avant les mesures de régulation de la demande par une utilisation plus efficace de l'eau, des mesures de conservation et de protection, des dispositions institutionnelles, des instruments juridiques, réglementaires et économiques, l'information du public et une coopération entre administrations. Les éléments communs aux politiques et stratégies nationales actuellement adoptées sont l'intégration du développement et de la gestion des ressources en eau dans le développement socioéconomique, l'évaluation et le contrôle des ressources en eau, la protection de l'eau et

des ressources associées, l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement, la conservation et l'utilisation rationnelle de l'eau pour la production vivrière et d'autres activités économiques, le développement institutionnel et législatif, et la participation du public.

En Inde, une nouvelle politique de gestion de l'irrigation cherche à améliorer l'efficacité de l'application d'eau, par des techniques modernes telles que l'irrigation au goutte-à-goutte ou par arrosoir tournant, et de meilleures méthodes d'irrigation dans les exploitations. En République de Corée, où l'agriculture absorbe plus de 50 % des ressources en eau, le plan de développement des ressources en eau au XXI<sup>e</sup> siècle met en avant des mesures qui mettent en rapport l'augmentation de la production vivrière et l'utilisation plus efficace de l'eau (Kwun, 1999). Une gestion décentralisée de l'eau est également encouragée dans des pays comme la Chine où

### UNE RÉUSSITE :

#### Le jumelage du lac Toba et du lac Champlain

La coopération Nord-Sud entre organisations indonésiennes et américaines a contribué à une meilleure gestion du bassin versant du lac Toba — qui avec 4 000 km<sup>2</sup> environ est le plus grand lac de cratère au monde. Ce lac de Sumatra, qui souffre d'une dégradation de la qualité de l'eau, d'une perte de la diversité biologique et de l'invasion de plantes et animaux allogènes nuisibles, a profité de la coopération institutionnelle entre la Fondation du lac Toba et le Programme du bassin du lac Champlain dans le Vermont (États-Unis). La Fondation a utilisé une partie d'une subvention fournie par l'Agency for International Aid des États-Unis (USAID) pour organiser un jumelage avec le bassin du lac Champlain. Ce programme d'échange a aidé à résoudre certains problèmes de gestion de l'eau dans le bassin du lac Toba, à l'aide de données d'expérience venant d'une autre région avec son bassin versant.

Le programme fait apparaître les enseignements suivants :

- La gestion des lacs présente, dans le monde, des problèmes semblables ;
- Une partie des difficultés tient aux modalités de la gestion d'une ressource que se partagent de multiples circonscriptions administratives dans une vaste région géographique ;
- Les solutions exigent souvent une participation des citoyens et des intéressés ;
- Les enseignements de la gestion peuvent être directement transférés d'un pays à un autre.

Source : CDD, 1999

les autorités municipales et provinciales sont autorisées à gérer elles-mêmes leurs ressources. En Inde, des services multidisciplinaires chargés de la mise au point de plans directeurs de l'eau ont été créés dans certains États. La participation des parties prenantes a réduit les frais d'exploitation dans les pays comme le Pakistan, en impliquant les collectivités locales dans le développement de l'approvisionnement en eau, l'assainissement, les installations de prévention de la pollution de l'eau et leur entretien.

Des progrès ont été accomplis dans l'application de la démarche à l'échelle du bassin. L'accord conclu entre l'Inde et le Pakistan pour la gestion des eaux du bassin de

## Amélioration de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement : Asie et Pacifique

Approvisionnement en eau

Assainissement



En 2000, 81 % des habitants de l'Asie avaient accès à un point d'eau de qualité, mais 48 % seulement (proportion régionale la plus faible) à l'assainissement

Source : OMS et UNICEF, 2000

L'Indus, le Traité de partage des eaux, largement salué, entre l'Inde et le Bangladesh, la coopération entre l'Inde et le Bhoutan pour le développement de l'hydroélectricité, et la coopération indo-népalaise pour la mise en valeur des cours d'eau transfrontières, illustrent les possibilités de la coopération entre pays pour la gestion des eaux en Asie du Sud.

L'une des grandes difficultés est de passer d'une appréhension sous-sectorielle, fragmentaire de la gestion de l'eau qui, dans le passé, a entraîné des différends et des concurrences, pour imaginer des mécanismes intégrés et les appliquer en particulier dans des projets dépassant les sous-secteurs traditionnels.

### Pollution de l'eau

Au fil des ans, la pollution de l'eau est apparue dans la région comme un problème grave. Les polluants sont notamment les organismes pathogènes, les matières organiques, les nutriments, les métaux lourds et les produits chimiques toxiques, les sédiments et matières solides en suspension dans l'eau, la vase, les sels.

L'Asie du Sud, en particulier l'Inde, et l'Asie du Sud-Est connaissent de graves problèmes de pollution de l'eau. En Asie, des fleuves comme le fleuve Jaune (Chine), le Gange (Inde) et l'Amou Darya et le Syr Darya (Asie centrale) viennent en tête des fleuves les plus pollués dans le monde (Commission mondiale de l'eau, 1999). Dans les grandes villes des pays en développement de la région, la plupart des masses d'eau sont maintenant très polluées par les eaux usées ménagères, les effluents industriels, les produits chimiques et les déchets solides. La plupart des cours d'eau des agglomérations népalaises sont pollués et leurs eaux ne sont plus propres à la consommation humaine, alors qu'à Katmandou, l'eau de boisson est contaminée par des bactéries coliformes, par du fer, de l'ammoniaque et d'autres polluants (PNUE, 2001).

La pollution de l'eau retentit sur la santé humaine.

Dans les îles du Pacifique, en particulier, dans certains atolls, l'utilisation d'eaux souterraines polluées pour la boisson et la cuisine explique l'apparition de problèmes tels que la diarrhée, l'hépatite et, occasionnellement, des épidémies de typhoïde et de choléra. Les eaux souterraines dans certains arrondissements de la province du West Bengal (Inde) et dans certains villages du Bangladesh, par exemple, sont contaminées par de l'arsenic à des niveaux allant jusqu'à 70 fois ce qui est la norme nationale pour l'eau de boisson, soit 0,05 mg/litre. Alors que la pollution est un facteur explicatif, la contamination par l'arsenic serait due aussi à des phénomènes naturels. Selon un rapport, dans la majorité des 68 000 villages du pays, le risque est élevé, et les chercheurs de l'ONU estiment que l'arsenic pourrait bientôt tuer 20 000 Bangladais par an (Pierce, 2001).

L'insuffisance de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement est à l'origine de plus de 500 000 décès d'enfants en bas âge par an, et entraîne un énorme fardeau dû à la maladie et aux incapacités dans la région (PNUE, 1999). Une déperdition de 8 à 9 % de l'espérance de vie corrigée en fonction des risques d'incapacité serait due à des maladies liées aux déficiences de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en Inde et dans d'autres pays (Banque mondiale, 2000). Le choléra existe dans beaucoup de pays, en particulier dans ceux où les installations sanitaires sont médiocres comme en Afghanistan, en Chine et en Inde (OMS, 2000).

De la population qui, dans le monde, n'a pas accès à des moyens améliorés d'assainissement ou à un approvisionnement en eau de qualité, la plus forte proportion vit en Asie (OMS et UNICEF, 2000, voir carte ci-dessus). Dans le Pacifique du Sud-Ouest, l'approvisionnement en eau et l'assainissement paraissent

### Pollution de l'eau en Australie

En Australie, la qualité de l'eau des cours d'eau a diminué en raison des activités humaines dans les bassins versants (Ball et autres, 2001). Les sédiments, les nutriments, les produits chimiques toxiques ainsi qu'une croissance excessive d'herbes aquatiques ont affecté la qualité des écosystèmes aquatiques. Parmi les mesures prises, il faut citer l'Initiative contre les eaux des tempêtes dans les villes, le Programme de partenariat avec l'industrie et *Waterwatch Australia* qui, ensemble, cherchent à contrôler et améliorer la qualité de l'eau dans les cours d'eau urbains. Un certain nombre de programmes des États ou des collectivités territoriales ont aussi été introduits, sans parler de programmes locaux tels que *Streamwatch* et *Waterwatch*. En outre, les autorités locales mettent en œuvre des plans de gestion des eaux de tempête dans les zones urbaines, avec un appui financier de l'État et des circonscriptions territoriales. Les eaux de tempête sont de plus en plus perçues comme une ressource, qu'il faut collecter et utiliser, plutôt que de la laisser s'écouler et se perdre.

Source : Environment Australia, 2001

assez bons, puisque 93 % de la population ont de bons moyens d'assainissement, et 88 % un bon approvisionnement en eau (OMS et UNICEF, 2000), mais ces chiffres subissent l'influence de l'Australie dont la population est importante et bien desservie. On estime que 48 % seulement de la population de l'Asie disposent de moyens d'assainissement corrects (OMS et UNICEF, 2000) — le chiffre le plus bas de toutes les régions du monde. La situation est pire encore dans les zones rurales, où 31 % seulement de la population ont des moyens d'assainissement améliorés, contre 78 % dans les zones urbaines.

Durant la décennie écoulée, plusieurs pays ont commencé à chercher à résoudre le problème de la qualité de l'eau, en mettant en œuvre de vastes programmes et plans d'action pour rétablir la qualité des cours d'eau et reconstituer les aquifères épuisés. Ces programmes sont approuvés par des mesures législatives ou réglementaires : c'est le cas de la Loi nationale thaïlandaise sur la qualité de l'eau, le Code philippin de la qualité de l'eau, la Loi indienne de protection de l'environnement, la Loi chinoise sur l'eau et la Loi de préservation de la qualité de l'eau en République de Corée (CESAP, 1999). Les succès obtenus dans l'amélioration et la protection de la qualité de l'eau dans les cours d'eau concernent les pays où une politique de l'eau encourage une conception multisectorielle et multidisciplinaire de la gestion des ressources en eau.

Les campagnes de nettoyage des cours d'eau, des canaux, des lacs et autres masses d'eau se sont multipliées. Les programmes entrepris sont souvent parvenus à améliorer la qualité de l'eau et parfois ont conduit à l'adoption de nouvelles normes de qualité de l'eau et de règles de son utilisation. Ils ont également fait prendre conscience de la nécessité de réduire la charge de polluants, par un traitement des eaux usées, le réemploi et le recyclage des eaux usées ménagères et industrielles, l'introduction de techniques peu coûteuses et un contrôle rigoureux des effluents industriels et municipaux. On compte maintenant plusieurs succès dans le réemploi et le recyclage de l'eau dans les pays industrialisés de la région.

La qualité de l'eau s'est améliorée en Chine, au Japon, en République de Corée et à Singapour grâce à des initiatives de lutte contre la pollution de l'eau. Au Japon, les autorités ont créé un ensemble de normes de qualité de l'environnement et les améliorations sont remarquables : en 1991, 99,8 % des échantillons d'eau répondaient aux normes adoptées concernant les métaux lourds et les toxines au Japon (RRI, 2000). En 2000, le taux de traitement des eaux usées industrielles en Chine était de 94,7 % (SEPA, 2001). Les mesures prises à Singapour signifient que ses habitants peuvent maintenant boire l'eau du robinet.

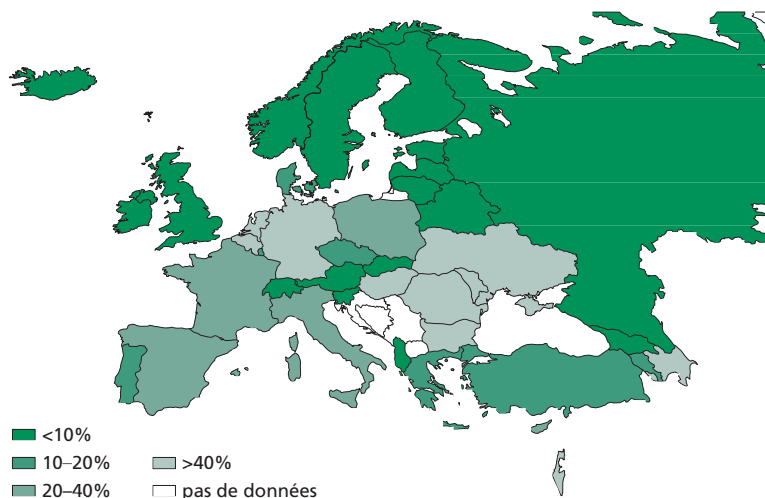
## Chapitre 2, eaux douces, Asie et Pacifique. Références bibliographiques :

- Banque mondiale (2000). Health and Environment. Environment Strategy Paper. Banque mondiale  
[http://lnweb18.worldbank.org/essd/essd.nsf/GlobalView/HealthandENV.pdf/\\$File/HealthandENV.pdf](http://lnweb18.worldbank.org/essd/essd.nsf/GlobalView/HealthandENV.pdf/$File/HealthandENV.pdf) [Geo-2-113]
- CCD (1999). *Lake Toba–Lake Champlain Sister Lakes Exchange*. Commission du développement durable, Nations Unies  
<http://www.un.org/esa/sustdev/success/watenfed.htm> [Geo-2-108]
- CESAP (1999). ESCAP Population Data Sheet, Population and Development Indicators for Asia and the Pacific, 1999. Bangkok, Commission économique des Nations Unies pour l'Asie et le Pacifique
- Division de la population du Secrétariat de l'ONU (2001). *World Population Prospects 1950-2050 (The 2000 Revision)*. New York (É.-U.), Nations Unies
- Environment Australia (2001). *Coasts and Oceans*, Australian State of the Environment Report 2001 Canberra (Australie), CSIRO Publishing and Department of the Environment and Heritage
- Kwon, S. (1999). *Water for Food and Rural Development*, Rapport de la République de Corée à la Réunion consultative régionale pour ICIDVision, sous-secteur. Kuala Lumpur (Malaisie), 17 au 19 mai 1999
- OMS (2000). Communicable Disease Surveillance and Response. Global Cholera Update. Organisation mondiale de la santé  
<http://www.who.int/emc/diseases/cholera/choltbl1999.html> [Geo-2-109]
- OMS et UNICEF (2000). *Rapport sur l'évaluation de la situation mondiale de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en 2000*. Genève (Suisse) et New York (É.-U.), Organisation mondiale de la santé et Fonds des Nations Unies pour l'enfance  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/Globassessment/Glassessment7.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/Globassessment/Glassessment7.pdf) [Geo-2-112]
- Pierce, F. (2001). Death in a Glass of Water. *The Independent*. 19 janvier 2001  
<http://www.independent.co.uk/story.jsp?story=51508> [Geo-2-106]
- PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI (2000). *World Resources 2000-2001*. Washington (É.-U.), Institut des ressources mondiales
- PNUE (1999). *GEO-2000*. Programme des Nations Unies pour l'environnement. Bruxelles (Belgique), De Boeck Université
- PNUE (2001). *Nepal : State of the Environment 2001*. Bangkok (Thaïlande), MoPE/HMGN/ICIMOD/SACEP/NORAD/PNUE
- RRI (2000). *Japan Environmental Policy*. Resource Renewal Institute  
<http://www.rri.org/envatlas/asia/japan/jp-conc.html#Water> [Geo-2-107]
- SEPA (2001). *Report of the State of the Environment in China 2000*. Beijing (Chine), Services de protection de l'environnement
- World Commission on Water (1999). *World's Rivers in Crisis — Some Are Dying ; Others Could Die*. World Water Council  
<http://www.worldwatercouncil.org/Vision/6902B03438178538C125683A004BE974.htm> [Geo-2-110]

## Les eaux douces : Europe

Les ressources en eau sont inégalement réparties en Europe. Les précipitations moyennes annuelles vont de 3 000 mm dans l'ouest de la Norvège à 100-400 mm dans la plus grande partie de l'Europe centrale, et à moins de 25 mm dans le centre et le sud de l'Espagne (ETC/WTR, 2001). Traditionnellement, la plupart des pays européens utilisent l'eau de surface plus que les eaux souterraines, souvent utilisées uniquement pour l'approvisionnement public (AEE, 1999a ; Eurostat, 1997). Les données qui permettraient d'évaluer l'évolution de la quantité d'eau sont assez médiocres ; elles sont assez bonnes en ce qui concerne la qualité de l'eau. La pollution de l'eau est un problème grave dans l'ensemble de l'Europe. Certains progrès ont été faits dans la réduction de la pollution de l'eau en Europe occidentale, mais la situation est moins prometteuse en Europe centrale et orientale.

### Stress hydrique en Europe (prélèvements en % des ressources renouvelables)



Le stress hydrique est constaté dans toutes les parties de l'Europe, notamment dans les zones irriguées de l'Europe centrale et orientale ainsi que dans les pays très industrialisés d'Europe occidentale

Source : Données établies à partir de travaux du PNUD, du PNUE, de la Banque mondiale et du WRI, 2000

### Aspects quantitatifs

L'Europe prélève une proportion assez faible de ses ressources renouvelables en eau. En Europe occidentale, ces prélèvements, en moyenne, sont de 20 % environ (AEE, 1999b), mais ce chiffre va de moins de 5 % dans les pays du nord de l'Europe à plus de 40 % en Belgique, en Allemagne, aux Pays-Bas et en Espagne. La Fédération de Russie, qui compte près de 9 % des ressources d'eau de la planète, n'en prélève que moins de 2 % par an (RFEP, 2000). Cependant, les problèmes quantitatifs se posent dans les zones à faibles précipitations et à forte densité de population, ainsi que dans de vastes zones irriguées, en particulier dans les pays méditerranéens et dans ceux du centre et de l'est de l'Europe.

Dans la partie centrale de l'Europe occidentale, l'essentiel de l'eau disponible est utilisé pour refroidir les

équipements de production d'énergie. Cette eau peut être recyclée pratiquement sans changement. Dans les pays du sud de l'Europe occidentale, où les ressources en eau sont moins abondantes, l'agriculture consomme beaucoup plus que les autres secteurs — environ 80 %, contre 20 % consacrés à des usages urbains et industriels (ETC/WTR, 2001). Environ 80 % de l'eau utilisée pour l'irrigation est perdue par évapotranspiration.

La quantité d'eau prélevée pour le système public d'adduction d'eau en Europe occidentale a diminué de 8 à 10 % entre 1985 et 1995 grâce à une amélioration de l'efficacité de l'utilisation d'eau à des fins industrielles et ménagères (ETC/WTR, 2001). Cependant, une augmentation notable de l'utilisation d'eau agricole a lieu dans le sud de l'Europe en raison de l'extension de près de 20 % des surfaces irriguées depuis le milieu des années 80. En Europe centrale et orientale, on a observé une diminution marquée de la consommation d'eau pour des usages industriels sous l'effet de la restructuration de l'économie, mais la demande d'eau dans les zones urbaines et pour l'agriculture irriguée augmente régulièrement (AEE, 1998).

En Europe, rares sont les textes législatifs qui cherchent à maîtriser l'utilisation de l'eau. Traditionnellement, les problèmes de quantité sont résolus par une augmentation des capacités de stockage d'eau, par des réservoirs et par des ouvrages de dérivation. Cependant, plusieurs pays d'Europe occidentale ont pris des mesures de réduction de la demande d'eau. Ces mesures, complétant une plus grande sensibilisation au problème de l'utilisation de l'eau en général, ont permis de réduire la consommation publique. Les secteurs ménagers et industriels utilisent l'eau avec une plus grande efficacité qu'autrefois. Parmi les mesures de conservation de l'eau on peut citer : la pose de compteurs d'eau, l'augmentation des charges et des impôts, les restrictions mises à l'arrosage des jardins, la réduction des fuites d'eau, l'éducation de l'utilisateur et une plus large utilisation d'appareils ménagers plus efficaces, ainsi que de toilettes à chasse à débit faible ou à chasse double, et de machines à laver consommant moins d'eau.

La tarification de l'eau prélevée est un moyen de mieux utiliser l'eau dans l'agriculture, et mérite qu'on s'y attarde car les prix de l'eau à usage agricole sont souvent moins élevés que ceux demandés aux autres usagers. Par exemple, une étude récente (Planistat, 1998) a montré que, en France, dans le bassin de l'Adour et de la Garonne, l'adduction d'eau de boisson est presque entièrement autofinancée (environ 98 %), mais que le prix de l'eau d'irrigation ne couvre que de 30 à 40 % le coût total du service fourni. L'implantation de cultures moins gourmandes en eau et l'introduction de systèmes d'irrigation plus efficaces figurent parmi les autres réformes de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture. En

Europe centrale et orientale, toutes ces mesures moins classiques sont actuellement appliquées, mais l'un des problèmes est de réduire les fuites d'eau — puisque les pertes dépassent souvent 50 % (EEA, 1998).

### Aspects qualitatifs

La surcharge de l'eau en matières organiques, en azote et en phosphore durant les années 70 et 80 a entraîné l'eutrophisation des mers, des lacs, des cours d'eau et des eaux souterraines dans toute l'Europe. L'azote provient surtout des engrais lessivés à partir des terres agricoles. Le phosphore vient surtout des eaux usées ménagères et industrielles, bien que dans certaines régions où est pratiquée l'agriculture intensive en Europe occidentale, près de 50 % de la charge totale en phosphore est imputable à l'agriculture (AEE, 2001). En Europe occidentale, la consommation d'engrais a diminué depuis le milieu des années 80, mais l'eutrophisation a continué en raison de l'augmentation de la production animale, qui entraîne des rejets accrus de nutriments. En Europe centrale et orientale, l'utilisation de produits agrochimiques a diminué sensiblement depuis le début des années 90, et cela a entraîné une réduction de près de 50 % de l'application d'engrais azotés et phosphatés (République tchèque, 1999, Hongrie, 1999).

La pollution des eaux souterraines est un autre grave problème, lié surtout à l'utilisation par l'agriculture de nitrates et de pesticides (AEE, 1998). Dans la seule Fédération de Russie, on a dénombré, en 1999, plus de 2 700 points de prélèvement d'eaux souterraines pollués (RFEP, 2000).

Les rejets phosphatés des installations de traitement des eaux usées urbaines en Europe occidentale ont notablement diminué (de 50 à 80 %) depuis le début des années 80, en raison surtout de l'énorme augmentation du traitement des eaux usées (ETC/WTR, 2001) et par l'introduction massive de détergents sans phosphate. À la fin des années 90, 90 % des habitants de l'Europe occidentale avaient le tout-à-égout et 70 % étaient desservis par des installations de traitement des eaux usées (ETC/WTR, 2001). En Europe centrale et orientale, cependant, 30 à 40 % des ménages n'étaient pas encore raccordés au tout-à-égout en 1990, et le traitement des eaux usées était inadéquat (AEE, 1999c). Depuis 1990, la plupart des pays qui attendent leur entrée à l'Union européenne avaient commencé à investir fortement dans la collecte et le traitement des eaux usées, mais le coût élevé de ces opérations est l'une des principales difficultés financières soulevées par le processus d'accession (Slovénie, 1999). Dans les pays européens de l'ex-Union soviétique, presque rien n'a été fait pour améliorer le traitement des eaux usées.

Dans de nombreux lacs où on relevait de fortes concentrations de phosphore au début des années 80,

### Comment la Volga et les fleuves de l'Oural n'ont pas été nettoyés

Au début des années 70, des fonds équivalents à 1,2 milliard de roubles ont été alloués à un plan de nettoyage de la Volga et des fleuves de l'Oural (Bush, 1972) — l'un des premiers projets publiquement annoncés pour nettoyer les cours d'eau industriels et pour préserver l'approvisionnement en eau. De nombreux ministères ont été accusés de négligence ou de lenteur dans l'application des mesures visant à résoudre le problème et de ne pas avoir utilisé pleinement les capitaux consacrés à des mesures de protection de l'eau. Les autorités ont eu jusqu'à 1980 pour appliquer les mesures nécessaires pour mettre complètement un terme au rejet d'eaux usées non traitées dans les bassins de la Volga et des fleuves de l'Oural. Cependant, à la fin des années 80, le niveau de pollution de la Volga et de ses affluents était encore « extrêmement élevé » et il a encore augmenté durant les années 90.

Source : STATCIS, 1999

celles-ci ont maintenant diminué. Cependant, dans les lacs qui initialement étaient peu affectés, on ne détecte que de faibles changements des concentrations de phosphore (AEE, 2000). Cela est dû principalement à l'accumulation et au rejet (tardif) du phosphore à partir du fond des lacs ou à la persistance de la contamination à partir d'habitations et de sources agricoles dispersées, peu importantes. De plus, la qualité de l'eau dans beaucoup de lacs européens demeure toujours médiocre (ETC/WTR, 2001). La forte pollution des cours d'eau de l'Europe occidentale, notamment du Rhin, a notablement diminué depuis 1980 (ETC/WTR, 2001), mais les améliorations étaient moins sensibles dans le sud et le centre de l'Europe. En Europe orientale, la situation est différente. En Fédération de Russie et en Ukraine, les deux pays les plus industrialisés de l'ex-Union soviétique, les rejets d'eau polluée dans les cours d'eau ont augmenté durant la deuxième moitié des années 80 et durant les années 90 en dépit d'une prétendue campagne de nettoyage de la Volga et des fleuves de l'Oural, dès 1972 (voir encadré ci-dessus).

La mauvaise qualité de l'eau retentit sur la santé publique. En Europe, cependant, les épidémies de maladies d'origine hydrique affectant moins de 20 % de la population ayant l'eau courante sont rarement détectées. Pourtant, des épidémies occasionnelles de maladies d'origine hydrique telles que les infections gastro-intestinales, affectant une grande partie de la population, sont signalées dans tous les pays d'Europe, même par des pays où les normes d'approvisionnement en eau sont élevées (OMS, 1999). Le plomb, provenant d'anciennes canalisations et, en Europe orientale, de puits contaminés, peut affecter le développement neurocomportemental des enfants (AEE/OMS, 1999).

Au niveau sous-régional, diverses directives de l'Union européenne traitent les problèmes de la qualité de l'eau. L'application des Directives « eau potable » et « nitrates » n'a pas été satisfaisante dans la plupart des États Membres en dépit de la Directive « traitement des eaux usées urbaines », qui a entraîné une diminution de deux tiers des rejets de matières organiques et de moitié des rejets de nutriments (ETC/WTR, 2001). De nouvelles améliorations

sont probables, car d'autres pays vont investir dans de nouvelles infrastructures, pour se conformer aux objectifs de la Directive. Il en ira de même pour les pays d'Europe centrale candidats à l'entrée dans l'Union.

Le succès assez mitigé de ces mesures s'explique sans doute par l'absence de politique cohérente de la gestion de l'eau. Cette politique est actuellement orientée vers une gestion écologiquement rationnelle des bassins versants et vers la protection des eaux douces, par l'intégration des aspects quantitatifs et qualitatifs du problème de l'eau. L'intégration pourrait être améliorée par la Directive cadre sur l'eau, qui vise une amélioration de l'état des eaux de surface dans toutes les masses d'eau de l'Europe d'ici 2015, et qui cherche à résoudre le problème de la gestion intégrée des ressources en eau au niveau du bassin (AEE, 1999a).

### La politique de l'eau et le cadre législatif

Il existe de nombreux accords multilatéraux et bilatéraux de gestion des eaux transfrontières. Au niveau de toute l'Europe, la Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux, qui est une convention de la Commission économique de l'ONU pour l'Europe, renforce les mesures nationales, obligeant les parties à prévenir, contrôler et réduire la pollution de l'eau des sources ponctuelles et non ponctuelles. La convention comprend aussi des dispositions pour le contrôle, la recherche et le développement, les consultations, les systèmes d'alerte, l'assistance mutuelle, les dispositions institutionnelles, l'échange et la protection de l'information, ainsi que l'accès

du public à celle-ci. Aucun protocole relatif à l'eau et à la santé n'est encore en vigueur.

Il existe en outre des initiatives internationales au niveau des grands bassins fluviaux : la Convention relative à la coopération pour la protection et l'utilisation durable du Danube, et la nouvelle Convention pour la protection du Rhin. La Convention du Danube engage les signataires à travailler ensemble à la conservation, l'amélioration et l'utilisation rationnelle des eaux de surface et des eaux souterraines dans le bassin du Danube ; à contrôler les risques découlant des accidents dans la zone riveraine ; et contribuer à la réduction de la charge polluante de la mer Noire provenant de sources de pollution situées dans le bassin du Danube. La nouvelle Convention du Rhin, adoptée en janvier 2001 à la Conférence des ministres du Rhin, sera la base de la coopération internationale des pays riverains et de l'Union européenne, remplaçant à cet effet l'Accord concernant la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution (Accord de Berne de 1963) et la Convention de 1976 relative à la protection du Rhin contre la pollution chimique. La nouvelle convention fixe des objectifs pour la coopération internationale au développement durable du bassin du Rhin, à une nouvelle amélioration de son état écologique, et à une protection générale contre les inondations. En dehors des aspects qualitatifs et quantitatifs de la gestion de l'eau, notamment les problèmes de prévention des inondations, les problèmes posés par les eaux souterraines dans le bassin du Rhin seront à l'avenir traités par des dispositions de la Convention (ICPR, 2001).

## Chapitre 2, eaux douces, Europe. Références bibliographiques :

- AEE (1998). *Europe's Environment : The Second Assessment*. Copenhague (Danemark), Agence européenne pour l'environnement
- AEE (1999a). *Groundwater Quality and Quantity in Europe*. *Environmental Assessment Report No.3*. Copenhague (Danemark), Agence européenne pour l'environnement
- AEE (1999b). *Sustainable Water Use in Europe — Sectoral Use of Water*. *Environmental Assessment Report No.1*. Copenhague (Danemark), Agence européenne pour l'environnement
- AEE (1999c). *Environment in the European Union at the Turn of the Century*. *Environmental Assessment Report No.2*. Copenhague (Danemark), Agence européenne pour l'environnement
- AEE (2000). *Environmental Signals 2000*. *Environmental Assessment Report No. 6*. Copenhague (Danemark), Agence européenne pour l'environnement
- AEE (2001). *Environmental Signals 2001*. *Environmental Assessment Report No. 8*. Copenhague (Danemark), Agence européenne pour l'environnement
- AEE et OMS (1999). *Children in Their Environment : Vulnerable, Valuable, and at Risk*. Background briefing for the 3rd European Ministerial Conference on Environment and Health, Copenhague (Danemark), Bureau régional pour l'Europe de l'Organisation mondiale pour la santé et Agence européenne pour l'environnement
- Bush, K. (1972). Steps towards Pollution Control in the USSR. *Radio Liberty Research*, 6 avril 1972, pages 1 à 7
- ETC/WTR (2001). *European Topic Centre on Water* <http://water.eionet.eu.int/Databases> [Geo-2-114]
- Eurostat (1997). *Estimations of Renewable Water Resources in the European Union*. Luxembourg, Bureau de statistique des Communautés européennes
- Gouvernement hongrois (1999). *National Environmental Programme 1997-2002* Budapest (Hongrie), Ministère de l'environnement.
- Gouvernement slovène (1999). *National ISPA Strategy of the Republic of Slovenia : Environmental Sector*. Ljubljana (Slovénie), Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire
- ICPR (2001). *Home Page*. Commission internationale pour la protection du Rhin <http://iksr.firmen-netz.de/icpr/> [Geo-2-115]
- OMS (1999). *Overview of Environment and Health in Europe in the 1990s*. Rapport présenté à la troisième Conférence européenne sur l'environnement et la santé, Genève (Suisse), Organisation mondiale de la santé
- Planistat (1998). *A Study on Water Economics — Integrated Report*. Étude préparée pour la Commission européenne — DG XI.B.1. Paris (France), Groupe Planistat
- PNUE, PNUE, Banque mondiale et WRI (2000). *World Resources 2000-2001*. Washington (É.-U.), Institut des ressources mondiales, Division de la population du Secrétariat de l'ONU (2001). *World Population Prospects 1950-2050 (The 2000 Revision)*. New York (É.-U.), Nations Unies
- République tchèque (1999). *State Environmental Policy*. Prague (République tchèque), Ministère de l'environnement
- RFEP (2000). *Government Report on the State of the Environment in the Russian Federation in 1999*. Moscou (Fédération de Russie), Comité d'État de la Fédération de Russie pour la protection environnementale
- STATCIS (1999) *Official Statistics of CIS countries*. CD-ROM. Moscou (Fédération de Russie), Comité de statistique de la Communauté des États indépendants

## Les eaux douces : Amérique latine et Caraïbes

Disposant de plus de 30 % du total mondial, la région de l'Amérique latine et des Caraïbes est riche en ressources en eau renouvelables. Cependant, trois régions hydrographiques — le bassin du golfe du Mexique, le bassin de l'Atlantique Sud et le bassin de la Plata — couvrant 25 % de la superficie de la région, abritent 40 % de la population et ne contiennent que 10 % de ses ressources en eau (WWC, 2000).

La plupart des problèmes de l'eau transcendent les frontières nationales, bien qu'il y ait des différences marquées entre sous-régions et entre pays. Les principaux problèmes sont la diminution de la quantité d'eau disponible par personne du fait de l'accroissement de la population, de l'expansion urbaine, du déboisement et du changement climatique ; la dégradation de l'eau résultant du rejet d'eaux usées non traitées, d'une application excessive d'engrais et de pesticides et de la pollution industrielle, en particulier des industries minières et énergétiques, et d'un cadre institutionnel et d'une législation actuellement dépassés.

### Quantité et utilisation de l'eau disponible

La quantité d'eau disponible varie considérablement, l'Amérique du Sud étant à cet égard la sous-région la plus riche. Certains pays souffrent d'un manque d'eau et d'une perte de la diversité biologique aquatique et des habitats, certaines îles des Caraïbes étant proches du seuil de pénurie d'eau ou en-dessous de celui-ci (WWC, 2000). Il existe aussi de très fortes disparités sur le territoire d'un même pays.

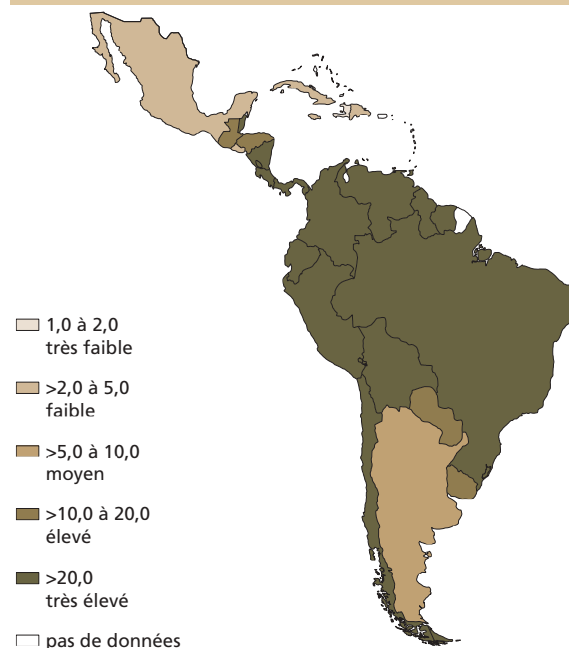
Dans la plupart des petites Antilles, la pluie est la principale source d'eau douce (mais Antigua et- Barbuda, les Bahamas et la Barbade utilisent le dessalement de l'eau de mer). En Amérique du Sud, les réserves d'eaux souterraines sont très vastes, estimées à 3 millions de km<sup>3</sup> (GWP, 2000). Le Mexique est fortement dépendant des eaux souterraines qui représentent un tiers de tous les prélèvements d'eau douce signalés et deux tiers de l'eau de boisson dans les villes (CATHALAC, 1999 ; WWC, 1999).

Les principaux secteurs consommateurs d'eau dans la région sont l'agriculture et l'industrie, suivis par le secteur des ménages. La consommation d'eau douce augmente plus vite dans l'agriculture irriguée. La superficie irriguée est passée de 10 millions d'hectares en 1970 à plus de 18 millions d'hectares en 1998 (FAOSTAT, 2001). Les prélèvements d'eau pour l'irrigation représentent 56 % du total des prélèvements dans les Caraïbes et 78 % en Amérique centrale. Or, les techniques et la pratique de l'irrigation sont de façon générale peu

efficaces (Banque mondiale, 1999). Certaines réformes institutionnelles récentes ont été tentées pour résoudre ce problème. Au Mexique, par exemple, la propriété des systèmes d'irrigation publics a été transférée à 386 associations d'usagers de l'eau, et cela a entraîné une amélioration spectaculaire de la récupération des coûts, de l'entretien des ouvrages, des rendements et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (Saleth et Dinar, 1999).

L'industrie utilise également de vastes quantités d'eau. En Amérique du Sud, on estime que les prélèvements industriels d'eau atteignent chaque année 15 km<sup>3</sup>, dont 80 % en Argentine et au Brésil (ACAA, 2001). Au Brésil, presque toute l'énergie

### Eau disponible en 2000 (1 000m<sup>3</sup>/personne/an)



La carte montre l'eau disponible en milliers de m<sup>3</sup>/personne/an

Source : Données établies à partir de travaux du PNUD, du PNUE, de la Banque mondiale et du WRI 2000, ainsi que de la Division de la population du Secrétariat de l'ONU, 2001

électrique consommée est d'origine hydroélectrique. Le secteur minier, surtout au Chili et au Pérou, consomme des quantités grandissantes d'eau. Dans certaines régions telles que les Andes, cela pourrait bien obliger à importer de l'eau dans un avenir proche. Au Venezuela et à la Trinité-et-Tobago, le secteur pétrolier est un important consommateur d'eau.

La demande d'eau à usage ménager augmente aussi. Cependant, les inégalités entre les usagers, même dans les pays riches en eau, sont choses courantes. De nombreux ruraux et citadins pauvres n'ont pas l'eau courante ni d'installations sanitaires (WWC, 2000). En 1995, 27 % de la population n'avait ni l'eau courante, ni un accès facile à celle-ci. La même année, 41 % des eaux n'étaient pas traitées et 31 % de la population n'avait pas d'installations sanitaires (OPS, 1998). En 2000, 85 % de la

**En 1998, au Honduras seulement, l'ouragan Mitch a causé 58 millions de dollars de dégâts. Ainsi, 85 000 latrines et 1 683 gros tuyaux d'adduction d'eau rurale ont été détruits et 75 % de la population du pays, soit 4,5 millions d'habitants, n'a plus eu accès à l'eau de boisson. Il faudra des mois et même des années pour reconstruire ce qui a été détruit par l'ouragan Mitch — OMS et UNICEF, 2000).**

population avait des moyens améliorés d'approvisionnement en eau et 78 % des moyens améliorés d'assainissement, mais cela laissait encore 78 millions de personnes sans accès à l'approvisionnement en eau amélioré et 117 millions sans accès à des moyens d'assainissement améliorés (OMS et UNICEF, 2000). Il existe encore de fortes disparités entre les zones rurales et urbaines. Les catastrophes naturelles constituent un facteur supplémentaire, imprévu, qui peut gravement compromettre les efforts déployés pour

#### UNE RÉUSSITE :

#### **Le modèle Tegucigalpa : adduction d'eau dans les banlieues**

La participation communautaire, un système de partage des coûts et de récupération des coûts, l'enseignement de l'hygiène, ont contribué à améliorer l'adduction d'eau et l'assainissement dans beaucoup de quartiers périphériques de la capitale du Honduras, Tegucigalpa. L'urbanisation rapide au cours des 20 dernières années avait fait passer la population de la capitale hondurienne à 850 000 habitants, plus de la moitié vivant dans 225 quartiers périurbains. Les eaux de ruissellement sont pratiquement inexistantes, et les eaux souterraines sont souvent trop profondes et polluées. La fourniture de services tels que l'eau et l'évacuation des eaux usées est donc difficile et coûteuse.

Le programme d'adduction d'eau pour ces banlieues, qui résulte d'un partenariat impliquant l'UNICEF, l'administration autonome nationale de l'eau et des eaux usées, le groupe directeur pour les établissements en développement et les collectivités locales, a permis d'apporter l'eau potable à 150 000 personnes dans 80 quartiers, et des installations sanitaires pour 5 000 personnes environ dans quatre quartiers entre 1987 et 1996. L'un des points forts du programme est la participation communautaire et l'investissement collectif. La communauté locale doit fournir de la main-d'œuvre et des matériaux de construction, apporter une contribution financière par le paiement de l'eau et récupérer le coût total de l'investissement. Elle doit établir un conseil de l'eau qui recueille la taxe sur l'eau, administrer le système d'adduction et s'occuper d'activités d'exploitation et d'entretien simples. Un système de partage des coûts et de récupération des coûts a été mis en place : il implique un fonds autorenewable et la contribution de la communauté locale représente environ 40 % du coût de l'adduction d'eau, tandis que l'administration autonome nationale de l'eau et des eaux usées et l'UNICEF apportent respectivement 25 % et 35 %.

Source : CDD, 1999a

améliorer l'adduction d'eau et l'assainissement.

On s'est efforcé d'améliorer l'approvisionnement en eau et l'assainissement dans de nombreuses agglomérations et de fixer la taxe sur l'eau à un niveau reflétant la valeur réelle de l'eau fournie. Bien que l'efficacité de la privatisation et de l'utilisation des instruments économiques tels que la tarification de l'eau reste très controversée (WWC, 2000), certains pays, tels que la Jamaïque, ont commencé à utiliser des instruments proprement économiques (CEPALC, 2000).

Les efforts que font les autorités pour améliorer la réglementation de l'eau dans le secteur urbain se heurtent au manque d'information sur l'état de l'équipement et sur le fonctionnement. Alors que le rôle des pouvoirs publics s'est modifié, l'État n'étant plus le fournisseur de l'eau mais plutôt l'autorité chargée de réglementer le secteur au nom du public, plusieurs gouvernements, par exemple ceux de l'Argentine et du Chili, n'ont pas d'informations suffisamment récentes sur le fonctionnement des compagnies des eaux et ne peuvent donc exercer comme il faudrait leurs fonctions régulatrices. Bien que le rythme du changement technique dans le secteur de l'eau soit généralement plus lent que dans d'autres secteurs, la nécessité d'un transfert de technologie demeure critique si l'on veut économiser l'eau et introduire de meilleures stratégies de contrôle.

Pour améliorer l'efficacité de l'assainissement et pour attirer des capitaux, des initiatives nationales et internationales ont été proposées, notamment la création de marchés locaux ou régionaux tels que le projet de l'aquifère du Guarani (voir encadré page 107). Au Brésil, on a constaté de notables progrès dans la législation de l'eau, en particulier avec l'adoption en 1997 d'une loi fédérale qui institue une politique nationale des ressources en eau et un système national de gestion des ressources en eau.

#### Aspects qualitatifs

Les problèmes de la pollution de l'eau en Amérique latine et dans les Caraïbes ne se sont fait vraiment sentir qu'à partir des années 70. Mais au cours des 30 dernières années, on a observé une dégradation sensible de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines. L'agriculture et le rejet d'eaux usées ménagères et industrielles dans les villes sont devenus des sources importantes de pollution.

L'application excessive d'engrais a entraîné la floraison d'algues et l'eutrophisation des lacs, des retenues et des lagunes côtières. L'augmentation des concentrations de nitrate a été constatée dans plusieurs fleuves, parmi lesquels l'Amazone et l'Orénoque, ainsi que dans les eaux souterraines de la région. Au Costa Rica, les niveaux de nitrate approchent ou dépassent les

### Le système aquifère Guarani

Le système aquifère Guarani est l'un des aquifères les plus vastes au monde, puisqu'il couvre 1,2 million de km<sup>2</sup>, dans le sud-est de l'Amérique du Sud. Les réserves permanentes de ce système, au Brésil, sont estimées de façon prudente à 48 000 km<sup>3</sup> environ, avec une reconstitution moyenne annuelle de 160 km<sup>3</sup>. Les prélèvements d'eaux souterraines de 20 % environ de la reconstitution annuelle actuelle suffiraient pour fournir 300 litres d'eau par jour à chacun des 360 millions d'habitants de la région.

L'Argentine, le Paraguay et l'Uruguay coopèrent à l'élaboration d'un plan cohérent de protection et de gestion écologiquement rationnelle de ce système dans le cadre d'un projet financé par le Fonds pour l'environnement mondial et par la Banque mondiale — le projet pour la protection environnementale et de développement durable du système aquifère Guarani. L'Organisation des États américains, d'autres donateurs internationaux et d'autres organismes y participent également. Le succès de cette entreprise serait une importante étape vers un approvisionnement en eau régulier, à long terme, et vers la protection des ressources en eau des habitants de ces pays.

directives nationales aussi bien dans la capitale que dans les points d'eau ruraux (Observatorio del Desarrollo, 2001).

Les eaux usées non traitées dans les agglomérations demeurent une cause majeure de pollution. Dans l'ensemble de la région, 13 % seulement des eaux usées collectées sont traitées (OPS, 1998). La pollution croissante des eaux de surface dans les villes et le rejet d'eaux usées non traitées dans les cours d'eau qui alimentent les zones urbaines ont encore accru les difficultés que l'on rencontre pour satisfaire une demande

d'eau sans cesse croissante dans les villes, et surtout dans les métropoles où l'eau manque, comme Lima et Mexico (WWC, 2000).

Les activités industrielles et la pollution qui en résulte ont notablement contribué à la dégradation de la qualité de l'eau. Les déchets animaux provenant des tanneries, des abattoirs et des usines de préparation de la viande, par exemple, polluent les aquifères en y introduisant des bactéries coliformes (WWC, 2000).

Un autre problème qualitatif qui se généralise, en particulier dans les Caraïbes, est la salinisation de l'eau dans les zones côtières, en raison de prélèvements excessifs. Cela est particulièrement grave étant donné la demande croissante d'eau dans les Caraïbes, surtout pour desservir l'industrie touristique (PNUE, 1999).

### Aspects institutionnels et juridiques

Dans la plupart des pays, les ressources en eau restent gérées dans un cadre sectoriel, et il n'y a guère d'intégration des différents secteurs ni avec d'autres procédures de gestion de l'environnement. Une telle démarche méconnaît les interactions essentielles avec des écosystèmes beaucoup plus vastes et avec d'autres fonctions, ainsi que les services écologiques fournis par l'eau. On observe une tendance au transfert du service public de l'eau du secteur public au secteur privé depuis 10 ans environ et une décentralisation des responsabilités juridiques et administratives. De ce fait, la législation et la réglementation de l'eau conçues pour protéger les ressources en eau sont souvent insuffisantes, ou sont mal appliquées (WWC, 2000).

## Chapitre 2, eaux douces, Amérique latine et Caraïbes. Références bibliographiques :

- ACAA (2001). *Usos e Impactos Atlas Continental del Agua en America*  
[http://www.atlaslatinoamerica.org/usuarios/impac/amer\\_sur.htm](http://www.atlaslatinoamerica.org/usuarios/impac/amer_sur.htm)
- Banque mondiale (1999). *Annual Review — Environment Matters*, Washington (É.-U.), Banque mondiale
- Banque mondiale (2001). *World Development Indicators 2001*. Washington (É.-U.), Banque mondiale  
<http://www.worldbank.org/data/wdi2001/index.htm>
- CATHALAC (1999). *Vision on Water, Life and the Environment for the 21st Century. Regional Consultations. Central America and Caribbean*. Panama City (Paname), Centre de l'eau pour les tropiques humides de l'Amérique latine et des Caraïbes (CATHALAC).
- CDD (1999). *The Tegucigalpa Model : Water Supply for Peri-urban Settlements*. Nations Unies, Commission du développement durable  
[http://www.un.org/esa/sustdev/success/tegu\\_mod.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/success/tegu_mod.htm)
- CEPALC (2000). *Water Utility Regulation : Issues and Options for Latin America and the Caribbean*. CEPALC, LC/R. 2032. Santiago de Chili (Chili), Commission économique des Nations Unies pour l'Amérique latine et les Caraïbes
- FAOSTAT (2001). Base des données FAOSTAT. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture  
<http://www.fao.org/> [Geo-2-068]
- GWP (2000). *Water for the 21 st Century : Vision to Action — South America*. Stockholm (Suède), Global Water Partnership South American Technical Advisory Committee
- Observatorio del Desarrollo (2001). *El agua en Costa Rica : abundante pero vulnerable Boletín Información para la Toma de Decisiones*, Año 3, No 6, avril-mai
- OMS et UNICEF (2000). *Rapport sur l'évaluation de la situation mondiale de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en 2000*. Genève (Suisse) et New York (É.-U.), Organisation mondiale de la santé et Fonds des Nations Unies pour l'enfance  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/Globassessment/GlasspdfTOC.htm](http://www.who.int/water_sanitation_health/Globassessment/GlasspdfTOC.htm)
- OPS (1998). *Health in the Americas. Volume I, PAHO Scientific Publication No. 569*. Washington (É.-U.), Organisation panaméricaine de la santé
- PNUD, PNUE, Banque mondiale et WRI (2000). *World Resources 2000-2001*. Washington (É.-U.), Institut des ressources mondiales
- PNUE (1999). *Caribbean Environment Outlook*. Nairobi (Kenya), Programme des Nations Unies pour l'environnement
- Saleth, R.M. et Dinar, A. (1999). *Water Challenge and Institutional Response (A Cross-Country Perspective), Policy Research Working Paper 2045*. Washington (É.-U.), Groupe de recherche sur la développement, développement rural et Département du développement rural de la Banque mondiale
- WWC (1999). *Vision on Water, Life and the Environment for the 21 st Century. Regional Consultations : North America*. Marseille (France), World Water Council
- WWC (2000). *Water in the Americas for the Twenty First Century, Roundtable Meeting of the Americas, July 26-28 2000, Final Report*, Montréal (Canada), World Water Council

## Amérique du Nord

L'Amérique du Nord détient environ 13 % des eaux douces renouvelables mondiales (à l'exclusion des glaciers et des calottes glacières). À la fin des années 90, les habitants de l'Amérique du Nord consommaient 1 693 m<sup>3</sup> d'eau par personne par an (Gleick, 1998), plus que dans toute autre région du monde. Aux États-Unis, des mesures de conservation prises récemment ont amené une diminution de la consommation ; entre 1980 et 1995, les prélèvements d'eau ont diminué de près de 10 % alors que la population augmentait de 16 % (Solley, Pierce et Perlman, 1998). Au Canada, en revanche, les prélèvements d'eau augmentaient, entre 1972 et 1991, de 80 % alors que la population n'a augmenté que de 3 % (EC, 2001a).

### Risques sanitaires résultant de la pollution des eaux souterraines

Plusieurs incidents récents de pollution de puits ont alerté l'opinion au sujet des risques de contamination des eaux souterraines (EC, 1999a). En mai 2000, par exemple, au Canada, sept personnes ont trouvé la mort et plus de 2 000 autres sont tombées malades à Walkerton (Ontario) quand les eaux des canalisations municipales ont été infectées par *E. coli*. Un des facteurs incriminés est l'infiltration de lisier dans les eaux souterraines, mais ce facteur a été amplifié par une défaillance de l'équipement, par le fait que les puits en question étaient dangereusement proches de la ville, par des erreurs humaines et par les fortes précipitations (ECO, 2000).

Cette tragédie a alerté les autorités de la province de l'Ontario sur la nécessité de remédier à la contamination possible de l'eau destinée à la boisson par des polluants d'origine animale s'infiltrant jusqu'à la nappe phréatique et, dans certains cas, sur les conséquences dommageables de restrictions budgétaires antérieures, d'une réduction des effectifs et de la plus grande liberté donnée aux municipalités d'intervenir dans le contrôle des services de protection de l'environnement (Gallon, 2000).

Bien que la pollution ponctuelle de l'eau ait été réduite aux États-Unis depuis les années 1970, les sources non ponctuelles, telles que le ruissellement provenant des terres agricoles et des débordements des canalisations de drainage dans les villes, n'ont pas cessé d'augmenter, pour devenir assez graves. Les problèmes posés par la présence de nutriments sont très préoccupants.

L'essentiel des eaux douces non gelées sont souterraines. La contamination des eaux souterraines et la baisse du niveau des aquifères sont désormais des problèmes prioritaires (Rogers, 1996 ; EC, 1999a).

Il y a 30 ans, l'un des plus graves problèmes des ressources en eau douce en Amérique du Nord était celui de l'état précaire du bassin des Grands Lacs. Mais un effort de nettoyage atteste le succès de la coopération entre les nations et entre les usagers locaux.

### Les eaux souterraines

Au milieu des années 90, les eaux souterraines fournissaient 50 % de l'eau consommée par la population nord-américaine et plus de 90 % de celle consommée par les habitants des campagnes (EPA, 1998 ; Statistique Canada, 2000).

Les nombreux composés toxiques utilisés dans l'industrie et l'agriculture compromettent la qualité des eaux souterraines. Des polluants provenant de sources non ponctuelles sont présents dans de nombreux puits peu profonds de vastes régions de l'Amérique du Nord (Moody, 1996). L'agriculture est le principal coupable, en raison de l'application d'engrais artificiels qui dans la région est passée de 15 à 22,25 millions de tonnes par an au cours des 30 dernières années (IIFA, 2001).

La pollution azotée dépasse rarement les niveaux où elle poserait des risques pour la santé publique, mais c'est un problème chronique pour la population des provinces de la Prairie, qui consomme l'eau provenant des puits et dans une certaine mesure, elle affecte les eaux souterraines dans 49 États des États-Unis (OCDE, 1996 ; Statistique Canada, 2000). Les nitrates, à forte concentration, peuvent entraîner chez le nourrisson une méthémoglobinémie avec cyanose (Sampat, 2000).

Entre 1993 et 1995, de faibles concentrations de pesticides ont également été détectées dans les eaux souterraines peu profondes dans 54,4 % des emplacements testés aux États-Unis. Bien que ces concentrations de pesticides dépassent rarement les normes pour l'eau de boisson, certains chercheurs estiment que leur effet conjugué sur la santé et sur l'environnement sont encore trop mal connus (Kolpin, Barbash et Gilliom, 1998).

Les citernes souterraines contenant par exemple des produits pétroliers, des acides, des produits chimiques, des solvants industriels, sont les principales sources de pollution des eaux souterraines (Sampat, 2000). Ces citernes sont souvent mal conçues pour contenir ces produits, ou ont été installées de façon défectueuse. On a constaté qu'en 1998 plus de 100 000 citernes ou réservoirs de pétrole, aux États-Unis, fuyaient. Un Fonds des États pour la réparation des réservoirs souterrains a aidé à nettoyer de nombreux emplacements aux États-Unis (EPA, 1998).

Les fosses septiques, qui sont la principale source de polluants organiques déversés dans la terre, sont soupçonnées d'être la principale source de pollution des puits dans les campagnes. Entre un tiers et la moitié des fosses septiques, aux États-Unis, fonctionneraient mal (Moody, 1996).

L'approvisionnement à long terme en eaux souterraines dans les régions agricoles arides est un problème prioritaire. En général, le niveau des eaux souterraines a cessé de baisser durant les années 80, mais environ 10 % de l'ensemble des prélèvements d'eau douce aux États-Unis au milieu des années 90 représentaient une ponction dans des eaux souterraines (OCDE, 1996). En 1990, l'eau utilisée pour l'irrigation provenait, pour 62 %, des eaux souterraines (OCDE, 1996 ; Sampat, 2000).

À la fin des années 80 et au début des années 90, tous les États, aux États-Unis, ont adopté une législation des

eaux souterraines (TFGRR, 1993 ; Gobert, 1997). Au Canada, le gouvernement fédéral a adopté une loi nouvelle sur l'environnement, le commerce et les eaux souterraines (EC, 1999a). Bien que la gestion des eaux souterraines fasse traditionnellement une distinction entre les eaux de surface et les eaux souterraines, leurs interactions ont généralement des effets directs sur la qualité et la quantité de l'eau disponible, ainsi que sur l'état général des zones humides, l'écologie des cours d'eau et les écosystèmes aquatiques en général (Cosgrove et Rijsberman, 2000).

### La qualité de l'eau dans les Grands Lacs

Le bassin des Grands Lacs est l'un des plus vastes systèmes d'eau douce de la terre, puisqu'il contient 18 % de l'ensemble des eaux douces de surface de la planète (EC, 2001a). Mais moins de 1 % de cette eau est renouvelé chaque année par les précipitations, par le ruissellement des eaux de surface et par un apport d'eaux souterraines.

Au fil des ans, ces lacs ont reçu un mélange polluant d'effluents dû à un mauvais traitement des eaux usées et des ordures, et aux engrais agricoles. À la fin des années 70, les plages étaient couvertes d'algues et l'eau n'était pas propre à la boisson avant d'être soigneusement purifiée. Le lac Erie ainsi contenait des concentrations excessives de phosphore, les algues y proliféraient et les poissons s'y raréfiaient dangereusement. Les communautés amérindiennes étaient les plus gravement touchées. En 1970, la une des journaux déclarait : « le lac Erie est mort » (EC, 1999b ; EC, 2001c).

Divers indices signalaient des problèmes plus insidieux. Au début des années 70, la coquille de l'œuf du cormoran à deux crêtes, qui se trouve presque au sommet de la chaîne alimentaire aquatique et qui donc subit les effets de la bio-accumulation, avait une épaisseur inférieure de 30 % à la normale (EC, 1999b). Les populations de certaines espèces d'oiseaux se sont effondrées.

La Commission mixte internationale a publié un rapport sur la pollution dans les deux lacs inférieurs, en 1970. Cette commission, organisme indépendant composé de représentants du Canada et des États-Unis, a pour mission d'étudier la quantité et la qualité de l'eau le long de la frontière internationale, et elle existe depuis 1909 (IJC, 2000a). Le rapport qu'elle a publié a amené à conclure l'Accord de 1972 sur la qualité de l'eau des Grands Lacs et a signalé le début d'efforts concertés pour restaurer la qualité de l'eau. En 1978, cet accord a été renouvelé, et élargi à une démarche par écosystème, pour tenter de résoudre le problème des rejets de produits chimiques persistants (IJC, 1989).

En 1987, les objectifs ou les stratégies de réduction de la charge de phosphore, de la quantité de polluants en suspension dans l'air, de la pollution due à des activités

terrestres et des problèmes de la pollution des sédiments et des eaux souterraines ont été fixés. Des plans d'action corrective ont été dressés afin d'obtenir le nettoyage de 43 zones où la pollution est préoccupante (voir carte).

La charge de phosphore due aux rejets d'eaux usées municipales dans le lac Erie et le lac Ontario a été réduite de près de 80 % depuis le début des années 70 et cela a ralenti les formations d'algues et diminué la déplétion d'oxygène dans les eaux des fonds. Une fois réputé « mort », le lac Erie est désormais, au monde, le principal producteur de sandre (EC, 1999b ; EC, 2001c).

Les rejets de plusieurs produits chimiques toxiques persistants ont également été réduits. Depuis la fin des années 80, les réglementations imposées ont permis de réduire de 82 % les teneurs en substances chlorées toxiques déversées par les usines de pâte à papier. Depuis

### Zones polluées préoccupantes au voisinage des Grands Lacs



1972, on a constaté aussi une réduction d'ensemble de 71 % de l'utilisation, de la production et du rejet de sept produits chimiques toxiques prioritaires et une réduction importante des rejets de produits chimiques en général (EC, 1999b ; EC, 2000 ; EC, 2001c).

Les résidus de DDE et de PCB, autrefois exceptionnellement élevés dans les coquilles d'œuf de cormoran dans le bassin des Grands Lacs, ont notablement diminué, de 91 % et 78 % respectivement entre le début des années 70 et 1998 (EC, 2001b). Les cormorans, d'ailleurs, se reproduisent de nouveau normalement et d'autres populations d'oiseaux augmentent (EC, 1998 ; EC, 1999b).

L'urbanisation et le développement industriel rapides, cependant, ont continué à causer des dégâts écologiques dans le bassin versant durant les années 90. La présence de sédiments pollués dans les ports et dans les estuaires risque de contaminer les poissons et pose des problèmes lors du dragage et de l'évacuation des sédiments (IJC,

En 1987, des plans de dépollution ont été adoptés, pour assurer le nettoyage de 43 zones polluées dans le bassin des Grands Lacs, au Canada et aux États-Unis.

Source: EC 2000

1997). Divers indices ont révélé que les polluants transportés par l'air se déposent sur la surface des lacs, entraînant une notable pollution de leurs eaux (EPA, 1997). Jusqu'à 96 % des PCB présents dans les Grands Lacs viennent en effet de l'atmosphère (Bandemehr et Hoff, 1998). La stratégie binationale de lutte contre les produits toxiques dans le bassin des Grands Lacs a été lancée en 1997 pour éliminer ces polluants chimiques (BNS, 1999 ; EC, 2000b).

L'exposition à des polluants toxiques persistants a diminué, mais certaines études montrent que les enfants dont la mère a mangé souvent du poisson pêché dans les Grands Lacs ont des problèmes de croissance (Santé Canada, 1997). Les rapports récents de la Commission mixte internationale mettent en garde contre des progrès

trop lents dans la résolution de certains problèmes tels que le nettoyage des sédiments contenant des produits chimiques toxiques persistants et la présence d'espèces exotiques envahissantes (IJC, 2000b).

Les Grands Lacs connaîtront à l'avenir d'autres problèmes d'environnement. Le réchauffement mondial pourrait abaisser le niveau de l'eau dans les Grands Lacs de 1 mètre ou plus d'ici le milieu du siècle, ce qui entraînerait d'importantes conséquences économiques, environnementales et sociales. Le manque d'eau dans toute l'Amérique du Nord pourrait amener à détourner ou prélever de l'eau des lacs en grande quantité, ce qui compromettrait l'utilisation viable à terme des ressources en eaux de surface et en eaux souterraines (IJC, 2000 ; GIEC, 2001).

## Chapitre 2, eaux douces, Amérique du Nord. Références bibliographiques :

- Bandemehr, A. et Hoff, R. (1998). *Monitoring Air Toxics : The Integrated Atmospheric Deposition Network of the Great Lakes* (rapport inédit, présenté au Secrétariat de la Commission). Montréal (Canada), Commission for Environmental Cooperation.
- BNS (1999). *The Great Lakes Binational Toxics Strategy*. Binational Toxics Strategy  
<http://www.epa.gov/glnpo/p2/bns.html> [Geo-2-129]
- Cosgrove, William J. et Rijsberman, Frank R. (2000). *World Water Vision : Making Water Everybody's Business*. World Water Council. Londres (R.-U.), Earthscan
- EC (1998). Toxic Contaminants in the Environment : Persistent Organochlorines. Environment Canada National Environmental Indicator Series, State of the Environment Reporting Program. 98-1
- EC (1999a). *Groundwater — Nature's Hidden Treasure : Freshwater Series A-5*. Environnement Canada, Ministère des travaux publics et des services gouvernementaux  
[http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/FS/e\\_FSA5.htm](http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/FS/e_FSA5.htm) [Geo-2-130]
- EC (1999b). *Rising to the Challenge : Celebrating the 25th Anniversary of the Great Lakes Water Quality Agreement*. Ottawa (Canada), Environnement Canada
- EC (2000a). *Binational Remedial Action Plans (RAPs)*. Environnement Canada  
<http://www.on.ec.gc.ca/glimr/traps/intro.html> [Geo-2-131]
- EC (2001a). *The Management of Water*. Environnement Canada  
<http://www.ec.gc.ca/water/index.htm>
- EC (2001b). *Tracking Key Environmental Issues*. Environnement Canada  
[http://www.ec.gc.ca/TKEI/air\\_water/watr\\_qual\\_e.cfm](http://www.ec.gc.ca/TKEI/air_water/watr_qual_e.cfm) [Geo-2-132]
- EC (2001c). *Great Lakes Water Quality Agreement*. Environnement Canada  
<http://www.ijc.org/agree/quality.html> [Geo-2-134]
- ECO (2000). *Changing Perspectives : Annual Report 1999/2000*. Toronto (Canada), Commissaire pour l'environnement, Ontario (Canada)
- EPA (1997). *Deposition of Air Pollutants to the Great Waters : Second Report to Congress*. EPA-453/R-977-011. Research Triangle Park, (É.-U.), Environmental Protection Agency des États-Unis
- EPA (1998). National Water Quality Inventory : 1998 Report to Congress. US Environmental Protection Agency  
<http://www.epa.gov/305b/98report/98summary.html> [Geo-2-144]
- Gallon, Gary (2000). The Real Walkerton Villain. *The Globe and Mail*, 20 décembre 2000
- GIEC (2001b). *Climate Change 2001 : Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge (R.-U.) et New York (É.-U.), Cambridge University Press
- Gleick, P.H. (1998). *The World's Water 1998-1999*. Washington (É.-U.), Island Press
- Gobert, Christopher (1997). *Groundwater Contamination : A Look at the Federal Provisions*. *The Compleat Lawyer*. printemps 1997  
[http://www.abanet.org/genpractice/lawyer/compleat\\_e/98julschneid.html](http://www.abanet.org/genpractice/lawyer/compleat_e/98julschneid.html) [Geo-2-135]
- IIFA (2000). *Fertilizer Nutrient Consumption, by Region, 1970/71 to 1998/99*. International Industry Fertilizer Association  
[http://www.fertilizer.org/ifa/ab\\_act\\_position3.asp](http://www.fertilizer.org/ifa/ab_act_position3.asp) [Geo-2-136]
- IJC (1989). *Great Lakes Water Quality Agreement of 1978*. Commission mixte internationale  
<http://www.ijc.org/agree/quality.html> [Geo-2-137]
- IJC (1997). *Overcoming Obstacles to Sediment Remediation in the Great Lakes Basin*. Commission mixte internationale  
<http://www.ijc.org/boards/wqb/sedrem.html> [Geo-2-138]
- IJC (2000a). International Joint Commission : United States and Canada  
<http://www.ijc.org/agree/water.html> [Geo-2-139]
- IJC (2000b). *Open Letter to Great Lakes Leaders and the Great Lakes Community*. Washington (É.-U.) et Ottawa (Canada), Commission mixte internationale
- IJC (2000c). *Protection of the Waters of the Great Lakes : Final Report to the Governments of Canada and the United States*. Commission mixte internationale  
<http://www.ijc.org/boards/cde/finalreport/finalreport.html> [Geo-2-140]
- Kolpin, Dana W., Barbash, Jack E. et Gilliom, Robert J. (1998). Occurrence of Pesticides in Shallow Ground Water of the United States : Initial Results from the National Water-Quality Assessment Program. *Environmental Science and Technology*. 32, 1998  
<http://water.wr.usgs.gov/pnsp/ja/est32/> [Geo-2-141]
- Moody, David W. (1996). *Sources and Extent of Groundwater Contamination*. North Carolina Cooperative Extension Service, Publication Number : AG-441-4  
<http://www.p2pays.org/ref/01/00065.htm> [Geo-2-142]
- OCDE (1996). *Environmental Performance Reviews : United States*. Paris (France), Organisation de la coopération et du développement économiques
- Rogers, Peter (1996). *America's Water : Federal Roles and Responsibilities*. Cambridge (É.-U.), MIT Press
- Sampat, Payal (2000). *Groundwater Shock : The Polluting of the World's Major Freshwater Stores*. *World Watch*. 13, 1, 13-22
- Santé Canada (1997). *State of Knowledge Report on Environmental Contaminants and Human Health in the Great Lakes Basin*. Ottawa (Canada), Ministère des travaux publics et des services gouvernementaux
- Solley, Wayne B., Pierce, Robert R. et Perlman, Howard A. (1998). *Estimated Use of Water in the United States in 1995*. Département de l'intérieur des É.-U., US Geological Survey  
<http://water.usgs.gov/watuse/pdf1995/html/> [Geo-2-143]
- Statistics Canada (2000). *Human Activity and the Environment 2000*. Ottawa (Canada), Ministère de l'industrie
- TFGRR (1993). *Groundwater Issues and Research in Canada : a report prepared for the Canadian Geoscience Council*. Task Force on Groundwater Resources Research  
<http://wlapwww.gov.bc.ca/wat/gws/gissues.html> [Geo-2-145]

## Les eaux douces : Asie occidentale

La péninsule Arabique est caractérisée par un climat aride, puisque les précipitations annuelles ne dépassent pas 100 mm. Les approvisionnements en eaux de surface ne sont pas fiables. La sous-région dépend entièrement de l'eau souterraine et de l'eau fournie par les usines de dessalement de l'eau de mer pour la satisfaction des besoins en eau. D'importantes augmentations de la demande ont encore accru les pressions s'exerçant sur des ressources déjà maigres. La sous-région du Machrek est principalement aride ou semi-aride. Cette sous-région reçoit moins de 250 mm de pluie par an sur 70 % environ de sa superficie. Elle est traversée par deux fleuves qui naissent en dehors d'elle : l'Euphrate et le Tigre, ainsi que plusieurs moindres fleuves ou rivières. Des accords portant sur le partage de ces ressources en eau ont été conclus entre pays arabes mais les accords au sujet des eaux de l'Euphrate ne sont pas encore concrétisés entre l'Iraq et la Syrie d'une part, et la Turquie de l'autre.

### Une demande d'eau en augmentation

L'augmentation de la demande d'eau s'explique surtout par un accroissement rapide de la population. Celle-ci est passée de 37,3 millions en 1972 à 97,7 millions en 2000 (Division de la population du Secrétariat de l'ONU, 2001). Un taux d'accroissement démographique annuel élevé, de plus de 3 % dans la région du Machrek, explique que la quantité d'eau disponible annuellement par habitant soit passée de 6 057 m<sup>3</sup> en 1950 (Khouri, 2000) à 1 574 m<sup>3</sup> en 2000 (voir encadré).

La demande domestique d'eau a également augmenté du fait de l'augmentation de la consommation par habitant. Dans beaucoup de pays, l'eau est rationnée. Les habitants de la capitale jordanienne, Amman, par exemple, n'ont de l'eau que trois jours par semaine. Les Damaséniens n'ont de l'eau que 12 heures par jour.

L'agriculture est le principal secteur utilisateur d'eau en Asie occidentale : près de 82 % de l'eau consommée vont à ce secteur, contre 10 % au secteur domestique et 8 % à l'industrie. Dans la péninsule Arabique, l'agriculture utilise environ 86 % des ressources en eau disponibles ; ce chiffre est de 80 % environ dans le Machrek (Khouri, 2000). Pour satisfaire la demande en eau, en particulier pour l'irrigation, le prélèvement d'eaux souterraines a considérablement augmenté au cours des 30 dernières années.

Dans les pays membres du Conseil de coopération du Golfe (CCG), l'approvisionnement annuel en eau a augmenté, passant de 6 km<sup>3</sup> en 1980 à 26 km<sup>3</sup> en 1995, 85 % de cette eau étant utilisée à des fins agricoles (Zubari, 1997). En 1995, ces pays avaient des ressources en eau équivalent à 466 m<sup>3</sup>/personne/an, et une consommation par personne et par an de 1 020 m<sup>3</sup>, ce qui laissait un déficit annuel de 554 m<sup>3</sup> par personne, couvert par

## Indice de stress hydrique : Asie occidentale

	Machrek	Péninsule Arabique	Asie occidentale
Population (en millions, 2000)	50,7	47,0	97,7
Eau disponible (km <sup>3</sup> /an)	79,9	15,3	95,2
Eau utilisée (km <sup>3</sup> /an)	66,5	29,5	96,1
<b>Indice de stress hydrique (%)</b>	<b>83,3</b>	<b>&gt;100</b>	<b>&gt;100</b>
Eau disponible par habitant (m <sup>3</sup> /an)	1 574	326	974

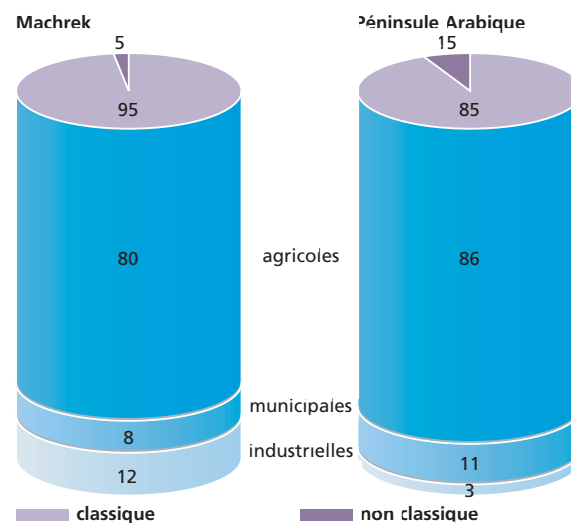
Source : ACSAD, 2000; Division de la population du Secrétariat de l'ONU, 2001.

l'exploitation des réserves d'eaux souterraines (Zubari, 1997).

L'indice de stress hydrique en Asie occidentale (eau utilisée en pourcentage des ressources disponibles) dépasse 100 % dans cinq des sept pays de la péninsule arabe et atteint des niveaux critiques dans les deux autres. Ces pays ont déjà épuisé leurs ressources en eau renouvelables et commencent maintenant à exploiter leurs réserves non renouvelables. Dans le Machrek, sauf en Jordanie, l'indice de stress hydrique est moins élevé (voir tableau ci-dessus). Alors que dans neuf des 12 pays de l'Asie occidentale les ressources en eau par habitant sont inférieures à 1 000 m<sup>3</sup>/an, elles sont inférieures à 500 m<sup>3</sup>/an dans sept pays. La valeur moyenne de l'indice de stress hydrique pour l'Asie occidentale dépasse 100 % (voir tableau de la page 111).

Au cours des 30 dernières années, l'adoption de politiques de couverture nationale des besoins alimentaires a encouragé l'expansion de l'agriculture. Les

## Utilisation de l'eau en Asie occidentale



Origine et utilisation des ressources en eau en Asie occidentale; la péninsule Arabique est fortement dépendante des eaux souterraines, tandis que les pays du Machrek utilisent surtout les eaux de surface; les deux sous-régions utilisent de l'eau surtout dans l'agriculture.

Source : Khouri, 2000

**Ressources d'eau disponibles en Asie occidentale (millions de m<sup>3</sup>/an)**

	Machrek	Péninsule arabe	Asie occidentale
Eaux de surface	68 131	6 835	74 966
Eaux souterraines	8 135	6 240	14 375
Dessalement	58	1 850	1 908
Recyclage agricole des eaux de drainage	3 550	392	3 942
<b>total</b>	<b>79 873</b>	<b>15 318</b>	<b>95 191</b>

Source : Khouri, 2000

gouvernements ont offert des subventions et des incitations qui ont entraîné une expansion massive de l'agriculture, augmentant la demande en eau, satisfaite surtout par une exploitation des aquifères profonds. En outre, le pompage non réglementé de l'eau, l'absence d'une tarification minimum de l'eau d'irrigation, l'absence d'application des règles contre le forage illégal de puits, de mauvaises pratiques d'irrigation et un manque de sensibilisation des agriculteurs ont entraîné une utilisation excessive de l'eau.

L'agriculture intensive et une abondante application de produits agrochimiques ont également contribué à la pollution des ressources en eau. Par exemple, la concentration de nitrate dans l'eau du robinet, à Gaza, dépasse les normes fixées par l'OMS (10 mg/litre) et elle augmente au rythme de 0,2 à 1,0 mg/litre par an dans les puits proches de la côte. Le respect des normes de l'OMS interdirait de consommer pour la boisson l'eau provenant de la moitié de ces puits côtiers (Autorité palestinienne, 2000).

**Surexploitation des eaux souterraines**

Une utilisation excessive des eaux souterraines a entraîné une baisse massive des niveaux de la nappe

phréatique et une dégradation de la qualité en raison de l'intrusion d'eau salée. Par exemple, en Arabie saoudite, le niveau de la nappe a baissé de plus de 70 mètres dans l'aquifère d'Umm El Radhuma, entre 1978 et 1984, et cette baisse s'est accompagnée d'une augmentation de plus de 1 000 mg/litre de la salinité (Al-Mahmood, 1987). Dans les Émirats arabes unis, le pompage excessif d'eaux souterraines a amené la formation de cônes de dépression de 50 à 100 km de diamètre dans plusieurs régions du pays. Ce phénomène a entraîné un abaissement de la nappe, un tarissement des puits peu profonds et l'intrusion d'eau salée. Dans la steppe syrienne et jordanienne, la salinité des eaux souterraines a le plus souvent augmenté de plusieurs milliers de milligrammes par litre. Une surexploitation des aquifères côtiers dans la zone côtière du Liban a entraîné une intrusion d'eau de mer, portant la salinité, dans certains puits proches de Beyrouth, de 340 à 22 000 mg/litre (CESAO, 1999).

**Aspects qualitatifs**

La dégradation de la qualité de l'eau est souvent la conséquence de sa rareté et de sa surexploitation. La quantité et la qualité de l'eau sont deux questions essentielles dans les pays du Machrek. Les effluents, les rejets de produits agrochimiques et industriels ont gravement compromis la vie aquatique et entraîné des risques pour la santé publique. Les rejets d'effluents des tanneries dans la Barada, en Syrie, ont porté le niveau de demande biologique en oxygène (DBO) à des niveaux 23 fois supérieurs à la normale (Banque mondiale, 1995). En hiver, près de Homs (Syrie) la DBO atteint, dans l'Oronte, des niveaux 100 fois supérieurs à ceux de l'endroit où ce fleuve quitte le Liban et entre en Syrie.

L'impact de la mauvaise qualité de l'eau sur la santé publique est très préoccupant. Les maladies d'origine hydrique, en particulier la diarrhée, sont, après les maladies respiratoires, la deuxième cause de mortalité et de morbidité des enfants dans la région (Banque mondiale, 1995).

**Évolution des politiques suivies**

L'Asie occidentale élabore des politiques visant à accroître l'offre d'eau et à améliorer sa conservation. En Jordanie, on donne la priorité à la durabilité des ressources en eau sans mettre en exploitation les ressources d'eaux souterraines ; le pays construit des barrages et autres installations pour recueillir toutes les ressources en eau disponibles (Al-Weshah, 2000). De nombreux pays ont commencé à investir dans des techniques d'irrigation plus efficaces. L'amélioration de l'efficacité de l'irrigation dans la vallée du Jourdain a permis de faire passer les rendements moyens de la

**Utilisation de l'eau pour l'irrigation en Asie occidentale**

Des subventions et des incitations ont entraîné une expansion massive de l'agriculture privée en Asie occidentale, et l'extension d'une irrigation complémentaire dans certaines des zones d'agriculture pluviale. Par exemple, les surface irriguées totales en Syrie ont pratiquement doublé au cours des 30 dernières années, passant de 625 000 ha (10,9 % des terres arables) en 1972 à 1 186 000 ha (25,2 %) en 1999 (FAOSTAT, 2001). En Iraq, le pourcentage de terres irriguées est passé de 30,3 % en 1972 à 67,8 % en 1999 (FAOSTAT, 2001). Or, l'efficacité de l'irrigation, c'est-à-dire le pourcentage de l'eau qui atteint effectivement la plante cultivée, ne dépasse pas 50 % dans la région et tombe parfois à 30 %, entraînant d'importantes pertes d'eau (ACSAD, 1997).

L'eau utilisée pour la culture du blé en Arabie saoudite entre 1980 et 1995 a représenté 254 km<sup>3</sup> (Al-Qunaibet, 1997), soit l'équivalent de 13 % des réserves d'eaux fossiles totales de ce pays, soit 1 919 km<sup>3</sup> (Al Alawi et Razzak, 1994).

culture de légumes de 8,3 tonnes par hectare en 1973 à 18,2 tonnes en 1986 (Banque mondiale, 1995). Le recyclage des eaux usées est un autre moyen important de conserver les eaux qui ne sont pas destinées à la boisson, en particulier les eaux d'irrigation, et de réduire la dégradation environnementale tout en améliorant la santé publique. Le recyclage des eaux usées traitées a augmenté dans les pays du Machrek, passant de zéro en 1973 à environ 51 millions de m<sup>3</sup>/an en 1991 (Sarraf, 1997). Mais beaucoup de pays n'ont toujours pas de politiques systématiques de l'eau et de gestion des ressources en eau.

Le problème de la rareté de l'eau et de la dégradation de sa qualité dans la région est attribué à :

- La fragmentation et la faiblesse des autorités chargées de la gestion des eaux, amenant une gestion inefficace et des conflits entre les utilisations de l'eau par les différents secteurs ;
- Une urbanisation rapide, non planifiée, et notamment un important exode rural ;
- Des conflits politiques et militaires qui retentissent sur le développement du secteur de l'eau ;
- L'escalade de la demande en eau par les différents secteurs ;
- Des politiques d'autosuffisance alimentaire ;
- De mauvaises pratiques d'irrigation ;
- Le manque d'installations d'assainissement, entraînant une pollution ;
- L'absence de mécanismes qui permettraient de

renforcer la législation de l'eau et le respect de son application.

Le manque de données hydrographiques est un problème sérieux. La plupart des études reposent sur des séries chronologiques trop courtes ou sont parfois de simples estimations.

Au cours des 30 dernières années, les autorités chargées de l'eau, dans la région, ont fait porter leurs efforts sur l'augmentation de l'offre d'eau, et dans une moindre mesure sur la gestion de la demande et la conservation de l'eau. Bien que leur efficacité ne soit pas prouvée, les programmes de gestion de la demande, de conservation et de protection de l'eau ont été appliqués dans les deux sous-régions. Ces programmes comprennent par exemple la réduction des subventions agricoles et sur les combustibles, le métrage de l'eau souterraine prélevée au puits, de futurs plans de tarification de l'eau d'irrigation, des subventions aux techniques modernes d'irrigation et des campagnes de sensibilisation.

Dans les pays membres du CCG, ces politiques ont partiellement réussi à réduire la pénurie d'eau causée par l'augmentation de la demande et par les politiques d'autosuffisance alimentaire. En fait, ces politiques, appliquées depuis trois décennies, n'ont pas réussi. Le déficit de la production vivrière augmente et est aggravé encore par la pénurie de terres arables et de ressources en eau, déjà surexploitées. La sécurité hydrique deviendra l'une des principales contraintes pesant sur la poursuite du développement de la région au cours des 30 prochaines années, à moins que des changements majeurs ne soient apportés aux politiques de l'eau et de l'agriculture.

## Chapitre 2, eaux douces, Asie occidentale. Références bibliographiques :

ACSAD (1997). *Water resources and their utilization in the Arab world*, 2nd Water Resources Seminar. Conférence tenue au Koweït, 8 au 10 mars 1997

ACSAD (2000). *Alternative Policy Study : Water Resource Management in West Asia*. Nairobi (Kenya), Programme des Nations Unies pour l'environnement <http://www.grida.no/geo2000/aps-wasia/index.htm> [Geo-2-146]

Al-Alawi, Jamil et M. Abdul Razzak (1994). *Water in the Arabian Peninsula : Problems and Perspectives*. In Rogers, Peter and Peter Lydon (eds.). *Water in the Arab World : Perspectives and Prognoses*. Cambridge (É.-U.), Harvard University Press

Al-Mahmoud, M.J. (1987). *Hydrogeology of Al-Hassa Oasis*. M.Sc. Thesis, Geology Department, College of Graduate Studies, King Fahd University of Petroleum and Minerals (Arabie saoudite)

Al-Qunaibet, M.H. (1997). *Water Security in the Kingdom of Saudi Arabia*. In Al-Zubari, W. et Mohammed Al-Sofi (dirs. de publ.). *Proceedings of the 3rd Gulf Water Conference*, 8 au 13 mars 1997, Mascate (Oman)

Al-Weshah, R. (2000). *Hydrology of Wadi Systems in Jordan*. Damas (Syrie) Arab Network on Wadi Hydrology, ACSAD/ UNESCO

Autorité palestinienne (2000). *State of Environment, Palestine*. Jérusalem, Ministère des questions environnementales, Autorité palestinienne

Banque mondiale (1995). *Forger un partenariat pour une action environnementale pour le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord : vers un développement durable*. Washington (É.-U.), Banque mondiale

CESAO (1999). *Updating the Assessment of Water Resources in ESCWA Member States, ESCWA/ ENR/ 1999/ WG.1/7*. Beyrouth, Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie occidentale

FAOSTAT (2001). *Base de données FAOSTAT*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

<http://www.fao.org/> [Geo-2-068]

Khouri, J. (2000). *Sustainable Management of Wadi Systems in the Arid and Semi-Arid zones of the Arab Region*. International Conference on Wadi Hydrology. Conférence tenue à Sharm El-Sheikh (Égypte), 21 au 23 novembre 2000

Nations Unies (2001). *World Population Prospects (1950-2050) : the 2000 revision*. New York (É.-U.), Division de la population du Secrétariat de l'ONU

Sarraf, S. (1997). *Water Resources of the Arab Countries : A Review*. In ACSAD, *Water resources and their utilization in the Arab world*, 2nd Water Resources Seminar. Conférence tenue au Koweït, 8 au 10 mars 1997

Zubari, W.K. (1997). *Towards the Establishment of a Total Water Cycle Management and Re-use Program in the GCC Countries*. The 7th Regional Meeting of the Arab International Hydrological Programme Committee, 8 au 12 septembre 1997, Rabat (Maroc)

## Les eaux douces : régions polaires

### L'Arctique

L'Arctique détient une grande partie des eaux douces de la planète et ses paysages sont dominés par les systèmes d'eau douce. Les deux principales étendues de glace sont la banquise qui couvre l'océan Arctique (8 millions de km<sup>2</sup>) et la calotte glacière du Groenland (1,7 million de km<sup>2</sup>) qui, ensemble, représentent 10 % des eaux douces mondiales. La calotte glacière du Groenland produit environ chaque année 30 km<sup>3</sup> d'icebergs. Dans l'Arctique se déversent plusieurs des plus grands fleuves mondiaux. Ils apportent ainsi 4 200 km<sup>3</sup> d'eau douce dans l'océan Arctique chaque année, mais aussi environ 221 millions de tonnes de sédiments (Crane et Galasso, 1999 ; AMAP, 1997).

Les températures basses, les faibles quantités de nutriments, le manque de lumière et la brièveté de la saison de croissance limitent la productivité primaire des systèmes d'eau douce de l'Arctique, ce qui, à son tour,

### Les grands fleuves qui se jettent dans l'Arctique, et leurs bassins

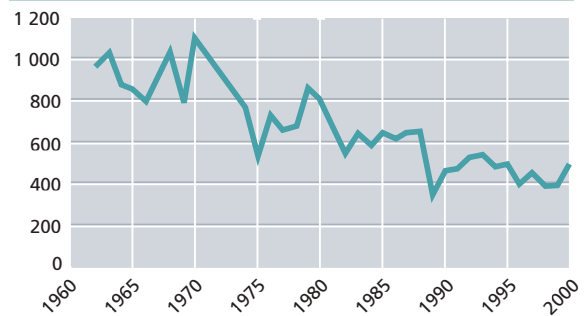


Bassins versants de l'océan Arctique, montrant les principaux fleuves, avec leur débit annuel en km<sup>3</sup>

Source : CAFF, 2001

limite la vie animale que ces systèmes peuvent entretenir. Néanmoins, les bassins fluviaux sont peuplés d'abondantes espèces de poissons telles que l'omble de l'Arctique, le saumon de l'Atlantique Nord et le saumon rose. Ces dernières années, la tendance générale au réchauffement, à laquelle il faut ajouter la pêche

### Le déclin du *Bucefala islandica*



La baisse de la population de *Bucefala islandica*, au lac Mylatyn, en Islande, mesurée par le nombre de mâles au printemps

Source : CAFF, 2001

commerciale ou d'agrément, a entraîné certaines pressions sur ces populations. L'introduction accidentelle d'espèces allogènes et l'augmentation de l'exploitation du poisson est une autre source de préoccupation (Bernes, 1996). L'eutrophisation est un problème apparu récemment dans plusieurs lacs scandinaves, où les établissements humains ont augmenté les niveaux de nutriments.

Ces fleuves, qui s'écoulent surtout vers le Nord, apportent des polluants provenant de sources très éloignées à l'intérieur des terres, spécialement en Fédération de Russie. Au printemps, ces polluants sont déposés dans les eaux douces et en fin de parcours dans l'environnement marin ; ils peuvent être transportés sur des milliers de kilomètres depuis leur point d'origine, par l'effet de la circulation des courants marins de l'Arctique. Ces polluants sont surtout des produits chimiques résultant de la production agricole, industrielle et pétrolière, des radionucléides laissés par des tests nucléaires et par des activités militaires, et des sels solubles dans l'eau (Crane et Galasso, 1999). Les pays riverains de l'Arctique ont adopté un programme régional d'action pour la protection du milieu marin arctique contre la pollution résultant d'activités terrestres (inspiré du Programme mondial d'action pour la protection du milieu marin contre la pollution résultant d'activités terrestres) ainsi que des programmes d'action nationaux mis en œuvre par certains pays, notamment la Fédération de Russie. Ces instruments sont encore trop récents pour qu'on puisse en mesurer l'efficacité à long terme (PAME, 1998).

Les habitants des pays nordiques sont fermement opposés à la construction de barrages. Entre 1975 et 2001, le peuple Cree a lutté contre le Gouvernement québécois pour obtenir des dommages après les atteintes portées à l'environnement sur son territoire. Mais, en octobre 2001, les Cree ont subitement modifié leur position et ont signé un accord de principe autorisant le Gouvernement québécois à construire une autre grande retenue

hydroélectrique sur le système fluvial Eastmain-Rupert en échange d'un règlement en espèces. En 2000, un projet de construction de barrage hydroélectrique qui aurait inondé une zone humide importante a été rejeté (Arctic Bulletin, 2001). En 2001, l'Agence islandaise de planification a rejeté des plans hydroélectriques qui auraient abouti à la construction de barrages sur deux des trois fleuves qui descendent du plus vaste glacier d'Europe et auraient détruit de vastes zones sauvages.

Depuis les années 70, les températures de l'air au niveau du sol semblent savoir augmenté en moyenne de 1,5° C par décennie sur la Sibérie continentale et une partie de l'ouest de l'Amérique du Nord, qui sont deux vastes régions d'où proviennent une grande partie des eaux douces alimentant le bassin de l'Arctique. La tendance opposée est constatée au Groenland et dans la partie orientale de l'Arctique canadien, où on constate une baisse de 1° C par décennie (AMAP, 1997). Ce réchauffement a entraîné le dégel d'une partie du sol gelé en permanence en Alaska et dans le nord de la Russie (Morison et autres, 2000 ; GIEC, 2001).

Les pays de l'Arctique ont répondu en partie à ces menaces qui pèsent sur leurs eaux douces en créant des zones protégées et en désignant des zones humides importantes en vertu de la Convention relative aux zones humides d'importance internationale. Près de la moitié de la zone protégée, dans l'Arctique, est constituée par la calotte glacière et par les glaciers du Groenland, qui constituent un réservoir d'eau douce.

## L'Antarctique

Alors que la calotte glacière antarctique constitue la masse d'eau douce la plus vaste au monde, il existe aussi des cours d'eau saisonniers ainsi que d'innombrables lacs et mares en Antarctique. D'autres sources d'eau douce sont capturées dans les glaciers qui bordent les côtes de l'Antarctique. Toutes ces masses d'eau risquent d'être

menacées par la pollution, notamment par les polluants laissés par les chercheurs et les touristes se rendant en Antarctique.

Des lacs d'eau douce existent surtout dans les régions côtières, ainsi que dans les nombreuses îles subantarctiques, et dans les rares zones libres de glace. Ces lacs sont souvent exposés à une pollution potentielle résultant des activités humaines. Les observations menées dans certains lacs, cependant, montrent que la pollution résultant des activités de recherche et du fonctionnement des stations est généralement inférieure ou tout au plus égale aux seuils de détection. Dans la chaîne de Larsemann, dans l'est de l'Antarctique, les concentrations de métaux à l'état de trace semblent plus élevées dans les lacs voisins des stations que dans les lacs plus éloignés. Les concentrations relevées sont cependant conformes aux normes relatives à l'eau de boisson (Gasparon et Burgess, 2000). On s'attend à ce que le Protocole relatif au Traité de l'Antarctique concernant la protection de l'environnement réduise au minimum les impacts et les activités humaines sur ces lacs.

En 1970, les observations faites ont révélé l'existence de vastes lacs situés sous la glace dans le centre du continent Antarctique. Ainsi, le lac Vostok, qui a environ 220 km de long, 70 km de large et contient environ 2 000 km<sup>3</sup> d'eau, est le plus vaste des quelque 70 lacs sous-glaciaires connus à ce jour (Dowdeswell et Siegert, 1999). L'importance mondiale de ces lacs sous-glaciaires est qu'ils n'ont pas été exposés à l'atmosphère au cours des 500 000 dernières années et qu'ils sont donc dépositaires de renseignements d'un intérêt unique sur l'histoire de l'environnement. Selon certaines indications le lac Vostok contiendrait aussi des micro-organismes viables (Karl et autres, 1999 ; Priscu et autres, 1999). On envisage actuellement un certain nombre de technologies qui permettraient de s'introduire dans le lac sans le contaminer (Fédération de Russie, 2001).

## Chapitre 2, eaux douces, régions polaires. Références bibliographiques :

AMAP (1977). *Arctic Pollution Issues : A State of the Arctic Environment Report*. Arctic Council, Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique, Oslo (Norvège)

Arctic Bulletin (2001). *WWF Arctic Programme No. 3.01*, Oslo (Norvège)

Bernes, C. (1996). *The Nordic Arctic Environment — Unspoilt, Exploited, Polluted ?* Conseil des ministres nordiques, Copenhague (Danemark)

CAFF (2001). *Arctic Flora and Fauna : Status and Conservation*. Conservation of Arctic Flora and Fauna. Helsinki (Finlande), Edita

Crane, K. et Galasso, J.L. (1999). *Arctic Environmental Atlas*. Office of Naval Research, Naval Research Laboratory, Washington (É.-U.)

Dowdeswell, J.A. et Siegert, M.J. (1999). The dimensions and topographic setting of Antarctic subglacial lakes and implications for large-scale

water storage beneath continental sheets. *Geological Society of America Bulletin*, 111, 2

Fédération de Russie (2001). Expert Conclusions for the Project 'Justification and development of the ecologically clean technology for penetrating the subglacial Lake Vostok'. Document de travail 29, quatrième Réunion consultative du Traité de l'Antarctique, 9 au 20 juillet 2001, Saint-Petersbourg (Fédération de Russie)

Gasparon, M. et Burgess, J.S. (2000). Human impacts in Antarctica trace-element geochemistry of freshwater lakes in the Larsemann Hills, East Antarctica. *Environmental Geology*, 39 (9), 963- 976

GIEC (2001). *Climate Change 2001 : The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge (R.-U.) et New York (É.-U.), Cambridge University Press

Karl, D.M., Bird, D.F., Bjorkman, K., Houlihan, T., Shackelford, R. et Tupas, L. (1999). Microorganisms in the accreted ice of Lake Vostok, Antarctica. *Science*, 286 (5447), 2144-2147

Morison, J., Aagaard, K. et Steele, M. (2000). Recent Environmental Changes in the Arctic : a review. *Arctic (Arctic Journal of the Arctic Institute of North America)*, 53, 4, décembre 2000

PAME (1998). *Regional Programme of Action for the Protection of the Arctic Marine Environment from Land-Based Activities*. Arctic Council. Programme pour la protection de l'environnement marin arctique

Priscu, J.C., Adams, E.E., Lyons, W.B., Voytek, M.A., Mogk, D.W., Brown, R.L., McKay, C.P., Takacs, C.D., Welch, K.A., Wolf, C.F., Kirshtein, J.D. et Avci, R. (1999). Geomicrobiology of subglacial ice above Lake Vostok, Antarctica. *Science*, 286 (5447), 2141- 2144

## NOTRE ENVIRONNEMENT EN MUTATION : le barrage des Trois Gorges, en Chine



Le barrage des Trois gorges est situé au nord-ouest de la ville de Yichang, dans la province du Hubei, en Chine, dans une région subtropicale de forêts de résineux et d'espèces à feuilles caduques.

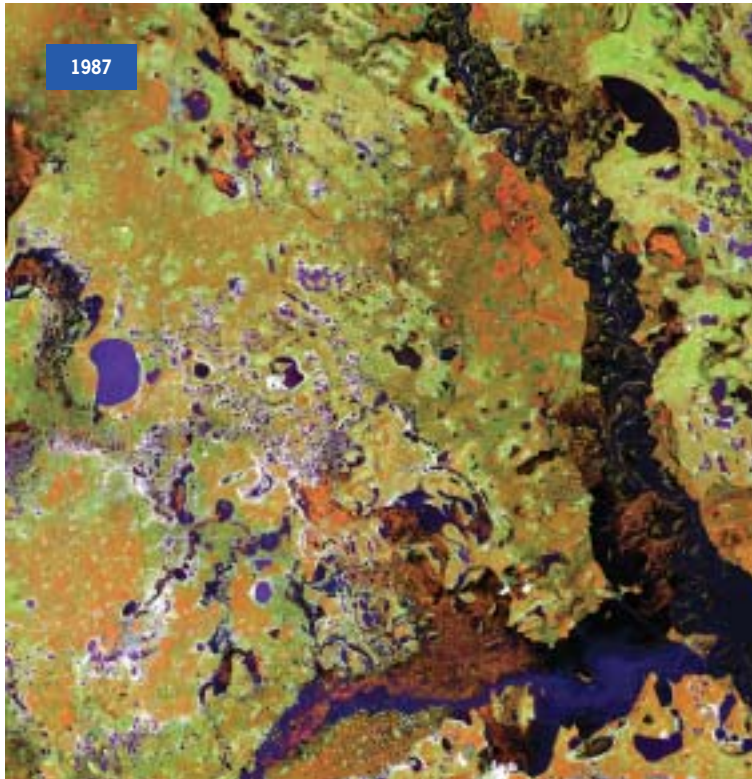
Sur ces images, la végétation apparaît en vert, les masses d'eau en bleu, les terres dénudées en rose et les zones construites en bleu-violet.

Ces images font apparaître les changements importants

qui ont eu lieu dans les terres cultivées et dans la brousse d'origine. Dans la zone voisine du barrage des Trois Gorges (tout à fait au centre des deux images), une zone qui était couverte de végétation a été presque entièrement remplacée par un paysage modelé par l'homme, et l'érosion des sols s'y est intensifiée, comme le montre l'image prise en 2000.



## NOTRE ENVIRONNEMENT EN MUTATION : la province chinoise de Chilin



La plaine de Nenjiang est située dans le nord-est de la Chine, dans une zone semi-aride tempérée. L'altitude n'y dépasse pas 100 mètres. Une grande partie de la région est composée de terres humides, importants pour la diversité biologique et autres ressources des marécages. Les images montrent la vaste zone marécageuse située à l'est de la ville de Baicheng, dans la province de Chilin. Les masses d'eau apparaissent en bleu-noir. Le Yueliangpao apparaît en bas à droite. Les deux images montrent comment, entre 1987 et 2000, d'importantes superficies de marécages ont été perdues, pour être remplacées par des terres cultivées, qui apparaissent en rouge sur l'image, et l'on voit la perte de diversité biologique qui s'est produite dans cette région. La salinisation des sols commence à se produire le long de rives du fleuve (zones blanches).

Imagerie et texte : Centre chinois de télédétection environnementale.

