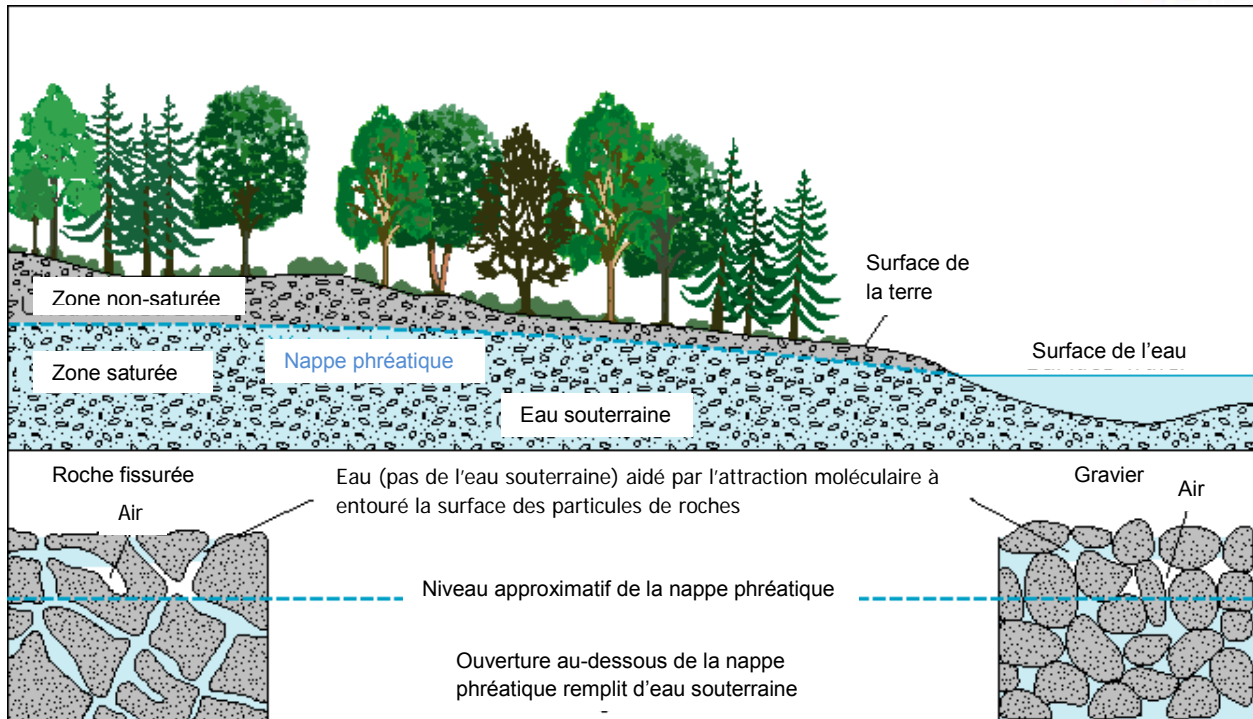


## Aquifères

Imaginez si toute l'eau qui est tombée à la place où vous demeurez serait restée à cet emplacement même. Chacun aurait de l'eau plus haut que leur grandeur! Heureusement les précipitations se heurtent aux lacs, rivières, océans ou dans des sites de stockage souterrains appelés aquifères. Comme vous l'avez probablement lu, la plupart des espaces vides entre les roches sous la nappe phréatique sont remplis d'eau. Les roches ont des porosités différentes et des caractéristiques de perméabilités différentes. Cela signifie que l'eau ne se déplace pas de la même manière autour des roches. Quand une roche transmet l'eau aisément jusqu'au puits il est appelé aquifère. Les aquifères sont des réserves d'eau souterraines. Dans le monde, 97% de l'eau douce liquide sont stockées dans des aquifères. Des aquifères majeurs sont présents sur chaque continent et l'eau souterraine est la source principale d'eau potable pour plus de 1,5 milliards de personnes à travers le monde. L'aquifère qui se trouve au-dessous de la plaine Huang-Huai-Hai, en Chine orientale, est la réserve d'eau potable de plus de 160 millions de personnes. L'Asie en entier compte sur son eau souterraine pour presque le tiers de son approvisionnement en eau potable. Plusieurs villes d'importance dans les pays en voie de développement (comme Jakarta, Dhaka, Lima et Mexico) dépendent d'aquifères pour presque toute leur eau. Dans les zones rurales où les systèmes d'approvisionnement en eau sont peu développés, l'eau souterraine est alors la source d'eau (pour plus de 95% des États-Unis ruraux). La population dépend de l'eau souterraine pour boire. Certaines aquifères s'étendent sur de longues distances et plusieurs profondeurs. Par contre, beaucoup d'aquifères sont petites et localisées. Un aquifère est décrit comme une formation géologique de sous-surface qui contient de l'eau en quantités suffisantes pour être utilisées ou a un potentiel pour être utilisées pour l'approvisionnement en eau potable à des fins commerciales, industrielles ou agricoles. L'eau souterraine est presque toujours trouvée dans un puits et il peut avoir un rendement de bas à bien. Comment peut-on qualifier une roche saturée comme un aquifère? La moitié d'un gallon à la minute peut fournir autour de 700 gallons par jour. Mais beaucoup de personnes ne qualifieraient pas cette formation rocheuse comme des aquifères. Ainsi, beaucoup de puits domestiques à faible rendement ne sont pas réellement dans des aquifères. Tous les puits pompent de l'eau souterraine mais ils ne pompent pas tous dans des aquifères!

Parfois un aquifère peut couler d'une montagne comme une source d'eau. Vous pourriez penser qu'une nouvelle source d'eau vient de naître. Mais pas beaucoup d'animaux ne vivent de cette source d'eau car elle ne contient pas encore assez d'oxygène pour soutenir des vies. Des acariens d'eau, les crevettes, les mouches noires, les larves et certains scarabées, escargots ou salamandres peuvent vivre dans l'eau froide. Les visons, ratons laveurs, certaines espèces de souris et des geais bleus utilisent les sources comme les gens font comme trous d'arrosages.

Dans le diagramme ci-dessous vous pouvez voir comment la terre au-dessous de la nappe phréatique est saturée avec l'eau. La ``zone non-saturée`` au-dessus de la nappe phréatique contient de l'eau mais n'est pas assez saturée. Vous pouvez observer dans les 2 diagrammes du bas comment l'eau est stockée au milieu des particules de roches souterraines.

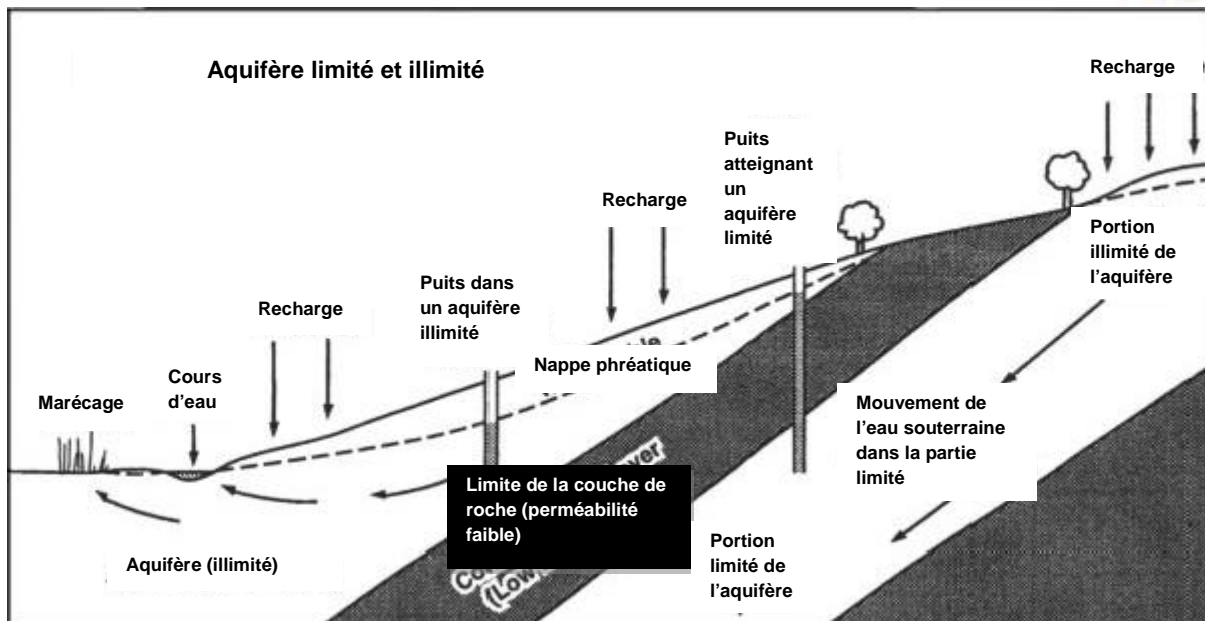


### Eau souterraine et nappe phréatique;

<http://ga.water.usgs.gov/edu/earthgwaquifer.html>

Parfois, les couches de roches poreuses deviennent inclinées dans la terre. Il pourrait y avoir une couche de roches moins poreuses tant au dessus qu'au dessous de la couche de roche poreuse. Ceci est un exemple d'aquifère limité. Dans ce cas les roches entourant l'aquifère appliquent une pression à la roche poreuse et son eau. Le puits contient donc un aquifère "pressurisé", la pression interne pourrait (selon la capacité de la roche de transporter l'eau) faire remonter l'eau jusqu'à la surface sans l'aide d'une pompe. Ce type de puits est appelé puits artésien. La pression dans les puits cartésien est spectaculaire.

Il y a 3 catégories principales d'aquifère illimité, limité et perché. En réalité il peut y avoir un certain nombre de combinaisons et variations de catégories d'aquifère.



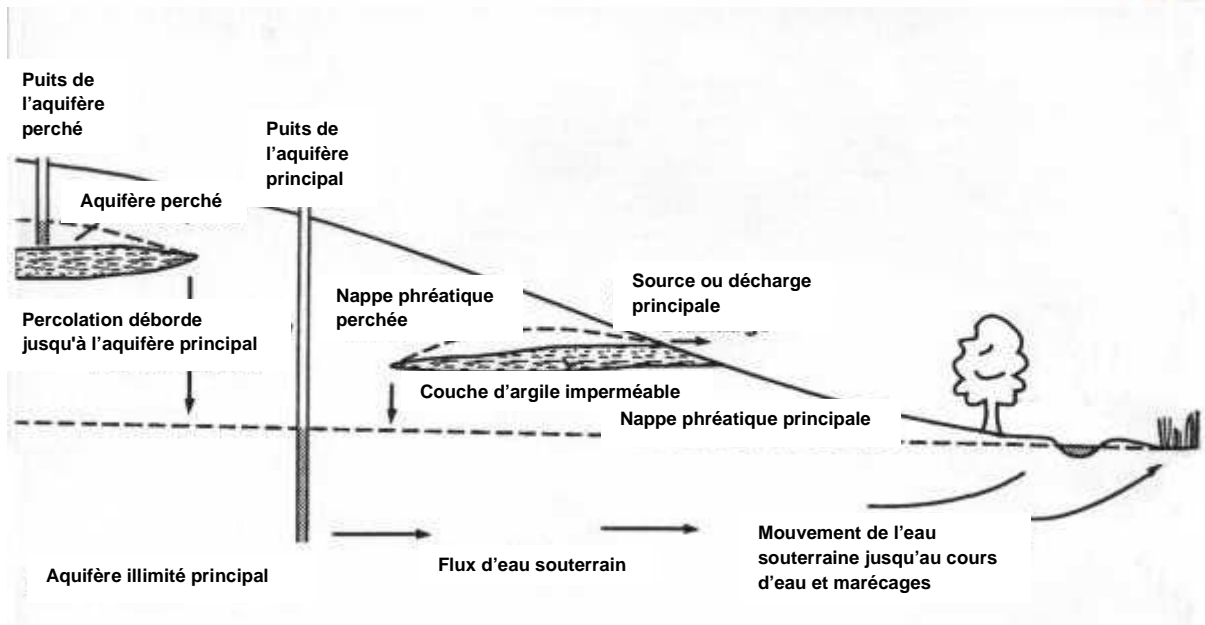
#### Aquifère illimité et limité;

[www.agwt.org/info/pdfs/abcsofaquifers.pdf](http://www.agwt.org/info/pdfs/abcsofaquifers.pdf)

Des aquifères illimités sont recouverts par des formations géologiques imperméables (roches solides ou sédiments) et dans la couche supérieure où les formations de roches sont complètement saturées qu'on appelle la nappe phréatique. On connaît aussi ces aquifères comme des aquifères de nappe phréatique. Ils reçoivent l'eau de précipitation qui s'est infiltrée dans la terre et de l'eau de surface.

Les aquifères limités sont ceux qui sont couverts par une couche imperméable ou semi-imperméable de roche. Les aquifères limités ne se chargent pas directement de l'infiltration de l'eau verticale. Ils doivent être connectés à un aquifère illimité par lequel ils se réapprovisionnent. Les couches imperméables forment rarement une barrière complète à l'eau souterraine. Il y a généralement un transfert d'eau entre l'aquifère limité et les couches imperméables.

Dans des aquifères illimités ou limités il peut y avoir une quantité importante d'eau souterraine stockée dans les sédiments imperméables ou semi-imperméables comme de l'argile. L'eau de ces sédiments peut se retrouver dans les puits si les couches imperméables croisent les puits. Bien que l'argile ne soit pas considérée comme un aquifère il peut être un élément clé dans le stockage d'eau d'un aquifère.



#### Aquifères perchés;

[www.agwt.org/info/pdfs/abcsofaquifers.pdf](http://www.agwt.org/info/pdfs/abcsofaquifers.pdf)

Les aquifères perchés sont stockés au dessus d'une formation de roche non saturée et d'une couche imperméable discontinue. Ces aquifères sont communs dans des sédiments glaciaires. Ils arrivent aussi que d'autres formations sédimentaires de certaines couches comme des sols anciens ou des couches de calcaire dans des secteurs semi-arides créé des zones imperméables.

L'eau qui atteint ces sources est la plupart du temps beaucoup plus propre que l'eau des bassins à la surface de la terre. Presque aucune bactérie ne vit dans les aquifères. Beaucoup de polluants sont filtrés car ils passent par le sol avec d'atteindre l'aquifère. Il n'y a aucune boue, aucune pollution provenant des bateaux et aucune évaporation des réserves d'eau dû au soleil. Cependant, les aquifères peuvent devenir pollués dû aux actions humaines et lorsqu'un aquifère est pollué c'est très difficile de remédier à la situation.

Pour trouver l'eau souterraine d'un aquifère on creuse un puits jusqu'à la couche supérieure de l'aquifère aussi appelé la nappe phréatique. La nappe phréatique n'est pas plate comme on aurait tendance à penser. Les précipitations ajoutent de l'eau dans les roches poreuses de l'aquifère. Le taux de remplissage des aquifères peut varier et il faut considérer quand l'eau sera pomper du puits. Pomper trop d'eau trop rapidement peut faire varier le rendement en eau de l'aquifère. En fait, pomper trop rapidement peut causer que l'aquifère voisin soit aussi affecté car l'aquifère ira prendre son eau dans celle-ci. Le niveau d'eau dans les aquifères peut varier selon les saisons et durant les sécheresses. Un point soulève encore des questions si un aquifères ``vide`` est toujours vide. Il n'y a aucun accord scientifique pour appeler les parties d'un aquifères épuisées. Pour des buts en rapport avec la protection de l'eau souterraine, nous devrions considérés les aquifères comme une ressources à protéger en ne sur pompant pas les formations de roches. L'eau qui se déverse dans les aquifères, l'eau du sol et les arbres remplissent tous l'aquifère. Les marais peuvent absorbés et stockés de l'eau qui plus tard s'écoule lentement jusque dans l'aquifère. Lorsque des secteurs complets sont remplacés par des stationnements ou des routes, moins d'eau atteindra l'aquifère. Le pétrole et le sel mit sur les routes s'infiltré dans les aquifères lors des précipitations ou la fonte des neiges et le pollue. L'utilisation de produit chimique présent et futur pollue lentement nos réserves d'eau souterraine. Qui est la source majeure de nos besoins en eau douce. C'est un désastre silencieux qui se produit dans plusieurs parties du monde. La contamination de l'eau souterraine réduira nos réserves en eau potable.

Notre demande en eau grandissante en a fait une ressource en situation critique que même l'or et le pétrole n'a jamais été. Dans le monde entier, l'irrigation est le plus grand consommateur d'eau douce, il représente environ 70% de l'eau prit des rivières et puits chaque année. Depuis 1950, il y a une expansion dramatique pour cette technique d'agricole. En Inde, le pays qui irrigue le plus de secteurs et le troisième plus grand producteur de grain au monde, le nombre de puits qui détruit l'eau souterraine sont passé 3000 en 1960 à 6 millions en 1990. L'Inde ont doublé leurs nombres de terrains irrigués par l'eau de surface de 1950 à 1985. Aujourd'hui les aquifères fournissent l'eau à plus de la moitié des terrains irrigués de l'Inde. Les États-Unis, le troisième pays avec le plus de terrains irrigués avec l'eau souterraine mondiale, utilisent seulement 43% de leurs terres cultivées irrigués. D'autres industries utilisent l'eau encore plus rapidement et génèrent des profits plus élevés. En moyenne, une tonne d'eau utiliser dans l'industrie rapporte environ 14 000\$ qui équivaut à 70 fois plus de profit que l'eau utiliser pour la culture du grain. Ainsi comme le monde s'industrialise, les quantités d'eaux importantes ont été enlevées aux fermes pour profiter aux usines. Les industries consomment environ 19% de l'eau et ce chiffre augmente de plus en plus. La quantité d'eau bonne à boire est disponible dans des ressources limitées et en plus fait compétition avec d'autres, des utilisateurs plus puissants. Sur beaucoup de continents, plusieurs aquifères sont drainés plus rapidement que leur taux de remplissage. L'épuisement des réserves d'eaux souterraines est présent surtout en Inde, Chine, États-Unis, Afrique du Nord et Moyen-Orient. Comme la compétition entre usines et fermes est de plus en plus forte, il est facile d'oublier que l'eau douce est importante pour des services écologiques essentiels. Ce n'est pas seulement les averses qui remplissent les lacs, rivières et cours d'eau mais aussi l'eau souterraine. Dans une étude américaine, 54 cours d'eaux dans différentes parties du pays, dépendent de plus de la moitié de l'eau souterraine. L'eau souterraine fournit une contribution de base pour le Mississippi, le Niger et d'autres grandes rivières du monde qui ne coulerait pas sans cette ressource. Les marécages qui sont importants pour les oiseaux, poisson, faune et flore sont alimentés en partie par les réserves d'eau souterraines, car ils sont positionnés à des endroits où la nappe phréatique déborde jusqu'à la surface sur une base constante. Les aquifères aident à empêcher les inondations lors de précipitation abondante car les aquifères au dessous des rivières absorbes le surplus d'eau empêchant l'eau de déborder trop rapidement. En Asie tropicale, la saison chaude peut durer 9 mois et les moussons peuvent être très intenses alors ce service hydrologique est crucial pour ces gens.

Plus d'un tiers de la population de la planète terre vit et travail dans des villes densément peuplé qui occupent seulement 2% de la surface du globe. Les aquifères dans ces régions commencent à souffrir de la densité et la diversité croissante de l'activité humaine. Tandis que les polluants provenant des fermes de porc et des mines de cuivre pourraient être évité, les courants d'eau coulant sous les villes sont pollués à cause de ces gestes. Un des facteurs majeur dans cette situation est que la plupart des places où sont entreposés nos déchets sont si facilement cachés de la vue des gens que c'est facile d'oublier que la terre est un système écologique fermé dans lequel rien ne disparaît de façon permanente. Il y a plusieurs méthodes pour dissimuler les déchets comme l'enfouissement des déchets, fosses septiques et égouts qui font de la pollution chimique majeure de l'eau souterraine. Aux États-Unis, on draine plus de 2 millions de kilogrammes de produits chimiques provenant des fosses septiques chaque année contaminant l'eau potable de 1,3 millions de personnes. Dans beaucoup de pays en voie de développement les usines déposent leurs déchets sur la terre et attendent qu'ils disparaissent. Les sites d'enfouissements des déchets peuvent être une source importante de pollution des aquifères. Le ministère de l'environnement des États-Unis a évalué que un tiers des sites d'enfouissements dans le Maine avait contaminés l'eau souterraine. Les pays industrialisés qui ont des déchets trop dangereux pour l'enfouissement enterrent ces déchets dans des réservoirs souterrains comme des réservoirs d'essence. Dans Silicon valley en Californie, les industries électroniques ont enterrés des solvants dans des réservoirs souterrains. Les autorités pour l'eau souterraine locale ont constaté que 85% des réservoirs inspectés avaient des fuites. Silicon valley ont beaucoup de sites et la plupart d'entre-eux affectent l'eau souterraine plus qu'un autre secteur et contient 60% des déchets dangereux liquides. 34 milliards de solvant de métaux et de matériaux radioactifs sont injectés directement dans la terre. Bien qu'ils soient injectés au-dessous de la source la plus profonde d'eau potable certains de ces déchets sont enterrés directement dans les aquifères utilisés pour les provisions d'eau dans une parties de la Floride, du Texas, l'Ohio et l'Oklahoma. Des villes dans les pays en voie de développement comme Shenyang en Chine et Jaipur en Inde ont dû trouver une autre source d'eau car leur eau souterraine était inutilisable. Santa Cruz en Bolivie dû trouver de l'eau potable car son aquifère qui était peu profond et était la source principale d'eau de la ville avait absorbé du des sulfates, nitrates et chlorures. Comme la contamination fut dans un puits peu profond l'eau contaminée pu s'infiltrer dans les aquifères et

puits plus profond. Certaines des plus grandes catastrophes se produisent où l'utilisation chimique augmente de plus en plus ou dans des endroits où les mesures de bases pour protéger l'eau souterraine n'ont pas été prises. Par exemple, en Inde, le conseil du contrôle de la pollution de l'eau a examiné 22 zones industrielles majeures et ont conclu que l'eau dans chacune des zones était impossible à boire. Quand les aquifères sont pollués il est presque impossible de nettoyer les polluants qui sont dans les couches d'argiles. Surtout que beaucoup d'eau peut être stocké dans cette couche. Le taux de renouvellement de l'eau souterraine est très lent comparé à l'eau de surface. Il est vrai que quelques aquifères se renouvellent rapidement mais le taux de renouvellement moyen d'un aquifère est de 1400 ans comparé à 20 jours pour l'eau fluviale car l'eau dans les aquifères avec sa lenteur glaciaire permet aux polluants de s'accumuler. La différence avec les rivières qui se nettoient dans les océans.

Environ 70% de la terre est couverte d'eau. Seulement 1% est de l'eau douce coulant dans des rivières, océans ou courants d'eau souterrains. Beaucoup ont déjà été pollués par l'humain. C'est pour cela que les aquifères et les puits, qui sont nos sources naturelles d'eau propre, sont si importantes. Combien de dégâts cette pollution est infligée à la santé publique, l'environnement et l'économie. C'est pour cela qu'il faut mettre l'accent sur la filtration de ces toxines plutôt que sur l'utilisation de celles-ci. La prévention est la seule stratégie efficace. Par contre, cela exige le regard sur les usines, stations-services, champs de blé, usines de nettoyage à sec, les systèmes industriels agricoles et aussi de notre société en entier. Ces systèmes empoisonnent l'eau du monde entier. Le système agricole fait non seulement rétrécir sa biodiversité mais écrase aussi la terre de l'eau souterraine avec ses demandes énormes en produits chimiques agricoles. Le transport routier produit des gaz à effet de serre perturbant le climat et les pluies acides causant la pollution atmosphérique mais écrasant aussi les aquifères et le sol avec les produits pétrochimiques, les métaux et déchets. Un changement de la situation entraînera une révision minutieuse de chacun de ces systèmes.

Visitez : [http://www.safewater.org/PDFS/OWF/OWF\\_Science/Questcequunaquifere.pdf](http://www.safewater.org/PDFS/OWF/OWF_Science/Questcequunaquifere.pdf) pour voir une leçon qui fait partie du programme Opération Écoulement d'Eau qui apprend aux étudiants le fonctionnement des aquifères. La fondation de l'eau potable sûre a des programmes éducatifs qui peuvent compléter les informations trouvées dans cette fiche d'informations. Opération goutte d'eau surveille les contaminants chimiques qui sont trouvés dans l'eau, il est utilisé à des fins scientifiques. Il surveille comment l'eau est utilisée, d'où elle provient et combien elle coûte. Opération goutte d'eau mets sur pied des cours qui peuvent être utilisés dans les matières suivantes; sciences sociales, maths, biologie, chimie et science. Opération de l'esprit d'eau présente une perspective des Premières Nations; l'eau et les questions qui s'y rattachent il est conçu pour des études amérindiennes ou des classes de sciences sociales. Opération de l'eau saine surveille la qualité de l'eau potable au Canada et dans le monde entier et est conçue pour le domaine de la santé, des sciences et sciences sociales. Opération de la pollution d'eau se concentre sur les causes de la pollution de l'eau et comment elle est traitée et a été conçu pour les sciences sociales et les sciences. Pour avoir accès à plus d'informations sur ces activités éducatives et sur les fiches d'informations supplémentaires, visitez le site Web de la Fondation de l'Eau Potable Sûre au [www.safewater.org](http://www.safewater.org)

### Sources :

American Groundwater Trust. The ABC of Aquifers.  
<http://ga.water.usgs.gov/edu/earthgwaquifer.html>

Gulf of Maine Aquarium. August 17, 1998. Aquifer: Source of Pure Water.  
<http://www.gma.org/Katahdin/aquifer.html>

South-North Development Monitor. 2000. The Covert Ground-water Crisis.  
<http://www.twinside.org.sg/title/covert.htm>

U.S. Geological Survey. August 28, 2006. Ground-water Aquifers.  
<http://ga.water.usgs.gov/edu/earthgwaquifer.html>