



# **Les eaux souterraines : une ressource nord-américaine**

**Document de travail**

**Atelier d'experts dans le domaine de l'eau douce  
en Amérique du Nord**

*Le 21 janvier 2002*

**Organisé par les responsables du  
Programme sur les enjeux de l'eau  
*Munk Centre for International Studies*  
Trinity College, Université de Toronto**

**Document de travail établi par Joanna Kidd, Lura Consulting  
Le 4 janvier 2002**

## **Avertissement**

Le présent document a été commandé par le Secrétariat de la Commission de coopération environnementale (CCE) de l'Amérique du Nord pour servir de point de départ aux discussions lors de la tenue de l'atelier d'experts de la CCE dans le domaine de l'eau douce en Amérique du Nord. Les opinions qui y sont exprimées sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues de la CCE ou des gouvernements du Canada, du Mexique ou des États-Unis.

Pour plus de renseignements sur la CCE ou ses publications, s'adresser à :

Commission de coopération environnementale de l'Amérique du Nord  
393, rue Saint-Jacques Ouest, bureau 200  
Montréal (Québec), Canada H2Y 1N9  
Téléphone : (514) 350-4300  
Télécopieur : (514) 350-4314  
Site Web : <http://www.cec.org>

## Table des matières

<b>Introduction et contexte .....</b>	<b>1</b>
<b>L'état de la ressource .....</b>	<b>2</b>
Les eaux souterraines sont une ressource nord-américaine d'une importance capitale .....	2
Dans bien des régions, le rythme de consommation des eaux souterraines dépasse le rythme d'alimentation.....	4
De nombreux aquifères sont contaminés .....	7
Les problèmes s'aggraveront à l'avenir .....	9
<b>Le mode actuel de gestion de la ressource .....</b>	<b>10</b>
Les eaux souterraines ne sont pas adéquatement protégées contre la transformation de l'utilisation des sols .....	10
Les méthodes de gestion ne sont pas fondées sur une approche écosystémique .....	10
Le régime de réglementation est disparate.....	11
Il n'existe pas de mécanismes transfrontaliers adéquats .....	11
Les systèmes de tarification vont à l'encontre de la durabilité .....	12
Il y a d'importantes lacunes dans nos connaissances .....	12
<b>La voie de la durabilité .....</b>	<b>14</b>
Les autorités doivent étoffer la base de connaissances sur les eaux souterraines .....	15
Les autorités doivent améliorer les modalités d'établissement de rapports et l'accès à l'information .....	15
La gestion des eaux souterraines doit être fondée sur une approche écosystémique .....	16
La gestion des eaux souterraines doit viser la durabilité.....	17
Les gouvernements doivent intensifier les efforts liés à l'utilisation rationnelle de l'eau .....	18
<b>Ouvrages cités.....</b>	<b>19</b>



## Introduction et contexte

Le présent document de travail, élaboré pour le compte de la Commission de coopération environnementale (CCE), vise à alimenter et à orienter le débat sur la question des eaux souterraines dans le contexte nord-américain. Auparavant, la CCE avait examiné le cadre législatif et stratégique de gestion de l'eau douce transfrontalière en Amérique du Nord et avait cerné divers nouveaux enjeux dans ce domaine. En juin 2001, le Conseil de la CCE a chargé le Secrétariat d'analyser les enjeux connexes à la tarification locale de l'eau et à la gestion des bassins hydrographiques, ainsi que de promouvoir l'utilisation de technologies accessibles et abordables pour améliorer la gestion de l'eau douce. La Commission inclura un chapitre spécial sur l'eau dans le prochain rapport sur l'état de l'environnement qu'elle publiera en 2003.

La CCE a choisi d'axer tout d'abord les travaux sur les eaux souterraines parce qu'il s'agit de la composante la moins connue du réseau d'eau douce en Amérique du Nord. Comme on l'indique dans le présent document, plusieurs organismes ont exhorté les gouvernements à étoffer la base de connaissances sur cette ressource. On sait très peu de choses sur la quantité d'eau souterraine disponible, sur le volume d'eau consommé actuellement, sur le régime d'écoulement des nappes souterraines et sur d'autres importants facteurs. En tant que ressource, les eaux souterraines n'ont pas encore été examinées dans une perspective nord-américaine.

Les eaux souterraines sont un élément crucial (mais sous-estimé) de notre réseau d'eau douce. Près de 200 millions de Nord-Américains comptent sur elles pour leur approvisionnement en eau de consommation domestique. Les nappes souterraines sont également d'une importance capitale pour les secteurs agricole et industriel de l'économie nord-américaine et jouent un rôle essentiel dans l'alimentation des rivières, fleuves, ruisseaux, lacs, milieux humides et systèmes aquatiques. Or, cette ressource est menacée : de nombreux aquifères sont contaminés en Amérique du Nord et, à bien des endroits, on consomme les eaux souterraines plus rapidement qu'elles ne peuvent se régénérer. De nouveaux facteurs tels que la possibilité d'un commerce international de l'eau, la croissance démographique rapide dans des régions où l'eau est rare et le changement climatique mondial contribueront tous à intensifier les pressions exercées sur les ressources en eau souterraine. On a consacré des décennies d'efforts, au Canada, au Mexique et aux États-Unis, à la protection et à la remise en état des eaux de surface, mais on a accordé beaucoup moins d'attention aux eaux souterraines. Les résultats de cette inattention des institutions commencent maintenant à se manifester.

Bien des gens soutiennent que l'accès à une eau saine sera le principal enjeu environnemental du XXI<sup>e</sup> siècle. Selon une récente étude, si les tendances de consommation actuelles se maintiennent, au moins 3,5 milliards d'êtres humains — soit 48 % de la population de la planète — vivront d'ici l'an 2025 dans des bassins versants où l'eau est rare (WRI, 2000). Cette prévision et les autres facteurs susmentionnés indiquent qu'il faut dès à présent amorcer un débat sur les eaux souterraines en Amérique du Nord.

### *À propos du présent rapport*

Le présent document de travail a été élaboré en prévision de l'atelier d'experts dans le domaine de l'eau douce en Amérique du Nord organisé par la CCE. Il se fonde sur des sources d'information existantes et facilement disponibles. L'auteur a tâché de recueillir des renseignements d'un degré de précision équivalent pour le Canada, le Mexique et les États-Unis, mais cela n'a pas toujours été possible. L'auteur est l'unique responsable de toute erreur ou omission dans le présent rapport.

## L'état de la ressource

### Les eaux souterraines sont une ressource nord-américaine d'une importance capitale

#### *Étendue*

Pour bien des gens, en Amérique du Nord, l'eau douce évoque des images de rivières et de lacs aux eaux limpides. En réalité, toutefois, l'immense majorité des ressources mondiales (et nord-américaines) en eau douce liquide — 97 %, selon certaines estimations — n'est pas visible, s'étant accumulée dans des formations aquifères souterraines (Sampat, 2000; Monroe et Wicander, 1994). Une partie de cette eau souterraine — froide, propre et à écoulement lent — est un héritage du passé et peut être stockée dans les aquifères depuis aussi longtemps que 10 000 ans (Environnement Canada, 1999).

L'abondance d'eau douce varie énormément d'une région à l'autre de l'Amérique du Nord. Le Canada, par exemple, est relativement riche en eau : environ 9 % des ressources mondiales renouvelables accessibles en eau douce se trouvent sur son territoire. La majeure partie de cette eau est stockée dans le sous-sol; on a estimé que le volume des eaux souterraines correspondait à 37 fois celui des eaux superficielles des lacs et cours d'eau du pays. En raison de la structure du peuplement au Canada — la plupart des habitants vivent dans une étroite bande de territoire dans le sud du pays, tandis que bon nombre des rivières et fleuves s'écoulent vers le nord, en direction de l'océan Arctique —, 90 % de la population a accès à 40 % seulement des ressources en eau nationales (Labelle et Forge, 2001).

**Tableau 1. Disponibilité de l'eau douce**

	Ressources renouvelables en eau douce (km <sup>3</sup> /an)
<b>Canada</b>	2 849,5
<b>États-Unis</b>	2 459,1
<b>Mexique</b>	359,5
<b>Amérique du Nord</b>	5 668,1

Source : Connor, 1999; valeurs calculées à partir de diverses sources.

Comme l'indique le tableau 1, où l'on utilise comme mesure la disponibilité des ressources renouvelables en eau douce, les États-Unis sont également riches en eau. En revanche, les ressources du Mexique sont considérablement moindres.

#### *Consommation humaine*

Les eaux souterraines totalisent une importante proportion de l'eau douce qui est captée annuellement en Amérique du Nord, particulièrement aux États-Unis et au Mexique. Toutefois, les données présentées au tableau 2, ci-dessous, ne témoignent pas adéquatement de toute l'importance de cette ressource.

**Tableau 2. Quantité d'eau souterraine captée**

<b>Pays</b>	<b>Quantité d'eau souterraine captée annuellement (km<sup>3</sup>)</b>	<b>Pourcentage du total d'eau douce captée</b>
<b>Canada</b>	1	2 %
<b>États-Unis</b>	106	23 %
<b>Mexique</b>	25	34 %

Source : World Water Vision, 1999; valeurs calculées à partir de diverses sources.

Comme le montre le tableau 3, près de 198 millions de Nord-Américains comptent sur les ressources souterraines pour s'approvisionner en eau de boisson, de lavage et de chasse, ainsi que pour d'autres utilisations domestiques. Plus du quart des habitants du Canada, la moitié de la population des États-Unis et les deux tiers des habitants du Mexique consomment de l'eau souterraine à des fins domestiques.

**Tableau 3. Population comptant sur les ressources souterraines pour l'approvisionnement en eau de consommation domestique**

<b>Pays</b>	<b>Population comptant sur les ressources souterraines (millions d'habitants)</b>	<b>Pourcentage de la population totale</b>
<b>Canada</b>	7,9	27 %
<b>États-Unis</b>	130	50 %
<b>Mexique</b>	60	66 %

Source : World Water Vision, 1999; valeurs calculées à partir de diverses sources.

La dépendance envers les eaux souterraines varie énormément d'une région à l'autre au Canada et aux États-Unis. Seuls 20 % des habitants du Québec, par exemple, comptent sur les nappes souterraines pour leur approvisionnement en eau, alors que la proportion correspondante est de 60 % au Nouveau-Brunswick et de près de 100 % à l'Île-du-Prince-Édouard (Environnement Canada, 2001). Dans certaines parties de la Floride, dans la région de San Antonio (Texas) et dans celle d'Albuquerque (Nouveau-Mexique), les aquifères sont la seule source d'eau potable (NRC, 2000).

Aux États-Unis et au Mexique, la majeure partie de l'eau souterraine captée est utilisée par le secteur agricole pour l'irrigation et l'abreuvement du bétail. Au Canada, la consommation domestique rivalise en importance avec les utilisations à des fins agricoles. Environ 89 % des fermes canadiennes dépendent des aquifères pour leur eau de consommation et d'irrigation (tableau 4) (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2000).

**Tableau 4. Captage d'eau souterraine, selon le secteur**

Pays	Consommation domestique	Industrie	Agriculture	Total (km <sup>3</sup> /an)
Canada (1991)	43 %	14 %	43 %	1,0
États-Unis (1990)	23 %	6 %	71 %	110,0
Mexique (1985)	13 %	23 %	64 %	24,0

Source : World Water Vision, 1999; valeurs calculées à partir de diverses sources.

### *Valeur écologique*

Outre leur utilisation par les humains, les eaux souterraines accomplissent de multiples fonctions écologiques de première importance. Elles constituent un élément essentiel du cycle hydrologique, suivant lequel l'eau circule constamment de l'atmosphère vers la surface et dans les régions souterraines de la Terre. À ce titre, elles jouent un rôle important dans l'alimentation des ruisseaux, rivières, fleuves, lacs, milieux humides et communautés aquatiques. Par exemple, les nappes souterraines sont à l'origine d'une proportion notable de l'alimentation totale en eau des Grands Lacs, depuis 22 % de l'apport d'eau en provenance des États-Unis pour le lac Érié jusqu'à 42 % de l'apport d'eau en provenance des États-Unis pour les lacs Huron et Ontario (CMI, 2000).

Les interactions entre les eaux superficielles et les eaux souterraines sont complexes et variables. Les milieux humides, par exemple les bourniers des prairies, qui se trouvent en terrain surélevé ont généralement pour fonction d'alimenter les aquifères sous-jacents, tandis que ceux qui sont situés dans des dépressions du sol reçoivent d'ordinaire la majeure partie de leur eau des aquifères. L'apport des nappes souterraines au débit des cours d'eau varie selon la géologie de la surface ainsi que d'autres facteurs. Dans certaines régions de l'Ontario où les sols limoneux et argileux prédominent, cet apport représente moins de 20 % du débit des cours d'eau. Dans les zones où les sols sablonneux et graveleux prédominent, il peut représenter 60 % ou plus du débit total des cours d'eau (CMI, 2000).

L'apport des nappes souterraines est un déterminant clé de la viabilité biologique des cours d'eau tributaires. Dans les zones relativement intactes, cet apport procure un afflux stable d'eau présentant des caractéristiques constantes de température, de composition chimique et de teneur en oxygène dissous (CMI, 2000). Un changement dans le niveau des eaux souterraines peut avoir de graves répercussions sur des habitats essentiels comme la végétation riveraine et sur les espèces sauvages qui dépendent de ces habitats pour leur survie (NRC, 2000).

### **Dans bien des régions, le rythme de consommation des eaux souterraines dépasse le rythme d'alimentation**

À beaucoup d'endroits, en Amérique du Nord, le taux de prélèvement des eaux souterraines est supérieur au taux d'alimentation naturelle. Ce «déficit d'eau souterraine» engendre une baisse du niveau de la nappe phréatique, l'intrusion d'eau salée, l'affaissement des sols et une diminution de l'apport d'eau souterraine dans les cours d'eau et les milieux humides.

### *Baisse du niveau de la nappe phréatique*

L'aquifère des Hautes Plaines (aquifère Ogallala) est un exemple classique de réservoir d'eau souterraine qui fait l'objet d'une surconsommation. Cet immense aquifère est sous-jacent à des parties de huit États américains, depuis le Dakota du Sud, au nord, jusqu'au Texas, au sud. La région des hautes plaines est une importante zone agricole qui produit une proportion considérable du maïs, du coton et du blé ainsi que la moitié du bétail de boucherie des États-Unis (Monroe et Wicander, 1994). Ses riches terres arables représentent environ le cinquième des terres irriguées de ce pays; on y consomme quelque 30 % de l'eau souterraine utilisée à l'échelle nationale à des fins d'irrigation. Les prélèvements d'eau souterraine pour satisfaire les besoins de l'irrigation ont engendré une chute de jusqu'à 30 mètres du niveau de la nappe phréatique (la surface supérieure de la zone saturée d'eau) dans certaines zones de cet aquifère (NRC, 2000).

Dans la région métropolitaine de Chicago–Milwaukee, l'abaissement du niveau d'eau dans les aquifères a été encore plus considérable. Les prélèvements d'eau souterraine ont atteint un sommet en 1979 et ont engendré un abaissement de la nappe phréatique de 114 mètres sous Milwaukee et de 274 mètres sous Chicago (CMI, 2000). La réduction des taux de captage depuis 1980 a permis aux aquifères de se rétablir en partie dans certains secteurs de la région, mais le niveau continue de baisser dans la portion sud-ouest de la région métropolitaine de Chicago. On observe également un abaissement du niveau des eaux souterraines dans la région aride du sud-ouest des États-Unis (p. ex., le bassin d'Albuquerque, au Nouveau-Mexique) et dans l'aquifère Sparta, dans les États de l'Arkansas, de la Louisiane et du Mississippi (NRC, 2000).

En raison de la surconsommation, les États-Unis font face à un déficit d'eau souterraine que l'on a estimé à 13,6 milliards de mètres cubes par année, touchant en majeure partie l'aquifère des Hautes Plaines (Postel, 1999).

Au Canada, la principale zone où l'abaissement de la nappe phréatique suscite des préoccupations est la région de Kitchener–Waterloo, en Ontario. Dans cette zone, environ 250 000 personnes dépendent des nappes souterraines pour leur approvisionnement en eau. En raison de l'épuisement des aquifères, il a fallu appliquer des programmes intensifs de conservation et l'on a envisagé de recourir à d'autres sources d'approvisionnement, notamment la construction d'un pipeline d'une longueur de 120 km pour le transport d'eau en provenance du lac Huron (Environnement Canada, 1996).

Au Mexique, on a recensé au total 459 formations aquifères. On a établi que 130 d'entre elles étaient surexploitées ou risquaient de le devenir (Steele et coll., 1997). Le bassin de Lerma–Chapala est l'une des zones touchées : les ressources hydriques dans cette région à croissance rapide, qui est à l'origine de 35 % du produit national brut (PNB) industriel du Mexique, font l'objet d'une surconsommation depuis le milieu des années 1980 (Scott et Restrepo, 2000). L'aquifère qui alimente en eau le million et demi d'habitants vivant dans la région semi-aride de Ciudad Juárez/El Paso s'appauvrit rapidement; on s'attend à ce qu'il soit épuisé d'ici 20 ans (United States-Mexico Foundation for Science, 1998).

Dans certaines parties de l'Amérique du Nord, y compris la région frontalière américano-mexicaine, la pénurie d'eau souterraine devient un problème grave et est à l'origine de conflits entre les utilisateurs d'eau et entre les organes de réglementation. L'abaissement de la nappe phréatique a déjà d'importantes répercussions économiques dans certaines zones, entraînant une augmentation du coût du pompage et une réduction du rendement des puits. Dans la région des Hautes Plaines, où le niveau des eaux souterraines s'est considérablement abaissé, les exploitants agricoles ont commencé à délaisser la culture irriguée. En 1978, les terres irriguées représentaient environ 5,2 millions d'hectares dans cette zone; en moins

d'une décennie, cette superficie avait diminué de près de 20 %, chutant à 4,2 millions d'hectares (Postel, 1999).

### *Intrusions d'eau salée*

Les intrusions d'eau salée peuvent représenter un grave problème dans les régions côtières où le taux de prélèvement des eaux souterraines est suffisamment élevé pour engendrer la pénétration d'eau de mer dans les aquifères d'eau douce. Aux États-Unis, ces intrusions suscitent particulièrement des préoccupations le long de la côte de l'Atlantique, de Cape Cod à Miami (NRC, 2000). Une fois contaminé par l'eau de mer, un aquifère ne peut plus être utilisé pour le captage d'eau potable ou à des fins d'irrigation; ses eaux demeureront longtemps saumâtres.

### *Affaissement des sols*

Les prélèvements d'eau souterraine à une grande échelle peuvent entraîner la consolidation des formations aquifères et l'affaissement des sols. Aux États-Unis, le pompage des eaux souterraines a notamment causé des tassements de terrain dans les régions suivantes : la vallée de San Joaquin, en Californie, la région de Houston–Galveston, au Texas, la zone de Baton Rouge, en Louisiane, et la région de Phoenix, en Arizona (NRC, 2000). Des parties de la ville de Mexico ont subi un tassement de pas moins de 10 mètres au cours des 70 dernières années (Environnement Canada, 1999). D'après les données actuelles, l'affaissement des sols n'est pas considéré comme un problème au Canada.

L'affaissement des sols peut gravement endommager les égouts, les conduites d'amenée d'eau, les fondations des immeubles, les canaux, les aqueducs, les routes et les tubages de puits. À Mexico, il a causé un abaissement du niveau moyen du centre de la ville à 2mètres au-dessous du fond du lac Texcoco, ce qui engendre un risque accru d'inondations (WRI, 1997). Le facteur peut-être le plus important est cependant le caractère irréversible de l'affaissement des sols causé par la surexploitation des nappes souterraines : lorsque les sédiments d'une formation aquifère sont compactés, la capacité de cette formation d'emmagasiner de l'eau se trouve réduite en permanence.

### *Répercussions sur les eaux de surface, la végétation et les espèces sauvages*

Un récent rapport de l'*US Geological Survey* (USGS, Commission géologique des États-Unis) décrit en détail les interactions complexes entre les eaux souterraines et les eaux superficielles, ainsi que la sensibilité des milieux humides et des zones riveraines aux changements survenant dans la quantité et la qualité des eaux souterraines (Winter et coll., 1998).

La vallée de la rivière San Pedro est une région où la surexploitation des eaux souterraines a des incidences sur les eaux de surface. Cette rivière s'écoule vers le nord, depuis les zones de désert semi-aride de l'État de Sonora, au Mexique, jusqu'en Arizona, aux États-Unis. Elle constitue une rareté : c'est l'un des derniers cours d'eau de la région Sud-Ouest à présenter un débit d'eau presque à longueur d'année – et ce débit est alimenté par les eaux souterraines. Le luxuriant couloir fluvial qui borde la rivière forme une oasis linéaire au cœur de deux des plus vastes déserts de l'Amérique du Nord. Il s'agit de l'une des plus importantes voies migratoires des oiseaux qui hivernent au Mexique et se reproduisent aux États-Unis et au Canada; on a qualifié cette zone de lieu unique qui revêt une importance nationale et continentale (CCE, 1999). Des parties du cours supérieur de la rivière San Pedro ont été désignées comme aires riveraines nationales de conservation par le Congrès des États-Unis; on a également proposé de désigner comme réserve la portion mexicaine du bassin versant (Arias, 2000). Toutefois, un abaissement excessif de la nappe phréatique réduit le débit de la rivière, a des incidences sur la végétation riveraine et

met en péril de nombreuses espèces sauvages qui dépendent de cet habitat pour leur survie (American Rivers, 2000; Arias, 2000; Varady et coll., 2000).

La région marécageuse des Everglades, en Floride, constitue un autre exemple des effets d'une surexploitation des nappes souterraines sur les eaux de surface. Dans cette zone, l'utilisation intensive des eaux souterraines (de concert avec des ouvrages de protection contre les inondations et d'autres facteurs) a entraîné des changements de grande ampleur dans le bilan hydrique et des répercussions néfastes sur l'écologie de la région (NRC, 2000).

### **De nombreux aquifères sont contaminés**

#### *Sources ponctuelles*

D'innombrables aquifères, partout en Amérique du Nord, ont été contaminés par des sources ponctuelles comme les fosses septiques, les fuites des réservoirs de stockage souterrains, les déversements de produits chimiques ou les méthodes inadéquates d'élimination de ces substances, ainsi que les lixiviats des décharges de déchets solides et de déchets dangereux. Dans le cas des sites contaminés les plus notoires — notamment ceux de Love Canal, à Niagara Falls (New York), et de Woburn (Massachusetts) —, il a fallu dépenser des millions de dollars pour remettre les lieux en état ou confiner le panache de polluants. On a signalé que la contamination des eaux souterraines par les déchets industriels représente un problème des deux côtés de la frontière américano-mexicaine dans la région des deux Nogales, au Sonora et en Arizona (Mumme, 2000).

Dans de nombreuses villes nord-américaines, des « friches industrielles » — des zones où se trouvaient auparavant des industries telles que des fonderies et des usines de distillation du goudron de houille — sont maintenant désaffectées, et le sol et les eaux souterraines qui se trouvent sous ces sites sont contaminés par des produits chimiques industriels.

#### *Sources diffuses*

La contamination des eaux souterraines par les sources diffuses agricoles et urbaines est très répandue. Le ruissellement des terres cultivées peut engendrer une pollution des aquifères par les nitrates, les pesticides et les bactéries. Au Canada, des études ont montré que la quasi-totalité des eaux souterraines sous-jacentes aux terres agricoles est contaminée par les nitrates, bien que les concentrations soient généralement inférieures aux seuils fixés dans les Recommandations pour la qualité de l'eau potable. Même si les données historiques indiquent que les concentrations de nitrates n'ont pas changé en 50 ans, des échantillonnages en Ontario laissent penser que l'incidence des bactéries dans l'eau de puits a presque doublé au cours de la même période. Dans le cadre d'une étude menée en 1992 sur la qualité des eaux souterraines en Ontario, on a constaté que le nombre de bactéries coliformes était supérieur aux seuils acceptables dans 34 % des puits. Partout au pays, on trouve dans les nappes souterraines des pesticides comme l'atrazine, le dicamba et le 2,4-D dans la plupart des zones où ces produits sont utilisés, quoique presque toujours à des concentrations beaucoup plus faibles que les seuils établis dans les recommandations relatives à l'eau potable (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2000).

Aux États-Unis, la contamination des eaux souterraines par les sources ponctuelles agricoles et urbaines est également devenue omniprésente. Une récente étude du *National Research Council* (NRC, Conseil national de recherches) citait des exemples de concentrations élevées de nitrates dans la portion sud-est de l'État de Washington, ainsi qu'une incidence élevée de contamination par les composés organiques

volatils et les pesticides dans le bassin côtier urbanisé de Santa Ana (NRC, 2000). Un échantillonnage de puits dans deux comtés du Texas, dans la vallée du cours inférieur du Rio Grande, a montré que la concentration de nitrates dépasse les normes nationales relatives à l'eau potable dans plus de 50 % des puits (Mumme, 2000). En Californie, dans la vallée de San Joaquin–Tulare, la teneur en nitrates des eaux souterraines a augmenté par un facteur de 2,5 entre les années 1950 et les années 1980, la quantité d'engrais utilisée ayant sextuplé au cours de cette période. On trouve encore des concentrations élevées du fumigant persistant DBCP (1,2-dibromo-3-chloropropane) dans les eaux souterraines de la région, même si l'utilisation de ce produit est interdite depuis 1977 (Sampat, 2000).

La salinisation des eaux souterraines engendrée par la surconsommation a été signalée comme constituant un problème dans de nombreuses régions, y compris le bassin du fleuve Colorado (Mumme, 2000).

L'utilisation d'eaux usées non traitées à des fins d'irrigation a été désignée comme source de contamination des eaux souterraines par les nitrates et les bactéries au Mexique (Steele et coll., 1997). Les concentrations de nitrates étaient supérieures à 45 mg/L, seuil fixé par les directives nationales sur la santé, dans plus de la moitié des puits échantillonnés dans la péninsule du Yucatán (Sampat, 2000).

L'aquifère Abbotsford, importante source d'alimentation en eau dans la vallée du bas Fraser en Colombie-Britannique ainsi que dans l'État de Washington, est contaminé dans la région frontalière canado-américaine. Dans certaines zones, les concentrations de nitrates sont plus de quatre fois supérieures aux seuils établis dans les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, et les concentrations de quatre pesticides dépassent soit les seuils canadiens, soit les seuils américains (Environnement Canada, 1996).

### *Santé humaine*

Plus le public prend conscience de la contamination des eaux souterraines, plus il se préoccupe de la qualité de l'eau potable puisée dans ces sources. En 2000, à Walkerton (Ontario), sept personnes sont mortes après avoir bu de l'eau provenant d'une nappe souterraine contaminée par *E. coli*. Cette tragédie a entraîné l'adoption de politiques et de mesures réglementaires provinciales plus rigoureuses relativement à la protection et au traitement de l'eau potable ainsi qu'à l'établissement de rapports sur la salubrité de l'eau.

La transmission de maladies par l'eau suscite en outre des préoccupations dans la région frontalière américano-mexicaine, où le traitement insuffisant des déchets a engendré des cas de choléra, d'amibiase, d'hépatite A, de lambliaose et d'autres maladies (United States–Mexico Foundation for Science, 1998). Dans certaines zones, l'épuisement des aquifères a occasionné une contamination des eaux souterraines par l'arsenic présent à l'état naturel (Ozuna et Williams, 1993).

La contamination des nappes souterraines par les nitrates représente une menace possible pour la santé. Des concentrations élevées de nitrates dans l'eau potable (supérieures à 10 mg/L) peuvent causer la méthémoglobinémie, ou syndrome du « bébé bleu ». L'appareil digestif du nourrisson transforme les nitrates en nitrites, ce qui supprime la capacité du système sanguin du bébé à transporter l'oxygène et qui peut conduire à la suffocation et à la mort (les bovins et les ovins peuvent souffrir d'effets analogues si la concentration de nitrates dépasse 100 mg/L dans l'eau d'abreuvement) (Self et Waskom, 1992).

La prise de conscience du risque de contamination des eaux souterraines a amené de nombreux usagers à recourir à des dispositifs de traitement, tels que des filtres au charbon, au point de consommation. Selon une étude, 50 % des ménages agricoles de la Saskatchewan utilisaient des dispositifs de traitement de

l'eau à domicile à cause de préoccupations suscitées par la présence possible de bactéries et de parasites dans l'eau de puits (Environnement Canada, 1996).

### Les problèmes s'aggraveront à l'avenir

#### *Changement climatique*

Les répercussions de l'évolution du climat mondial suscitant de plus en plus d'inquiétude, les chercheurs tentent d'en comprendre les effets sur les ressources hydriques. Tout en reconnaissant l'existence d'importantes lacunes dans l'information concernant les incidences du réchauffement de la planète sur les eaux souterraines, les scientifiques estiment probable que l'élévation du niveau de la mer aggraverait le problème des intrusions d'eau salée dans les aquifères d'eau douce. On s'attend à ce que les risques soient les plus importants dans le cas des aquifères insulaires peu profonds (p. ex., ceux d'Hawaii et de l'île de Nantucket) et des aquifères côtiers soumis à une utilisation intensive (p. ex., ceux de Long Island, dans l'État de New York, et de la zone côtière du centre de la Californie) (Gleick, 2000).

De multiples incertitudes sont associées aux prédictions concernant le changement climatique. La plupart des scientifiques croient que le réchauffement de la planète modifiera la configuration temporelle et la structure régionale des précipitations, mais on ne sait pas exactement comment ces transformations se manifesteront dans différentes régions du continent. On estime cependant très probable que les précipitations moyennes et le ruissellement annuel moyen s'accroîtront aux latitudes supérieures (Gleick, 2000).

Dans les parties septentrionales du continent, où l'on prévoit que les températures plus élevées occasionneront une augmentation de l'apport pluvial et une réduction de l'apport neigeux, les scientifiques prédisent que la fonte des neiges sera moins importante, qu'elle surviendra plus tôt dans l'année et que le taux d'humidité des sols décroîtra. En conséquence, l'alimentation des aquifères se trouvera réduite, le niveau des eaux souterraines s'abaissera et de nombreux puits deviendront inutilisables. Avec l'abaissement de la nappe phréatique, un volume moindre d'eau souterraine atteindra les cours d'eau et les milieux humides. Le débit des cours d'eau diminuera; la composition chimique et la température de leurs eaux changeront. Cela aura des incidences sur les communautés biologiques, de même que sur la capacité des cours d'eau à assimiler des déchets comme ceux engendrés par le ruissellement des terres agricoles (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2000).

Dans les zones densément peuplées des tronçons intermédiaires du Rio Grande, la fourniture d'un approvisionnement en eau suffisant pour répondre aux besoins d'une population qui s'accroît rapidement constitue déjà un grave problème. Les années où l'apport neigeux est faible dans les régions montagneuses, de nombreuses zones doivent compléter leur approvisionnement en eau de surface en puisant dans les eaux souterraines. Avec le changement climatique, on s'attend à ce que cette situation s'aggrave : on prévoit que le niveau de la nappe phréatique (déjà bas dans les parties est et sud de l'État en raison des prélèvements à des fins d'irrigation) s'abaissera encore davantage sous l'effet de l'évolution du climat (US EPA, 2001).

Aux États-Unis, un rapport récent de la *Water Sector Assessment Team* (Équipe d'évaluation du secteur de l'eau) traite des effets de l'évolution du climat sur les ressources hydriques du pays. On y conclut que les répercussions du changement climatique sont susceptibles d'influer sur les relations internationales tant à la frontière Nord qu'à la frontière Sud, où les bassins versants transfrontaliers risquent de donner lieu à des différends politiques locaux et internationaux (Gleick, 2000).

### *Croissance démographique*

Dans certaines parties de l'Amérique du Nord, la croissance démographique rapide exercera des pressions additionnelles sur les ressources en eau souterraine. Ce sera particulièrement le cas dans le sud-ouest des États-Unis et dans la région frontalière américano-mexicaine, où, à bien des endroits, l'eau est déjà rare. La population des collectivités de la région frontalière américano-mexicaine s'accroît plus rapidement que l'ensemble de la population des États-Unis ou du Mexique; on s'attend à ce qu'elle double au cours des 20 prochaines années (United States–Mexico Foundation for Science, 1998). Entre 1940 et 1995, la population des villes jumelles d'El Paso (Texas) et de Ciudad Juárez (Chihuahua) s'est multipliée par trois et par dix-neuf, respectivement, engendrant une demande d'eau qui menace d'épuiser l'aquifère de la région d'ici 2025 (Hume, 2000). On estime que la population totale du Mexique passera à 125 millions d'habitants d'ici 2025, ce qui provoquera un «stress hydrique» dans certaines régions (World Water Vision, 1999).

### **Le mode actuel de gestion de la ressource**

#### **Les eaux souterraines ne sont pas adéquatement protégées contre la transformation de l'utilisation des sols**

En général, les aires d'alimentation des nappes souterraines sont mal protégées contre les changements dans le mode d'utilisation des sols. L'expansion des zones urbaines — qui entraîne le revêtement de la surface des sols dans lesquels l'eau, normalement, s'infiltrerait — a été citée comme facteur contributif de l'abaissement du niveau des eaux souterraines à Chicago (Egan, 2001). Une coalition lutte depuis deux décennies pour mettre un terme aux aménagements urbains sur la moraine d'Oak Ridges, dans la région en pleine expansion située au nord de Toronto (Ontario). L'un des principaux objectifs de la coalition consiste à prévenir le revêtement de sols qui servent actuellement à alimenter les aquifères de cette zone, lesquels alimentent à leur tour des dizaines de cours d'eau (STORM, 2001).

Outre l'expansion urbaine, d'autres types de transformations de l'utilisation des sols peuvent avoir des effets radicaux sur les ressources en eau souterraine. Mentionnons notamment le drainage des terres, l'aménagement de levées et de réservoirs ainsi que l'élimination de la végétation naturelle (Winter et coll., 1998).

Selon les conclusions d'un récent rapport traitant de la protection des eaux dans le bassin des Grands Lacs, il est nécessaire que les gouvernements étatiques et provinciaux et les administrations locales s'emploient à protéger les aires d'alimentation des nappes souterraines dans cette zone (CMI, 2000).

#### **Les méthodes de gestion ne sont pas fondées sur une approche écosystémique**

Pour être efficace, la gestion de toute ressource devrait reposer sur une approche écosystémique; or, cela n'a généralement pas été le cas pour les nappes souterraines. Trop souvent, on s'est fondé sur les zones de responsabilité des institutions plutôt que sur les frontières écologiques pour gérer cette ressource. Même si l'eau souterraine est une composante cruciale du cycle hydrologique, dans la plupart des cas, les gestionnaires de l'eau ne prennent pas suffisamment en compte ses interactions avec les réseaux d'eau de surface et ses répercussions possibles sur les espèces non humaines. Il est rare que des questions d'ordre économique, social et environnemental soient intégrées dans les processus décisionnels touchant les nappes souterraines.

Dans certains cas, plusieurs territoires différents partagent le même aquifère, mais leurs entités politiques ne travaillent pas ensemble afin d'en assurer l'exploitation durable. Les villes jumelles d'El Paso et de Juárez, par exemple, dépendent du même aquifère pour leur approvisionnement en eau; elles n'ont cependant pas adopté de plan régional pour faire face au risque d'épuisement des ressources hydriques. Les deux villes puisent de l'eau à volonté de part et d'autre de la frontière américano-mexicaine (Chávez, 2000).

### **Le régime de réglementation est disparate**

Les approches de réglementation adoptées pour la gestion des eaux souterraines varient énormément d'une région à l'autre de l'Amérique du Nord, et les responsabilités à cet égard sont partagées entre de multiples ordres de gouvernement. Au Mexique, l'eau est une ressource qui relève de la responsabilité du fédéral et elle est gérée de façon centralisée par les organismes fédéraux. Aux États-Unis, les droits d'usage de l'eau souterraine sont définis à l'échelon étatique. Dans la partie nord du pays, la plupart des États ont mis en place un régime d'attribution prioritaire des droits d'usage, doublé d'un système de permis précisant le taux de prélèvement, l'emplacement des puits et les fins auxquelles l'eau peut être utilisée. D'autres États septentrionaux se fondent sur le principe de l'«utilisation raisonnable», selon lequel les propriétaires fonciers peuvent se servir d'une quantité raisonnable d'eau souterraine sous-jacente à leurs terres (CCE, 1999). Au Canada, les nappes souterraines sont une ressource publique. La gestion des aquifères et la répartition de l'eau relèvent de la responsabilité des provinces, sauf dans les cas où les aquifères s'étendent au-delà des limites provinciales ou nationales (Commissaire à l'environnement et au développement durable, 2001).

Une difficulté inhérente à la gestion des eaux souterraines vient du fait que, traditionnellement, le droit divise les eaux en catégories juridiques différentes selon le stade du cycle hydrologique où elles se situent. La création artificielle de catégories distinctes pour les eaux souterraines et les eaux de surface, ainsi que l'application de mesures législatives différentes au régime de propriété et aux modes d'utilisation des diverses «catégories» d'eau rendent difficile, voire impossible, la gestion intégrée des ressources hydriques (United States–Mexico Foundation for Science, 1998).

### **Il n'existe pas de mécanismes transfrontaliers adéquats**

À la frontière américano-mexicaine, les mécanismes de gestion des ressources hydriques transfrontalières comprennent les traités de 1906 et de 1944 relatifs aux eaux limitrophes, l'*International Boundary and Water Commission* (IBWC, Commission internationale des frontières et des eaux) et la *Border Environment Cooperation Commission* (BECC, Commission de coopération environnementale aux frontières) (CCE, 1999). Toutefois, ces mécanismes se rapportent surtout à la répartition des eaux de surface et ne sont pas conçus pour s'appliquer aux eaux souterraines. On s'est occupé de la question des nappes souterraines en 1973, lors de la signature de la Minute 242 de l'IBWC. Dans ce document, les États-Unis et le Mexique reconnaissent la nécessité d'élaborer un accord exhaustif sur les eaux souterraines pour la région frontalière, où l'eau est limitée. Cet accord n'a cependant pas été élaboré, et certains ont décrit les pratiques de gestion des eaux souterraines dans la région frontalière comme étant non systématisées et généralement inadéquates pour les besoins de l'exploitation durable de cette ressource. La plupart des captages d'eau souterraine dans la région demeurent non réglementés et, à quelques exceptions près, les eaux superficielles et souterraines ne sont pas gérées de façon intégrée (Mumme, 2000).

À la frontière canado-américaine, les questions relatives à l'eau sont principalement régies par le Traité des eaux limitrophes de 1909, qui a créé la Commission mixte internationale (CMI). Ce traité établissait les principes et les mécanismes permettant de résoudre les différends relatifs aux eaux limitrophes et transfrontalières, ainsi que de prévenir les conflits ultérieurs (CCE, 1999). Néanmoins, jusqu'à présent, la CMI n'est pas intervenue dans le domaine des eaux souterraines.

Les accords internationaux relatifs aux bassins versants partagés dans les régions frontalières américano-mexicaine et canado-américaine ne comportent pas de dispositions visant explicitement les risques de modification de la qualité ou de la disponibilité de l'eau imputables au changement climatique (Gleick, 2000).

### **Les systèmes de tarification vont à l'encontre de la durabilité**

En Amérique du Nord, l'eau a longtemps été gérée selon le principe de la gestion de l'offre : les gouvernements et les services publics ont aménagé des barrages, réservoirs, aqueducs, usines de traitement et stations de pompage d'une importance toujours plus grande afin de satisfaire la demande d'eau des utilisateurs. À présent, alors que l'eau saine est en train de devenir une ressource rare dans de nombreuses parties du continent, la gestion de l'offre commence à céder le pas à la gestion de la demande. Selon le principe de la gestion de la demande, on fournit aux utilisateurs des incitations (économiques ou autres) qui les encouragent à conserver l'eau et à protéger les ressources en eau douce.

On a effectué beaucoup de travaux en vue de mettre au point et de perfectionner des technologies permettant d'économiser l'eau, par exemple les toilettes à débit d'eau restreint, les systèmes en boucle fermée et les systèmes d'irrigation à rendement élevé. Bien des gens soutiennent que nous avons déjà accès aux technologies nécessaires pour exploiter les ressources hydriques de façon plus durable (Postel, 1999). Cependant, dans de nombreuses parties de l'Amérique du Nord, les systèmes de tarification découragent activement les économies d'eau et la conservation des ressources hydriques. Parmi les « éléments dissuasifs » économiques, on compte l'absence de compteurs d'eau dans les domiciles, l'imposition d'un tarif uniforme aux utilisateurs d'eau et l'institution de tarifs subventionnés pour les grands consommateurs industriels ou agricoles. Au Texas, par exemple, les agriculteurs qui pratiquent l'irrigation ont droit à un allègement fiscal — une « déduction pour épuisement » — s'ils captent suffisamment d'eau pour que la nappe phréatique sous-jacente à leurs terres s'abaisse (Postel, 1999).

Au Canada, la nécessité d'une structure de tarification adéquate pour l'eau est reconnue comme étant un enjeu clé de l'exploitation durable de cette ressource depuis la tenue, en 1985, de l'Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux (Environnement Canada, 1996). Même si l'on admet, dans les trois pays, la nécessité d'une tarification adéquate de l'eau, ce principe n'a pas été largement appliqué. L'établissement d'un prix approprié pour l'eau pose de multiples défis, dont la difficulté de définir le « coût total », la difficulté d'évaluer les répercussions non économiques (c.-à-d., écologiques), la résolution des questions liées à l'équité et à la capacité de payer et, enfin, la prise en compte des disparités régionales sur le plan de la disponibilité et de l'utilisation (Connor, 1999).

### **Il y a d'importantes lacunes dans nos connaissances**

Notre capacité à gérer efficacement les eaux souterraines est entravée par les importantes lacunes dans l'information que nous possédons sur cette ressource. La base de connaissances relative aux nappes souterraines a été qualifiée de fragmentaire et d'incomplète. Non sans ironie, il existe une énorme

quantité de données sur les eaux souterraines; toutefois, la plupart de ces données sont de nature locale. À l'heure actuelle, on ne dispose guère d'évaluations des ressources en eau souterraine aux échelles régionale, nationale et continentale.

Les préoccupations manifestées par le Congrès des États-Unis sur l'état déclinant de l'information relative aux eaux souterraines a conduit à la présentation par l'USGS, en 1998, d'un rapport au Congrès où l'on décrivait une stratégie visant à résoudre les principaux problèmes, notamment l'abaissement du niveau des aquifères, les intrusions d'eau salée et la réduction de l'apport d'eau souterraine dans les cours d'eau (USGS, 2001). Dans un rapport ultérieur intitulé *Investigating Groundwater Systems on Regional and National Scales*, le NRC concluait que l'on mène peu d'activités continues d'évaluation des ressources en eau souterraine du pays aux échelons régional et national, et il délimitait des domaines de recherche clés (NRC, 2000). L'USGS a récemment indiqué que les domaines de recherche suivants constituent des sphères d'activité prioritaires :

- l'élaboration de meilleurs outils d'analyse des données et de prévision en vue de soutenir la prise de décisions éclairées sur la gestion des aquifères;
- l'amélioration des connaissances sur les taux et les processus d'alimentation, ainsi que sur les techniques d'estimation connexes;
- l'étude des aquifères peu profonds qui sont particulièrement exposés à une contamination et sensibles aux sécheresses de même qu'au changement climatique;
- l'étude des intrusions d'eau salée dans les aquifères côtiers;
- l'amélioration des connaissances sur les interactions entre les eaux souterraines et superficielles;
- l'approfondissement des connaissances sur le régime d'écoulement des eaux souterraines dans le karst et les aquifères fissurés du substrat rocheux;
- l'amélioration de la cartographie tridimensionnelle des aquifères et de la modélisation afin de permettre l'évaluation adéquate des ressources en eau souterraine et la détermination des effets du captage (USGS, 2001).

Un récent document sur la gestion des nappes souterraines partagées à la frontière américano-mexicaine indiquait qu'en dépit d'importants efforts visant à améliorer l'information recueillie, les données fondamentales sur la quantité et le taux d'utilisation des eaux souterraines demeurent incomplètes dans de vastes portions de la région frontalière (Mumme, 2000). On a affirmé que le caractère insuffisant des données recueillies sur la quantité et la qualité de l'eau au Mexique représente un obstacle de premier plan à l'efficacité de la gestion de l'eau (CCE, 1999).

Dans un rapport récent sur la protection des eaux du bassin des Grands Lacs, la CMI déplore le grave manque d'information sur les eaux souterraines dans ce bassin et affirme que les pouvoirs publics devraient mener les recherches nécessaires pour combler ces lacunes (CMI, 2000). Selon ce rapport, à l'heure actuelle :

- on ne dispose pas de données cartographiques uniformes sur les unités hydrologiques limitrophes et transfrontalières;
- il n'existe aucune description exhaustive du rôle que jouent les eaux souterraines dans le soutien des écosystèmes;
- on possède une information insuffisante sur le volume et l'étendue des activités de prélèvement;
- il n'existe aucune méthode simplifiée permettant de déceler les importants prélèvements d'eau souterraine à proximité des limites des bassins hydrographiques;

- on dispose de prévisions insuffisantes concernant les effets des transformations de l'utilisation des sols et de la croissance démographique sur la disponibilité et la qualité des eaux souterraines;
- on possède une information inadéquate sur l'alimentation des cours d'eau et des Grands Lacs en eau souterraine;
- on n'a procédé à aucune estimation systématique des aires d'alimentation naturelle.

Pour combler ces lacunes, la CMI recommandait que l'on effectue des travaux en vue :

- de décrire l'hydrologie des eaux souterraines, leur qualité et leur disponibilité dans les bassins partagés;
- de déterminer les utilisations actuelles des eaux souterraines dans la région frontalière;
- de quantifier les facteurs susceptibles d'influer sur ces utilisations à l'avenir;
- de fixer des priorités de recherche à moyen et à long termes en ce qui concerne la gestion des eaux souterraines dans la région frontalière.

Dans son rapport le plus récent, le Commissaire à l'environnement et au développement durable du Canada soulignait la nécessité d'étoffer la base de connaissances sur les eaux souterraines dans le bassin des Grands Lacs. Il recommandait que les ministères fédéraux recueillent suffisamment d'information sur les aquifères dans le bassin pour comprendre comment les eaux souterraines contribuent à la disponibilité des eaux de surface. En particulier, il exhortait les gouvernements à étudier de façon plus détaillée les aquifères clés, leur géologie, leur rendement potentiel et les taux de prélèvement actuels (Commissaire à l'environnement et au développement durable, 2001).

Dans un récent rapport sur la gestion des eaux souterraines partagées à la frontière américano-mexicaine, Stephen Mumme reconnaissait la nécessité d'examiner les enjeux dans une perspective globale. Il soutenait que nous devons mieux comprendre les problèmes liés aux eaux souterraines transfrontalières et renforcer notre capacité à résoudre ces problèmes, non seulement du point de vue géophysique ou hydrologique, mais aussi du point de vue de l'environnement et de la santé publique, ainsi que sous l'angle socioéconomique et institutionnel (Mumme, 2000).

L'acquisition de connaissances suffisantes est un impératif fondamental de la gestion efficace et de l'exploitation durable des ressources hydriques souterraines. Le manque de connaissances de base sur la quantité et la qualité des eaux souterraines dont dispose l'Amérique du Nord, sur le volume du captage, sur le mode d'écoulement de ces eaux et sur leurs interactions avec les réseaux d'eau de surface représente un obstacle immense, sinon insurmontable, à l'exploitation de cette ressource selon les principes du développement durable.

### **La voie de la durabilité**

La présente section du document de travail décrit certaines des principales mesures qu'il faut prendre pour favoriser l'exploitation durable des eaux souterraines en Amérique du Nord. Les autorités doivent : étoffer la base de connaissances; améliorer les modalités d'établissement de rapports et l'accès à l'information; adopter une approche écosystémique en matière de gestion des eaux souterraines; adopter l'objectif de la durabilité; intensifier les efforts liés à l'utilisation rationnelle de l'eau. Dans les pages qui suivent, on pose des questions clés relativement à chacune de ces rubriques.

## Les autorités doivent étoffer la base de connaissances sur les eaux souterraines

Il est largement admis que nos connaissances sur les eaux souterraines présentent des lacunes et qu'il faut les étoffer de manière à pouvoir effectuer des évaluations à l'échelle régionale, nationale et continentale. Les domaines désignés comme prioritaires en matière de recherche, de surveillance et de collecte de données comprennent les suivants :

- la quantité d'eau disponible;
- le niveau de la nappe phréatique;
- les régimes d'écoulement;
- les taux d'alimentation;
- les utilisations (avec prélèvement);
- la qualité de l'eau;
- les interactions entre les eaux souterraines et superficielles, y compris les interactions avec les systèmes biologiques;
- les répercussions des transformations de l'utilisation des sols;
- le régime d'écoulement dans le karst et les aquifères fissurés du substrat rocheux;
- les effets du changement climatique.

Les gouvernements du Canada, du Mexique et des États-Unis ont élaboré des programmes en vue d'améliorer les activités de surveillance et de mener des études pour combler certaines de ces importantes lacunes. Au Canada, Ressources naturelles Canada s'est engagé à élaborer une stratégie nationale concernant les eaux souterraines d'ici 2002 et à constituer une base de données nationale sur ces eaux d'ici 2003 (Commissaire à l'environnement et au développement durable, 2001).

### Questions

Comment peut-on classer par ordre de priorité les besoins en information (en vue de parvenir à une exploitation durable de la ressource)?

Comment peut-on répondre efficacement aux besoins en information sur les aquifères transfrontaliers?

Comment peut-on le mieux répondre aux besoins en information dans les domaines qui transcendent les disciplines traditionnelles, par exemple les interactions entre les eaux souterraines et superficielles?

Existe-t-il de nouvelles sources d'information dont nous devons prendre connaissance?

## Les autorités doivent améliorer les modalités d'établissement de rapports et l'accès à l'information

La capacité d'évaluer l'état des eaux souterraines en Amérique du Nord est limitée non seulement par les lacunes dans l'information décrites ci-dessus, mais aussi par le fait que l'information existante est disséminée dans de multiples organisations et qu'il est difficile d'y avoir accès. On a affirmé que l'accès du public à l'information est la clé de l'adoption d'une approche englobante, axée sur la participation, en matière de gestion de l'eau (World Water Vision, 1999). Les gouvernements doivent améliorer l'accès du

public à l'information, les mécanismes d'échange de l'information et les modalités d'établissement de rapports.

**Questions**

Comment les gouvernements devraient-ils faire rapport de l'état des ressources en eau souterraine?

Comment pourrait-on améliorer l'accessibilité à l'information?

Qui devrait s'occuper de surveiller le caractère adéquat de la base de connaissances (c.-à-d., comment saurons-nous que nous avons acquis une base de connaissances suffisante)?

**La gestion des eaux souterraines doit être fondée sur une approche écosystémique**

Il faut gérer les ressources en eau souterraine à une échelle écologique (régionale) appropriée et, le cas échéant, sur une base binationale. Comme le fait remarquer la CMI, les gestionnaires de l'eau doivent prendre en compte des bassins d'eau souterraine dont les limites peuvent être extrêmement différentes de celles des bassins hydrographiques qui se trouvent à la surface. En outre, la CMI signale que dans toute zone donnée, il peut y avoir plusieurs bassins d'eau souterraine superposés à des profondeurs différentes, et que chacun de ces bassins peut avoir une étendue géographique différente, laquelle peut coïncider ou non avec des unités géomorphologiques de surface comme les bassins versants de cours d'eau (CMI, 2000).

Aux États-Unis, le NRC souligne que l'on considère à présent les eaux souterraines, les eaux superficielles et les systèmes aquatiques comme étroitement interdépendants et qu'il est maintenant impossible de les gérer et de les réglementer isolément (NRC, 2000). Toutefois, on ne sait pas précisément comment ce principe devrait être appliqué. Il sera ardu d'intégrer efficacement la gestion des eaux souterraines aux approches déjà adoptées pour la gestion des eaux de surface (p. ex., les processus de planification des bassins versants en Ontario, les conseils de bassin hydrographique au Mexique et les conseils internationaux de bassin hydrographique proposés par la CMI), compte tenu de la multiplicité des intérêts, de la diversité des approches et des réalités écologiques. Comme beaucoup d'observateurs le font remarquer, ces défis deviennent d'autant plus complexes dans les cas où un aquifère franchit des limites provinciales ou étatiques ou des frontières nationales.

L'intégration de considérations sociales, économiques et environnementales aux processus décisionnels relatifs aux eaux souterraines représente également un défi de taille (comme c'est le cas pour toute ressource naturelle). Les utilisations avec prélèvement et les transformations de l'utilisation des sols peuvent avoir des effets importants et irréversibles sur les eaux souterraines. Des études relatives au bassin de Lerma-Chapala au Mexique, par exemple, indiquent que dans les bassins où l'eau est rare, la durabilité des eaux souterraines est inextricablement liée à la gestion des eaux de surface; elle dépend grandement de la superficie et de la nature des cultures irriguées, tout autant que des pratiques de gestion des eaux superficielles et tout particulièrement des activités qui influent sur l'alimentation des nappes (Scott et Restrepo, 2000). La transformation des modes d'utilisation des eaux souterraines (p. ex., la réduction du volume d'eau prélevé à des fins d'irrigation) peut avoir d'importantes incidences sociales et économiques que l'on ne saurait négliger.

Même si de nombreux groupes, y compris le Conseil mondial de l'eau, soutiennent qu'il faut prendre en compte la valeur économique des eaux souterraines dans les processus décisionnels (World Water Vision, 1999), la réalisation de cet objectif se heurte à de multiples obstacles économiques et institutionnels.

### Questions

Sur quelles unités écologiques devrait-on se fonder pour gérer les ressources en eau souterraine?

Comment peut-on le mieux intégrer la gestion des eaux souterraines à celle des eaux superficielles et des systèmes aquatiques?

Existe-t-il des exemples de cas où l'on a efficacement intégré des considérations sociales, économiques et environnementales aux processus décisionnels concernant les ressources hydriques?

### La gestion des eaux souterraines doit viser la durabilité

Il est clair que la surexploitation des nappes souterraines en Amérique du Nord a de graves répercussions écologiques, sociales et économiques. Afin d'éviter ces répercussions, les gestionnaires de l'eau doivent adopter comme objectif de gestion la durabilité à long terme de cette ressource. On a notamment défini l'exploitation durable des eaux souterraines de la façon suivante : la quantité d'eau souterraine qui peut être puisée légalement dans un bassin hydrographique à long terme sans entraîner des conséquences économiques, sociales, écologiques et hydrologiques graves (NRC, 2000). L'atteinte d'un équilibre entre les prélèvements d'eau et les taux d'alimentation naturelle, de même que la protection accrue des principales aires d'alimentation contre les transformations de l'utilisation des sols sont des composantes implicites de cet objectif.

Sandra Postel (1999) affirme que, jusqu'à présent, les gouvernements ne se sont pas employés à réglementer l'accès aux eaux souterraines. Afin d'éviter qu'une tragédie ne frappe cette ressource commune, ajoute-t-elle, il faut limiter le nombre d'utilisateurs, réduire le volume d'eau que chaque utilisateur peut prélever, ou adopter une quelconque combinaison de ces deux types de mesures. La question de la répartition équitable des ressources hydriques souterraines, particulièrement dans les régions où l'eau est rare, est susceptible de faire l'objet de débats passionnés.

L'exploitation durable des eaux souterraines englobe également la notion du maintien de la qualité de la ressource à long terme. L'étendue actuelle de la contamination des nappes souterraines laisse penser qu'il faut s'efforcer davantage de réduire la pollution causée par les sources ponctuelles et diffuses et, particulièrement, par l'agriculture.

**Questions**

Existe-t-il des exemples de dispositions institutionnelles prises en vue d'assurer l'exploitation durable des eaux souterraines?

Quels indicateurs clés pourrait-on utiliser pour mesurer la durabilité de l'exploitation des eaux souterraines?

**Les gouvernements doivent intensifier les efforts liés à l'utilisation rationnelle de l'eau**

Il est tristement ironique de constater que, dans un monde où l'accès à une eau saine est considéré par bien des gens comme le principal enjeu du XXI<sup>e</sup> siècle, les gouvernements n'aient pas encore adopté des outils de gestion de la demande comme la tarification de l'eau en fonction du coût total. Pour que les ressources hydriques souterraines soient exploitées de façon durable — c'est-à-dire, pour faire en sorte que les générations futures aient accès à des volumes suffisants d'eau souterraine saine — il faut que chacun de nous utilise l'eau de la façon la plus rationnelle possible. À cette fin, il faut supprimer les incitations à gaspiller l'eau et fournir des incitations à la conserver. Pour les gouvernements, cela signifie adopter la tarification de l'eau en fonction du coût total, imposer le recours à des technologies économes en eau dans les foyers, les entreprises et les établissements industriels, supprimer les subventions aux cultures nécessitant de fortes quantités d'eau et les allègements fiscaux pour épuisement des ressources. Les gouvernements doivent également intensifier les efforts de sensibilisation du public à la problématique de l'eau et promouvoir la diffusion des technologies économes en eau. On ne saurait surestimer l'importance des activités d'information; en effet, il sera impossible de parvenir à l'exploitation durable des eaux souterraines sans que les citoyens soient sensibilisés et contribuent à la réalisation de cet objectif. Le premier pas vers l'action consiste à prendre conscience de la valeur des eaux souterraines : nous devons nous soucier de cette ressource et en prendre soin, car elle constitue un élément essentiel du système de soutien de la vie sur notre planète.

**Question**

Existe-t-il des exemples de cas où des gouvernements ont adopté des approches efficaces de gestion de la demande en vue de conserver les eaux souterraines?

## Ouvrages cités

- Agriculture et Agroalimentaire Canada. 2000. La santé de l'eau – Vers une agriculture durable au Canada. Direction de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada.
- American Rivers. 1999. *Most endangered rivers 1999: Upper San Pedro River*. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.americanrivers.org/mostendangered/uppersanpedro1999.htm>
- Arias, H.M. 2000. « International groundwaters: the Upper San Pedro River Basin case ». 40 *Nat. Res. J.* 2, 199-221.
- Chávez, O.E. 2000. « Mining of internationally shared aquifers: The El Paso-Juarez case ». 40 *Nat. Res. J.* 2, 237-260.
- CCE (Commission de coopération environnementale). 1999. *North American boundary and transboundary inland water management report*. Novembre 1999 (inédit).
- CMI (Commission mixte internationale). 2000. *Protection of the waters of the Great Lakes: Final report to the governments of Canada and the United States*. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.ijc.org/boards/cde/finalreport/finalreport.html>
- Commissaire à l'environnement et au développement durable. 2001. *2001 – Rapport du Commissaire à l'environnement et au développement durable*. Consultable à l'adresse suivante : [http://www.oag-bvg.gc.ca/domino/cesd\\_cedd.nsf/html/menu2\\_f.html](http://www.oag-bvg.gc.ca/domino/cesd_cedd.nsf/html/menu2_f.html)
- Connor, R. 1999. *North America's freshwater resources: Emerging trends and issues*. Préparé pour la Commission de coopération environnementale. Septembre 1999 (inédit).
- Egan, T. 2001. « Near vast bodies of water, the land still thirsts ». *New York Times*. 12 août 2001.
- Environnement Canada. 1996. *L'état de l'environnement au Canada*. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.ec.gc.ca/soer-ree/Francais/SOER/default.cfm>
- Environnement Canada. 1999. *Les eaux souterraines — trésors cachés de la nature*. N° de catalogue : En. 37-81/5-1999F. Dernière mise à jour : 29 mars 2001. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.ns.ec.gc.ca/french/udo/trea.html>
- Environnement Canada. 2001. Suivi des grands enjeux environnementaux : la qualité de l'eau douce. Dernière mise à jour : 29 juin 2001. Consultable à l'adresse suivante : [http://www.ec.gc.ca/TKE/air\\_water/water\\_use\\_e.cfm](http://www.ec.gc.ca/TKE/air_water/water_use_e.cfm)
- Gleick, P.H. 2000. *Water: The potential consequences of climate variability and change for the water resources of the United States*. Report of the Water Sector Assessment Team of the National Assessment of the Potential Consequences of Climate Variability and Change. Septembre 2000.
- Hume, B. 2000. « Water in the U.S.–Mexico border area ». 40 *Nat. Res. J.* 2, 189-197.
- Labelle, C., et F. Forge. 2001. *Water: Tomorrow's strategic issue*. 16 février 2001. Direction de la recherche parlementaire, Bibliothèque du Parlement, Ottawa.
- Monroe, J.S., et R. Wicander. 1994. *The changing earth: Exploring geology and evolution*. West/ Wadsworth, Belmont, CA.
- Mumme, S.P. 2000. « Minute 242 and beyond: Challenges and opportunities for managing transboundary groundwater on the Mexico-U.S. Border. » 40 *Nat. Res. J.* 2, 341-378.
- NRC (National Research Council). 2000. *Investigating groundwater systems on regional and national scales*. National Academy Press, Washington, D.C. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.nap.edu/openbook/0309071828/html/1.html>
- Ozuna, T., et G.W. Williams, 1993. *The environment and U.S.-Mexico agricultural trade*. TAMRC International Market Research Report No. IM-3-93. Consultable à l'adresse suivante : <http://agrinet.tamu.edu/centers/tamrc/pubs/im393.htm>

## Les eaux souterraines : Une ressource nord-américaine

---

- Postel, S. 1999. "When the world's wells run dry". *World Watch*. Septembre/Octobre 1999.
- Sampat, P. 2000. *Groundwater shock*. Worldwatch Institute, Washington, D.C.
- Scott, C.A., et C.G. Restrepo. 2000. *Sustainability of groundwater trends in the Rio Lerma-Chapala Basin, Mexico*. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.iica.org.uy/p2-13.htm>
- Self, J.R., et R.M. Waskom. 1992. *Nitrates in drinking water*. Cooperative Extension, Colorado State University. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.cdc.gov/NIOSH/nasd/docs/as27700.html>
- Steele, T.D., J.E. Barrios O. et L.S. Sandoval Y. 1997. *Groundwater quality monitoring overview: A case study in Mexico*. Int. Water Res. Ass., vol. 22, n° 3. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.iwrn.net/steele.htm>
- STORM. 2001. *The Oak Ridges Moraine*. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.stormco.org>
- US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2001. *Global warming – State impacts: New Mexico*. Dernière mise à jour : 6 avril 2001. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.epa.gov/globalwarming/impacts/stateimp/newmexico/index.html>
- USGS (United States Geological Survey). 2001. *U.S. Geological Survey ground-water resources program, 2001*. U.S. Geological Survey Fact Sheet 056-01. Dernière mise à jour : 12 juillet 2001. Consultable à l'adresse suivante : <http://water.usgs.gov/ogw/pubs/fs01056/>
- United States-Mexico Foundation for Science. 1998. *Water and health at the U.S.-Mexico border: Science, technology and policy issues*. Compte rendu d'un atelier tenu à Tijuana, Baja California, du 23 au 25 juin 1997. Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.fumec.org.mx>
- Varady, R.G., M.A. Moote et R. Merideth. 2000. « Water management options for the Upper San Pedro Basin: Assessing the social and institutional landscape. » 40 *Nat. Res. J.* 2, 223-235.
- Winter, T.C., J.W. Harvey, O.L. Franke et W.M. Alley. 1998. *Groundwater and surface water: A single resource*. U.S. Geological Survey Circular 1139. Denver, Colorado. Consultable à l'adresse suivante : <http://www.usgs.gov/pubs/circ/circ1139>
- WRI (World Resources Institute). 1997. *World Resources 1996-1997*. Chapter 3: Urban impacts on natural resources. Consultable à l'adresse suivante : [http://www.wri.org/wri/wr-96-97/ee\\_b1.html](http://www.wri.org/wri/wr-96-97/ee_b1.html)
- WRI (World Resources Institute). 2000. *World Resources 2000*. Freshwater systems: Executive summary. Consultable à l'adresse suivante : [http://www.wri.org/wri/wr2000/freshwater\\_page\\_execsumm.html](http://www.wri.org/wri/wr2000/freshwater_page_execsumm.html)
- World Water Vision. 1999. *Vision on water, life and the environment for the 21<sup>st</sup> century: Regional consultations, North America*. Document de travail, 2 décembre 1999. Consultable à l'adresse suivante : [http://www.iucn.ca/english/WhatsNew/NA\\_Vision.doc](http://www.iucn.ca/english/WhatsNew/NA_Vision.doc)