

# C'est l'approvisionnement du monde en eau qui est menacé

## [World Water Supply in Jeopardy](#)

***L'essentiel des ressources naturelles en eau est en train de s'épuiser : les ressources se dégradent à un rythme insoutenable et elles sont menacées par le réchauffement planétaire et le changement climatique d'origine anthropique ; mais la crise qui se dessine est encore évitable. [Dr Mae-Wan Ho](#)***

**Rapport de l'ISIS en date du 24/09/2012**

Une version entièrement illustrée et référencée de cet article intitulé [World Water Supply in Jeopardy](#) est disponible pour les membres de l'ISIS sur le site suivant [http://www.isis.org.uk/World\\_Water\\_Supply\\_in\\_Jeopardy.php](http://www.isis.org.uk/World_Water_Supply_in_Jeopardy.php). Elle est par ailleurs disponible en téléchargement [ici](#)

**S'il vous plaît diffusez largement et rediffusez, mais veuillez donner l'URL de l'original et conserver tous les liens vers des articles sur notre site ISIS. Si vous trouvez ce rapport utile, s'il vous plaît, soutenez ISIS en vous abonnant à notre magazine [Science in Society](#), et encouragez vos amis à le faire. Ou jeter un oeil à notre librairie [ISIS bookstore](#) pour d'autres publications**

## **De l'eau, de l'eau partout, mais pas assez d'eau pour boire**

La crainte du manque d'eau est sur le point de concerner tout le monde, sauf si nous parvenons à corriger nos mauvaises pratiques et nos usages actuels de l'eau. Il y a en effet beaucoup d'eau sur notre planète, mais moins de 1% de celle-ci est de qualité convenable pour que les êtres vivants puissent en vivre (voir encadré 1).

Encadré 1

### **L'eau douce est strictement limitée**

Une eau abondante existe sur notre planète, mais 97,5% est constituée d'eau salée dans les océans, tandis que l'eau douce - dont toute vie terrestre, y compris l'espèce humaine dépend - ne représente que 2,5 %, et seulement une petite proportion de cette eau douce est disponible pour les êtres humains et les autres formes de vie terrestre. Environ 68,7% de l'eau douce est incluse dans les glaciers et 0,8% dans le **pergélisol**, ce qui laisse 30,1% des eaux souterraines accessibles par des puits et des forages de pompage, le reste étant constitué par une disponibilité de 0,4 % d'eau de surface et d'eau atmosphérique. Concernant l'eau disponible, l'eau douce des lacs représente 67,5 %, l'humidité du sol 12,0 %, la vapeur d'eau dans l'atmosphère 9,5 %, les zones humides 8,5 %, les rivières 1,5 % et la végétation 1,0 % (figure 1) [1].

*Figure 1 - Les ressources en eau douce de la Terre*

L'eau est utilisée dans les différents secteurs des activités humaines; et l'agriculture est, de loin, la plus grosse utilisatrice d'eau. (figure 2).

*Figure 2 - Utilisation d'eau douce par secteur d'activité*

L'eau douce est une ressource renouvelable : elle constitue un cycle à travers les terres, les océans et l'atmosphère (figure 3) [2]. Malheureusement, elle est consommée plus vite qu'elle ne peut être renouvelée.

*Figure 3 - Cycle de l'eau sur la planète Terre*

### **L'épuisement des eaux souterraines se manifeste rapidement et s'accélère**

L'eau souterraine est le plus grand réservoir d'eau douce, et environ 2 milliards de personnes en dépendent pour l'agriculture et leur vie quotidienne [1]. Ces réservoirs souterrains alimentent également les ruisseaux, les terres humides et les écosystèmes. Il se produit des affaissements des terrains et des infiltrations d'eau salée dans les réserves d'eau douce. L'épuisement des eaux souterraines est devenu un grave problème depuis de nombreuses années, car l'eau est utilisée plus vite qu'elle ne peut être rechargée par les précipitations.

Une étude publiée en 2010 a révélé que le taux d'épuisement a plus que doublé depuis 1960 [3]. D'après le **cycle de l'eau**, il y a tellement d'eau en cours d'épuisement dans l'écosystème terrestre, du simple fait du ruissellement, de l'évaporation et des précipitations, qu'une quantité importante est déversée dans les océans et que cette eau compte annuellement pour environ 25% de l'**élévation du niveau de la mer** à travers la planète.

L'auteur principal de l'étude, Marc Bierkens de l'Université d'Utrecht aux Pays-Bas, a déclaré dans le journal *ScienceDaily* [4]: « *Si vous laissez croître les populations en étendant les superficies des zones irriguées, en utilisant les eaux souterraines qui ne sont pas en train de se recharger, alors vous allez foncer dans le mur à un certain moment et vous aurez les famines et les troubles sociaux qui vont avec* ».

L'étude a estimé la vitesse à laquelle l'eau souterraine est retirée et rechargée au moyen d'un modèle alimenté avec les informations d'une base de données des eaux souterraines mondiales. Le modèle est basé sur une couche d'eau souterraine comprise entre deux couches de sol superposées ; le tout est exposé dans la partie supérieure aux précipitations, à l'évaporation et à d'autres effets. Les données sont composées des enregistrements portant sur les précipitations, les températures et l'évaporation sur une période de 44 ans (de 1958 à 2001).

L'application de l'analyse à travers le monde dans des régions allant des zones arides à celles qui bénéficient de l'humidité comme les prairies humides, l'équipe de recherche a confirmé que les stocks d'eau souterraine sont en diminution, et que le taux de diminution a plus que doublé entre 1960 et 2000, passant de 126 à 283 m<sup>3</sup> par an.

Du fait que la quantité totale des eaux souterraines dans le monde est inconnue, il est difficile de dire à quelle vitesse l'offre mondiale devrait disparaître complètement. Mais si l'eau était déplacée aussi rapidement que dans les **Grands Lacs** [en Amérique du Nord], ceux-ci pourraient être à sec dans 80 ans.

Il est clair que toute réduction de la disponibilité des eaux souterraines pourrait avoir des effets profonds, en particulier pour une population humaine croissante sur la planète.

L'évaluation des ressources a montré les taux les plus élevés d'épuisement en eau dans quelques-uns des plus importantes régions agricoles du monde, y compris le nord-ouest de l'Inde, la Chine du nord, le nord-est du Pakistan, la vallée centrale de Californie et le **Midwest** sur le territoire des États-Unis.

« *Le taux d'épuisement en eau a augmenté presque linéairement à partir des années 1960 et jusqu'aux années 1990* », a déclaré Marc Bierkens. « *Mais on observe alors par la suite une forte augmentation qui est liée à l'augmentation des nouvelles économies naissantes et aux effectifs des populations; principalement en Inde et en Chine* ».

Comme les eaux souterraines sont de plus en plus exploitées [pour satisfaire les demandes en eau], les nappes phréatiques peuvent finir par être tellement abaissées qu'un paysan ordinaire ne pourra plus y accéder du tout, a dit Marc Bierkens. Certains pays seront amenés à faire appel à des technologies coûteuses pour obtenir de l'eau douce pour la production alimentaire, telles que le **dessalement** de l'eau de mer, ou la recharge artificielle des eaux souterraines, mais beaucoup n'auront pas la possibilité de retenir cette option.

L'utilisation des eaux souterraines ajoute environ 0,8 millimètres par an à l'élévation du niveau moyen de la mer, ce qui représente annuellement environ un quart des 3,1 millimètres de l'élévation totale, soit encore autant que la contribution résultant de la fonte des glaciers et des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique.

## **Les fleuves du monde sont en train de se dégrader**

Dans la même année, une étude publiée dans la revue *Nature* a fourni une documentation sur la forte dégradation des cours d'eau du monde [5, 6]. Les rivières sont la principale source d'approvisionnement en eau renouvelable pour les êtres humains et pour les écosystèmes d'eau douce dans les bassins versants des rivières et de leurs affluents.

L'étude, dirigée par Charles Vörösmarty, un ingénieur civil de la *City University* de New York, a révélé que même les pays riches sont parmi les zones les plus sollicitées et qu'elles sont menacées dans leur biodiversité. L'équipe a effectué une évaluation informatisée afin de quantifier les menaces connues pour la sécurité de l'approvisionnement en eau et de la biodiversité d'eau douce dans les systèmes fluviaux de la planète. Ils ont produit une série de cartes montrant l'effet cumulatif de multiples menaces. Une carte donne une illustration des zones où la sécurité de l'eau est déjà menacée pour les humains, ainsi que la gravité des menaces.

Une autre carte couvre les mêmes zones et les menaces concernant la biodiversité, et une troisième carte a combiné les résultats des deux enquêtes (figure 4).

Figure 4 - Carte de l'état des bassins hydrographiques de la Terre en termes de menaces pour la sécurité de l'approvisionnement en eau pour les humains et pour la biodiversité naturelle

Comme on le voit, les régions du monde où l'agriculture est intensive et le peuplement humain est dense, comme le sud de l'Asie et le sud-est asiatique, le nord et l'est de l'Afrique, et même certaines parties de l'Europe, présentent certains des plus hauts niveaux de menaces à la fois pour la sécurité de l'approvisionnement en eau et pour la biodiversité.

En outre, les impacts locaux sont transportés vers l'aval : il y a plus de 30 des 47 plus grands fleuves du monde, y compris le Nil, qui enregistrent au moins des niveaux de menace modérés à l'embouchure du fleuve. Seule une petite fraction des fleuves de la planète n'est pas affectés par les êtres humains, ainsi que dans les parties reculées de l'Amazonie, où les eaux s'écoulent à travers une forêt dense, qui montrent les plus bas niveaux de menaces.

Des recherches antérieures avaient déjà permis de constater que presque tous les bassins hydrographiques européens étaient grandement affectés par les activités humaines, en particulier par la pollution de l'eau. La directive-cadre européenne sur l'eau, qui impose aux États membres d'atteindre un bon état écologique des eaux superficielles et souterraines d'ici 2015, a besoin d'une identification cohérente et comparative des fortes pressions anthropiques, accompagnée d'une évaluation de leurs impacts.

Des chercheurs de l'*University of Natural Resources and Life Sciences*, l'Université des ressources naturelles et des sciences de la vie à Vienne en Autriche, ont effectué la première analyse des données à haute résolution des pressions humaines exercées sur les fleuves d'Europe. Un total de 9.330 échantillons provenant d'environ 3.100 rivières coulant dans 14 pays européens ont été analysés [7, 8].

Ces chercheurs ont identifié 15 causes d'origine humaine qui concernent la dégradation des eaux des rivières et des fleuves. Ces causes sont marquées individuellement et regroupées en 4 groupes de pression (avec un score moyen réalisé pour chaque groupe) : la qualité de l'eau (différents types de polluants), l'hydrologie (prélèvement d'eau et tout ce qui réduit ou augmente le volume de débit ou le taux), la morphologie (changement de la forme des rives, y compris les remblais artificiels et les digues), et enfin la connectivité (présence de barrières entre le segment du bassin versant en amont et le segment de la rivière en aval).

L'analyse a révélé que la qualité de l'eau est affectée dans 59% des rivières; l'hydrologie dans 41% et la morphologie dans 38% des rivières. La connectivité est perturbée au niveau du bassin versant dans 85% des cas et dans 35% des cas au niveau de la rivière. Environ 31% de tous les sites sont touchés par une, 29% par deux, 28% par trois et 12% par quatre de toutes les formes de pression qui s'exercent; seulement 21% des rivières ne sont pas affectées. Environ 90% des rivières s'écoulant dans des plaines sont touchées par une combinaison de ces quatre formes de pression.

Les régions les plus touchées sont les régions montagneuses du centre de l'Europe, principalement en Autriche et en Allemagne, les plaines hongroises, les hautes terres de l'Ouest (en France et en Suisse) et les plaines de l'Ouest (principalement en France). Les

sites se trouvant à proximité de la source de la rivière sont généralement moins touchés que les rivières de plaine où les multiples impacts négatifs ont été plus fréquents.

L'étude prédit que les pressions anthropiques sont susceptibles de s'intensifier. L'augmentation du nombre de phénomènes météorologiques extrêmes risque d'entraîner une variation plus importante des flux des cours d'eau, et il y aura vraisemblablement une demande croissante des besoins en eau pour l'agriculture et pour la production d'énergie.

## La sécurité mondiale de l'eau et la sécurité nationale

Un rapport préparé par l'*Intelligence Community Assessment* (ICA) pour le Département d'État américain a abordé la question suivante : comment les problèmes de l'eau vont-ils impacter les intérêts en matière de sécurité nationale des États-Unis et les questions transfrontalières au cours des 30 prochaines années ?

La version non classifiée du rapport publié en février 2012 [1], a révélé qu'elle était axée sur un certain nombre d'États "d'importance stratégique pour les États-Unis" dans un ensemble sélectionné de bassins fluviaux, qui ont été évalués pour la capacité de gestion de l'eau, du point de vue politique et de l'environnement, avec une notation selon 3 classes : «modéré», «limité», ou carrément «inadéquat» (voir le tableau 1 ci-après).

Le rapport conclut que d'ici à 2040, la disponibilité de l'eau douce ne pourra pas suivre la demande, à moins qu'une gestion plus efficace des ressources en eau ne soit mise en place. Les problèmes liés à l'eau - pénurie, pollution, inondations - nuiront à la capacité des pays clés pour produire de la nourriture et pour fournir de l'énergie, ce qui pose un risque pour la production alimentaire mondiale et peut constituer une entrave à la croissance économique. À la suite de pressions démographiques et du développement économique, l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient et l'Asie du Sud auront à faire face à des défis majeurs avec le problème de l'eau.

Bien que les problèmes de l'eau par eux-mêmes ne soient pas susceptibles d'entraîner une défaillance au niveau des États, cela peut se produire par l'agitation sociale lorsqu'elle combinée avec la pauvreté, les tensions sociales, la dégradation de l'environnement, la gouvernance inefficace et la faiblesse des institutions politiques.

Au cours des dix prochaines années, l'épuisement des eaux souterraines représente, dans certaines zones agricoles, un risque pour les marchés alimentaires nationaux et même mondiaux.

**Tableau 1 - Bassins de rivières évalués pour leur capacité à faire face aux problèmes de l'eau**

Bassin de la rivière	Pays concernés	Évaluation
Indus	Pakistan et Inde	Modéré
Jordanie	Jordanie, Cisjordanie, Israël, Syrie, Liban	Modéré
Mékong	Vietnam, Cambodge, Thaïlande, Laos, Myanmar, Tibet, et le Qinghai (Chine)	Limité

Nil	Egypte, Erythrée, Soudan, Éthiopie, République Centrafricaine, République démocratique du Congo, Kenya, Burundi, Tanzanie	Limité
Tigre-Euphrate	Iran, Irak, Arabie Saoudite, Syrie	Limité
Amu Darya	Ouzbékistan, Turkménistan, Tadjikistan, Afghanistan, Kirghizistan	Insuffisant
Brahmapoutre	Bangladesh, Inde, Népal, Bhoutan	Insuffisant

A partir de maintenant et jusqu'en 2040, une gestion améliorée de l'eau donnera les meilleures solutions, comme par exemple, par des allocations de prix et le commerce basé sur l'**eau virtuelle**, ainsi que des investissements liés à l'eau dans des secteurs tels que l'agriculture, l'alimentation et le traitement des eaux 'usées'.

L'agriculture utilise environ 70% de l'offre mondiale d'eau douce : le plus grand potentiel pour limiter la pénurie d'eau sera un ensemble de technologies qui permettront de réduire la consommation d'eau dans les activités agricoles.

### **Les pénuries d'eau résultent d'une demande accrue, d'une diminution des approvisionnements et de la mauvaise gestion des ressources**

Le rapport de l'ICA [1] prédit que d'ici les 30 prochaines années, la demande mondiale d'eau douce augmentera et dépassera l'offre, sauf si une gestion efficace de l'eau est mise en place. Les besoins annuels en eau de la planète atteindront 6.900 milliards de m<sup>3</sup> en 2030, soit 40% au-dessus des niveaux actuels.

Selon le rapport 2007 du Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques (GIEC) des Nations Unies, il y aura des pénuries d'eau dans de nombreuses régions du monde, en particulier dans les zones semi-arides et arides telles que sur le pourtour de la Méditerranée, dans l'ouest des États-Unis, en Afrique du Sud, au nord-est du Brésil, dans le sud et l'est de l'Australie.

L'agriculture compte pour environ 3.100 milliards de m<sup>3</sup>, soit un peu moins de 70% de la consommation d'eau mondiale actuelle, et si les pratiques actuelles et l'efficacité présente continuent, ce nombre passera à 4.500 milliards de m<sup>3</sup>, soit 65% de tous les prélèvements d'eau d'ici à 2030. La pression de la production alimentaire, due à une forte augmentation de la population, est encore exacerbée par la mise en cultures de plantes destinées à produire des **biocarburants** (encadré 2).

#### Encadré 2

### **Les biocarburants aggravent la pénurie d'eau**

La biomasse nécessaire pour produire un litre de biocarburant consomme entre 1.000 et 3.500 litres d'eau. Les projets de la Banque mondiale indiquent qu'en 2030, les terres allouées aux biocarburants vont quadrupler, principalement en Amérique du Nord et en Europe, touchant de 10% à 15% des terres arables. Dans le monde en développement, les cultures bioénergétiques atteindront 0,4% des terres arables en Afrique, 3% en Asie et 3% en Amérique latine.

La population mondiale devrait s'accroître de 1,2 milliards d'habitants entre 2009 et 2025, passant ainsi de 6,8 milliards à 8 milliards. L'urbanisation dans les pays en développement, la croissance industrielle, les besoins d'assainissement, ainsi que l'augmentation de la consommation de viande, vont tous contribuer à faire grimper la consommation d'eau.

Mais l'approvisionnement en eau diminue. En 2030, un tiers de la population mondiale vivra près des bassins d'eau où le déficit hydrique sera supérieur à 50%. Un certain nombre de pays connaissent déjà un stress hydrique élevé, lorsque les fournitures annuelles renouvelables en eau douce sont en dessous de 1.700 m<sup>3</sup> par personne.

Il s'agit notamment de l'ouest des États-Unis, de l'Afrique du Nord, de l'Afrique australe, du Moyen-Orient, de l'Australie et dans certaines parties de l'Asie du Sud et en Chine. (La rareté en eau est spécifiée lorsque l'approvisionnement annuel est inférieur à 1.000 m<sup>3</sup> par personne et par an ; en comparaison, on utilise actuellement aux États-Unis 2.500 m<sup>3</sup> par personne et par an.)

Une mauvaise gestion des eaux va aboutir à réduire davantage l'approvisionnement en eau par les facteurs suivants : la consommation non appropriée de l'eau, la déforestation et la dégradation des sols, des infrastructures pauvres dans les villes où le taux des fuites dans les réseaux de distribution est estimé entre 30 et 50%, et l'évaporation à partir des réservoirs.

### **Les inondations, l'élévation du niveau de la mer et la qualité de l'eau**

Le GIEC indique que le risque de sécheresses et d'inondations augmentera de façon marquée dans de nombreuses régions du monde d'ici la fin du siècle, due à l'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes. Au cours des prochaines décennies, l'élévation du niveau de la mer et la détérioration des tampons côtiers amplifieront les dégâts provoqués par des tempêtes sévères. L'eau potable fournie à partir des ressources en eau de surface et des aquifères souterrains va presque certainement diminuer encore, à mesure que la qualité de l'eau diminuera à partir de l'intrusion d'eau salée, du fait de l'épuisement des eaux souterraines et de l'élévation du niveau de la mer (voir ci-dessus).

### **Les impacts de l'insécurité concernant l'eau**

Le rapport de l'ICA [1] cite dans le détail les conséquences de l'insécurité relative à l'eau.

#### ***L'instabilité politique***

Historiquement, les tensions relatives à l'eau ont conduit à plus d'accords de partage de la ressource en eau entre les États que de conflits violents entre les parties concernées. Cependant, comme les pénuries d'eau vont devenir plus aiguës au cours des dix prochaines années, l'eau issue des bassins versants partagés sera de plus en plus utilisée comme moyen de pression politique. Il y aura une augmentation de l'utilisation de l'eau ou des infrastructures hydrologiques comme une arme - à la fois entre les pays et au sein des États pour réprimer les séparatistes - ou encore comme cible d'attaques terroristes.

#### ***L'insécurité alimentaire et énergétique***

Si les problèmes d'eau ne sont pas gérés de façon adéquate, la production alimentaire va

être touchée, ainsi que la production d'énergie provenant de l'énergie hydroélectrique. Ces problèmes, exacerbés par la pauvreté et l'inégalité sociale, la dégradation de l'environnement et la faiblesse des institutions politiques, pourraient bien entraîner des troubles sociaux et des défaillances au niveau des États.

### ***Agriculture et croissance économique***

Comme mentionné précédemment, de nombreux pays ont déjà surexploité leurs eaux souterraines, ce qui peut aboutir à des niveaux insuffisants des produits de l'agriculture. Le réduction de l'agriculture contrecarre aussi la croissance économique. Actuellement, 35% de la population active mondiale travaille dans l'agriculture, mais cette proportion est beaucoup plus élevée dans les pays en développement, où l'agriculture pourrait représenter 95% de la consommation d'eau.

Les données obtenues par les satellites de la NASA américaine (*National Aeronautics and Space Administration*) montrent que l'eau est en train de s'épuiser plus rapidement dans le nord de l'Inde que dans n'importe quelle autre région comparable dans le monde. Une étude de la Banque mondiale datée de 2005 a constaté que l'irrigation à partir des eaux souterraines, directement ou indirectement, ont assuré 60% de la production alimentaire de l'Inde et 15% de la production alimentaire de l'Inde dépendait d'une utilisation non soutenable des eaux souterraines. .

### ***L'énergie et la production économique***

La production économique va baisser s'il n'y a pas suffisamment d'eau propre disponible pour produire de l'électricité, pour maintenir et développer l'industrie manufacturière et permettre l'extraction des ressources (y compris l'exploitation minière). L'hydroélectricité est importante dans le monde en développement. Plus de 15 pays en développement génèrent 80% ou plus de leur électricité à partir de centrales hydroélectriques. La demande en eau pour la production d'énergie et de la transformation industrielle est en hausse.

### ***Risque accru de maladie***

La pénurie d'eau - due en partie à des infrastructures pauvres concernant l'eau et le manque d'assainissement - oblige les gens à boire de l'eau insalubre, ce qui augmente le risque de maladies d'origine hydrique telles que le choléra, la dysenterie et la fièvre typhoïde. Les projets de dérivation de l'eau comme les barrages, les réservoirs et les systèmes d'irrigation créent des eaux stagnantes ou à circulation lente qui permettent la reproduction des moustiques, des escargots, des copépodes et d'autres agents vecteurs de maladies.

En moyenne, un enfant meurt d'une maladie liée à l'eau toutes les 15 secondes, selon le rapport 2006 des Nations Unies sur le développement humain. L'eau non potable et un assainissement défectueux sont les principales causes de décès dans le monde en développement pour les enfants de moins de 5 ans. Près de la moitié de toutes les personnes dans les pays en développement souffrent d'un problème de santé lié à l'eau et à l'assainissement.

L'épidémie de choléra en Haïti, qui a fait 455.000 malades et causé la mort de 6.400 personnes (à la date du 20 Septembre 2011), a été initiée par la contamination de la rivière Artibonite lors de ses faibles débits. Pendant la saison des pluies et des typhons en



2010, le choléra s'est propagé dans tout le pays, contaminant en plus les réserves d'eau potable.

Le trachome, qui menace de cécité 400 millions de personnes et qui est fréquent chez les enfants, est une conséquence directe des environnements secs et poussiéreux, dépourvus d'assainissement, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Les **Objectifs du Millénaire pour le développement** (OMD) - un plan d'action mondial pour la réalisation des objectifs contre la pauvreté d'ici à 2015 - comprend l'accès universel à l'eau et à l'assainissement. La Banque mondiale estime que même si les pays vont élaborer des politiques et améliorer les institutions concernant l'eau, l'aide extérieure supplémentaire en devises nécessaires pour atteindre les objectifs en matière d'eau et d'assainissement d'ici à 2015, se situe entre 5 à 21 milliards de dollars US.

Cependant, l'OMS estime que des investissements de 190 milliards de dollars seront nécessaires chaque année jusqu'en 2015 pour atteindre et maintenir les objectifs concernant l'eau et l'assainissement dans toutes les zones géographiques concernées [9]. Cela est à mettre en parallèle avec le montant de 7,8 milliards de dollars qui a été consacré à l'aide mondiale en 2010.

## **Il faut améliorer la gestion de l'eau et les investissements**

Le rapport de l'ICA conclut que le meilleur moyen d'éviter une crise de l'eau potentielle au niveau mondial d'ici à 2040, est d'améliorer la gestion de l'eau à travers les prix, la répartition et le commerce des produits à haute teneur en eau virtuelle. (L'eau virtuelle est l'eau douce utilisée ou consommée dans le développement ou la production d'un bien ou d'une marchandise).

La teneur moyenne globale en eau virtuelle du maïs, du blé et du riz (décortiqué) est respectivement de 900, 1.300 et 3.000 m<sup>3</sup> / tonne, alors que la teneur en eau virtuelle de la viande de poulet, de porc et de boeuf est respectivement de 3.900, 4.900 et 15.500 m<sup>3</sup> / tonne. Dans le même temps, il devrait y avoir des investissements liés à l'eau dans des secteurs tels que l'agriculture, l'alimentation et le traitement des eaux.

Du fait que l'agriculture utilise de loin la plus grande partie de l'eau douce mondiale, le plus grand potentiel pour éviter la pénurie d'eau est un ensemble de technologies qui permet de réduire l'eau nécessaire à l'agriculture. Nous devons aussi cesser de faire croître des cultures gourmandes en eau comme les agrumes dans les zones sèches.

L'Union Européenne prend très au sérieux l'efficacité de l'eau, et elle a recommandé de nombreuses mesures, y compris l'utilisation des eaux usées des stations d'épuration et des eaux grises pour des usages agricoles. (voir [10] [Using Water Sustainably](#), SiS 56).

## **Le système de riziculture intensive, l'agriculture biologique, l'agro-écologie et l'agriculture en conditions salines**

Il convient en conclusion de mentionner ici les changements culturels les plus radicaux qui n'ont pas reçu une attention suffisante dans le contexte de l'utilisation durable des ressources en eau.

Il a été démontré qu'une technique de culture du riz - le 'Système de riziculture intensive' (SRI) (voir [11, 12] [Fantastic Rice Yields Fact or Fallacy?](#), [Does SRI work?](#) SiS 23) - a permis de doubler et de tripler les rendements avec une petite fraction de la consommation d'eau traditionnelle. La technique est déjà largement adoptée dans le monde entier, avec des pratiques agro-écologiques ou de l'agriculture biologique qui empêchent la pollution de l'eau, qui améliorent la percolation de l'eau et les capacités de stockage de l'eau dans les sols, en particulier pendant les années de sécheresse.

En outre, l'agriculture biologique permet d'économiser sur les émissions de carbone et sur l'énergie, les sols mieux pourvus en matières organiques séquestrent le carbone et les produits de l'agriculture biologique sont source de santé et présentent de nombreux avantages économiques (voir notre rapport détaillé [13] ] [Food futures now, organic, sustainable fossil fuel free](#), ISIS/TWN publication).

Une autre approche très importante est le mode d'agriculture durable en conditions salines ([14] [Saline Agriculture to Feed and Fuel the World](#), SiS 42) ; il consiste à utiliser de l'eau de mer pour cultiver des plantes naturellement tolérantes au sel et destinées à l'alimentation et à la production de carburant ; ces plantes cultivables peuvent recycler efficacement les substances nutritives de la mer vers les zones côtières.

© 1999-2012 The Institute of Science in Society

[Contact the Institute of Science in Society](#)

MATERIAL ON THIS SITE MAY NOT BE REPRODUCED IN ANY FORM WITHOUT EXPLICIT PERMISSION. FOR PERMISSION, PLEASE [CONTACT ISIS](#)

## Définitions et compléments

**Biocarburant** - Extrait d'un article de Wikipédia




**Cet article ou cette section est à actualiser.** Des passages de cet article sont obsolètes ou annoncent des événements désormais passés. [Améliorez-le](#) ou [discutez des points à vérifier](#).

Un **biocarburant** est un [carburant](#) produit à partir de matériaux organiques non fossiles, provenant de la [biomasse](#). Il existe actuellement deux filières principales :

- filière huile et dérivés, comme le biodiesel (ou biogazole) ;
- filière [alcool](#), à partir de [sucres](#), d'[amidon](#), de [cellulose](#) ou de [lignine](#) hydrolysées.

D'autres formes moins développées voire simplement au stade de la recherche existent aussi : carburant gazeux ([biogaz carburant](#), dihydrogène), carburant solide, etc.

En Europe<sup>1</sup>, depuis juillet 2011, pour être [certifié soutenable](#) un [biocarburant](#) répond à des « normes de durabilité<sup>2</sup>, via 7 mécanismes ou initiatives<sup>3</sup> ». La consommation européenne a été de +3 % de 2010 à 2011 (soit 13,6 millions de [tonnes équivalent pétrole](#) consommés en 2011 contre 13,2 millions de tep en 2010<sup>4</sup>, mais cette croissance devrait ralentir tant que les critères de durabilité de la directive énergies renouvelable ne sont pas remplis<sup>4</sup>.

 Photo à consulter à la source

La canne à sucre peut être utilisée pour produire des agrocarburants. Sa culture est source de [\*changement d'affectation des sols\*](#) (CAS)

## **Sommaire**

- [1 Dénomination](#)
  - [1.1 Première et deuxième générations](#)
- [2 Approche historique](#)
- [3 Technique](#)
  - [3.1 Filières de première génération](#)
  - [3.2 Filière huile](#)
  - [3.3 Filière alcool](#)
  - [3.4 Autres filières](#)
    - [3.4.1 Filière gaz](#)
    - [3.4.2 Filière charbon de bois \(biocarburant solide\)](#)
    - [3.4.3 Autres](#)
  - [3.5 Filières de deuxième génération](#)
    - [3.5.1 Application dans l'aviation](#)
  - [3.6 Filière de troisième génération](#)
- [4 Bilan et analyses](#)
  - [4.1 Chiffres clefs](#)
  - [4.2 Bilan économique et intérêt géostratégique des biocarburants](#)
    - [4.2.1 Coût pour le consommateur](#)
    - [4.2.2 Possibilité de remplacement des énergies fossiles](#)
- [5 Bilan environnemental](#)
  - [5.1 Économies énergétiques et émission de gaz à effet de serre](#)
  - [5.2 Impacts sur la biodiversité, la ressource eau et les sols](#)
  - [5.3 Biocarburants et qualité de l'air](#)
- [6 Bilan socio-économique](#)
  - [6.1 Concurrence avec la production alimentaire](#)
    - [6.1.1 Utilisation de terre arable](#)
    - [6.1.2 Hausse des prix agricoles](#)
    - [6.1.3 Conséquences de la hausse des prix agricoles](#)

## **Dénomination**

La langue anglaise ne possède qu'un seul terme, [biofuel](#), qui peut être également retrouvé dans des textes francophones.

Plusieurs expressions concurrentes coexistent en langue française :

### **Biocarburant**

L'expression « biocarburant » (formée du grec *bios, vie, vivant* et de « [carburant](#) »<sup>5)</sup> indique que ce carburant est obtenu à partir de matière organique (biomasse), par opposition aux carburants issus de ressources fossiles. L'appellation « biocarburant » a été promue par les industriels de la filière<sup>6</sup> et certains scientifiques. Biocarburant est la dénomination retenue par le Parlement européen<sup>7</sup>.

### **Agrocarburant**

L'expression « agrocarburant » (du latin *ager, le champ*)», plus récente (2004)<sup>8</sup>, indique que le carburant est obtenu à partir de produits issus de l'agriculture. Elle est privilégiée par certains scientifiques, une partie de la classe politique française (à sensibilité écologiste) et des médias qui estiment que le préfixe « bio » est associé en France au mode de production de l'[agriculture biologique](#)<sup>9</sup> et soupçonnent les industriels de la filière de profiter de l'image positive de celle-ci. En 2007, l'association [Bio Suisse](#) demande dans un communiqué de presse à l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) de modifier les textes de lois et l'usage en Suisse pour que ne soit plus utilisé que le terme agrocarburant<sup>10</sup>. « Agrocarburant » est le plus souvent utilisé pour marquer la provenance [agricole](#) de ces produits, et la différence avec les produits issus de l'[agriculture bio](#).

### **Nécrocarburant**

Certains courants [écologistes](#) recourent à l'expression « [Nécrocarburant](#) » pour dénoncer les risques écologiques et sociaux posés par le développement des agrocarburants<sup>11</sup>.

### **Carburant végétal**

Cette expression est utilisée par l'ADECA, une association dédiée au développement de ce type de carburant<sup>12</sup>.

### **Carburant vert**

Dénomination appliquée parfois à des carburants contenant une fraction de biocarburant.

Lire l'article complet sur le site <http://fr.wikipedia.org/wiki/Biocarburant>

## **Biocarburants aux États-Unis** – Selon Wikipédia

Article principal : [Biocarburant](#).

Plus récemment, les [États-Unis](#) ont développé la production d'éthanol, notamment à partir de [maïs](#) : elle place le pays à la deuxième place mondiale et s'élevait à 6,21 millions de mètres cubes en 2001 pour 10,2 millions de mètres cubes en 2003<sup>1</sup>. L'[éthanol](#) est ajouté dans l'essence, généralement en faible proportion (jusque 5 %) et sert d'antidétonant (pour améliorer l'indice d'[octane](#)). Le bilan énergétique et l'[écobilan](#) sont toutefois peu favorables : en prenant en compte toute l'énergie consommée pour produire le maïs (engrais, pesticides, carburants) puis pour le transformer en éthanol (cuisson et distillation) on arrive à un bilan proche de zéro. À cela s'ajoute la très lourde consommation d'eau pour la culture de cette céréale. La production d'éthanol consomme déjà 11 % du maïs produit aux États-Unis pour remplacer à peine plus de 1 % de l'essence consommée. Notons quand même que les protéines contenues dans les grains sont récupérées et données au bétail, le maïs consommé pour l'éthanol n'est pas perdu à 100 % pour l'alimentation. Par ailleurs, l'huile de maïs peut être récupérée, et utilisée en agro-alimentaire, ou pour produire du biodiesel.

Les [États-Unis](#) utilisèrent les [biocarburants](#) au début du [XX<sup>e</sup> siècle](#), notamment pour la [Ford T](#). Les biocarburants furent délaissés jusqu'à l'arrivée des deux [chocs pétroliers](#) en [1973](#) et [1979](#).

Aujourd'hui, les [États-Unis](#) produisent principalement du [biodiesel](#) (le plus gros consommateur est l'armée américaine) et sont aussi les plus gros producteurs de [bioéthanol](#) à presque égalité avec le [Brésil](#) (16 milliards de litres contre 15,5 milliards de litres en 2005). Les biocarburants sont surtout utilisés mélangés à des carburants fossiles. Ils sont aussi utilisés en tant qu'additifs. Le bioéthanol est surtout produit à partir de [maïs](#).

Ainsi le NREL ([National Renewable Energy Laboratory](#), Laboratoire Nationale sur les énergies renouvelables) fut fondé en [1974](#) et commença à travailler en [1977](#). Ce centre de recherche est rattaché au département de l'énergie américain. Il publie régulièrement des documents de plusieurs dizaine de pages sur les biocarburants.

Le Congrès vota le [Energy Policy Act](#) (EPAct en abrégé) en [1994](#). Cette loi vise notamment à soutenir les biocarburants. En [2005](#), le Congrès vota un nouveau [Energy Policy Act](#) qui confirma le soutien des autorités pour les énergies renouvelables.

De plus, en janvier [2006](#), le président [George Bush](#) déclara dans son [discours sur l'état de l'Union](#) qu'il voulait que les [États-Unis](#) se passent à l'horizon 2025 de 75 % du [pétrole](#) importé du [Proche-Orient](#).

### **Notes et références**

- ↑ [Biocarburants : une fausse-bonne idée ? \[archive\]](#) - Alain Faujas, *Le Monde*, 9 juin 2006

### **Annexes**

#### **Article connexe**


- [Politique environnementale des États-Unis](#)

Source [http://fr.wikipedia.org/wiki/Biocarburants\\_aux\\_%C3%89tats-Unis](http://fr.wikipedia.org/wiki/Biocarburants_aux_%C3%89tats-Unis)

## Cycle de l'eau - Article de Wikipédia

Le **cycle de l'eau** (ou **cycle hydrologique**) est un modèle représentant le parcours entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou de vapeur d'eau sur [Terre](#) : les [océans](#), l'[atmosphère](#), les [lacs](#), les [cours d'eau](#), les [nappes d'eaux souterraines](#) et les [glaciers](#). Le « moteur » de ce cycle est l'[énergie solaire](#) qui, en favorisant l'[évaporation](#) de l'eau, entraîne tous les autres échanges.

La [science](#) qui étudie le cycle de l'eau est l'[hydrologie](#). Elle peut se décomposer en [hydrogéologie](#), [hydrologie de surface](#), [hydraulique urbaine](#), etc.

 Schéma à consulter à la source

Le cycle naturel de l'eau.

### Sommaire

- [1 Les différents réservoirs](#)
- [2 Les flux entre réservoirs](#)
  - o [2.1 L'évaporation](#)
  - o [2.2 Les évapotranspirations](#)
  - o [2.3 Les précipitations](#)
  - o [2.4 Le ruissellement](#)
  - o [2.5 La recharge des nappes souterraines](#)
- [3 Perturbation du cycle de l'eau](#)
  - o [3.1 Augmentation du ruissellement](#)
  - o [3.2 Diminution de l'évapotranspiration](#)
  - o [3.3 Épuisement des nappes](#)
  - o [3.4 Détournement de l'eau des cours d'eau](#)
- [4 Notes et références](#)
- [5 Annexes](#)
  - o [5.1 Articles connexes](#)
  - o [5.2 Liens externes](#)

### Les différents réservoirs

**Volume d'eau contenu dans  
les différents réservoirs<sup>1</sup>**

<b>Réservoirs</b>	<b>Volume (10<sup>6</sup> km<sup>3</sup>)</b>	<b>Pourcentage du total</b>
<a href="#">Océans</a>	1370	97,25
<a href="#">Calottes glaciaires &amp; glaciers</a>	29	2,05
<a href="#">Eau souterraine</a>	9,5	0,68
<a href="#">Lacs</a>	0,125	0,01
Humidité des <a href="#">sols</a>	0,065	0,005
<a href="#">Atmosphère</a>	0,013	0,001
Fleuves et rivières	0,0017	0,0001
<a href="#">Biosphère</a>	0,0006	0,00004

- L'eau salée liquide des océans : c'est le réservoir le plus important.
- L'eau douce liquide : cours d'eau, [lacs](#), [étangs](#) d'eau douce, marais.
- Les glaciers : le flux peut être stocké pour un temps sous forme de neige ou de glace. Leur fonte est plus ou moins importante suivant les variations du climat.
- L'eau atmosphérique (vapeur d'eau)

### **Les flux entre réservoirs**

#### **L'évaporation**

Les enveloppes terrestres contiennent de l'eau, en quantités variables : beaucoup au sein de l'hydrosphère, moins dans la lithosphère et en très faible quantité dans l'atmosphère.

L'eau de l'hydrosphère, chauffée par le [rayonnement solaire](#), s'[évapore](#). Cette eau rejoint alors l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau. Cette évaporation dépend du vent, de l'ensoleillement, de la température... Lorsque l'atmosphère n'est pas saturée en eau (d'avril à octobre), une partie de la lame d'eau qui tombe est immédiatement évaporée (et cette évaporation peut également continuer après l'épisode pluvieux, si l'atmosphère n'est toujours pas saturée). Cette évaporation est d'autant plus efficace qu'on est proche de la surface du sol. Puis s'il subsiste dans l'atmosphère une zone non saturée, apparaît alors la reprise évaporatoire. Celle-ci est favorisée par la remontée capillaire.

#### **Les évapotranspirations**

Enfin, la transpiration des végétaux intervient, on parle d'[évapotranspiration](#). Le cycle décrit ci-dessus est essentiellement géochimique. En réalité, les êtres vivants, et plus particulièrement les [végétaux](#) ont une influence sur le cycle. Les [racines](#) des végétaux pompent l'eau du sol, et en relâchent une partie dans l'atmosphère. De même, une partie de l'eau est retenue dans les plantes. Lors de [déforestation](#), le cycle de l'eau est fortement modifié localement et il peut en résulter des [inondations](#).

#### **Les précipitations**



Les [nuages](#) sont formés de minuscules gouttes d'eau. Lors des [pluies](#), la totalité de la lame d'eau tombe sur les océans (pour 7/9) et les continents (pour 2/9)

Article détaillé : [précipitations](#).

### **Le ruissellement**

Le ruissellement désigne en hydrologie le phénomène d'écoulement des eaux à la surface des sols.

### **La recharge des nappes souterraines**

- L'[infiltration](#), à travers les fissures naturelles des sols et des roches ;
- La [percolation](#), en migrant lentement à travers les sols.

Plus le processus est lent plus les eaux ont le temps d'interagir chimiquement avec le milieu. Plus le processus est rapide plus les phénomènes d'[érosion](#) seront marqués.

À travers l'infiltration et la percolation dans le [sol](#), l'eau alimente les [nappes phréatiques](#) (souterraines).

On parle de [zone vadose](#) pour les eaux issues du cycle décrit ci-dessus.

Les [débits](#) des eaux peuvent s'exprimer en m<sup>3</sup>/s pour les fleuves, en m<sup>3</sup>/h pour les rivières. La vitesse d'écoulement des nappes phréatiques est en revanche de quelques dizaines de mètres par an.

### **Perturbation du cycle de l'eau**

#### **Augmentation du ruissellement**

La [déforestation](#), les [pratiques agricoles](#) dominantes, l'[urbanisation](#) ont pour effet d'augmenter le ruissellement car non seulement les racines ne retiennent plus les sols, qui n'absorbent donc pas les précipitations, mais les sols eux-mêmes sont déstructurés ([humus](#)), qui eux aussi absorbent les eaux de pluies).

Cela peut avoir pour conséquence de rendre les [inondations](#) plus fréquentes.

#### **Diminution de l'évapotranspiration**

La déforestation a pour effet de diminuer l'évapotranspiration.

#### **Épuisement des nappes**

 Photo à consulter à la source

Irrigation d'un champ de coton

Le prélèvement de l'eau dans les [nappes](#) peut ne pas avoir de conséquence s'il respecte le quota d'eau apportée par les pluies qui atteindra la nappe. Il est à noter que les nappes

profondes sont rechargées par la météo de plusieurs décennies voire de plusieurs siècles et que les nappes superficielles se rechargent généralement très rapidement en quelques jours, en quelques mois ou en quelques années.

### **Détournement de l'eau des cours d'eau**

L'[irrigation](#) par des canaux ou par recouvrement est une méthode qui utilise le détournement l'eau et l'apport d'eau en grande quantité sur une durée très courte. Cette méthode est extrêmement consommatrice d'eau contrairement à des systèmes d'aspersion (pivots, enrouleurs, quadrillage...) ou de goutte à goutte qui apportent l'eau sur une durée plus importante. Un exemple fort d'irrigation par canaux est celui qui a eu pour conséquence la baisse du débit des fleuves, et l'assèchement de la [mer d'Aral](#).

Bien évidemment lorsqu'on détourne l'eau d'une mer intérieure par des canaux qui n'utilisent plus d'eau que celle de la croissance végétale, on risque de faire baisser la mer intérieure. Cet exemple ne doit pas servir de publicité pour pomper les nappes phréatiques en se justifiant de réduire le gaspillage par la technique du goutte à goutte. L'eau des cours d'eau est le surplus des eaux d'un bassin versant dont le débit varie tout au long de l'année. Détourner l'eau des cours d'eau qui se jettent dans les grands océans est différent n'est pas aussi grave que la même action sur une mer intérieur.

Le cycle de l'eau n'est pas seulement du au soleil comme décrit sur cette page mais l'eau qui s'infiltré dans l'écorce terrestre ne peut pas descendre plus bas que là où le magma le lui permet. Autrement dit l'eau souterraine n'est pas seulement arrêtée par une surface imperméable mais par des contre pressions d'une activité d'un cycle de l'eau "magmatique". Ce cycle de l'eau magmatique fait tourner l'eau dans l'écorce terrestre par des fentes et espaces souterrains en transportant chaleur et matière dissoute. En fait on peut dire que le cycle de l'eau est composé de deux cycles de l'eau, l'un sur l'autre, c'est-à-dire avec une frontière (débit échangé: zéro). Ces deux cycles de l'eau solaire et magmatique, ou atmosphérique et souterrain profond, échangent des volumes d'eau par les Geysers, les sources d'eau chaudes et minérales qui sont des remontées "directes" du cycle profond dans le cycle atmosphérique. Réciproquement le cycle de l'eau atmosphérique redonne ces volumes par infiltration de l'eau le long des cours d'eau. L'eau des précipitations n'est pas répartie uniformément dans le temps et dans l'espace. De plus la nature des sols ne permet pas de recharger les nappes sur toute la surface du territoire. Une grande partie du territoire garde les pluies en surface pour être repris par la croissance végétale ou ruisseler directement vers les cours d'eau .Le rechargement des nappes se fait donc rarement lors de pluies significatives et sur les zones inondables et donc temporaires et partielles. Par contre les rivières ont un rôle de rechargement permanent de l'eau souterraine sur la surface de leurs lits mineurs.

### **Notes et références**

- ↑ PhysicalGeography.net. [CHAPTER 8: Introduction to the Hydrosphere](#). [archive] Retrieved on 2006-10-24.

Source : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Cycle\\_de\\_l%27eau](http://fr.wikipedia.org/wiki/Cycle_de_l%27eau)

**Dessalement** – Extrait d'un article de Wikipédia

Le **dessalement** de l'eau (également appelé **dessalage** ou **désalinisation**) est un processus qui permet d'obtenir de l'[eau douce](#) ([potable](#) ou, plus rarement en raison du coût, utilisable pour l'[irrigation](#)) à partir d'une eau saumâtre ou salée ([eau de mer](#) notamment). En dépit du nom, il s'agit rarement de retirer les [sels](#) de l'[eau](#), mais plutôt, à l'inverse, d'extraire de l'eau douce.

Très généralement, il est plus simple et plus économique de rechercher des sources d'eau douce à traiter (eaux de surface, telles que lac et rivière, ou eau souterraine), que de dessaler l'eau de mer. Cependant, dans de nombreuses régions du monde, les sources d'eau douces sont inexistantes ou deviennent insuffisantes au regard de la croissance démographique ou de la production industrielle.

D'autre part, il est souvent rentable de combiner la [production d'eau douce](#) avec une autre activité (notamment la production d'[énergie](#), car la vapeur disponible à la sortie des turbines, et perdue dans une usine classique, est réutilisable dans une station de dessalement dite thermique ou fonctionnant sur le principe de l'évaporation) L'eau de mer est salée à peu près à  $35 \text{ g.l}^{-1}$  en général. Dans des régions comme le Golfe Persique, la salinité atteint  $42 \text{ g.l}^{-1}$ . Pour séparer le sel, il faut, d'un point de vue purement théorique et sans perte d'énergie (dessalement isentropique), environ  $563 \text{ Wh.m}^{-3}$ <sup>1</sup>.

Les systèmes de **dessalement** se caractérisent par leur rendement et le taux de sel résiduel.

## Sommaire

- [1 Différents systèmes de dessalement](#)
- [2 Économie du dessalement](#)
  
- [3 Les inconvénients du dessalement](#)
  
- [4 Diffusion](#)
  
- [5 Voir aussi](#)
  - o [5.1 Notes](#)
  
  - o [5.2 Liens externes](#)

## Différents systèmes de dessalement

Les systèmes utilisés sont :

- [Osmose inverse](#) : cette technique « *membranaire* » repose sur une ultrafiltration sous pression au travers de membranes dont les pores sont des 'trous' si petits que même les sels sont retenus. Cette technique, en plein essor (coût énergétique moyen ( $\approx 4\text{-}5 \text{ kWh/m}^3$ )<sup>2</sup>) est un système éprouvé ayant montré sa fiabilité.
- [Distillation multi-effets](#). Ce système fournit une eau très pure ; coût énergétique élevé ( $\approx 15 \text{ kWh/m}^3$ ).

- Flash multi-étages, ou système flash : il est utilisé dans les pays du Golfe, fournissant une eau dont le taux de sel résiduel est non négligeable; coût énergétique élevé ( $\approx 10 \text{ kWh/m}^3$ ).
- Compression de vapeur : il fournit une eau pure; coût énergétique moyen ( $\approx 5 \text{ kWh/m}^3$ ).
- [Distillation](#) par dépression : ce système basé sur le fait que la température d'[évaporation](#) dépend de la [pression](#) fournit une eau très pure; coût énergétique faible ( $\approx 2$  à  $3 \text{ kWh/m}^3$ ). Il est utilisé pour de petites unités.
- [Distillation par four solaire](#) : le four solaire concentre en une zone restreinte les rayons du soleil, grâce à un miroir parabolique, pour porter à haute température l'élément qui contient l'eau destinée à être évaporée.
- [Électrodialyse](#) : on applique un [courant électrique](#) qui fait migrer les [ions](#) vers les [électrodes](#). Système très rentable pour les faibles concentrations, l'énergie à mettre en jeu dépend de la concentration en sel.
- [Condensation](#) sur une surface ayant une température inférieure au point de rosée. Fournit une eau pure ; coût énergétique zéro avec une système passif ou faible avec une système actif <sup>3</sup>. Il est utilisé pour de petites unités.

Dans tous les cas, Le dessalement produit une [saumure](#) dont il faut se débarrasser, ce qui n'est pas un problème en bord de [mer](#) là où le courant est important, mais peut l'être à l'intérieur des terres, et dans certains écosystèmes comme les [lagons](#), baies, lagunes, mangroves...

**Unités mobiles de dessalinisation** : la ville de Yokohama a présenté en juin 2009 un camion équipé d'un dispositif à [membrane à osmose inverse](#), capable de dessaler de l'eau de mer ou de potabiliser de l'eau douce issue d'une rivière ou d'un lac. L'eau douce est épurée 15 fois plus vite qu'avec l'ozone, par des microbes (les mêmes que ceux qui produisent le [nattô](#) ; haricots fermentés très appréciés au Japon). Un traitement au [chlore](#) et à l'[ozone](#) conclut le processus. L'énergie nécessaire au dessalement est entièrement fournie par une petite [éolienne](#) et des [panneaux solaires](#) qui alimentent aussi des [batteries](#) permettant une autonomie de 24 heures. 3 litres d'eau de mer fournissent un litre potable. Le [camion](#) peut fournir de l'eau à 3 500 personnes par jour. La saumure peut être utilisée pour la [thalassothérapie](#) ou des usages alimentaires<sup>4,5</sup>

Article complet sur le site <http://fr.wikipedia.org/wiki/Dessalement>

### **Du graphène pour dessaler l'eau de mer**

Par Laurent Sacco, [Futura-Sciences](#)

Fournir de l'eau potable à toute l'humanité est un problème qui devient de plus en plus pressant. Le dessalement de l'eau de mer serait une solution mais elle est coûteuse en énergie. Des chercheurs du MIT viennent de montrer sur [ordinateur](#) que des membranes fabriquées avec du [graphène](#) seraient plus efficaces que celles existantes à ce jour.

La population humaine ne cesse de croître et ses [besoins en eau potable](#) aussi. Des solutions sont cherchées mais le problème est complexe, d'autant plus qu'on se trouve confrontés à une raréfaction annoncée des sources d'énergie, c'est-à-dire du [pétrole](#). Pour aggraver le tableau, le réchauffement climatique ne nous laissera pas d'autre choix que d'utiliser de plus en plus les sources d'énergie vertes. Plus inquiétant, il semble que le pire scénario envisagé dans les années 1970 par les membres du [Club de Rome](#) à propos de la surpopulation soit en train de se produire, si l'on en croit certains experts.

Mais tout n'est peut-être pas encore joué. Dans les 20 ans à venir, des révolutions, comme celle de la [nanotechnologie](#), vont peut-être nous éviter le pire. On ne sait pas ce qui ressortira véritablement du projet [Iter](#) et il semble peu crédible que des [centrales solaires](#) géantes soient mises en [orbite](#) avant la fin de la première moitié du XXI<sup>e</sup> siècle.



Consulter à la source

Une image d'artiste illustrant le dessalement de l'eau de mer avec une membrane de graphène. Sur la droite, on voit des [molécules](#) d'eau (en rouge) avec les [atomes](#) issus du sel en solution (en vert). La membrane de graphène au centre ne laisse passer que les molécules d'eau sur la gauche. © David Cohen-Tanugi

Mais le problème de l'[eau potable](#) est plus généralement une question de [purification de l'eau](#). Pour beaucoup de pays, surtout si les ressources en [eau douce](#) chutent avec la pluviosité en raison du [réchauffement climatique](#) (on peut penser au risque de la fonte des glaciers alimentant les fleuves de l'[Inde](#)), il va s'agir aussi d'une question de dessalement de l'eau de mer.

Il est possible de le faire en exploitant le phénomène d'[osmose](#) inverse avec des membranes. Une technologie simple à mettre en œuvre mais gourmande en énergie. Un groupe de chercheurs du MIT, la célèbre université américaine où enseigne [Walter Lewin](#), vient de proposer une solution.

### ***Dessalement au graphène... sur ordinateur***

Les systèmes permettant de réaliser l'osmose inverse avec des membranes poreuses nécessitent de très hautes pressions et donc consomment beaucoup d'énergie. Or, le [graphène](#) est l'un des matériaux les plus résistants au monde et se présente comme une couche dont l'épaisseur est celle d'un atome de [carbone](#). Serait-il possible de purifier l'eau avec des membranes en graphène mille fois moins épaisses que celles utilisées aujourd'hui et nécessitant moins d'énergie ?

Un des chercheurs du MIT explique ses travaux. Pour obtenir une traduction en français assez fidèle, cliquez sur « cc » pour que s'affichent d'abord des sous-titres en anglais, si ceux-ci n'apparaissent pas déjà. En passant simplement la souris sur « cc », il apparaîtra « Traduire les sous-titres ». Cliquez pour faire apparaître le menu du choix de la langue, choisissez « français » puis « ok ». © MITNewsOffice/YouTube

Le processus d'osmose inverse n'est toujours pas très bien compris malgré des décennies de recherches. Mais on peut le simuler sur ordinateur avec les mêmes techniques de [dynamique moléculaire](#) que l'on emploie pour comprendre, par exemple, la physique de l'intérieur des planètes. Les chercheurs ont ainsi déterminé qu'avec un feuillet de graphène possédant des nanopores de presque 1 [nanomètre](#) (nm) de diamètre, l'osmose inverse se produit des centaines de fois plus vite que dans les applications habituelles, ou encore qu'elle se produit à la même vitesse qu'avec des membranes classiques mais avec des pressions bien plus faibles. Remarquablement, si les nanopores étaient plus petits, le phénomène serait moins rapide et serait même impossible en dessous d'un diamètre de 0,7 nm.

Il reste tout de même deux problèmes à résoudre. Le premier est de parvenir à produire du graphène de façon massive et peu coûteuse. Le second est que l'on ne sait pas encore fabriquer des feuillets de graphène avec des pores aussi petits. Mais il y a de l'espoir. Peut-être que d'ici quelques décennies, des centaines de millions de personnes disposeront d'eau potable grâce aux travaux de scientifiques s'amusant à explorer le [nanomonde](#)..

© 2001-2012 [Futura-Sciences](#), tous droits ré. Source [http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/physique-1/d/du-graphene-pour-dessaler-leau-de-mer\\_39811/](http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/physique-1/d/du-graphene-pour-dessaler-leau-de-mer_39811/)

### **Eau virtuelle** – Article Wikipédia

Le concept d'**eau virtuelle** associe à quelques biens de consommation ou intermédiaires la quantité d'eau nécessaire à leur fabrication. Il est associé au concept d'[empreinte eau](#).

Ce concept donne également, quand il s'agit de besoins d'eau pure qui ne sera pas réutilisable ensuite sans traitement, un minorant de la quantité d'[énergie](#) nécessaire pour les produire, puisqu'en régime permanent cette eau pure ne peut provenir que d'un processus d'évaporation dont on connaît la consommation en énergie.

Le concept d'eau virtuelle semble être l'analogue pour l'eau du concept d'[énergie grise](#) pour l'énergie.

## Sommaire

- [1 Utilisation du concept](#)
- [2 Quelques ordres de grandeur](#)
- [3 L'eau virtuelle dans les relations internationales](#)
  - o [3.1 Notes et références](#)
- [4 Voir aussi](#)
  - o [4.1 Liens externes](#)
  - o [4.2 Bibliographie](#)

## Utilisation du concept

[Daniel Zimmer](#), directeur du Conseil mondial de l'eau et intervenant à la session du forum intitulée « Échanges et géopolitique de l'eau virtuelle », au Forum mondial de l'eau de [2003](#) à [Kyôto](#) indique ceci :

« Consommer un [kilogramme](#) de blé, c'est aussi, dans les faits, consommer le millier de [litres](#) d'eau qu'il a fallu pour faire pousser cette céréale. Manger un kilogramme de [bœuf](#), c'est aussi consommer les 13 000 litres d'eau qui ont été nécessaires pour produire cette quantité de viande. Ce volume correspond à ce que nous appelons l'eau cachée, ou virtuelle. C'est parce qu'ils ne sont pas conscients de ce phénomène que tant d'êtres humains emploient cette ressource en aussi grande quantité. (...) »

« Les différences dans l'utilisation de cette eau virtuelle sont frappantes d'un continent à l'autre. Si, en [Asie](#), on en consomme en moyenne 1 400 litres par jour et par habitant, ce chiffre avoisine les 4 000 litres en [Europe](#) et en [Amérique du Nord](#). Environ 70 % de l'eau utilisée par les activités humaines sont consacrés à sa production alimentaire. (...) »

« Parmi les principaux importateurs nets d'eau virtuelle, on peut citer le [Sri Lanka](#), le [Japon](#), les [Pays-Bas](#), la [Corée du Sud](#), la [Chine](#), l'[Espagne](#), l'[Égypte](#), l'[Allemagne](#) et l'[Italie](#). »

## Quelques ordres de grandeur

D'après le Conseil mondial de l'eau<sup>1</sup>, la quantité d'eau nécessaire pour produire divers types de nourriture varie considérablement selon le type de production :

La production d'un kg de : utilise un volume d'eau de :

Lait	790 l
Blé	1 160 l
Riz	1 400 l

Porc	4 600 l
Bœuf	13 500 l

Un habitant des [États-Unis](#), au régime alimentaire riche en viande, consommerait 5 400 litres d'eau virtuelle par jour, alors qu'un [végétarien](#) n'en utiliserait que 2 600 litres.

### ***L'eau virtuelle dans les relations internationales***

L'eau virtuelle joue un rôle dans les échanges entre pays, notamment les échanges de [produits agricoles](#)<sup>2</sup>. En effet, un pays dont les [ressources d'eau](#) sont faibles n'a pas intérêt à exporter des produits, par exemple des fruits ou de la viande, dont la production requiert une grande quantité d'eau. Des pays comme la [Jordanie](#) et [Israël](#) orientent certaines de leurs exportations en fonction de l'eau consommée. Le Conseil mondial de l'eau tente d'évaluer les flux mondiaux d'eau virtuelle<sup>1</sup>. D'après les calculs de Hoekstra *et al.* en 2003, le continent américain, l'Asie du Sud-Est et l'Océanie seraient les principaux exportateurs d'eau virtuelle, les importateurs les plus importants étant l'Afrique du Nord, l'Europe de l'Ouest et l'Asie centrale et du Sud.

Le choix de développer des cultures gourmandes ou, à l'inverse, économes en eau, par exemple en vue de l'exportation, peut avoir des conséquences importantes sur le plan géopolitique lorsqu'un pays occupe la partie amont d'un [bassin](#) fluvial. Les pays situés en aval recevront en effet plus ou moins d'eau selon le type de culture ou d'exploitation de ses terres que le pays en amont aura décidé d'adopter. L'idée d'eau virtuelle doit donc être prise en compte dans les coopérations régionales entre pays.

### ***Notes et références***

- ↑ <sup>a</sup> et <sup>b</sup> **(en)**[PDF] [Virtual Water Trade - Conscious Choice](#) [archive], publié par le conseil mondial de l'eau en 2004.
- ↑ [La documentation française - Les échanges d'eau virtuelle via les produits agricoles, 1997-2001](#) [archive]

### ***Voir aussi***

- [Empreinte Eau](#)
- [Empreinte écologique](#)
- [Simplicité volontaire](#)
- [Développement durable](#)
- [Analyse du cycle de vie](#)
- [UNESCO-IHE](#)

### ***Liens externes***

- [Food and Agriculture Organization of the United Nations](#)
- (en)** [L'eau virtuelle](#) (Conseil mondial de l'eau)



## Bibliographie

- Hoekstra, A.Y. (2003) (ed) "Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade" Value of Water Research Report Series No.12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands [1]
- Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2004) *Water footprints of nations*, Value of Water Research Report Series No.16, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands [2]
- Diana Hummel, Thomas Kluge, Stefan Liehr, Miriam Hachelaf : *Virtual Water Trade. Documentation of an International Expert Workshop*. July 3-4, 2006. Frankfurt am Main. ISOE-Materialien Soziale Ökologie No. 24 (2006) [3]

Article complet sur le site [http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau\\_virtuelle](http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_virtuelle)

### **L'eau virtuelle dans les produits que vous consommez** - Note de 'L'Internaute'

Savez-vous que pour produire un kilo de steak de boeuf, il faut 15 000 litres d'eau, alors qu'un kilo de pommes de terre n'en nécessite que 1000 ? Comment calcule-t-on ce chiffre et qu'est-ce que l'eau virtuelle ?

Le concept d'"eau virtuelle" est apparu dans les années 1990 pour évaluer l'eau utilisée pour la production de nourriture et des toutes sortes de biens. En effet, même si l'eau n'est plus présente dans les produits, elle a quand même été utilisée.

#### **15.340 litres d'eau pour un kilo de boeuf...**

Prenons l'exemple d'un steak. Il faut 3 ans pour que le boeuf atteigne l'âge adulte et produise environ 200kg de viande fraîche. Durant ces trois ans, le boeuf va consommer 1300 kg de grains (blé, maïs, soja, avoine...) et 7200 kg d'herbe.

Pour cultiver ces champs, il va falloir environ 3 millions de litres d'eau. A cela ajoutons les 24 000 litres d'eau bus par le boeuf et les 7 000 litres supplémentaires pour son entretien. Bref, pour obtenir 1 kg de boeuf, il aura fallu 15 340 litres d'eau...

#### **L'EAU VIRTUELLE CONTENUE DANS QUELQUES PRODUITS**

Produits	Quantité	Eau nécessaire (en litres)
<b>Paire de chaussures</b>	1	8000
<b>T-shirt en coton</b>	1	4100
<b>Hamburger</b>	150g	2400
<b>Verre de lait</b>	200ml	200
<b>Verre de jus de pomme</b>	200ml	190
<b>Paquet de chips</b>	200g	185
<b>Verre de jus d'orange</b>	200ml	170
<b>Tasse de café</b>	125ml	140
<b>Oeuf</b>	40g	135
<b>Verre de vin</b>	125ml	120
<b>Pomme</b>	100g	70

<b>Orange</b>	100g	50
<b>Tranche de pain</b>	30g	40
<b>Tasse de thé</b>	250ml	35
<b>Puce électronique</b>	2g	32
<b>Pomme de terre</b>	100g	25
<b>Tomate</b>	70g	13
<b>Feuille de papier A4</b>	1	10

Source : *Water footprint of nations*, A.K.Chapagain et A.Y. Hoekstra, Unesco, 2004

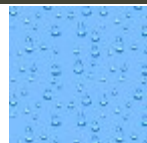
L'eau virtuelle s'exprime habituellement en litres d'eau par kilo. Si le boeuf est l'un des produits contenant le plus d'eau virtuelle (15 487 l/kg), d'autres viandes sont moins consommatrices : un kilo de porc par exemple ne contient que 4856 litres d'eau virtuelle, et le poulet 3918. Ce dernier est même en-dessous du fromage, qui "pèse" lui 4914 litres d'eau au kilo.

N'accusons toutefois pas trop vite les amateurs de hamburgers : la production d'un kilo de café torréfié engloutit 20 686 litres d'eau !

### **Le prix de l'eau virtuelle**

En moyenne, un produit industriel contient 80 litres d'eau par dollar. Mais comme nous l'avons vu, cette moyenne ne reflète pas les énormes disparités entre les produits et les pays. Ainsi aux Etats-Unis, il faut compter 100 litres d'eau par dollar, alors qu'au Japon c'est 10 fois moins. Pourquoi ? Car le Japon produit surtout des biens industriels (type électronique) peu consommateurs d'eau par rapport aux denrées alimentaires, mais à forte valeur ajoutée...

## **Dossier**



- [Sommaire](#)
- [C'est quoi ?](#)
- [Les échanges](#)
- [Agriculture](#)
- [Empreinte](#)

Auteure : [Céline Deluzarche, L'Internaute](#) - [Dossier eau virtuelle](#) - Source <http://www.linternaute.com/savoir/dossier/eau-virtuelle/produits.shtml>

## **Élévation du niveau de la mer** - Introduction d'un article Wikipédia

L'**élévation du niveau de la mer** peut être causée par des facteurs multiples et complexes qui résultent conjointement des effets des apports en eau (des [inlandsis](#), des [calottes glaciaires](#) et des [glaciers](#)), de l'expansion thermique de l'eau sous l'effet de sa température, et de la répartition des masses d'eau sous l'effet des grands courants et des vents. L'élévation n'est en effet pas uniforme ; elle varie selon les régions de l'océan (selon la hauteur de la masse d'eau sous-jacente, la proximité par rapport à l'équateur, l'action des vents et grands tourbillons). Il existe aussi sur de grands pas de temps des différences régionales temporelles liées aux courants et à la configuration des fonds et des côtes. Par ailleurs, les [surcotes](#) sont plus importantes dans les [détroits](#) exposés à des courants forts, en raison d'un effet « *goulot d'étranglement* » face à l'onde de [marée](#).

Le [niveau de la mer](#) s'est élevé d'environ 120 [mètres](#) depuis le pic de la dernière [glaciation](#), il y a environ 18 000 ans. L'augmentation a surtout eu lieu jusqu'à 6000 ans avant aujourd'hui. Depuis 3000 ans avant aujourd'hui, et ce, jusqu'au début du [XIX<sup>e</sup> siècle](#), le niveau de la mer n'a pratiquement pas bougé, n'augmentant que de 0,1 à 0,2 millimètre par an. Depuis [1900](#), il augmente de 1 à 3 mm par an<sup>1</sup>. Depuis 1992, l'altimétrie [satellite](#) à partir de [TOPEX/Poseidon](#) indique un taux d'élévation d'environ 3 mm par an<sup>2</sup>.

L'élévation du niveau de la mer peut être une [conséquence](#) du [réchauffement climatique](#) à travers deux processus principaux : la dilatation de l'eau<sup>3</sup>, de la mer (puisque les océans se réchauffent), et la fonte des glaces terrestres. D'après le rapport du [GIEC](#) de 2007<sup>4</sup>, l'élévation du niveau des mers d'ici 2100 pourrait être comprise entre 18 et 42 cm.

Les **submersions marines** sont « *des inondations temporaires de la zone côtière par des eaux d'origine marine lors d'évènements météorologiques (forte dépression et vent de mer) et océanographiques (houles, marée) d'ampleur très inhabituelle* »<sup>5</sup>.

[Les trois graphiques mentionnés à la suite sont à consulter à la source donnée en fin d'article]



Ce graphe [à consulter à la source] présente l'évolution du niveau global (moyen) de l'océan de 1992 à 2011 ; selon les mesures faites par les satellites [TOPEX/Poseidon](#), [Jason-1](#) et [Jason-2](#). (Ici les variations saisonnières ont été lissées pour rendre la courbe plus claire. Elle révèle ou confirme une montée constante de la mer, à raison de  $3,3 \pm 0,4$  mm/an sur ces près de 20 ans). Graphique préparé par [\[http://www.cmar.csiro.au/sealevel/sl\\_hist\\_last\\_15.html\]](http://www.cmar.csiro.au/sealevel/sl_hist_last_15.html) Neil White du CSIRO

 A consulter à la source

Les mesures du niveau de la mer à partir de 23 enregistrements de [marégraphes](#) dans des environnements géologiquement stables montrent une élévation d'environ 2 mm par an.

 A consulter à la source


Changements du niveau de la mer depuis la fin du dernier épisode de [glaciation](#).

## **Sommaire**

- [1 Aperçu général](#)
  - [1.1 Niveau local, et niveau eustatique](#)
  - [1.2 Changements à court terme et périodiques](#)
    - [1.2.1 Influence des courants](#)
  - [1.3 Changements à plus long terme](#)
    - [1.3.1 Glaciers et calottes glaciaires](#)
    - [1.3.2 Influences géologiques](#)
- [2 Changements du niveau de la mer dans le passé](#)
  - [2.1 Trace des sédimentations](#)
  - [2.2 Évaluations](#)
- [3 Élévation future du niveau marin](#)
  - [3.1 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat](#)
    - [3.1.1 Incertitudes et critiques concernant les résultats du GIEC](#)
- [4 Contribution des glaciers](#)
- [5 Contribution du Groenland](#)
- [6 Effets de la limite des neiges éternelles et du pergélisol](#)
  - [6.1 Glace polaire](#)
- [7 Mesures, observations](#)
- [8 Effets et enjeux de l'élévation du niveau de la mer](#)
  - [8.1 Les cas des littoraux](#)
  - [8.2 Le cas des îles](#)
  - [8.3 Le cas des polders](#)
- [9 Mesures du niveau de la mer par satellite](#)
- [10 Notes et références](#)
- [11 Annexes](#)
  - [11.1 Législation](#)
  - [11.2 Cartographie des zones touchées selon le niveau](#)
  - [11.3 Articles connexes](#)

Article complet à lire sur le site [http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%891%C3%A9vation\\_du\\_niveau\\_de\\_la\\_mer](http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%891%C3%A9vation_du_niveau_de_la_mer)

## **Grands Lacs (Amérique du Nord)** – Extraits d'un article wikipédia

 Pour les articles homonymes, voir [Grands Lacs](#).

Les **Grands Lacs d'Amérique du Nord** forment un groupe de cinq vastes [lacs](#) situés sur ou près de la frontière entre les [États-Unis](#) et le [Canada](#). Ils constituent le groupe de lacs d'[eau douce](#) le plus étendu au monde avec une superficie de 244 100 km<sup>2</sup> et un volume de 23 000 km<sup>3</sup>. Associé au [fleuve Saint-Laurent](#), le complexe constitue le plus important des systèmes d'eau douce de surface du monde avec approximativement 18 % des réserves mondiales<sup>1</sup>.

### **Sommaire**

- [1 Description](#)
  - [1.1 Caractéristiques](#)
- [2 Formation et géomorphologie](#)
- [3 Climat](#)
- [4 Région des Grands Lacs](#)
- [5 Géographie humaine](#)
- [6 Écologie](#)
- [7 Notes et références](#)
- [8 Voir aussi](#)
  - [8.1 Bibliographie](#)
  - [8.2 Articles connexes](#)
  - [8.3 Liens externes](#)

### **Description**

Quatre des Grands Lacs chevauchent la frontière canado-américaine. Seul le lac Michigan se situe entièrement sur le territoire des États-Unis. Un sixième lac, le petit [lac Sainte-Claire](#), se trouvant entre le lac Huron et le lac Érié, fait également partie du système mais n'est pas compté officiellement parmi les Grands Lacs. En fait, on peut observer des milliers de petits lacs dans cette région.

Les Grands Lacs se jettent dans le [fleuve Saint-Laurent](#). Ils contiennent environ 18 % de l'eau douce de la surface de la Terre : 23 000 km<sup>3</sup>. Cela représente assez d'eau pour couvrir les 48 états contigus des [États-Unis](#) à une profondeur uniforme de 2,9 mètres.

Bien que les lacs contiennent un grand pourcentage de l'eau douce du globe, les Grands Lacs constituent seulement une petite partie de l'eau potable américaine (environ 4,2 %).

La surface cumulée des lacs est de 244 100 km<sup>2</sup>, environ la même taille que le [Royaume-Uni](#). Les côtes des Grands Lacs mesurent approximativement 16 900 km<sup>2</sup>. Toutefois, la longueur des berges est [impossible à mesurer](#) exactement et ne constitue pas une mesure bien définie.

[Ls illustrations citées à la suite sont à consulter à la source]



Image satellite des Grands Lacs

[Lac Supérieur](#)

[Lac Michigan](#)

[Lac Huron](#)

[Lac Érié](#)

[Lac Ontario](#)

Les Grands Lacs constituent depuis le début de la présence humaine une importante [voie de communication fluviale](#). À partir du [XIX<sup>e</sup> siècle](#), de grands ouvrages, ([canaux](#), [déversoirs](#), [écluses](#), [ports](#)) ont permis à ce mode de transport de s'accélérer considérablement. Ces ouvrages ont été refaits et augmentés durant les [années 1950](#) et constituent maintenant la [voie maritime du Saint-Laurent](#) créée en [1959](#). Celle-ci relie, sur plus de 1 000 km, l'[océan Atlantique](#) aux importants ports situés sur les différents lacs et le continent à l'ouest du Lac Supérieur. Elle est donc un débouché économique pour les [Grandes Plaines](#) américaines et les [Prairies canadiennes](#) grâce au trafic combiné par [navire cargo](#) et [transport ferroviaire au Canada](#) ou [transport ferroviaire](#) aux États-Unis. De grands navires, les [Lake freighter \(en\)](#), ont été spécialement conçus pour la navigation sur les Grands Lacs.

## Caractéristiques

Voir à la source

Profil en long du réseau hydrographique des Grands Lacs

Article complet à lire sur [http://fr.wikipedia.org/wiki/Grands\\_Lacs\\_%28Am%C3%A9rique\\_du\\_Nord%29](http://fr.wikipedia.org/wiki/Grands_Lacs_%28Am%C3%A9rique_du_Nord%29)


**Midwest** ou **Mid-Ouest** - D'après Wikipédia



Cet article est une **ébauche** concernant les **États-Unis**. Vous pouvez partager vos connaissances en l'améliorant ([comment ?](#)) selon les recommandations des [projets correspondants](#).

Carte à consulter à la source

Le Mid-Ouest des [États-Unis](#)

 Photo à consulter à la source

Une ferme dans le [Michigan](#)

Le **Mid-Ouest des États-Unis**, ou **Les États Midwesterns des États-Unis d'Amérique**, nommé le plus souvent aux États-Unis **Middle West** ou plus simplement **Midwest**, est une zone comprenant les [États](#) de la côte des [Grands Lacs](#), et la majeure partie du [Corn Belt](#) qui débouche sur les [Grandes Plaines](#), par l'ouest. Selon la définition officielle du [Bureau du recensement des États-Unis](#), la région du Mid-Ouest comprend au total huit États, dont l'[Illinois](#), l'[Indiana](#), l'[Iowa](#), le [Michigan](#), le [Minnesota](#), le [Missouri](#), l'[Ohio](#) et le [Wisconsin](#).

Le nom Mid-Ouest (*Middle West*) signifie Ouest central en [anglais](#). Naguère recouvert par la [Prairie](#), c'est aujourd'hui le grenier à blé des États-Unis, aux exploitations agricoles intensives et performantes, mais aussi le cœur sociologique de l'Amérique rurale.

La population du Mid-Ouest en 2010 est de 67 millions d'habitants, soit légèrement plus que la France. Avec ses 2,7 millions d'habitants (9,8 pour l'agglomération), [Chicago](#) dans l'[Illinois](#), est le centre névralgique et la plus grande [ville](#) de la région du Middle West. [Détroit](#), [Indianapolis](#), [Milwaukee](#), [Cleveland](#), [Saint-Louis](#), [Minneapolis](#), [Cincinnati](#), [Omaha](#), [Columbus](#), [Kansas City](#) et [Wichita](#) sont d'autres villes importantes de la région.

Les États Midwesterns n'étant pas vraiment au centre-ouest des États-Unis, une appellation plus logique pourrait être « Les États de la partie nord du centre » (principalement pour les États des [Grandes Plaines](#), ou « Les États du nord-est central » (pour les États des [Grands Lacs](#)), mais ces termes sont majoritairement utilisés pour les descriptions techniques de la région alors qu'à l'oral *Midwest* sera préférentiellement employé. Le nom Midwest vient de l'époque précédant l'[achat de la Louisiane](#) à la [France](#), quand les États comme l'Illinois, le Wisconsin, et le Michigan étaient au centre du front occidental américain.

### **Composition de la région**

Les huit [États](#) officiels du Mid-Ouest :

- [Illinois](#) (De la [Province de Québec](#) en 1783)
- [Indiana](#) (De la [Province de Québec](#) en 1783)
- [Iowa](#) (De la [Vente de la Louisiane](#) en 1803)
- [Michigan](#) (De la [Province de Québec](#) en 1783)
- [Minnesota](#) une partie (De la [Province de Québec](#) en 1783) et (De la [Vente de la Louisiane](#) en 1803)
- [Missouri](#) (De la [Vente de la Louisiane](#) en 1803)

Ces États sont généralement inclus :

- [Dakota du Nord](#) (De la [Vente de la Louisiane](#) en 1803)
- [Dakota du Sud](#) (De la [Vente de la Louisiane](#) en 1803)
- [Kansas](#) (De la [Vente de la Louisiane](#) en 1803)
- [Nebraska](#) (De la [Vente de la Louisiane](#) en 1803)

- [Ohio](#) (De la [Province de Québec](#) en 1783)
- [Wisconsin](#) (De la [Province de Québec](#) en 1783)

#### **Voir aussi**

- [Far West](#)
- [Géographie des États-Unis](#)

Source <http://fr.wikipedia.org/wiki/Mid-Ouest>

### **Objectifs du millénaire pour le développement** - Introduction d'un article de Wikipédia



Cet article est une **ébauche** concernant l'**Organisation des Nations unies**. Vous pouvez partager vos connaissances en l'améliorant ([comment ?](#)) selon les recommandations des [projets correspondants](#).

Les **Objectifs du millénaire pour le développement (OMD)**, *Millennium Development Goals* en anglais, sont huit [objectifs](#) adoptés en [2000](#) à [New York \(États-Unis\)](#) par 193 [États membres](#) de l'[ONU](#), et au moins 23 organisations internationales, qui ont convenu de les atteindre pour [2015](#).

Ces objectifs recouvrent de grands enjeux humanitaires : la réduction de l'extrême [pauvreté](#) et de la [mortalité infantile](#), la lutte contre plusieurs épidémies dont le [SIDA](#), l'accès à l'[éducation](#), l'égalité des sexes, et l'application du [développement durable](#).



## Sommaire

- [1 Les 8 objectifs](#)
  - o [1.1 Objectif 1 : réduire l'extrême pauvreté et la faim](#)
  - o [1.2 Objectif 2 : assurer à tous l'éducation primaire](#)
  - o [1.3 Objectif 3 : promouvoir l'égalité des genres et l'autonomisation des femmes](#)
  - o [1.4 Objectif 4 : réduire la mortalité infantile](#)
  - o [1.5 Objectif 5 : améliorer la santé maternelle](#)
  - o [1.6 Objectif 6 : combattre le VIH/SIDA, le paludisme et les autres maladies](#)
  - o [1.7 Objectif 7 : assurer un environnement humain durable](#)
  - o [1.8 Objectif 8 : construire un partenariat mondial pour le développement](#)
- [2 Bilan/État des lieux](#)
- [3 Notes](#)
- [4 Articles connexes](#)
- [5 Liens externes](#)

### Les 8 objectifs

- 1. Réduire l'extrême [pauvreté](#) et la [faim](#).
- 2. Assurer l'[éducation](#) primaire pour tous.
- 3. Promouvoir l'égalité et l'[autonomisation](#) des [femmes](#).
- 4. Réduire la [mortalité infantile](#).
- 5. Améliorer la [santé](#) maternelle.
- 6. Combattre les maladies
- 7. Assurer un [environnement](#) humain [durable](#).
- 8. Mettre en place un partenariat mondial pour le [développement](#).

Lire la suite sur le site [http://fr.wikipedia.org/wiki/Objectifs\\_du\\_mill%C3%A9naire\\_pour\\_le\\_d%C3%A9veloppement](http://fr.wikipedia.org/wiki/Objectifs_du_mill%C3%A9naire_pour_le_d%C3%A9veloppement)

### Pergélisol – Extraits d'un article de Wikipédia

Ses formations, persistance ou disparition, et son épaisseur sont très étroitement liées aux [changements climatiques](#). C'est pourquoi le pergélisol est étudié en tant qu'indicateur du [réchauffement climatique](#) par un réseau mondial de chercheurs

s'appuyant sur des sondages, des mesures de température et un suivi satellitaire, à l'initiative du *réseau mondial de surveillance terrestre du pergélisol*<sup>2</sup>.

Le permafrost existe non seulement dans les hautes [latitudes](#) (permafrost polaire et subpolaire) mais également dans les hautes altitudes (parois sub-verticales jusqu'à 3 500 m d'altitude du permafrost alpin). Il couvre un cinquième de la surface terrestre dont 90% du [Groenland](#), 80% de l'[Alaska](#), 50% du [Canada](#) et de l'ex-[Union Soviétique](#). Il est généralement permanent au-delà du 60<sup>e</sup> degré de latitude et est plus sporadique pour le permafrost alpin<sup>3</sup>.

[Les illustrations mentionnées ci-après sont à consulter à la source de cet article].

 A consulter à la source

Pergélisol actuel de l'hémisphère Nord. En violet : zones de pergélisol, en bleu roi : sol gelé 15 jours par an, en rose : sol gelé en intermittence moins de 15 jours par an, ligne de la couverture d'enneigement continu saisonnière maximale (NASA).

 A consulter à la source

Paysage de polygones de toundra : en période de dégel, le réseau de [coins de glace](#) mis en relief

 A consulter à la source

Coin de glace en coupe

 A consulter à la source

Solifluxion dans l'archipel du [Svalbard](#)

Le **pergélisol** (en [anglais](#) : permafrost, en [russe](#) : вечная мерзлота, *vetchnaïa merzlota*) désigne un sous-sol gelé en permanence, au moins pendant deux ans<sup>1</sup>.

 A consulter à la source

Carte distinguant différents types de pergélisols dans l'hémisphère Nord

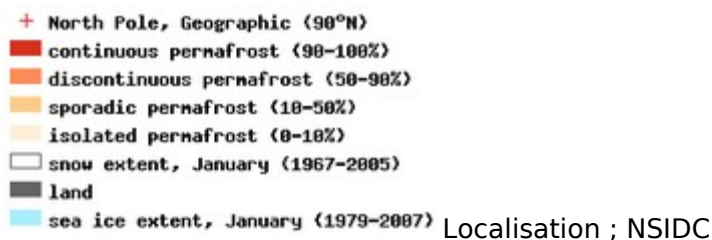
 A consulter à la source

Pour étudier le pergélisol (ici en [Alaska](#)), les chercheurs doivent utiliser des outils comme le marteau-piqueur

 A consulter à la source

Le pergélisol devient instable en se réchauffant (ici fissures visibles en Suède, sur le plateau tourbeux sur pergélisol de [Storflaket](#) près d'[Abisko](#), en lisière de la zone restée froide. Ces zones peuvent libérer du [méthane](#), qui contribue à réchauffer l'atmosphère

 A consulter à la source



## Sommaire

- [1 Gel et circulation de l'eau](#)
- [2 Extensions passées et actuelle](#)
- [3 Caractéristiques](#)
- [4 La zone dite « active »](#)
- [5 Voir aussi](#)
  - o [5.1 Références](#)
  - o [5.2 Liens internes](#)
  - o [5.3 Liens externes](#)

## Gel et circulation de l'eau

Paradoxalement, la congélation du sol en modifie les propriétés physique (gonflement, changement de porosité...)<sup>4 5</sup>, mais de l'eau libre peut se former dans la glace elle-même<sup>6</sup>, de même que dans un sol gelé<sup>7</sup> et une certaine conductivité hydraulique existe dans les sols gelés, plus ou moins importante selon la température, la saison<sup>8</sup> et le type de substrat<sup>9</sup> et de sol<sup>10 11</sup>, leur degré de « saturation »<sup>12</sup> et leur [porosité](#)<sup>13</sup>. Cette conductivité peut être mesurée<sup>14</sup>, de même que la perméabilité d'un sol gelé<sup>15</sup>. Ce phénomène a une importance pour la circulation des nutriments qui alimentent la végétation de surface et les organismes du sol, mais aussi le cas échéant de [polluants](#) (ex : [retombées de Tchernobyl](#) ou aérosols ou gaz apportés par les pluies/neiges polluées par d'autres éléments). Dans les écosystèmes terrestres froids de type [Taïga](#), [toundra](#), ce cycle particulier de l'eau régule la vie du sol et affecte la vie de surface (via les fonctions des [racines](#), [mycorhizes](#), [zones humides](#) temporaires, etc.).

La circulation de l'eau dans un sol gelé correspond aussi à de lents (inertie d'autant plus forte que le pergélisol est épais) et subtils transferts de [calories](#)<sup>16 17 18</sup> qui peuvent réveiller des colonies bactériennes, fongiques ou symbiotiques des arbres et herbacées. Un sol gelé conserve donc une certaine capacité d'[infiltration](#)<sup>19</sup>, voire de [filtration](#). En surface des phénomènes de [Cryoturbation](#) peuvent compliquer les modélisations de transferts d'eau et de calorie.

## Extensions passées et actuelle

Actuellement, il représente environ 20 % de la surface mondiale, 25 millions de km<sup>2</sup>, dont un quart des terres émergées de l'hémisphère Nord<sup>20</sup>.

Le dernier maximum d'extension date d'il y a 18 000-20 000 ans lors du Dernier Maximum Glaciaire (DMG), alors que par exemple toute la moitié Nord de la France était gelée et le niveau de la mer beaucoup plus bas d'environ 120 m. Le minimum d'extension date d'il y a 6 000 ans lors de la phase Atlantique dit « optimum Holocène ». Depuis, hormis un réchauffement de quelques siècles dans les années 800 (ap. J.-C.) lors de l'[optimum climatique médiéval](#), avant le [Petit Âge Glaciaire](#) (PAG), les étés de l'hémisphère Nord se sont refroidis provoquant une tendance à l'extension territoriale du pergélisol.

Pour définir l'extension passée du pergélisol, il faut pouvoir recueillir des traces inscrites dans les sédiments comme le loess. Il s'agit par exemple de "fentes en coin" témoignant d'un réseau de polygones de toundra, des traces de [solifluxion](#), ou de structures microscopiques dans des sédiments argileux qui indiquent la présence de glace et l'intensité du gel dans le sol (ségrégation de glace). Mais dans les terrains sans formations superficielles meubles, il est beaucoup plus difficile de connaître l'extension passée et de différencier par exemple entre pergélisol continu et discontinu.

En limite sud, le pergélisol à une température proche de zéro en été pourrait rapidement fondre. Le Canada envisage que sa limite sud puisse ainsi remonter de 500 km vers le nord en un siècle. Un peu plus vers le nord, seule la « couche active » gagnera de l'épaisseur en été, induisant une pousse de la végétation mais aussi des mouvements de terrain déterminant des phénomènes de « forêt ivre », des modifications hydrologiques et hydrographiques et des émissions accrues de [méthane](#), le développement des populations de [moustiques](#), etc. Certains modèles (canadiens) estiment que les effets significatifs apparaîtront dans les années 2025 à 2035<sup>[[réf. nécessaire](#)]</sup>.

Le pergélisol occupait une surface bien plus vaste lors des [périodes glaciaires](#) du [Quaternaire](#) mais il contribue néanmoins à une forte inertie thermique des milieux des pays nordiques. On distingue des très hautes latitudes ou altitudes vers des latitudes plus septentrionales, un pergélisol continu, d'un pergélisol discontinu voire sporadique. La zone du pergélisol discontinu est tributaire de facteurs stationnaires (orientation du versant, protection thermique par un lac, une forêt, etc.).

Dans sa partie septentrionale, la couche de sol la plus superficielle dégèle en été. Sur ce [mollisol](#) ou *couche active*, lors de la courte saison végétative, quelques plantes et organismes se développent, alors que ni les racines ni les animaux ne peuvent pénétrer le pergélisol vrai.

Article complet sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Perg%C3%A9lisol>

### **Traduction, définitions et compléments :**

Jacques Hallard, Ing. CNAM, consultant indépendant.

Relecture et corrections : Christiane Hallard-Lauffenburger, professeur des écoles honoraire.

Adresse : 585 19 Chemin du Malpas 13940 Mollégès France

Courriel : [jacques.hallard921@orange.fr](mailto:jacques.hallard921@orange.fr)

Fichier : ISIS EAU [World Water Supply in Jeopardy](#) French version.3. allège.

