

Copyright © 2015 Global Development And Environment Institute, Tufts University.
Tous droits sont accordés aux enseignants de reproduire ce module à des fins purement académiques.

Les étudiants peuvent également télécharger ce module directement à
http://www.ase.tufts.edu/gdae/education_materials/modules.html

Les auteurs encouragent tous les usagers de ce module à leur envoyer leurs observations et commentaires.

Global Development And Environment Institute

Tufts University

Medford, MA 02155

<http://ase.tufts.edu/gdae>

E-mail: gdae@tufts.edu

Table of Contents

| | |
|---|----|
| 1. L'offre et la demande mondiales en eau | 1 |
| 2. Comment remédier aux pénuries d'eau ?..... | 18 |
| 3. La tarification de l'eau | 24 |
| 4. Les marchés de l'eau et la privatisation | 34 |
| 5. L'avenir de l'eau | 41 |
| Résumé..... | 44 |
| Concepts clés | 45 |
| Discussion | 46 |
| References..... | 47 |
| Sites web | 50 |

L'Économie et la Politique de l'Eau

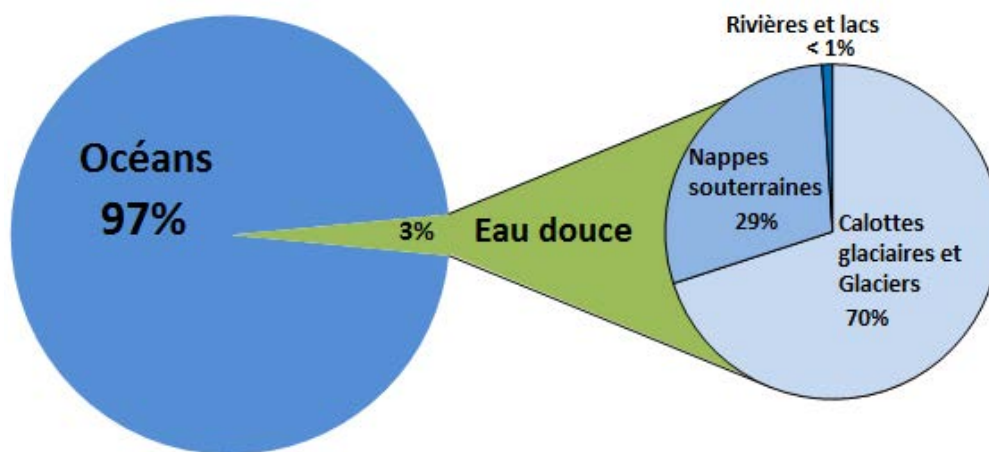
L'eau est la force motrice de toute la nature.

– Léonard de Vinci

1. L'OFFRE ET LA DEMANDE MONDIALES EN EAU

L'eau est la ressource naturelle qui est le fondement de la vie sur Terre. Les deux tiers de la surface de la planète sont recouverts par les océans. L'eau sur Terre est composée à 97% d'eau salée et seulement 3% d'eau douce - dont 70% sous forme solide, contenue dans les glaciers et les calottes glaciaires polaires (Fig 1.). La majeure partie des 30% d'eau douce disponible sous forme liquide se trouve dans les aquifères souterrains. Moins de 1% de l'eau douce à l'échelle planétaire est disponible en surface, sous la forme de rivières et lacs.

Figure 1: La composition de l'eau à l'échelle planétaire



Source: Getting the picture: our changing climate - <http://gettingthepicture.info/3/>;
http://www.unwater.org/downloads/Water_facts_and_trends.pdf

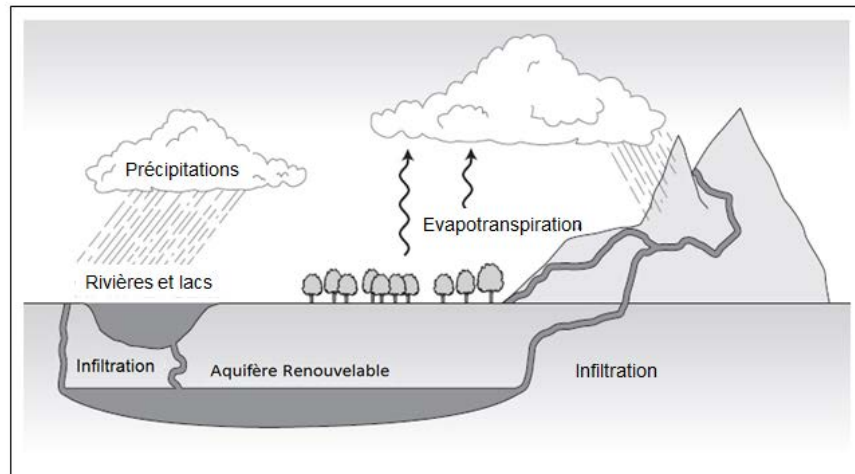
L'eau peut être caractérisée comme une ressource renouvelable, car elle peut être généralement réutilisée indéfiniment tant qu'elle n'est pas gravement polluée. En outre, l'eau est constamment purifiée dans un processus connu sous le nom de **cycle hydrologique** (Fig. 2). L'eau s'évapore des lacs, des rivières, des océans, et à travers l'évapotranspiration des organismes vivants, et revient sous forme de précipitations (pluie, neige) pour renouveler les ressources d'eau douce terrestres, y compris souterraines.

Les flux d'eau douce qui sont recyclés à travers le cycle hydrologique sont parfois stockés dans deux types de réservoirs naturels, les masses d'eau de surface: telles que les lacs et les rivières, et les stocks d'eau qui se trouvent dans les aquifères souterrains. Bien que les aquifères soient reconstitués à la suite de l'infiltration, la plupart d'entre eux ont des périodes de reconstitution très longues, ce qui en font essentiellement des ressources

non renouvelables à l'échelle d'une vie humaine. Les aquifères du sous-sol Saharien, par exemple, sont vieux de milliers d'années, et sont parfois désignés comme «nappes d'eau fossile.»

Ainsi, l'analyse des systèmes hydrologiques combine des aspects des théories relatives aux ressources renouvelables et non renouvelables.

Figure 2 : Le Cycle Hydrologique



L'évaporation causée par l'énergie solaire envoie 500000 kilomètres cubes d'humidité dans l'atmosphère chaque année — 86% à partir des océans et 14% à partir des écosystèmes terrestres. Une quantité équivalente retombe sur terre sous forme de pluie ou de neige, mais elle est distribuée dans des proportions différentes: alors que les continents perdent environ 70000 kilomètres cubes d'eau par évaporation, ils gagnent 110000 km² grâce aux précipitations. En conséquence, environ 40000 kilomètres cubes d'humidité sont transférés de la mer à la terre chaque année.

L'offre disponible totale de 40000 kilomètres cubes équivaut à environ 5700 mètres cubes par personne et par an. Selon les hydrologues, en considérant les besoins en eau des sociétés modernes, un seuil de 2.000 mètres cube par personne et par an représente le niveau au-dessus duquel une population peut vivre confortablement¹. Toutefois s'il est vrai que la quantité totale mondiale d'eau existante est suffisante pour satisfaire les besoins humains, elle ne peut être toute capturée pour l'usage de l'Homme. Jusqu'à deux tiers du total des flux d'eau tombant en précipitations s'écoulent sous forme d'inondations. Une certaine quantité d'eau doit aussi être allouée aux exigences écologiques, servant aux milieux humides et à l'habitat des espèces sauvages.

Selon les Nations Unies, une zone est dite éprouver un **stress hydrique** lorsque les disponibilités en eaux annuelles sont en dessous de 1700 mètres cubes par personne et par an². Une région est dite faisant face à une **pénurie d'eau** lorsque les disponibilités en

¹ Postel, 1992. L'hydrologie est l'étude scientifique du cycle de l'eau et des échanges hydriques entre la surface de la terre, le sous-sol et l'atmosphère.

² Centre d'études stratégiques internationales (Center for Strategic and International Studies), 2005.

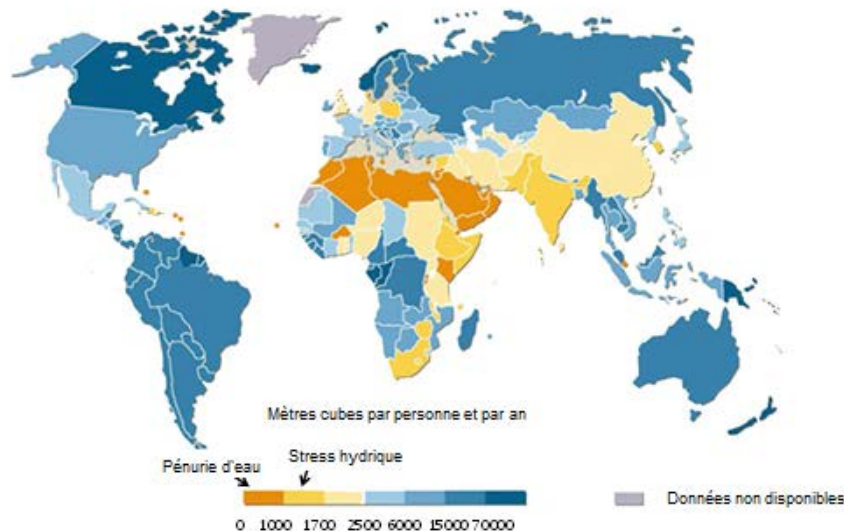
eau sont en dessous de 1000 mètres cubes par personne, et en **pénurie absolue d'eau** lorsqu'elles tombent en dessous de 500 mètres cubes par personne et par an³.

Les ressources mondiales en eau ne sont pas uniformément réparties de façon géographique ou saisonnière. Certaines régions du monde disposent d'abondantes ressources en eau, tandis que d'autres souffrent d'une pénurie d'eau. Les symptômes de la pénurie physique d'eau comprennent une grave dégradation de l'environnement, la baisse de la nappe phréatique, une distribution inégale de l'eau, et ils imposent de sévères contraintes sur la production alimentaire, le développement économique, et la protection des systèmes naturels.

En plus de la rareté physique, la notion de **pénurie économique d'eau** concerne les situations où un manque d'infrastructures adéquates pour la distribution de l'eau, son recyclage, son traitement, et son assainissement, conduit à un approvisionnement insuffisant en eau. Cette situation entraîne souvent la population à recourir à des sources d'eau insalubres, avec des conséquences tragiques sur la santé et la mortalité, comme c'est le cas dans de nombreuses régions d'Afrique, où les maladies dues à la mauvaise qualité de l'eau sont la principale cause de la mortalité des enfants. Dans le monde, 6000 enfants meurent chaque jour des suites de maladies causées par l'ingestion d'eau insalubre.⁴

La figure 3 montre les pays qui subissent déjà le stress hydrique ou la pénurie d'eau en termes physiques. Les pays ayant les réserves d'eau les plus limitées sont en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, en situation de pénurie absolue. De nombreux pays, sur tous les continents, font déjà face au stress hydrique, y compris l'Inde, l'Afrique du Sud, et la Pologne.

Figure 3 : Disponibilité Mondiale en Eau Douce, 2007



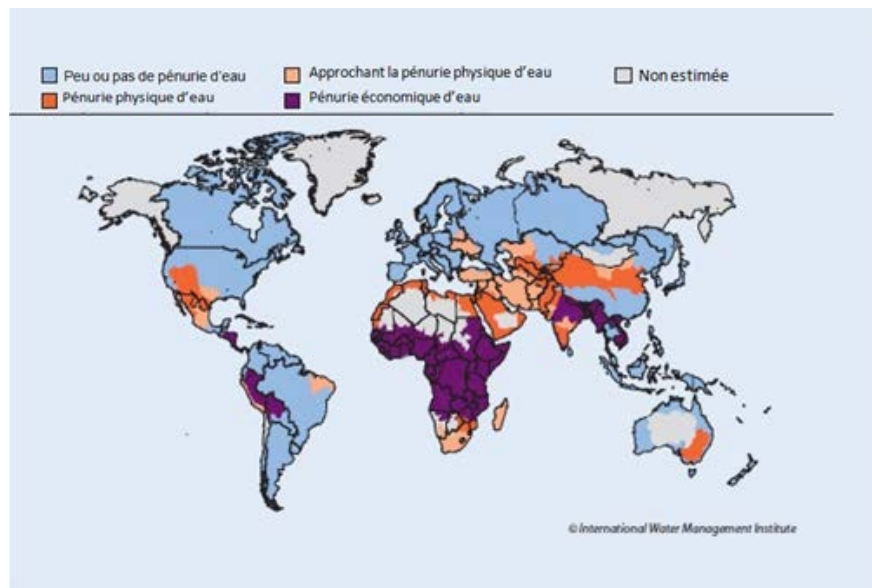
Source: UNEP, 2008

³ Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), 2012.

⁴ UNICEF, http://www.unicef.org/media/media_21423.html.

La figure 4 donne une image plus précise de la pénurie d'eau en présentant non seulement la rareté physique, mais aussi économique, en montrant que de nombreux pays africains qui ne sont pas déficients en eau en termes physiques, mais connaissent des pénuries économiques en eau et un faible accès à l'eau potable. La figure 4 montre également une variabilité régionale au sein des pays – les États-Unis et l'Australie sont en moyenne bien au-dessus du seuil de 2000 mètres cubes d'eau par habitant et par an, mais des régions entières telles que les États de l'Ouest des États Unis et le Sud-Est de l'Australie connaissent une pénurie physique d'eau.

Figure 4 : Pénurie Physique comparée à la Pénurie Économique d'Eau



Reproduit par la Worldwatch Institute, Mars 2013 <http://vitalsigns.worldwatch.org/node/18>

Certaines des zones les plus peuplées du monde connaissent un accroissement de leur stress hydrique et de leur pénurie d'eau (voir le tableau 1) et le problème ne fera que s'intensifier au cours du 21e siècle, sous les pressions grandissantes de la croissance démographique et du changement climatique, lequel va aggraver le manque d'eau dans les zones qui sont déjà arides et semi-arides.

Le Moyen-Orient et Afrique du Nord sont les régions les plus limitées en eau (500 mètres cubes par personne et par an en moyenne) avec une population de 432 millions en 2007, qui devrait passer à 692 millions en 2050⁵. L'Afrique Sub-saharienne souffre déjà de la pénurie d'eau (1000 mètres cubes par personne et par an) avec une population actuelle de 936 millions en 2013 qui devrait doubler d'ici à 2050⁶.

⁵ Population Reference Bureau, 2008

<http://www.prb.org/Publications/Articles/2008/menafertilitydecline.aspx>.

⁶ World Bank, <http://data.worldbank.org/region/SSA>; Population Reference Bureau

<http://www.prb.org/Publications/Datasheets/2013/2013-world-population-data-sheet/data-sheet.aspx>

Tableau 1: Disponibilité en eau par région (2012)

| Régions | Disponibilité moyenne en eau (Mètres cubes par personne) |
|---|---|
| Moyen-Orient et Afrique du Nord | 500 |
| Afrique Sub-Saharienne | 1,000 |
| Caraïbes | 2,466 |
| Asie-Pacifique | 2,970 |
| Europe | 4,741 |
| Amérique latine | 7,200 |
| Amérique du Nord (y compris le Mexique) | 13,401 |

Source: FAO, Aquastat (2013), UNESCO (2012) –tirée de vitalsigns.worldwatch.org

Pour examiner ces problèmes de manière plus approfondie, nous faisons d’abord une analyse plus détaillée des usages de l’eau dans les sociétés modernes, et des indicateurs qui peuvent être utilisés pour mesurer l’impact de notre consommation en eau.

Les usages de l’eau

En examinant l’utilisation de l’eau, il est utile de l’analyser à travers trois dimensions essentielles: la **consommation**, le **prélèvement** et la **qualité**.

La **consommation** se réfère à l’eau qui disparaît ou qui est détournée de sa source, par exemple par évaporation, incorporation dans les cultures ou les procédés industriels, l’eau potable, etc. La source peut être réapprovisionnée ou non. Si elle l’est, le processus de reconstitution peut potentiellement prendre plusieurs années, des décennies, des siècles, voire plus.

Le **prélèvement** consiste essentiellement à "pomper" l’eau pour un usage donné, une eau qui est ensuite retournée à sa source mais avec un degré de qualité qui peut ne pas être identique à ce qu’il était avant le prélèvement.

La **qualité** est un terme général lié aux polluants qui sont rejetés dans l’eau, aux modifications de sa teneur en oxygène, à sa salinité et à son acidité; à ses changements de température; à la destruction des organismes qui y vivent ; et ainsi de suite.⁷

Compte tenu de ces trois dimensions de l’usage de l’eau, les scientifiques ont proposé une décomposition en trois catégories d’eau codées par couleur (verte, bleue, grise), et permettant une analyse plus fine et plus précise de l’utilisation par l’Homme de l’eau douce⁸ :

L’eau verte: est l’eau qui existe sous forme de flux circulant dans les écosystèmes naturels, comme les nuages, le brouillard, la pluie, ainsi que l’humidité qui est absorbée par les sols et les plantes.

⁷ Définitions tirées de Glassman, et al., 2011.

http://www.nationalfoodhub.com/images/THE_WATER-ENERGY_NEXUS_REPORT.pdf.

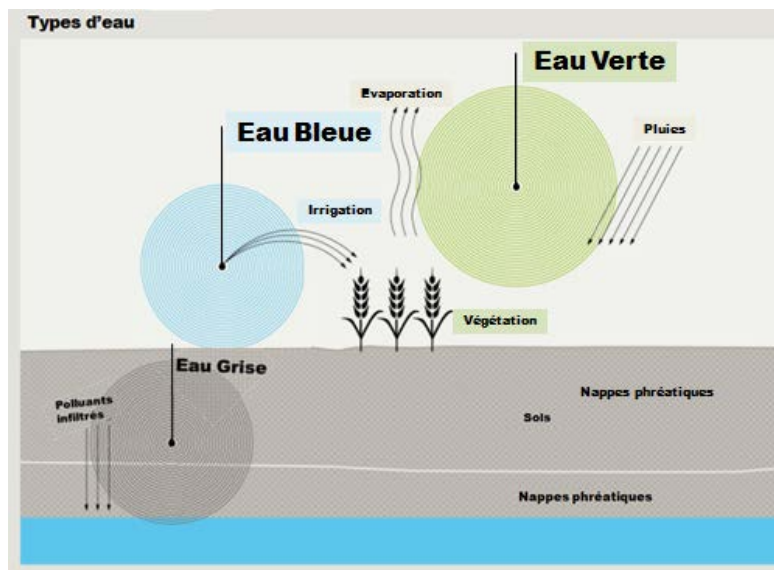
⁸ Hoekstra et Hung, 2002.

L'eau bleue: est l'eau prélevée dans les réserves d'eau, à savoir les lacs, les réservoirs et **les nappes souterraines (aquifères)** - et qui est utilisée comme intrant dans toutes les activités humaines (agriculture irriguée, industrie, usage domestique)

L'eau grise: est l'eau douce nécessaire pour diluer et évacuer tous les polluants qui résultent de toutes les activités humaines. Elle est quantifiée comme le volume d'eau qui est nécessaire pour assimiler les polluants afin que la qualité de l'eau ambiante reste au-dessus des normes acceptables.

La figure 5 présente les trois types d'eau tels qu'utilisés dans l'agriculture.

Figure 5 : Les usages de l'Eau Verte, Bleue et Grise dans l'Agriculture



Source: <https://thelivinglabiesd.wordpress.com/2012/11/14/sustainable-water-the-concept-of-water-footprint/>

L'agriculture utilise à la fois comme intrants de l'eau verte (cultures pluviales) et de l'eau bleue (cultures irriguées). Elle nécessite également de l'eau grise, pour diluer les polluants utilisés dans les engrais industriels (nitrates), les pesticides et les herbicides.

L'industrie utilise surtout de l'eau bleue, qui est prélevée pour de nombreux usages tels que le refroidissement (centrales thermoélectriques, nucléaires, industrie sidérurgique). Les industries utilisent également de l'eau pour la pression hydraulique (d'énormes quantités d'eau sont utilisées dans la fracturation des roches souterraines imbibées de gaz) ou comme intrant dans les processus de fabrication - par exemple, la production de papier. L'eau verte est aussi un intrant des processus industriels puisque certains produits de l'agriculture pluviale sont également utilisés comme ingrédients majeurs dans la production industrielle. Tel est le cas des biocarburants, qui proviennent de cultures (principalement le maïs et le soja) servant à produire de l'éthanol. En outre, de larges quantités d'eau grise sont nécessaires pour diluer tous les polluants chimiques

industriels qui résultent de l'utilisation d'eau par les industries.

La consommation domestique et municipale utilise strictement les sources d'eau bleue pour l'assainissement, les usages domestiques (cuisine, salle de bains et toilettes, lessive), ainsi que pour les activités récréatives (piscines, arrosage des pelouses, etc.).

Indicateurs de l'utilisation de l'eau

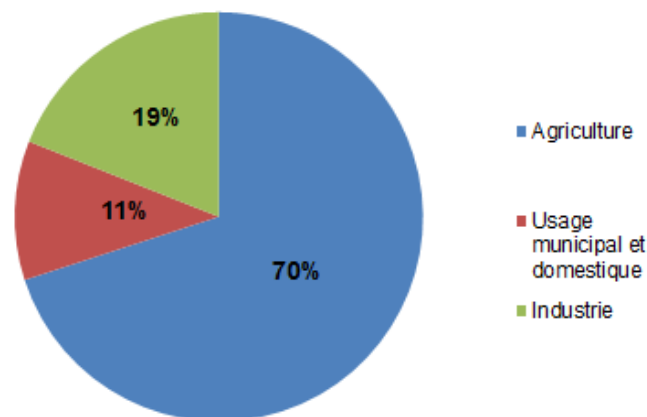
Traditionnellement, l'indicateur utilisé pour mesurer l'impact des activités humaines sur les ressources en eau est la quantité totale d'eau douce prélevée et utilisée par les différents secteurs de l'économie. Ces prélèvements d'eau des lacs, des rivières, des barrages, des réservoirs et aquifères, correspondent à l'« eau bleue » telle que définie ci-dessus.

Le plus grand secteur d'activités humaines consommateur d'eau est l'agriculture. Bien que 83% des terres cultivées du monde soient arrosées par les pluies (eau verte), les 17% qui nécessitent de l'irrigation (eau bleue) produisent plus de 40% de l'alimentation mondiale⁹.

L'eau nécessaire pour l'agriculture irriguée équivaut au total à 70% des prélèvements mondiaux en eau¹⁰. La demande industrielle en eau (y compris pour la production en électricité) correspond à 19% des prélèvements en eau (eau bleue). Seulement 11% de l'eau bleue prélevée est utilisée pour répondre aux demandes municipales et domestiques.

La Figure 6 présente les proportions d'eau utilisées par secteur au niveau mondial.

Figure 6: Les prélèvements d'eau pour l'agriculture irriguée, l'usage industriel et l'usage municipal et domestique, au niveau Mondial



Source: Aquastat, F.A.O. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm.

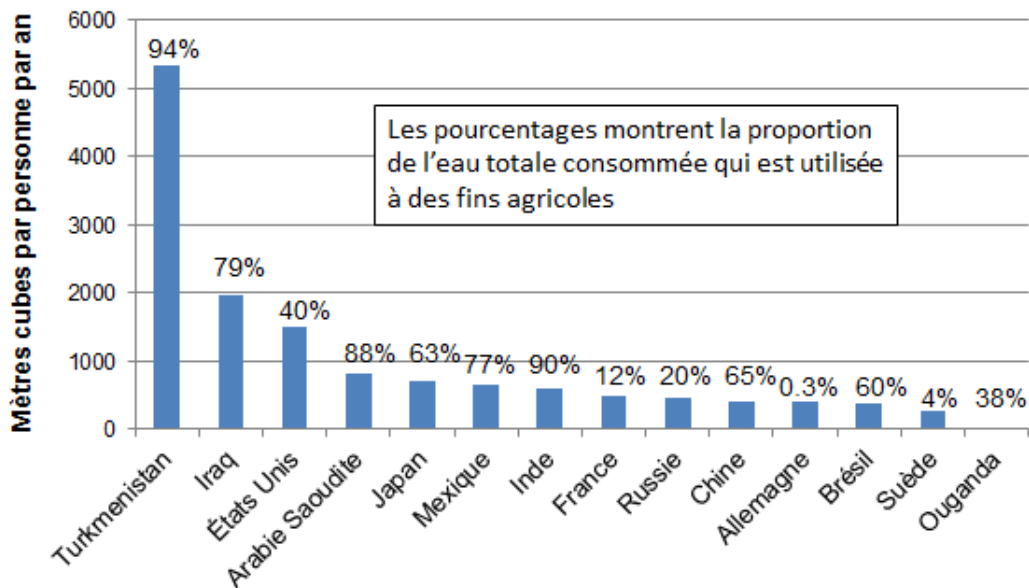
⁹ Postel, 1999, p. 42.

¹⁰ Aquastat, Food and Agriculture Organization, http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm.

Ces pourcentages sont des moyennes mondiales, mais ils varient considérablement d'un pays à l'autre. Aux États-Unis par exemple, l'irrigation représente 41% des prélèvements totaux d'eau douce de la nation mais l'industrie utilise jusqu'à 46% de ces prélèvements, en particulier pour la production d'énergie thermoélectrique, laquelle a besoin d'énormes quantités d'eau pour le refroidissement des génératrices à turbine à vapeur¹¹. Dans les pays en développement, les prélèvements d'eau douce sont souvent principalement utilisés pour l'agriculture (86% en Egypte, 94% en Ethiopie, 95% au Vietnam).¹²

A l'image de la consommation d'énergie, celle de l'eau par habitant varie considérablement entre les différents pays, comme le montre la Figure 7. Contrairement à la consommation d'énergie, l'utilisation de l'eau n'est pas principalement fonction du niveau de développement économique. Certains pays ayant une utilisation d'eau relativement élevée, tels que le Turkménistan et l'Irak, ne sont pas des pays à revenu élevé et pourtant comptent encore beaucoup sur l'eau pour l'agriculture irriguée. Alors que la Chine a un produit intérieur brut (PIB) supérieur par habitant à celui de l'Inde, l'Inde utilise plus d'eau par personne, avec 90% de celle-ci à des fins agricoles. L'utilisation d'eau par habitant en Allemagne est similaire à celle de la Chine, mais les prélèvements d'eau à l'usage de l'agriculture irriguée représentent une part négligeable en Allemagne.

Figure 7: Consommation d'eau par habitant pour certains pays, en mètres cubes par personne et par an



Source: Aquastat database, Food and Agriculture Organization

Bien que l'eau elle-même soit rarement exportée, elle entre comme intrant dans la production des biens faisant l'objet du commerce international. Les pays peuvent

¹¹ Gleick et al., 2014, p.227-235.

¹² ibid.

importer des produits fabriqués avec de l'eau existant au-delà de leurs frontières plutôt qu'avec leurs ressources propres en eau.

Pour mesurer l'impact du commerce et de la consommation totale d'eau, deux autres indicateurs ont été proposés: l'**eau virtuelle** et l'**empreinte hydrique**.

- 1) L'**eau virtuelle** est la quantité d'eau qui est incorporée dans chaque bien ou service, et qui prend en compte toute l'eau utilisée comme intrant à chaque étape du processus de production, que ce soit pour les produits agricoles, les biens industriels ou les services.¹³
- 2) l'**empreinte hydrique** s'appuie sur le concept d'eau virtuelle, en agrégeant la consommation réelle et virtuelle d'eau pour calculer l'impact total de la consommation en eau d'un secteur d'activité, d'un individu, d'un ménage, d'une ville ou d'un pays. Elle prend en compte toutes les formes d'eaux impliquées - verte, bleue et grise.¹⁴

L'eau virtuelle

Dans tout bien produit, il y a une quantité d'eau cachée qui a été utilisée au cours du processus de production. L'agriculture a besoin d'eau pour la culture des céréales, des légumes et des arbres fruitiers, et pour l'élevage de tous les animaux destinés à la consommation de viande, produits laitiers, œufs, etc...

Par exemple, la production d'une pomme nécessite 70 litres d'eau, et celle d'un verre de lait nécessite 200 litres d'eau (voir le tableau 2). Les biens industriels ont également besoin d'eau depuis l'étape des matières premières jusqu'à celle de la production finale. Une feuille de papier nécessite 10 litres d'eau pour être produite, et une paire de chaussures en cuir en nécessite 8000! Cette quantité totale d'eau invisible incorporée dans chaque bien ou produit consommé est définie comme eau virtuelle.¹⁵

Le secteur de l'énergie consomme de grandes quantités d'eau, lesquelles sont utilisées dans toutes les différentes étapes d'extraction, de production et de consommation d'énergie. (Voir encadré 1 sur la relation entre eau et énergie.) Le gaz naturel est le combustible le moins intensif en utilisation d'eau, tandis que le pétrole issu des sables bitumineux, nécessite pour son extraction 20 fois plus d'eau que le pétrole conventionnel et 100 fois plus d'eau que le gaz naturel. Les biocarburants sont associés à la plus forte consommation d'eau de tous les carburants - 3000 fois plus d'eau que le pétrole conventionnel! Le tableau 3 présente les quantités d'eau virtuelle qui seraient contenues dans six types différents de combustibles utilisés comme source d'énergie dans un véhicule standard qui ferait l'aller-retour entre New York City et Washington D.C. (ce qui est une distance d'environ 727km pour l'aller-retour, et qui demande une énergie totale de 500.000kcal)

¹³ Concept et expression inventés par Tony Allan.

¹⁴ Concept inventé par A. Hoekstra and P. Hung.

¹⁵ Allan, 2011, p.9.

Tableau 2: Eau virtuelle incorporée dans un certain nombre de produits agricoles ou industriels (en litres)

| Produits | Contenu en eau virtuelle (litres) |
|--|-----------------------------------|
| Une feuille de papier (80 g/m ²) | 10 |
| Une tomate (70 g) | 13 |
| Une pomme de terre (100 g) | 25 |
| Une tasse de thé (250 ml) | 35 |
| Une tranche de pain (30 g) | 40 |
| Une orange (100 g) | 50 |
| Une pomme (100 g) | 70 |
| Un verre de bière (250 ml) | 75 |
| Un verre de vin (125 ml) | 120 |
| Un œuf (40 g) | 135 |
| Une tasse de café (125 ml) | 140 |
| Un verre de jus d'orange (200 ml) | 170 |
| Un sachet de chips (200 g) | 185 |
| Un verre de lait (200 ml) | 200 |
| Un hamburger (150 g) | 2,400 |
| Un T-shirt en coton | 2,700 |
| Une paire de chaussure (cuir de bovin) | 8,000 |

Source: Hoekstra and Chapagain, 2008, p. 15.

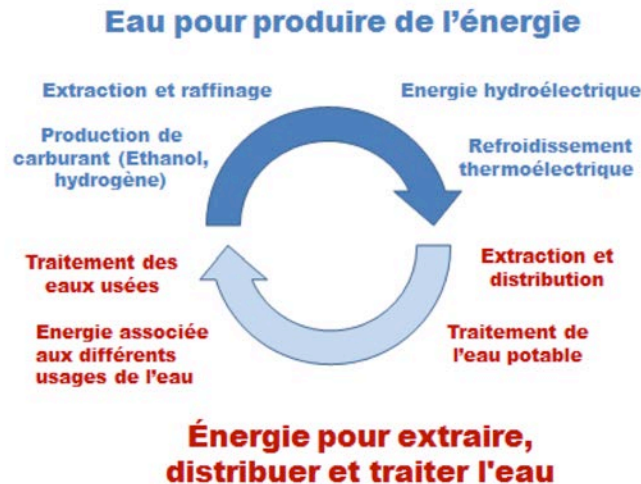
Tableau 3: L'eau virtuelle utilisée dans six types de combustibles pour un voyage aller-retour New York City- Washington DC

| Type de combustible | Quantité d'eau nécessaire pour l'extraction/production de 500.000kcal d'énergie (en gallons – 1 gallon = 3,78 litres) |
|---|---|
| Gaz Naturel (conventionnel) | 5 |
| Gaz Naturel non conventionnel (gaz de schiste) | 33 |
| Pétrole (conventionnel) | 32 |
| Pétrole issu des sables bitumeux (extraction minière) | 616 |
| Biocarburant de type 1 (maïs irrigué) | 35616 |
| Biocarburant de type 2 (soja irrigué) | 100591 |

Source: World Policy Institute - analyse EBG Capital sur la base de l'US Department of Energy 2006, ainsi que le Forum économique mondial et la Cambridge Energy Research Associates 2009. Disponible à l'adresse suivante: http://www.worldpolicy.org/sites/default/files/policy_papers/THE%20WATER-ENERGY%20NEXUS_0.pdf

Encadré 1 : La relation entre eau et énergie

Les demandes d'eau et d'énergie sont toutes deux en augmentation alors qu'elles font face à des contraintes d'approvisionnement de plus en plus croissantes. Ces deux ressources sont étroitement liées. L'eau est elle-même une source d'énergie (hydroélectrique); elle est de plus un intrant utilisé pour les cultures servant à produire des biocarburants, et est utilisée dans l'extraction de combustibles fossiles (notamment dans la méthode de fracturation pour obtenir du gaz et du pétrole des sables bitumineux). Dans le même temps, l'énergie est nécessaire pour pomper et extraire l'eau, pour la nettoyer et la recycler, et pour dessaler l'eau de mer.



L'utilisation de l'eau dans le secteur de l'énergie advient principalement dans deux domaines: la production de carburant et celle d'électricité. Les deux processus peuvent employer un certain nombre de technologies différentes qui ont des exigences très particulières en termes d'utilisation d'eau.

L'eau est utilisée pour la pression dans le forage des puits de pétrole, en particulier dans les pratiques non conventionnelles de fracturation. La fracturation hydraulique ou «fracking» consiste à pomper de grandes quantités d'eau, à les mélanger à du sable et à des produits chimiques, et à utiliser cette mixture en la rejetant en sous-sol profond à haute pression pour fracturer la roche de schiste et libérer le gaz qui s'y trouve piégé. La composition chimique exacte des fluides utilisés par les compagnies pétrolières pour la fracturation est inconnue et non divulguée pour des raisons de propriété intellectuelle, ce qui suscite de nombreuses controverses, en raison de leur haute toxicité et des risques de contamination de l'eau utilisée dans le processus. Selon Patrick Sullivan, du Centre Californien pour la Biodiversité Biologique: « C'est de l'eau qui ne peut être réintroduite dans le cycle de l'eau. C'est de l'eau qui pour l'essentiel est perdue pour de bon. »

Cette eau contaminée pose des problèmes aigus de stockage pour s'assurer qu'elle ne s'échappe pas de nouveau vers les aquifères d'où l'eau à usage domestique et agricole est prélevée.

Sources: Aida Tabakovic & Elisabeta Poci, 2012, disponible sur le site suivant :
[http://www.caee.utexas.edu/prof/mckinney/ce397/Topics/Water-Energy/Water-Energy\(2012\)_ppt.pdf](http://www.caee.utexas.edu/prof/mckinney/ce397/Topics/Water-Energy/Water-Energy(2012)_ppt.pdf);
<http://thinkprogress.org/climate/2015/04/06/3643184/california-70-million-gallons-fracking/>

L’empreinte hydrique

Le concept d’**empreinte hydrique**, basé sur le modèle de l’empreinte carbone¹⁶, a été introduit par Hoekstra et Hung (2002) comme un indicateur qui permettrait de mesurer l’impact de l’ensemble de la consommation humaine sur les ressources mondiales en eau douce. L’empreinte hydrique montre l’utilisation de l’eau associée à la consommation d’une personne, d’une institution, ou d’un pays, et elle comprend toutes les consommations en eau bleue, verte et grise.

Au niveau individuel, nous pouvons additionner toute l’eau nécessaire pour produire de la nourriture, de l’énergie et d’autres produits consommés. Pour calculer votre propre empreinte individuelle, vous pouvez faire le test sur le site suivant : <http://www.gracelinks.org/1408/water-footprint-calculator>.

Un individu moyen sur la planète utilise 1056 gallons d’eau par jour – ce qui est autant d’eau qu’il faut pour remplir 21 baignoires de type standard.¹⁷ L’empreinte hydrique moyenne d’un consommateur américain est de 2220 gallons par jour, ce qui est équivalent à 44 baignoires pleines d’eau!

Être végétarien ou pas est une des décisions qui fait la plus grande différence dans l’empreinte hydrique d’une personne, comme vous pouvez le constater en changeant les options relatives au type de nourriture dans le site calculant votre empreinte. Il y a aussi un lien important entre l’empreinte carbone et l’empreinte hydrique. L’utilisation accrue d’énergie fait augmenter à la fois l’empreinte carbone et l’empreinte hydrique (voir encadré 1).

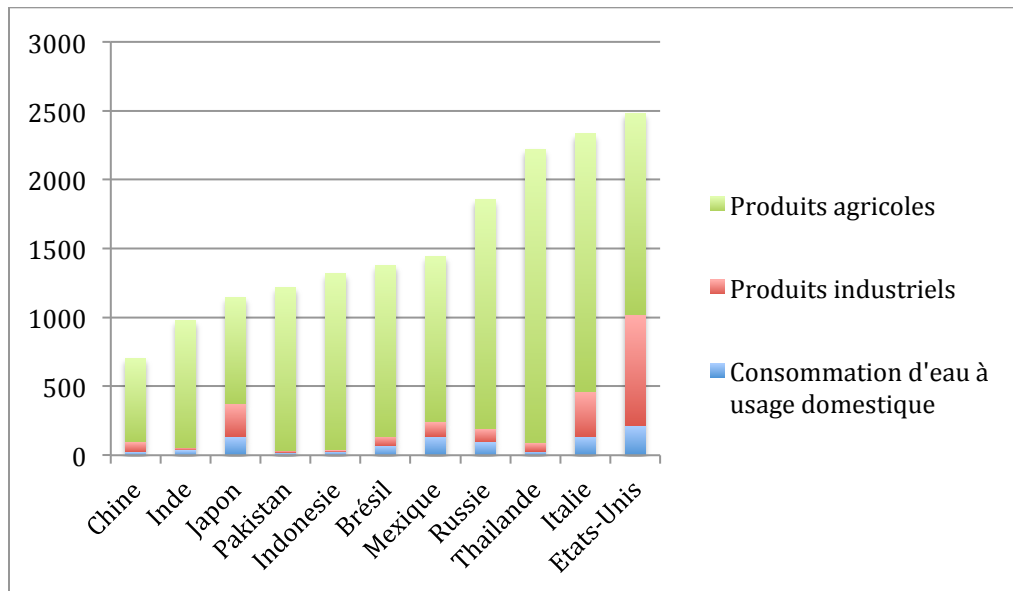
L’empreinte hydrique d’un pays peut être calculée en tenant compte de toute l’eau virtuelle incorporée dans tous les secteurs d’activité économique, y compris l’agriculture, les industries, les services et l’usage domestique.

Une différence importante entre les calculs de l’indicateur traditionnel de prélèvement par secteur et le concept d’empreinte hydrique est que cette dernière montre non seulement l’utilisation d’eau douce dans le pays considéré, mais aussi à l’extérieur des frontières du pays. Elle se réfère à toutes les formes d’utilisation d’eau douce qui contribuent à la production de biens et services consommés par les habitants d’un pays donné. La figure 8 présente l’empreinte hydrique pour certains pays.

¹⁶ Une empreinte carbone mesure la quantité d’émissions de carbone associée à une activité économique donnée

¹⁷ Allan, 2011 p. 4, et <http://inhabitat.com/water-footprint-of-humanity-study-shows-average-person-uses-1056-gallons-of-water-each-day/>.

Figure 8: l'Empreinte hydrique nationale pour un nombre sélectionné de pays, 1997-2001



Consommation en mètre cube par personne et par an

Sources: Hoekstra and Hung, 2002, p. 60; also available at <http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/national-water-footprint-explorer/>

L'empreinte hydrique par habitant des États-Unis est de 2.500 mètres cubes par personne et par an, tandis que le prélèvement d'eau par habitant est de 1500 mètres cubes par personne et par an (figure 7). La différence entre ces deux chiffres reflète:

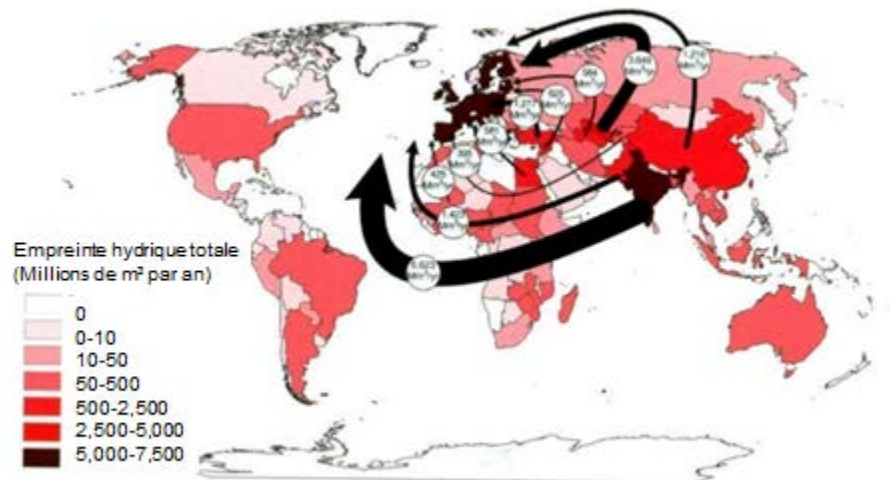
- 1) l'empreinte hydrique qui prend en compte l'ensemble de l'eau verte (principalement des cultures pluviales) intégrée dans tous les produits consommés aux États-Unis
- 2) l'empreinte hydrique qui comprend à la fois une composante interne, fondée sur les ressources nationales en eau, et une composante externe basée sur l'eau utilisée dans les produits ou ingrédients importés.

L'Eau virtuelle et le Commerce

Il y a une circulation invisible d'eau entre pays qui se produit à travers le commerce. Par l'intermédiaire du commerce, les pays arides peuvent continuer à consommer des produits qui auraient été trop intensifs en consommation d'eau s'ils devaient les fabriquer localement. Par exemple, les importations saoudiennes de lait et de viande en provenance d'Europe, d'Argentine, d'Australie ou de Nouvelle-Zélande, permettent aux Saoudiens qui vivent dans un climat désertique d'avoir accès à ces produits, ce qui est l'équivalent d'un transfert d'eau des pays abondants en eau vers ceux en situation de rareté.

Mais le commerce ne suit pas toujours une direction logique en termes de transfert d'eau. Les cultures intensives en consommation d'eau, telles que le coton, sont souvent produites dans des pays faisant face à un stress hydrique ou même en situation de rareté d'eau et ce pour des raisons économiques qui ignorent les considérations écologiques. L'eau virtuelle incorporée dans un T-shirt en coton est de 2.700 litres. Cependant, le coton est produit en Inde et dans d'autres pays asiatiques qui se sont spécialisés dans les industries textiles basées sur cette production, mais qui connaissent de graves problèmes de stress hydrique ou de pénurie d'eau. La figure 9 montre une image des importations de coton en direction de l'Europe et ce qui se cache derrière ces échanges en termes de transferts d'eau.

Figure 9: L'eau virtuelle dans les importations de coton de l'Union Européenne (millions de m³ / an), 1997-2001



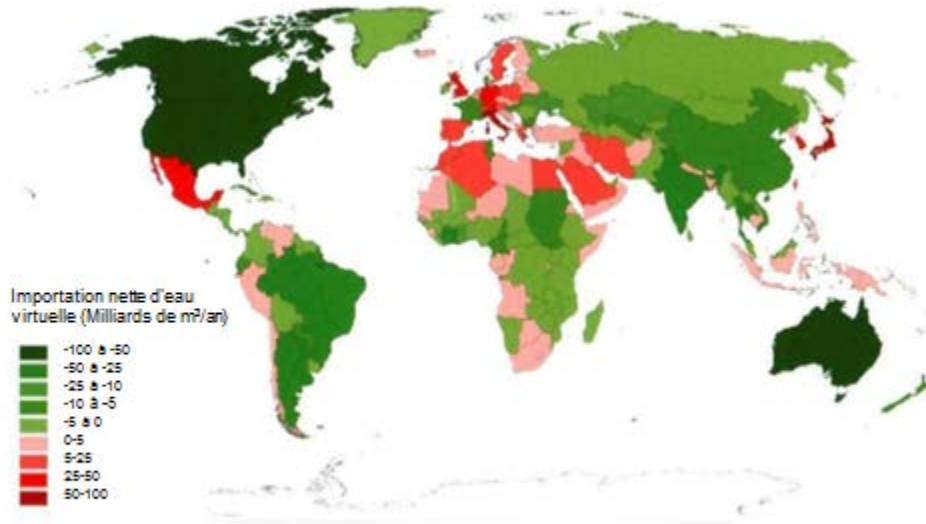
Source: Hoekstra and Chapagain, 2008, p. 85.

La production de coton pour l'exportation vers l'Europe crée une empreinte hydrique de 5000 à 7500 millions de mètres cubes en Inde, pays confronté au stress hydrique, et de plus de 2.000 millions de mètres cubes en Egypte, pays en pénurie absolue d'eau.¹⁸

¹⁸ Hoekstra et Ashok, 2008, p. 131-135.

La figure 10 présente une image globale à l'échelle mondiale de la quantité d'eau virtuelle transférée par le commerce. Les pays qui ont un solde commercial négatif en eau virtuelle (exportant des marchandises qui sont plus intensives en eau que les marchandises importées) sont coloriés en vert - ils sont exportateurs nets d'eau virtuelle. Les pays qui ont un solde positif en eau virtuelle sont coloriés en rouge - ils sont des importateurs nets d'eau virtuelle.

Figure 10: Solde en eau virtuelle par pays, 1997-2001 (en milliards de mètres cubes)



Source: Hoekstra and Chapagain, 2008, p. 84-85.

Si l'on compare ce graphique avec la figure 3, nous observons que la plupart des pays asiatiques qui connaissent un stress hydrique ou des conditions proches de celui-ci, sont en réalité des exportateurs d'eau virtuelle. Tel est le cas de l'Inde, du Pakistan et de la Chine. D'autre part, il y a des pays qui sont relativement abondants en eau comme l'Italie ou le Japon et qui néanmoins sont importateurs d'eau virtuelle.

Pour les pays en pénurie d'eau, il est avantageux d'importer de l'eau virtuelle (à travers l'importation de produits intensifs en eau), réduisant ainsi la pression sur les ressources nationales en eau. Cela se produit, par exemple, dans les pays méditerranéens, le Moyen-Orient et le Mexique. Mais le fait que les pays d'Europe du Nord importent beaucoup d'eau sous forme virtuelle (plus qu'ils n'en exportent) n'est pas motivé par la pénurie d'eau. Dans toute l'Europe, 40% de l'empreinte hydrique est due à une consommation d'eau extérieure au continent et provenant du reste du monde.

La mondialisation du commerce a entraîné une mondialisation des transferts d'eau. Elle a des effets positifs lorsque les flux d'eau circulent des pays abondants en eau vers ceux faisant face à un stress hydrique ou à une pénurie d'eau, mais la situation est beaucoup plus complexe, et les forces du commerce mondial peuvent en fait extraire de l'eau des pays qui souffrent déjà de pénurie.

Conflits liés à la rareté des ressources en eau

La rareté de la ressource en eau peut être un facteur catalysant l'émergence de conflits. Par exemple, les facteurs climatiques ayant entraîné une chute des précipitations, est un des facteurs ayant conduit à la guerre civile qui fait rage en Syrie depuis la fin 2011. A partir de 2006, une sécheresse sans précédent, se prolongeant jusqu'en 2011 et au-delà, a frappé les populations rurales de la Syrie, ruinant des centaines de milliers de fermiers. Ces familles ayant perdu leurs moyens de subsistance sur leurs terres, ont émigré vers les villes où elles ont grossi les bidonvilles et les banlieues, autour des villes d'Alep, Hama, Homs, Damas et Dara'a, qui devinrent les centres de la révolution contre le régime dictatorial de la famille Assad.¹⁹

Dans l'un des conflits les plus longs de notre époque, entre l'Etat d'Israël et le peuple Palestinien, l'accès à l'eau de l'aquifère se trouvant dans le sous-sol de la Cisjordanie, est un des facteurs responsables de la continuation du conflit. Bien que généralement peu abordée dans les médias, la question de l'eau dans cette région semi-aride est une des dimensions clés expliquant l'occupation de la Cisjordanie par les Israéliens depuis 1967, et le nombre croissant de colonies israéliennes sur ces territoires occupés, pompant directement dans cette ressource en eau (voir encadré 2).

Les scientifiques ont modélisé l'impact du changement climatique sur la fréquence des précipitations dans plusieurs régions du monde dans les décennies qui viennent. Leurs résultats suggèrent que la région Moyen Orient et Afrique du Nord sera soumise à des épisodes de sécheresse de plus en plus fréquents et prolongés.²⁰ Dans cette région déjà politiquement instable, la rareté croissante des ressources en eau contribuera vraisemblablement à exacerber les conflits à venir.

¹⁹ The World's water, volume 8. Peter Gleick, the Syrian conflict and the role of water, p. 147.

²⁰ World Bank Group, Turn down the heat, confronting the New Climate Normal, 2014. p. 125

Encadré 2: Des ressources en eau partagées par des peuples en conflit: Le cas des aquifères entre Israël et la Palestine

Comme le montre la figure ci-dessous, les Israéliens et les Palestiniens dépendent des mêmes aquifères pour leur approvisionnement en eau douce, mais les règles qui en régissent le partage sont loin d'être équitables.



Source: <http://www.mediterraneanaffairs.com/en/events/water-israeli-palestinian-conflict.html>

Un rapport de la Banque Mondiale indique que les Israéliens utilisent les quatre cinquième de cette ressource alors que les Palestiniens n'ont droit qu'à un cinquième.²¹ Les Israéliens consomment 240 mètres cube d'eau par personne et par an, contre 75 pour les Palestiniens de Cisjordanie et 125 pour ceux de la Bande de Gaza. Cependant, à Gaza, où les habitants ont accès à un aquifère qui est de plus en plus pollué et de forte teneur en sel, la situation est pire. Seulement 5 à 10% de l'eau disponible à Gaza est suffisamment propre pour être considérée salubre. Dans certaines zones de la Cisjordanie, les Palestiniens survivent avec à peine 10 à 15 litres par personnes et par jour, qui est bien au-dessous du niveau minimal de 100 litres par personnes et par jour, qui est recommandé par l'OMS pour éviter les épidémies.²²

Afin que les habitants Palestiniens puissent développer leur pays économiquement et socialement, il leur faudrait d'abord pouvoir exploiter leurs ressources hydriques dans une plus large mesure. Cela explique pourquoi la question du partage équitable de la ressource en eau a été au cœur des phases successives de négociations entre Israéliens et Palestiniens.

²¹ Source: <http://www.theguardian.com/world/2009/may/27/israel-palestinian-water-dispute>
<http://siteresources.worldbank.org/INTWESTBANKGAZA/Resources/WaterRestrictionsReport18Apr2009.pdf>

World Bank Middle East and North Africa Region Sustainable Development, West Bank and Gaza Assessment of Restrictions on Palestinian Water Sector Development – Sector Note – April 2009

²² See B'Tselem <http://www.btselem.org/topic/water>

2. COMMENT RÉMÉDIER AUX PÉNURIES D'EAU ?

Pour remédier aux pénuries d'eau, il existe des approches techniques qui peuvent atténuer la pression sur les ressources limitées par l'augmentation de l'offre, ou bien par la réduction de la demande. Il existe aussi des approches institutionnelles, et les instruments économiques en font partie, qui peuvent contenir la demande. Compte tenu de l'ampleur des pénuries d'eau projetées dans certaines régions, une solution «miracle» est peu probable. Mais il est possible de considérer plusieurs options.

Un menu d'options permet de sortir du statu quo. Aux États-Unis, la réponse habituelle à la pénurie d'eau est de détourner plus d'eau des rivières, de construire plus de barrages, et de forer davantage de puits d'eau souterraine. Ces alternatives traditionnelles ne sont pas des solutions viables. D'autres idées surréalistes comprennent le remorquage des icebergs depuis l'Arctique, l'importation d'eau de la Colombie-Britannique, et l'ensemencement des nuages. Ces idées reflètent un faux espoir qu'il puisse toujours y avoir moyen d'augmenter indéfiniment l'offre en eau, ce qui éliminerait la nécessité d'examiner attentivement comment et pourquoi nous utilisons et nous gaspillons l'eau. Des approches plus sensées comprennent la conservation, le dessalement, et la réutilisation des effluents municipaux traités. Pourtant, même les communautés qui ont adopté ces mesures se heurtent à un futur inquiétant²³.

Augmenter l'approvisionnement en eau: exploitation des aquifères, construction de barrages et dessalement de l'eau de mer

Les politiques de gestion de l'eau par le passé ont généralement porté sur les moyens d'accroître l'approvisionnement en eau. Dans les régions où les réserves d'eau douce sont insuffisantes pour répondre à la demande, de l'eau additionnelle a souvent été obtenue par extraction des aquifères d'eau souterraine. Bien que ceux-ci se rechargent normalement par des infiltrations d'eau, dans la plupart des cas, les taux de prélèvement dépassent largement les taux de recharge.

Des pays tels que l'Arabie Saoudite et la Libye comptent sur les eaux souterraines «fossiles» provenant des aquifères anciens dans les zones désertiques, qui ne se rechargent pratiquement pas et qui, au taux actuel d'extraction, seront épuisés dans les quarante à soixante prochaines années. Dans l'ouest des États-Unis, l'aquifère d'Ogallala s'est aussi gravement appauvri, et en conséquence la superficie irriguée a commencé à se rétrécir. Des problèmes similaires affectent les aquifères en Chine du Nord et en Inde. (Pour en savoir plus sur l'exploitation des aquifères dans le monde, voir l'encadré 3.)

Un autre moyen d'augmenter l'approvisionnement en eau est de construire des barrages. Les barrages peuvent recueillir les eaux des crues saisonnières - qui seraient indisponibles autrement pour l'usage humain - et utilisent l'eau stockée pour fournir de l'énergie hydroélectrique. Dans le monde entier près de 48000 grands barrages fonctionnent et environ la moitié d'entre eux se trouvent en Chine²⁴. Ces barrages

²³ Gleick, 2011, p. xi-xii.

²⁴ Les grands barrages sont définis comme ceux ayant plus de 15 mètres de hauteur.
http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/water/dams_initiative/quick_facts/.

fournissent 19% de l'électricité du monde. Plus de barrages sont en cours de construction, principalement en Chine, au Japon, en Turquie et en Iran, mais les meilleurs sites sont déjà en cours d'utilisation. Les barrages existants sont souvent affectés par des problèmes d'envasement et de nouvelles propositions de grands barrages ont été critiquées pour leur impact social et environnemental causant des inondations de larges régions²⁵. Par exemple, le barrage des Trois Gorges en Chine, le plus grand barrage hydroélectrique au monde, a déplacé 1,3 million de personnes et perturbé l'habitat de dizaines d'espèces en voie de disparition.

En raison des grandes quantités d'eau de mer sur la planète, le **dessalement** (enlever le sel de l'eau de mer) apparaît comme une source potentielle d'approvisionnement quasi illimitée. Cependant, le coût est un obstacle important pour le dessalement, lequel nécessite de grandes quantités d'énergie. Bien que les coûts de dessalement aient diminué avec l'avancée de la technologie, actuellement il coûte environ 0,50 à 1,00 dollar pour dessaler un mètre cube d'eau de mer, ce qui est généralement plus cher que de s'approvisionner à partir des eaux de surface ou des eaux souterraines²⁶. Par exemple, dans une analyse des options d'approvisionnement en eau à San Diego, en Californie, les coûts de dessalement ont été estimés entre 1,800 et 2,800 dollars par acre-pied (AP)²⁷, tandis que les coûts d'approvisionnement étaient de 400 à 800 dollars par AP pour l'eau de surface et 375 à 1,100 dollars par AP pour les eaux souterraines²⁸. Bien que le dessalement puisse être économiquement attractif dans certaines régions très sèches, il est peu probable qu'il fournisse les quantités importantes d'eau dont l'humanité aura besoin dans l'avenir.

Malgré d'importants progrès dans les technologies de dessalement, ces processus sont encore trop intensifs en énergie par rapport aux technologies conventionnelles utilisées pour le traitement de l'eau douce. Il existe aussi des préoccupations au sujet des impacts environnementaux potentiels des usines de dessalement à grande échelle.²⁹

²⁵ Voir Commission Mondiale sur les barrages, 2000.

²⁶ WaterReuse Association, 2012.

²⁷ Un acre-pied est la quantité d'eau couvrant un acre (0,4 hectares), avec un pied (30,4 cm) de profondeur. Elle est équivalente à 1233 mètres cubes.

²⁸ Elimelech et Phillip, 2011, p. 712

²⁹ Elimelech et Phillip, 2011, p. 712

Encadré 3 : Une demande en eau supérieure à l'offre

Selon une analyse globale exhaustive de l'épuisement des eaux souterraines, « Près d'un quart de la population mondiale vit dans des régions où l'eau souterraine est utilisée plus vite qu'elle ne peut être réapprovisionnée. »

Partout dans le monde, les sociétés humaines dépendent largement de l'exploitation de vastes réservoirs d'eau qui ont été stockés pendant des milliers d'années dans le sable, l'argile et les roches existant en profondeur dans le sous-sol. Ces aquifères massifs qui dans certains cas chevauchent les frontières entre plusieurs Etats, fournissent de l'eau potable et permettent l'irrigation des cultures, ainsi que le soutien des écosystèmes tels que les forêts et les pêcheries.

Pourtant, dans la plupart des grandes régions agricoles du monde, y compris la vallée centrale de la Californie, la région du delta du Nil en Egypte, et le Haut Gange en Inde et au Pakistan, la demande dépasse la capacité de renouvellement de ces réservoirs.

« Cette surutilisation peut entraîner une diminution de la quantité disponible d'eaux souterraines pour l'eau potable et l'agriculture », affirme Tom Gleeson, un hydrogéologue de l'Université McGill à Montréal, au Québec, et auteur principal d'une étude sur la surexploitation des aquifères dans le monde. En conclusion, ajoute-t-il, « cela peut conduire à l'assèchement des ruisseaux et rivières et avoir des impacts écologiques sérieux ».

Les auteurs ont constaté que 20 pour cent des aquifères du monde sont surexploités, et certains massivement. Par exemple, l'empreinte hydrique souterraine de l'aquifère du Haut-Gange est plus de 50 fois le taux de recharge de cet aquifère, de sorte que «le taux d'extraction y est tout à fait insoutenable », affirme Gleeson.

Mais Gleeson ajoute qu'il y a au moins une importante source d'espoir. Près de 99 pour cent de l'eau douce non gelée de la planète est souterraine. « C'est un immense réservoir que nous avons la capacité de gérer durablement », dit-il. « Si nous choisissons de le faire. »

Source: Mascarelli, 2012; <http://www.nature.com/news/demand-for-water-outstrips-supply-1.1114>

Gestion de la demande en eau

La demande en eau devrait augmenter de manière significative (voir Figure 15 dans la section 5 ci-dessous). Une façon de ralentir cette augmentation de la demande est d'accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Les plus grands gains d'efficacité peuvent être réalisés dans l'agriculture. Alors que l'irrigation traditionnelle par les inondations ou la canalisation de l'eau par gravité est inefficace (60 pour cent de l'eau est perdue par évaporation ou infiltration), de nouvelles techniques de **micro-irrigation** par systèmes au

goutte à goutte permettent une efficacité de 95 pour cent³⁰. En outre, les technologies qui permettent un meilleur suivi des sols et les conditions météorologiques peuvent déterminer plus précisément les besoins d'irrigation appropriés.

Pour des utilisations non agricoles, le recyclage et la réutilisation des eaux usées peuvent réduire la demande en eau. Par exemple, grâce à un système d'épuration des eaux grises, l'eau utilisée à des fins telles que la lessive et l'usage domestique (douches, bains) peut également servir à irriguer l'aménagement paysager. Les normes d'utilisation de l'eau pour les appareils tels que les lave-vaisselles, les toilettes, les pommes de douche peuvent réduire les besoins domestiques en eau. La détection et la réparation des fuites, en particulier dans les conduites d'eau municipales, peuvent aussi aider à réduire la consommation d'eau.

La recherche économique montre que la conservation est généralement le meilleur moyen de remédier à la pénurie d'eau. Dans l'étude effectuée à San Diego mentionnée ci-dessus, le coût de la conservation sur la base d'une gamme d'options de conservation a été estimé entre 150 et 1000 dollars par Acre-Pied. L'étude conclut:

La conservation apparaît de loin comme la plus efficace des sept solutions analysées pour le comté de San Diego. Ces résultats suggèrent que la résolution des problèmes d'eaux dans le comté de San Diego pourrait se trouver essentiellement du côté de la demande³¹.

La conservation de l'eau peut être réalisée en utilisant plusieurs approches, y compris celles basées sur les prix ou non. Les approches non basées sur les prix peuvent être classées en quatre catégories³²:

1. *L'adoption obligatoire ou volontaire de technologies de conservation de l'eau:* Cela comprend la mise en place de normes d'efficacité pour les appareils, l'offre faite aux consommateurs de remises de prix sur des articles à faible consommation d'eau tels que les pommes de douche à faible débit – ou même leur distribution gratuite.
2. *Des restrictions obligatoires d'utilisation d'eau:* Elles sont souvent mises en œuvre en réponse à des conditions de sécheresse et peuvent inclure des restrictions sur l'arrosage des pelouses, le lavage des voitures ou le remplissage des piscines.
3. *L'éducation et l'information:* notamment l'envoi d'informations aux consommateurs sur les moyens de réduire l'utilisation de l'eau, la présentation de débats sur la conservation de l'eau, la diffusion de messages de service public à la télévision ou sur Internet.
4. *La conservation de l'eau peut aussi provenir de la mise en place d'institutions innovantes dans la gestion des biens communs, telles que les ressources en eau.* Cela vaut particulièrement pour les communautés utilisant le même aquifère ou le même bassin de rivière pour l'irrigation (voir l'encadré 4).

³⁰ Postel, 1992, Chapter 8.

³¹ Equinox Center, 2010, p. 18.

³² Olmstead et Stavins, 2007

Encadré 4: Des systèmes collectifs d'irrigation, depuis le Moyen-Orient, jusqu'à l'Espagne, jusqu'en Amérique

On trouve dans plusieurs sociétés à travers le monde des exemples historiques de systèmes collectifs d'irrigation qui se sont avérés durables sur plusieurs siècles. Les archives de la ville de Valence en Espagne à la fin du 15^{ème} siècle, donnent la description détaillée d'un système institutionnel d'une grande complexité, où la communauté des paysans tributaires du système d'irrigation, gérait cette ressource collectivement. Les paysans qui partageaient un même canal d'irrigation se regroupaient pour élire parmi eux un syndic qui avait l'autorité de contrôler l'accès au canal et les quantités d'eau allouées à chacun des paysans – avec l'aide d'une petite équipe de contrôleurs et de gardes. Chaque cultivateur pouvait bénéficier de l'eau du canal alternativement. En période de sécheresse inhabituelle, les procédures étaient modifiées afin de donner priorité aux fermiers dont les cultures nécessitaient davantage d'eau plutôt qu'à ceux dont les cultures en avaient moins besoin. Le niveau de contrôle interne était très élevé, renforcé par l'existence d'un Tribunal des Eaux (Tribunal de las Aguas) qui formait l'autorité suprême en la matière, et devant laquelle pouvait comparaître les fermiers qui avaient des griefs contre un syndic et ses gardes.

Le terme “as-saaqiya” qui signifie “conduit d'eau” ou encore “celui qui apporte l'eau” en Arabe classique décrit les canaux d'irrigations, et est devenu en espagnol “acequias”. Les systèmes d'acequias se sont développés d'abord dans les déserts du Moyen-Orient où ils ont évolué pendant près de 10000 ans dans le croissant fertile, avant d'être apportés en Espagne par les Arabes qui y firent fleurir leur civilisation pendant près de huit siècles. Les colons espagnols qui conquièrent l'Amérique y apportèrent à leur tour les Acequias, tout en découvrant que les populations indiennes locales connaissaient également l'irrigation, comme les Indiens Tiwa qui la pratiquaient depuis plus de 1300 ans dans le désert du Nouveau Mexique. Ainsi la combinaison des pratiques traditionnelles des peuples Natifs américains avec les Acequias des espagnols a donné naissance aux systèmes d'irrigation des communautés indo-hispaniques de l'Ouest Américain (voir la photo). Une recherche récente a démontré les raisons de la longévité et de la durabilité des agroécosystèmes des acequias. Ceux-ci favorisent la formation et la conservation des sols ; fournissent un habitat à la faune sauvage ainsi que des corridors verts facilitant le déplacement de la faune ; protègent la qualité de l'eau et l'habitat aquatique pour de nombreuses espèces de poissons; enrichissent la biodiversité des cultures maraichères; et forment le fondement d'une société humaine fortement ancrée dans son terroir, avec un sens éthique profond de la conservation de l'eau, des sols, et bien d'autres bénéfices écologiques et économiques.



Acequias au Nouveau Mexique

Tout au long de l'histoire, il semble qu'il y ait eu une forte corrélation entre systèmes de gouvernance de l'eau et systèmes de gouvernance politique en général. Les règles démocratiques nécessaires à l'organisation et à la gestion collective des ressources communes d'irrigation ont été à l'origine de formes anciennes de gouvernance démocratique.

Sources: E. Ostrom, *Governing the Commons*, 1990. pp. 71-74

Arturo Sandoval, *Ancient Traditions keep desert waters flowing*, Yes! Magazine, May 13, 2010

<http://www.yesmagazine.org/issues/water-solutions/ancient-traditions-keep-desert-waters-flowing>

La Gouvernance de l'eau: gestion durable des Ressources en Bien Commun

Les ressources en eau douce présentent souvent le cas de biens communs, ou de ressources en propriété commune – que l'on définit comme soustrayables (chaque usager soustrait sa part de ce qui est disponible aux autres usagers) et non-exclusives (il n'est pas possible de "clôturer" la ressource et d'en contrôler l'accès). Si on ne régule pas d'une manière ou d'une autre l'accès à la ressource et la quantité exploitée par chaque usager, alors ce bien commun risque d'être surexploité et irréversiblement dégradé.³³

Face à ce risque, les deux solutions institutionnelles qui se sont imposées comme dominantes depuis un siècle sont soit le contrôle gouvernemental, à travers la nationalisation de telles ressources, mises sous la responsabilité de bureaucrates; soit la privatisation de la ressource, selon l'hypothèse qu'il est dans l'intérêt particulier des propriétaires de s'assurer de la durabilité de la ressource et de sa gestion. L'expérience a toutefois montré que ni l'une ni l'autre de ces solutions n'était une panacée pour éviter les risques de surexploitation et de destruction de la ressource. Le contrôle bureaucratique peut être inefficace car les fonctionnaires en charge peuvent être corrompus et fermer les yeux sur des pratiques abusives d'exploitation. La propriété privée n'est pas non plus une garantie contre la surexploitation: dans le village de Plachimada en Inde, comme dans de nombreuses communautés rurales à travers le monde, les droits d'accès aux ressources d'eau souterraines ont été vendus par les autorités locales à des multinationales comme Coca-Cola qui ont pratiqué une exploitation minière non durable de la ressource en eau en la pompant bien au-delà de ses capacités naturelles de renouvellement. Cela a entraîné des conséquences dramatiques pour les petits paysans en culture de subsistance et qui dépendent de cette ressource en eau pour leur survie.³⁴

Cependant, un examen approfondi d'études de cas historiques a révélé que, entre la privatisation et le contrôle étatique, il a existé à travers les âges et les sociétés, une grande diversité de solutions institutionnelles pour gérer durablement ces biens communs. L'économiste Elinor Ostrom, Prix Nobel d'Economie en 2009, a observé que: « De nombreuses communautés ont eu recours à des institutions collectives ne ressemblant ni à l'Etat ni au Marché afin de gérer des systèmes de ressources communes, avec un degré raisonnable de succès sur de très longues périodes de temps».³⁵ Des exemples de systèmes de gouvernance collective coutumière des ressources en eau sont présentés dans l'encadré 4.

Reconnaissant les limites inhérentes aux deux modèles dominants – le contrôle étatique centralisé et la privatisation – un nombre croissant de communautés et de municipalités se tournent vers des modèles de gouvernance collective. Ce faisant, elles s'inspirent souvent de formes traditionnelles de gestion collective des ressources en eau. Dans leur grande diversité historique, ces formes de gestion collectives de biens

³³ Le risque inhérent de surexploitation des ressources en bien communs a été appelé "la tragédie des communs" dans un article célèbre de Garrett Hardin (1968)

³⁴ S. Koonan, 2007.

³⁵ Elinor Ostrom, 1990, p.1

communs peuvent servir de guides dans l'établissement de formes institutionnelles nouvelles permettant de gérer ces ressources en eau de manière durable dans l'avenir.

Ce renouveau s'observe à la fois dans les pays en développement comme dans les pays industrialisés, où la question de l'eau et de sa conservation devient un sujet majeur de préoccupation. Dans cette nouvelle approche institutionnelle, on met en avant la nécessité d'intégrer les contributions et les préoccupations de toutes les personnes et institutions impliquées dans l'utilisation de la ressource en eau, selon un processus démocratique, et de telle manière que les procédures de régulation et de contrôle exercées collectivement soient transparentes afin que chacun puisse prendre ses responsabilités et soit tenu pour responsable de ses actes face à la communauté des usagers.

3. LA TARIFICATION DE L'EAU

Les économistes ont tendance à se concentrer sur la **tarification de l'eau** comme le moyen le plus efficace pour inciter à la conservation de l'eau. Selon la théorie économique, les prix devraient servir d'indicateurs de rareté reflétant les limites physiques et les externalités environnementales. Pour diverses raisons sociales et politiques cependant, les gouvernements ont souvent maintenu les prix de l'eau artificiellement bas, notamment pour l'agriculture. Passons maintenant à une discussion de la tarification de l'eau, en théorie et dans la pratique.

La tarification de l'eau est liée à plusieurs concepts économiques importants. Premièrement, nous devons faire la différence entre la valeur et le prix.³⁶ La valeur de l'eau pour les consommateurs se reflète dans leur consentement à payer. La différence entre le consentement à payer pour l'utilisation de l'eau et son prix est le bénéfice net, encore appelé surplus du consommateur. En théorie, les consommateurs continueront à acheter de l'eau aussi longtemps que leur consentement à payer dépasse le prix. Mais cette analyse de marché ne dit pas tout. Bien que l'eau ait des valeurs d'usage évidentes, y compris pour les usages domestiques et l'irrigation, elle a également des valeurs non marchandes et de non-usage, en particulier pour l'habitat des espèces sauvages par exemple.

Il faut faire également la différence entre le coût moyen de fourniture d'eau et son coût marginal. Le coût marginal est le coût d'approvisionnement d'une unité supplémentaire d'eau. Le coût moyen est tout simplement le coût total de l'approvisionnement, divisé par le nombre d'unités fournies. La distinction est importante parce que les compagnies d'eau sont normalement des **monopoles réglementés**. Une entreprise cherchant à maximiser les profits va produire aussi longtemps que le revenu marginal dépasse les coûts marginaux d'approvisionnement (c.-à-d., tant qu'elle fait des profits sur chaque unité). Un monopole non régulé peut fixer son prix pour maximiser les profits, mais un monopole réglementé comme une compagnie d'eau est normalement limitée dans sa capacité à fixer les prix.

³⁶ Voir Hanemann, 2005, pour une discussion de la valeur et du prix de l'eau.

Les compagnies d'eau aux États-Unis ont un caractère privé ou public. Les services d'eau privés sont autorisés à faire un profit raisonnable, tandis que les prix pratiqués par les services publics municipaux sont fixés de manière à couvrir leurs coûts d'approvisionnement totaux, en considérant à la fois les coûts fixes et variables. Dans un cas comme dans l'autre, les organismes de réglementation fixent normalement le prix de l'eau en utilisant la **tarification au coût moyen**, sans aucune considération des coûts marginaux. Pour les services publics municipaux, fixer un prix égal au coût moyen signifie qu'ils seront juste rentables sans plus.³⁷ Un service privé est autorisé à fixer un prix légèrement supérieur au coût moyen afin de réaliser un profit.

Toutefois la tarification au coût moyen permet-elle un niveau efficace d'approvisionnement en eau? Nous savons que le niveau socialement efficace de provision d'un bien se produit lorsque les gains marginaux sont égaux aux coûts marginaux. Ainsi, avec une tarification au coût moyen, il est peu probable d'aboutir à un niveau efficace d'approvisionnement en eau. Normalement, le coût marginal d'approvisionnement en eau est très faible par rapport à son coût moyen parce que l'approvisionnement en eau nécessite des coûts initiaux importants en capital tels que les canalisations et les installations de traitement. Cela peut sembler impliquer que le prix efficace pour l'eau devrait être inférieur à son coût moyen. Mais nous devons aussi tenir compte du coût des externalités liées à l'extraction et à la distribution de l'eau, qui peut inclure des impacts comme la perte des zones humides et des habitats des espèces sauvages. Pour un prix socialement efficace, le coût des externalités doit être considéré lors du calcul du coût moyen de l'approvisionnement. À cet égard, ignorer le coût des externalités de l'eau implique que la tarification au coût moyen peut entraîner un prix qui est trop faible. Il est donc difficile de savoir si la tarification au coût moyen conduit à un prix trop élevé ou trop faible du point de vue de l'efficacité économique.

La gestion et la tarification des eaux souterraines, ressources non renouvelables, leur allocation efficace au fil du temps nécessitent de prendre en compte le coût des externalités imposées aux générations futures au cas où les approvisionnements dans l'avenir seraient insuffisants pour répondre à leurs demandes.

Ces coûts peuvent être internalisés en imposant un coût d'usage à la génération présente. Cela se fait rarement dans la pratique pour les eaux souterraines, ce qui suggère à nouveau que l'on est en présence d'une allocation inefficace de l'eau.

Ce qui complique encore notre analyse est le fait que l'eau est souvent subventionnée par l'État, notamment pour les besoins d'irrigation.

De nombreux auteurs ont appelé à l'élimination des subventions à l'irrigation, indiquant parfois que l'eau est une marchandise comme une autre qui doit être tarifée en conséquence. Ils décrivent les gains potentiels provenant d'une irrigation efficace et l'utilité qu'il y a à communiquer publiquement les conditions de rareté à travers les prix du marché. D'autres auteurs suggèrent que les subventions peuvent être justifiées parce que les projets d'irrigation fournissent à la fois des biens publics et privés, ou que des prix

³⁷Voir Carter et Milton, 1999.

de l'eau élevés réduiraient les revenus nets agricoles sans encourager des réductions notables dans les quantités d'eau utilisées pour l'irrigation³⁸.

Dans les régions où l'irrigation a des impacts environnementaux significatifs, il peut être plus approprié de taxer l'eau plutôt que de la subventionner. Considérons certains des dommages environnementaux causés par l'irrigation:

Un prélèvement excessif de l'eau pour l'irrigation a un impact clair sur l'environnement dans certaines régions. Par exemple, le fleuve Colorado ne contient souvent plus d'eau au moment où il traverse la frontière en direction du Mexique, en raison des prélèvements en amont, à la fois urbains et agricoles. En fait, la plupart du temps, le fleuve Colorado n'atteint même plus l'océan. Cela a des conséquences pour le fleuve et ses écosystèmes³⁹ riverains, ainsi que pour le delta et l'estuaire à son embouchure, qui ne reçoivent plus la recharge d'eau douce et les nutriments comme par le passé. Cela est vrai aussi pour le fleuve San Joaquin en Californie est devenu si étroit que les arbres poussent dans son lit et que les promoteurs ont même proposé d'y construire des habitations.

La même situation se retrouve partout à travers le monde. Le fleuve Jaune en Chine n'atteint plus son embouchure. Au cours des 33 dernières années, la mer d'Aral en Asie Centrale a presque entièrement disparu, ayant perdu 50 pour cent de sa superficie et 75 pour cent de son volume, avec un triplement concomitant de sa salinité, cette tragédie étant en grande partie dû au détournement de l'eau de ses rivières d'alimentation pour irriguer le coton⁴⁰.

Un graphique des courbes de l'offre et de la demande contribue à illustrer l'inefficacité de la subvention de l'eau servant à l'irrigation, surtout quand son prélèvement et son utilisation ont des externalités négatives. Dans la figure 11, l'équilibre du marché de l'eau d'irrigation se produit là où la courbe de coût marginal (CM) croise celle de la demande, ce qui entraîne un prix P_E et une quantité de Q_E . Mais supposons que l'irrigation soit subventionnée de telle sorte que son prix soit P_S , en dessous du prix d'équilibre. La quantité vendue passera de Q_E à Q_S .

Afin d'analyser les effets en termes de bien-être, nous devons également prendre en compte les externalités négatives. Le véritable coût social marginal de l'eau d'irrigation est représenté par la courbe CSM, qui comprend le coût des externalités. Pour chaque unité d'eau au-dessus du niveau total Q^* , le coût social marginal du mètre cube dépasse son bénéfice marginal (rappelons que la courbe de demande indique les bénéfices marginaux).

La zone A représente le montant des bénéfices nets de l'eau d'irrigation lorsque la quantité totale d'eau consommée pour l'irrigation est Q^* . En d'autres termes, il est

³⁸ Wichelns, 2010, p. 7.

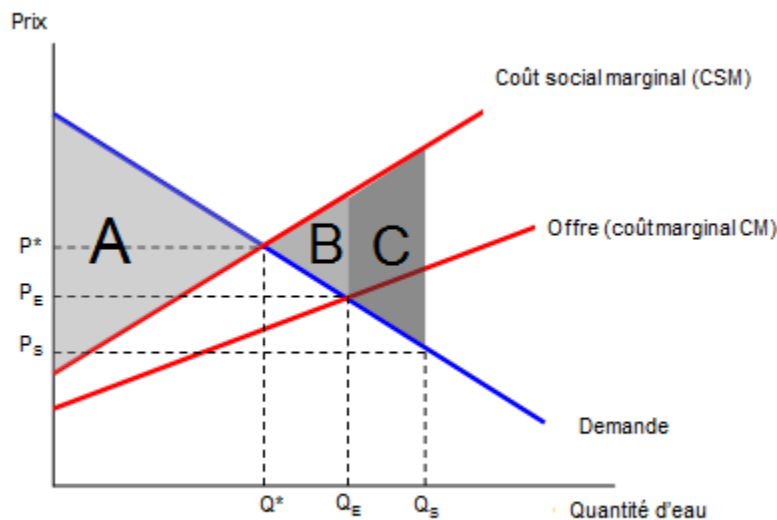
³⁹ "Riverain" désigne les rives d'une rivière ou d'un cours d'eau. Voir la discussion des droits riverains relatifs à l'eau, à la section 4.

⁴⁰ Stockle, 2001, p. 4-5.

économiquement efficace de fournir l'eau d'irrigation jusqu'au niveau Q^* . À l'équilibre du marché, Q_E , le bien-être social net serait égal à l'aire $(A - B)$. Mais pour la quantité totale d'eau utilisée, avec les subventions, Q_S , le bien-être social net serait $(A - B - C)$, un niveau de bien-être social inférieur à celui de l'équilibre du marché. B et C représentent des zones de perte nette résultant de l'incapacité à internaliser les externalités négatives dues à la subvention du prix de l'eau.

Dans cet exemple, le bien-être social maximal serait obtenu à une quantité d'eau égale à Q^* . Nous pourrions obtenir ce niveau de bien-être par la taxation de l'eau, au lieu de la subventionner.

Figure 11 : Effets de la Subvention de l'eau d'irrigation



Jusqu'ici, nous avons discuté de l'eau comme si elle avait un prix unique. Mais le prix de l'eau (ou « barème de l'eau ») varie à plusieurs égards. Tout d'abord, le prix de l'eau dépend généralement de son utilisation. Plus précisément, les prix de l'eau pratiqués par les services publics sont différents selon que les utilisations sont domestiques, agricoles ou industrielles. Le coût de l'eau pour les besoins agricoles aux États-Unis est d'environ 5 à 100 dollars par millier de mètres cubes, selon les États.⁴¹ En revanche le prix de l'eau pour la consommation domestique est bien plus élevé. La facture d'eau mensuelle d'un ménage américain typique est d'environ 20 à 120 dollars par mois, ce qui équivaut à un coût d'environ 400 à 2500 dollars par millier de mètres cubes.⁴²

Bien qu'il puisse sembler initialement inefficace, et peut-être injuste, d'appliquer des taux différents selon les utilisateurs, il y a une certaine justification à facturer les utilisateurs agricoles et industriels à un taux inférieur à celui des ménages. L'eau consommée par les ménages nécessite un haut degré de traitement, car elle doit répondre aux normes de potabilité. L'eau d'irrigation en revanche n'est pas tenue de respecter les mêmes normes de qualité et est donc moins chère à fournir. Après utilisation, l'eau

⁴¹ Wichelns, 2010

⁴² Walton, 2010.

Les prix de l'eau sont généralement à la hausse, en particulier dans les régions où les quantités disponibles sont insuffisantes et où la population augmente. Des quantités disponibles supplémentaires ne peuvent souvent être obtenues qu'à partir de sources relativement coûteuses telles que le dessalement. Quand les niveaux d'eau dans les aquifères souterrains baissent, le pompage devient plus cher. Comme mentionné précédemment, l'alternative pour obtenir des quantités supplémentaires est de contenir la demande. En augmentant les prix, les services publics envoient un signal aux consommateurs leur faisant prendre conscience de la rareté croissante de l'eau.

Des prix élevés de l'eau vont affecter les comportements des ménages et des autres usagers de l'eau. Les irrigants seront plus susceptibles d'investir dans des méthodes d'irrigation efficaces. Les ménages auront davantage tendance à acheter des pommes de douche à faible débit et laveront leurs voitures moins fréquemment. Mais de combien les usagers réduiront-ils leur consommation d'eau en réponse à des prix plus élevés? Cela dépend de **l'élasticité prix de la demande**, qui est définie comme la réactivité aux changements de prix de la quantité demandée, et est égale à la variation en pourcentage de la quantité demandée divisé par la variation en pourcentage du prix:

$$\text{Elasticité de la demande} = \frac{\text{variation en pourcentage de la demande}}{\text{variation en pourcentage du prix}}$$

La demande en eau tend à être inélastique au prix, ce qui signifie que le changement en pourcentage de la quantité demandée tend à être plus petit en valeur absolue que le changement en pourcentage du prix.

De nombreuses recherches ont été menées pour estimer l'élasticité de la demande en eau, en particulier pour les utilisateurs résidentiels. Une méta-analyse de 2003 a identifié plus de 300 estimations de l'élasticité à partir de 64 études.⁴⁴ L'élasticité moyenne était de -0,41, avec une médiane de -0,35. Une méta-analyse d'études sur l'eau d'irrigation a trouvé une élasticité moyenne de -0,51 et une médiane de -0,22 sur la base de 53 estimations⁴⁵. Un examen de plusieurs études sur l'utilisation industrielle de l'eau estime que l'élasticité varie considérablement selon les différentes industries, allant de -0,10 à -0,97.⁴⁶ Comme prévu, la demande en eau a aussi tendance à être plus élastique à long-terme qu'à court-terme.

Sur la base de ces estimations, les gestionnaires de l'eau peuvent déterminer comment ajuster le prix pour atteindre les objectifs de conservation. Par exemple, supposons qu'un service d'eau connaisse une pénurie potentielle et ait besoin de réduire la consommation d'eau de 10 pour cent: Si l'élasticité de la demande est de -0.41, alors la compagnie d'eau aura besoin d'augmenter les prix de 41 pour cent pour atteindre 10 pour cent de réduction de la quantité exigée.

⁴⁴ Dalhuisen et al., 2003.

⁴⁵ Scheierling et al., 2004

⁴⁶ Olmstead et Stavins, 2007.

Mais la relation entre la demande en eau et le prix n'est pas aussi simple que cet exemple. L'une des raisons est que l'élasticité n'est pas constante selon les régions ou les saisons. Dans la méta-analyse de l'eau résidentielle mentionnée ci-dessus, la demande en eau a tendance à être plus élastique dans les Etats arides de l'Ouest que dans ceux plus abondants en eau de l'Est des États-Unis. En outre, la demande en eau a tendance à être moins élastique dans les mois d'hiver que dans ceux d'été. En été, davantage d'eau est utilisée pour des usages relativement non-essentiels, tels que l'irrigation des pelouses et le lavage des voitures. En hiver, un pourcentage plus élevé de la consommation totale d'eau l'est pour des tâches plus essentielles, comme se laver ou faire la vaisselle. Ainsi, en été, les ménages peuvent plus facilement réduire leur consommation d'eau en réponse à une augmentation de prix.

Une autre complication dans la tarification de l'eau est que l'eau n'est généralement pas vendue à un prix constant par unité. Dans certains cas, les utilisateurs de l'eau paient tout simplement un forfait mensuel et peuvent alors consommer toute l'eau qu'ils souhaitent sans augmentation marginale des coûts. Dans certains pays, dont le Canada, le Mexique, la Norvège et le Royaume-Uni, l'eau n'est pas normalement mesurée par un compteur.⁴⁷ Là où l'utilisation de l'eau est mesurée par un compteur, trois structures de tarification de base existent, comme l'illustre la figure 13:

1. La **grille tarifaire à taux uniforme** - Le prix par unité d'eau est constant quelle que soit la quantité d'eau utilisée.
2. La **grille tarifaire par blocs croissants**- Le prix unitaire de l'eau augmente avec la quantité d'eau utilisée. Le prix est constant dans chaque bloc, mais le prix par unité est plus élevé pour les blocs successifs.
3. La **grille tarifaire par blocs décroissants**- Le prix par unité d'eau diminue à mesure que la quantité d'eau utilisée augmente.

Une grille tarifaire par blocs croissants incite à plus de conservation d'eau, car les utilisateurs d'eau voudront éviter de passer dans les paliers à prix plus élevés. La raison d'être de la tarification par blocs décroissants est qu'elle casse les prix pour les grands consommateurs d'eau, généralement pour les commerciaux ou les industriels. L'eau peut également être tarifée différemment par saison, avec des taux normalement plus élevés pendant l'été pour en décourager la consommation non essentielle.

Dans le passé, les grilles tarifaires par blocs décroissants étaient les plus couramment utilisées aux États Unis dans la distribution publique d'eau.⁴⁸ En raison des inquiétudes croissantes concernant la conservation de l'eau, les grilles tarifaires par blocs croissants sont devenues maintenant l'approche la plus communément utilisée. En 2008, 32 pour cent des systèmes d'eau publics pratiquaient des taux uniformes, 28 pour cent des taux par blocs décroissants, et 40 pour cent des taux par blocs croissants.

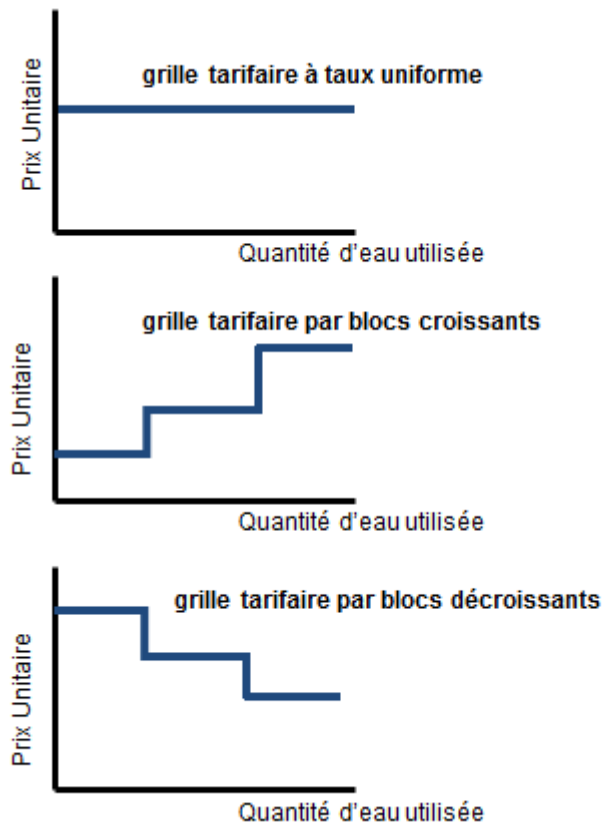
À l'échelle internationale, les structures tarifaires varient largement. Une enquête internationale des services d'eaux a constaté que dans les pays de l'OCDE, 49 pour cent

⁴⁷ OECD, 2009.

⁴⁸ Tietenberg et Lewis, 2012.

ont utilisé des tarifications par blocs croissants, 47 pour cent des tarifs à taux uniformes, et seulement 4 pour cent des tarifs par blocs décroissants. Pour les pays non membres de l'OCDE, 63 pour cent des services d'eau utilisaient la tarification à taux uniforme, et presque tous les autres une tarification par blocs croissants.⁴⁹

Figure 13: Les Grilles de Tarification de L'Eau



Alors qu'une grille tarifaire par blocs croissants tend à favoriser des niveaux plus élevés de conservation d'eau, d'autres considérations sont également pertinentes pour déterminer quelles grilles tarifaires et quels prix adopter. Ces autres considérations incluent les facteurs suivants:

- Les tarifs des services publics sont réglementés; ainsi les services publics ne peuvent pas simplement augmenter les prix pour induire une quantité spécifique de conservation.
- L'augmentation disproportionnée des tarifs de l'eau a des répercussions sur les ménages à faible revenu. Ainsi les services publics peuvent prendre en compte des considérations d'équité sociale lors de l'établissement des tarifs de l'eau.
- En Afrique du Sud, le droit à « une quantité suffisante d'eau » est inscrit dans la Constitution. Dans la pratique cela consiste à rendre le premier bloc de consommation d'eau gratuit de sorte que même les ménages pauvres puissent

⁴⁹ OECD, 2009.

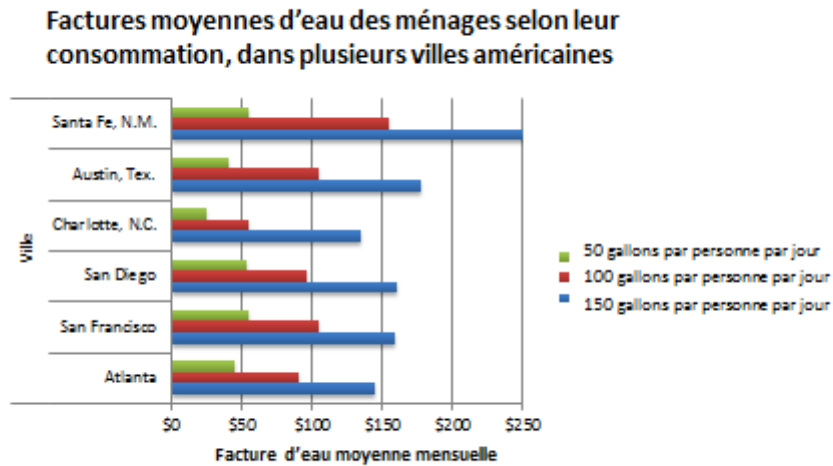
disposer d'une quantité minimale d'eau – alors que les blocs successifs de consommation sont facturés en utilisant une structure tarifaire par blocs croissants.

- Les grilles tarifaires par blocs croissants sont un peu plus difficiles à comprendre pour les usagers. Ceux-ci doivent clairement comprendre à partir de quand leur consommation se trouve dans les blocs aux prix les plus élevés.
- Enfin, augmenter les prix de l'eau ou modifier la grille tarifaire sont des décisions politiquement difficiles à mettre en œuvre. Impliquer les consommateurs dans les discussions sur les tarifs peut accroître le soutien des citoyens aux programmes de conservation, mais les services publics ont besoin de concilier la faisabilité politique avec les objectifs de conservation.

Alors que les États de l'Ouest des États-Unis connaissent de fréquentes sécheresses, de nombreuses grandes villes ont opté pour un système de tarification différenciée dans lequel les résidents qui utilisent le plus d'eau paient des prix plus élevés que ceux qui en consomment moins. La ville de Santa Fé au Nouveau-Mexique, avait relevé ses tarifs en 2001 en réponse à une sécheresse. L'approche différenciée a fonctionné comme prévue. Depuis 2001, la consommation totale d'eau de Santa Fé a chuté d'un cinquième, alors même que la population de cette ville désertique a augmenté de plus de 10 pour cent. A Santa Fé la consommation d'eau par habitant est passée de près de 140 gallons par jour en 2001 à environ 100 aujourd'hui.⁵⁰ La figure 14 montre la différence dans les factures d'eau pour 3 types de consommation (50, 100, 150 gallons par jour) dans certaines des villes qui sont en train de mettre en œuvre des tarifications différenciées, et qui présentent une grande diversité dans leur tarification de l'eau. La hausse de la tarification pour des quantités importantes de consommation d'eau semble cependant ne pas affecter les ménages les plus fortunés qui peuvent se permettre de continuer à consommer de très larges quantités d'eau malgré le prix élevé de leur facture, ce qui tend à rendre encore plus visibles les inégalités sociales et économiques entre riches et pauvres, en les traduisant en termes d'inégalités d'accès à la ressource en eau (voir encadré 5).

⁵⁰ Source: New York Times, "Water Pricing in Two Thirsty Cities", 2015.
<http://www.nytimes.com/2015/05/07/business/energy-environment/water-pricing-in-two-thirsty-cities.html>.

Figure 14: Les tarifs de l'eau pour certaines villes des États Unis



Source: NY Times <http://www.nytimes.com/2015/05/07/business/energy-environment/water-pricing-in-two-thirsty-cities.html>

Encadré 5 : La tarification de l'eau et les inégalités sociales

Les quatre années de sécheresse qui ont débuté en 2011 en Californie, ont amené plusieurs comtés à adopter des grilles tarifaires par blocs croissants, avec plusieurs paliers. Mais cette grille a été critiquée à la fois pour des raisons sociales et juridiques. Comme l'a exprimé Stephanie Pincetl, la directrice du Center for Sustainable Communities à l'Université de Californie, Los Angeles:

« Les riches consomment plus d'eau, d'électricité et de gaz naturel que quiconque. Ils ont les plus grandes propriétés. Ils sont moins sensibles aux prix. Donc, s'ils peuvent se le payer, ils consomment. Après, cela devient une question morale, mais beaucoup de gens riches ne paient pas leurs propres factures et le font faire par des tiers, donc ils ne savent même pas ce que coûte l'eau. »

En plus d'exacerber les inégalités sociales, ce système de détermination des prix par paliers est aussi légalement contesté:

« La légalité de la conservation de l'eau – la pratique qui consiste à facturer des prix plus élevés pour les gros consommateurs d'eau – a été remise en cause quand un tribunal a jugé que le système de tarification différenciée utilisé par une ville du Orange County allait à l'encontre de la Constitution de l'État de Californie et a ordonné que la ville se mette en conformité avec la loi. »

Source: New York Times, 27 Avril, 2015: «La sécheresse met en lumière les clivages économiques des Californiens ».

4. LES MARCHÉS DE L'EAU ET LA PRIVATISATION

Une répartition économiquement efficace de l'eau implique qu'elle devrait être allouée à des utilisations qui génèrent les valeurs marginales les plus élevées (c.-à-d., le plus grand consentement à payer). En théorie, le transfert de l'eau des usages à faible valeur à ceux de plus grande valeur augmente le bien-être social total. Au niveau d'allocation efficace, la valeur marginale de l'eau serait constante à travers les différentes utilisations, de telle sorte que de nouveaux transferts ne conduiraient pas à une augmentation nette de bien-être total.⁵¹

Le tableau 4 fournit des estimations de la valeur marginale de l'eau pour différents usages, sur la base d'une revue des études existant aux États-Unis à partir du milieu des années 1990. Nous voyons que la valeur de l'eau peut varier considérablement entre les différentes utilisations - les usages les plus élevés pour la consommation industrielle et domestique, et les usages les plus bas pour générer de l'énergie, ou pour l'usage récréatif ainsi que l'usage non-humain des écosystèmes naturels et des espèces sauvages.⁵² Ces utilisations ne sont pas toutes mutuellement exclusives. Par exemple, l'eau peut être utilisée pour les loisirs et puis plus loin en aval pour l'irrigation.

Le tableau suggère qu'il peut y avoir une certaine possibilité de réaffectation de l'eau des usages à relativement faible valeur aux usages de plus grande valeur. Cependant, la répartition de l'eau aux États-Unis et ailleurs est rarement déterminée par des préoccupations d'efficacité économique. Au lieu de cela, les droits sur l'eau sont répartis en fonction de diverses considérations historiques et juridiques.

Tableau 4: Valeur marginale de l'eau par acre-pied (AP) pour diverses utilisations

| Usages de l'Eau | Valeurs Moyennes par AP | Valeurs Médianes par AP |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Navigation | \$146 | \$10 |
| Habitat sauvage et usages récréatifs | \$48 | \$5 |
| Hydroélectricité | \$25 | \$21 |
| Centrale Thermoélectrique | \$34 | \$29 |
| Irrigation | \$75 | \$40 |
| Industries | \$282 | \$132 |
| Domestique | \$194 | \$97 |

Source: Frederick, et al., 1996.

⁵¹ Comme mentionné auparavant, nous devrions tenir compte des différences dans la qualité de l'eau. Le Consentement à payer (CAP) marginal de l'eau à usage résidentiel serait différent du CAP marginal pour l'eau d'irrigation au niveau d'allocation efficace parce que les besoins en matière de qualité de l'eau de ces utilisateurs diffèrent.

⁵² Notons qu'une grande différence entre les valeurs moyennes et médianes indique qu'un nombre relativement restreint d'estimations particulièrement élevées décale la moyenne vers le haut.

Dans l'Est des États-Unis, les droits d'accès à l'eau sont généralement attribués sur la base des **droits riverains**. En vertu de cette doctrine, le droit à l'utilisation raisonnable de l'eau est accordé à ceux qui possèdent un terrain adjacent à une source d'eau. Là où les demandes excèdent la quantité disponible d'eau, les droits peuvent être attribués en fonction de l'étendue de la façade d'eau qui borde chaque propriété. Les droits d'eau riverains ne permettent généralement pas des prélèvements pour l'irrigation ou l'acheminement de l'eau vers les terres non adjacentes aux plans d'eau.

Bien que les droits d'eau riverains aient d'abord été appliqués dans l'Ouest des États-Unis, à la fin des années 1800, les besoins en eau de l'agriculture et de l'exploitation minière ont nécessité un système de droits d'eau différent. **Les droits d'eau d'appropriation antérieure**, séparent le droit à l'eau de la propriété foncière. En vertu de ce système, un droit à l'eau est reconnu quand quelqu'un peut prouver qu'il peut la valoriser, pour l'irrigation ou l'utilisation municipale par exemple. Ce système est aussi appelé principe « premier arrivé, premier ayant droit » parce que les droits sont attribués selon le moment auquel la valorisation est préalablement intervenue.

Disons par exemple qu'un agriculteur commence à prélever 1000 Acre-Pied d'eau par an d'une rivière. Supposons ensuite que plusieurs années plus tard, une usine souhaite prélever 5000 AP par an de la même rivière. L'agriculteur serait reconnu comme « l'utilisateur senior ou prioritaire » et l'usine (« l'utilisateur junior ou de moindre priorité ») aurait seulement accès à l'eau après que l'agriculteur ait prélevé ses 1000 AP.

Toute autre personne qui commencerait à prélever de l'eau après que l'usine ait exercé son droit pourrait encore établir un droit d'appropriation antérieure, mais seulement après que l'agriculteur et l'usine aient été intégralement servis. Dans le cas d'une sécheresse, si seulement 3000 AP étaient disponibles dans la rivière, l'agriculteur pourrait obtenir son allocation intégrale de 1000 AP, l'usine obtiendrait les 2000 AP restant, et tous les autres utilisateurs d'eau de moindre priorité ne recevraient rien.

De toute évidence, la doctrine de l'appropriation antérieure ne permet pas d'allouer l'eau d'une manière économiquement efficace. En fait, elle tend à décourager sa conservation parce que si les détenteurs prioritaires de droits d'eau commencent à utiliser moins d'eau que leur allocation totale le permet, au fil du temps la quantité d'eau associée à leurs droits pourrait être légalement réduite. En outre, les droits d'appropriation antérieure ont tendance à ne faire aucune provision pour les besoins écologiques. Ainsi, en cas de pénuries d'eau, les écosystèmes pourraient subir des dommages importants.

La création des **marchés de l'eau** a été proposée comme un moyen d'augmenter l'efficacité économique de l'allocation de l'eau en présence des droits d'appropriation antérieure. Dans un marché de l'eau, les titulaires de droits d'eau peuvent vendre une partie de ceux-ci à des acheteurs qui le veulent. Par exemple, un agriculteur peut vendre une partie de son eau à une municipalité. La municipalité pourrait acheter l'eau de manière ponctuelle (dénommée bail) ou pourrait acheter les droits effectifs d'eau, qui feront d'elle l'utilisateur senior d'une certaine quantité donnée d'eau par an.

Comme dans toute autre opération de marché, un marché de l'eau en théorie augmente le bien-être social, car les acheteurs et les vendeurs perçoivent qu'ils tireront profit de la transaction. Mais les gains en efficacité devraient être comparés à l'impact des marchés de l'eau sur les inégalités existantes. Si les pauvres détiennent des droits d'eau sécurisés, alors les marchés de l'eau pourraient leur fournir une source supplémentaire de revenus. Ce qui est plus probable, cependant, est que l'eau pourrait être détournée des besoins des pauvres vers des utilisations rentables par les grands exploitants agricoles, les sociétés ou d'autres intérêts économiques. Par exemple, les marchés de l'eau furent établis au Chili au début des années 1980, mais conduirent à des prix de l'eau plus élevés en raison de la spéculation et de la monopolisation des droits d'eau. En 2005, les lois Chiliennes sur le marché de l'eau ont été révisées afin de limiter la possibilité de spéculation et de monopolisation.

Un marché de l'eau ne requiert pas nécessairement l'acheminement direct de l'eau. Un détenteur de droits d'eau en amont pourrait facilement vendre ses droits à un utilisateur en aval. Le titulaire de droit d'eau en amont prélèverait tout simplement moins d'eau, permettant à l'utilisateur en aval d'en prélever plus. La vente de droits d'eau d'un utilisateur en aval à un utilisateur en amont pourrait également être réalisée de manière similaire. Mais dans certains cas, une vente de l'eau peut exiger son acheminement par des canaux ou canalisations. Un système assez complexe d'acheminement d'eau a déjà été établi dans l'Ouest des États-Unis. Le "California State Water Project" ainsi que le "Central Arizona Water Project" sont des exemples de projets d'ingénierie qui transportent de l'eau sur des centaines de kilomètres vers les utilisateurs finaux.

Les conditions nécessaires pour un marché réussi de l'eau ont été identifiées comme suit:

- Les droits relatifs à l'eau doivent être clairement définis.
- La demande en eau doit dépasser son offre. Il doit y avoir certains consommateurs ou consommateurs potentiels d'eau qui soient dans l'incapacité d'obtenir toute l'eau qu'ils recherchent aux prix en vigueur.
- L'eau doit être transférable là où on veut l'acheter et être disponible lorsqu'on en a besoin. En outre, les coûts de transaction doivent être relativement faibles.
- Les acheteurs d'eau doivent être convaincus que les contrats d'achat seront honorés, avec une réglementation et un contrôle appropriés.
- Un système de résolutions des conflits doit être instauré. Cela pourrait impliquer à la fois des procédures judiciaires et des mécanismes de médiation moins formels.
- Le contexte culturel et social doit être pris en compte. Certaines régions peuvent s'opposer aux marchés de l'eau si la plupart des gens croient que l'eau n'est pas un produit commercialisable.⁵³

Les marchés de l'eau existent dans plusieurs pays, dont l'Australie, le Chili, l'Afrique du Sud, le Royaume-Uni et les États-Unis. Une analyse des marchés de l'eau aux États-Unis a identifié environ 1.400 ventes entre 1990 et 2003.⁵⁴ La plupart des transferts de droits impliquait des baux à court terme plutôt que des achats fermes de

⁵³ Liste adaptée de Simpson et Ringskog, 1997.

⁵⁴ Brown, 2006.

droits d'eau. Les municipalités étaient les acheteurs les plus fréquents (généralement auprès des irrigants), mais des transferts entre irrigants étaient également courants.

Environ 17 pour cent de l'eau achetée l'était à des fins environnementales, y compris des achats par les municipalités et les organisations environnementales. La possibilité pour les marchés de l'eau de contribuer à atteindre les objectifs environnementaux, tels que le maintien de flux suffisant d'eau pour l'habitat naturel fait l'objet d'une attention accrue. Certains analystes voient dans les marchés de l'eau un grand potentiel pour améliorer l'environnement:

Surmonter les obstacles [entravant les marchés de l'eau] est un défi de plus en plus important alors que les populations et les économies occidentales continuent de croître. Cette croissance s'accompagne de demandes de plus en plus importantes pour la protection de l'environnement et pour des infrastructures de loisirs pour des usages récréatifs. Lever les obstacles aux marchés de l'eau permettra de réduire les coûts de transaction, de promouvoir une répartition plus efficace de l'eau entre les utilisations à l'intérieur du même bassin de rivière entre utilisateurs en amont et en aval, ainsi que les utilisations vers l'extérieur, et de créer des incitations pour une meilleure utilisation de l'eau, et l'amélioration de la qualité de l'environnement.⁵⁵

Même là où l'importance environnementale de l'eau dépasse ces autres utilisations, des institutions appropriées doivent exister pour obtenir le financement nécessaire. Les contributions volontaires aux organisations environnementales peuvent permettre de lever des fonds pour acheter des droits d'eau, mais l'existence d'utilisateurs tireurs au flan prenant avantage du système signifie que d'autres types de régulation sont nécessaires et que les achats en eau pour protéger l'environnement ne suffiront pas pour la société. En outre, les marchés de l'eau peuvent nuire à l'environnement. Les transferts d'eau peuvent dégrader la qualité de l'eau et excessivement épuiser les aquifères.⁵⁶ Comme dans tout marché, les externalités négatives peuvent nécessiter l'intervention du gouvernement pour les internaliser.

La Privatisation de l'Eau

Une des grandes questions est de savoir si l'eau doit être considérée comme un bien public qui est du ressort des agences gouvernementales ou bien comme une marchandise "produite" par des entreprises privées.⁵⁷ **La privatisation de l'eau** a été promue par des organisations internationales telles que la Banque Mondiale et le Fonds Monétaire International au motif que les entreprises privées peuvent fournir un service de manière plus efficace et plus fiable que les entités publiques, en particulier dans les pays en développement. En théorie, si une entreprise privée peut fournir de l'eau à un coût inférieur, ces économies peuvent se répercuter sur les clients, et peut-être plus de

⁵⁵ Scarborough, 2010, p. 33.

⁵⁶ Chong et Sunding, 2006.

⁵⁷ Comme nous l'avons vu plus haut il existe entre ces deux pôles des approches de l'eau comme bien commun géré collectivement par la communauté des usagers, à des échelles locales ou régionales, selon un schéma institutionnel qui ne relève ni de la privatisation ni de la nationalisation par l'Etat (voir encadré 4).

personnes pourraient avoir accès à l'eau.

Mais sans une réglementation appropriée, une compagnie privée peut pratiquer des tarifs excessifs ou ne pas parvenir à répondre aux besoins en eau des ménages à faible revenu.

La privatisation de l'eau a eu lieu, dans une certaine mesure, dans de nombreux pays, dont le Brésil, la Chine, la Colombie, la France, le Mexique et les États-Unis. L'expérience de la privatisation de l'eau a été mitigée. Selon la Banque mondiale, la privatisation de l'eau à Manille, aux Philippines, a été couronnée de succès en accroissant l'accès à l'eau aux ménages pauvres:

En élargissant l'accès à des services d'eau fiables et abordables aux clients, le programme a profité à quelque 107000 ménages pauvres depuis sa création en 1997. Un accès quasi régulier à l'eau potable ou courante et une augmentation des installations communautaires d'assainissement ont été réalisés dans les zones résidentielles à faibles revenus. En outre, le programme a établi des espaces pour encourager les communautés à discuter et à participer au processus d'expansion des services, et pour prendre en compte leurs préoccupations.⁵⁸

Cependant, dans d'autres cas, la privatisation de l'eau n'a pas tenu ses promesses. Peut-être l'exemple le plus dramatique a été l'expérience de la Bolivie (voir encadré 6).

Les marchés de l'eau et la privatisation ne sont évidemment pas une panacée universelle pour les problèmes de l'eau. La vague de privatisation semble s'être estompée au niveau mondial:

"Un rapport de l'Institut Transnational (TNI), de l'Unité de Recherche Internationale des Services Publics et de l'Observatoire Multinational suggère que 180 villes et communautés dans 35 pays, dont Buenos Aires, Johannesburg, Paris, Accra, Berlin, La Paz, Maputo et Kuala Lumpur, ont toutes «ré-municipalisées» leurs systèmes d'eau au cours de la dernière décennie. Plus de 100 de ces villes où la gestion de l'eau était retournée sous le contrôle local des municipalités se trouvent aux États-Unis et en France, 14 en Afrique et 12 en Amérique Latine. Les villes des pays en développement qui ont choisi de ré-municipaliser leur eau sont en général de plus grande taille que les villes des pays riches industrialisés ayant fait le même choix".⁵⁹

Ceux qui ont pris la tête de ce mouvement de remunicipalisation sont des pays qui ont une longue histoire de gestion privée de l'eau. « Ce n'est pas par hasard si la France, le pays ayant la plus longue histoire de privatisation de l'eau et où se trouve le siège des grandes multinationales leaders de la gestion de l'eau (telles que Suez et Veolia), présente les plus nombreux cas de remunicipalisation. Les autorités locales françaises et les

⁵⁸ Banque Mondiale, 2010, page 2.

⁵⁹ "La Privatisation de L'Eau: un echec mondial?" The Guardian, January 30, 2015. <http://www.theguardian.com/global-development/2015/jan/30/water-privatisation-worldwide-failure-lagos-world-bank>; Transnational Institute, 2015, p.3

citoyens français ont une connaissance de première main du « modèle de gestion privée » que Veolia et Suez ont exporté dans le monde entier. Au cours des dernières années, de nombreuses villes françaises ont décidé de suivre les traces de Grenoble et de Paris en reprenant le contrôle de leur système de gestion de l'eau.⁶⁰ La « Remunicipalisation » peut améliorer l'accès et la qualité des services d'eau, et offrir également des possibilités de bâtir une gouvernance démocratique, en renforçant la responsabilisation et la transparence sur les processus de prise de décision.

Bien que la Banque Mondiale et d'autres institutions financières internationales soient encore en train de promouvoir la privatisation sous toutes ses formes, les marchés de l'eau et la privatisation ne peuvent pas être considérés comme solution unique pour résoudre tous les problèmes. Le défi est de s'assurer que les marchés et la privatisation fonctionnent de manière à atteindre de plus larges objectifs sociaux et environnementaux, plutôt que de simplement maximiser les profits. Pour en savoir plus sur cette question, voir l'encadré 7.

Encadré 6: Les Guerres de l'Eau en Bolivie

En Bolivie, dans la ville de Cochabamba, la compagnie municipale d'eau SEMAPA a été vendue à la fin des années 1990 à un consortium transnational contrôlé par la firme américaine Bechtel en échange d'un allègement de la dette du gouvernement Bolivien, et de nouveaux prêts de la Banque Mondiale pour l'expansion du système d'eau. Une nouvelle loi a permis à ce consortium appelé Aguas del Tunari, d'administrer non seulement les ressources en eau qui étaient sous le contrôle de la SEMAPA, mais aussi les systèmes d'eau communautaires. Les agriculteurs-irrigants locaux craignaient que "même la pluie" recueillie et distribuée pendant des siècles par les associations locales ne soit contrôlée par Bechtel.

Ces préoccupations associées à une augmentation en moyenne de 50% des tarifs d'eau, ont incité à la formation d'une large coalition d'agriculteurs, d'ouvriers, de comités ruraux et urbains pour l'eau, d'organisations de quartier, d'étudiants et de professionnels issus de la classe moyenne pour s'opposer à la privatisation de l'eau. Après plusieurs semaines de désobéissance civile et de protestation véhémente dans les rues, la pression populaire a forcé le gouvernement Bolivien à négocier l'abrogation du contrat avec Bechtel et le retour de la SEMAPA dans le giron public.

Sources: "La politique de l'eau en Bolivie" <http://www.thenation.com/article/politics-water-bolivia>;
"Des guerres de l'eau à sa rareté: la mise en garde de la Bolivie"
<https://nacla.org/blog/2013/6/5/water-wars-water-scarcity-bolivia%E2%80%99s-cautionary-tale>

⁶⁰ Ibid. p.5

Encadré 7 : Les entreprises privées devraient-elles contrôler notre ressource naturelle la plus précieuse?

Presque tout le monde convient que les ressources disponibles en eau de la planète sont utilisées de manière non durable. La privatisation peut-elle conduire à des pratiques écologiquement viables, et les prix de marché sont-ils les meilleurs aiguillons pour parvenir à une gestion durable des ressources en eau?

La privatisation de la gestion de l'eau a été la solution la plus communément mise en œuvre dans les pays en développement. À la fin des années 1990, la Banque Mondiale avait poussé un grand nombre de pays pauvres à privatiser leurs entreprises de gestion de l'eau comme condition préalable pour recevoir l'assistance économique dont ils avaient désespérément besoin. Dans plusieurs cas, la Bolivie étant le plus tristement célèbre, les entreprises privées ont augmenté le prix de l'eau au point que les familles les plus pauvres ne pouvaient plus se procurer suffisamment d'eau pour répondre à leurs besoins de base.

Mais, plus récemment, l'accent s'est tourné vers la privatisation de l'eau dans les pays riches. «Ce sont des pays qui peuvent payer la note», affirme l'avocat en droits de l'eau James Olson. «Ils ont d'énormes besoins en infrastructures, des réserves d'eau qui baissent, et les ressources financières pour couvrir tout ce que cela va coûter.»

La nécessité d'une meilleure gestion de l'eau est particulièrement aigüe en Chine. A cause d'une demande en eau souterraine qui augmente à Beijing, les puits creusés autour de la ville doivent être plus profonds pour trouver de l'eau douce potable (près des deux tiers des puits ont une profondeur de 1500 mètres ou plus, selon un récent rapport de la Banque mondiale). Avec des contrats d'approvisionnement en eau de plus en plus lucratifs, le nombre de compagnies d'eau privées a monté en flèche. Mais afin de recouvrer les coûts d'investissement, les entreprises ont considérablement augmenté le prix de l'eau. « C'est beaucoup plus que ce que la plupart des familles peuvent payer », affirme Ge Yun, économiste au Conservation Fund de Xinjiang. « Ainsi, plus l'eau est privatisée, moins de personnes peuvent y avoir accès. »

La Banque Mondiale continue de promouvoir la privatisation parce que des prix de l'eau élevés sont nécessaires pour inciter à sa conservation. Les services publics facturent rarement au niveau suffisant pour refléter les véritables coûts économiques et sociaux de l'eau, ce qui, selon les partisans de la privatisation, est la cause première de la surexploitation de l'eau. Du point de vue du bien-être social, même les prix du marché sont trop faibles s'ils ne parviennent pas à tenir compte des externalités. Mais l'efficacité économique peut être en conflit avec l'objectif d'équité. La privatisation peut mieux fonctionner lorsqu'elle est combinée avec des politiques garantissant que les plus pauvres puissent se procurer suffisamment d'eau pour satisfaire leurs besoins fondamentaux, comme le montre le système Sud-Africain qui fournit gratuitement un approvisionnement de base en eau, avec une augmentation des prix pour les grandes quantités d'eau utilisées.

Source : Interlandi, 2010.

5. L'AVENIR DE L'EAU

En raison de l'augmentation de la population, l'eau douce disponible par personne diminuera dans les décennies à venir:

[Selon les projections], plus de 2,8 milliards de personnes dans 48 pays seront confrontées au stress hydrique ou à des conditions de pénurie à l'horizon 2025. Parmi ces pays, 40 se trouvent en Asie de l'Ouest, en Afrique du Nord ou en Afrique sub-Saharienne. Au cours des deux prochaines décennies, on projette que, du fait de l'augmentation de la population et des demandes croissantes en eau, tous les pays d'Asie de l'Ouest feront face à des pénuries d'eau. En 2050, le nombre de pays confrontés au stress hydrique ou à une pénurie d'eau pourrait passer à 54, avec une population combinée de quatre milliards de personnes, soit environ 40 pour cent de la population mondiale projetée à 9,4 milliards en 2050.⁶¹

Les pénuries d'eau seront exacerbées dans certaines régions en raison du changement climatique. Les températures plus élevées accélèrent le cycle hydrologique. D'une manière générale, les zones déjà humides deviendront encore plus humides, ce qui augmentera la probabilité d'inondations. Mais les zones déjà arides seront susceptibles de devenir encore plus sèches, augmentant la probabilité de sécheresses prolongées pouvant conduire vers des processus irréversibles de désertification.⁶² (Voir encadré 8.)

⁶¹UNEP, 2008.

⁶²Dore,2005.

Encadré 8: Cent Années de Sécheresse ?

Les sécheresses sont de plus en plus nombreuses aux États-Unis et les températures moyennes ont atteint des records de chaleur de 2012 à 2015. En 2011, une grave sécheresse a frappé les États du Centre-sud des États Unis et une sécheresse extrême dans les États de l'Ouest américain s'est abattue au début des années 2000. Jusqu'à récemment, de nombreux scientifiques pensaient que le changement climatique constituait une menace pour le "futur." Mais avec l'intensité et la longueur des sécheresses qui se produisent à l'heure actuelle, il devient de plus en plus clair que nous vivons déjà le changement climatique comme la «nouvelle normalité».

Pourtant, le pire est peut-être encore à venir. En supposant qu'il n'y ait aucun changement important de politiques, les projections du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur les Changements Climatiques (GIEC) indiquent que les précipitations moyennes dans l'Ouest américain seront inférieures à la moyenne obtenue au cours de la sécheresse survenue entre 2000 et 2004. Les modèles de changement climatique « suggèrent que ce que nous considérons aujourd'hui comme un épisode de sécheresse grave pourrait même être classé comme une période d'humidité anormale d'ici la fin du siècle et qu'une méga-sécheresse à venir – une période prolongée, de plusieurs décennies où les précipitations seraient considérablement en dessous de la moyenne - est possible et même probable dans l'Ouest américain.»

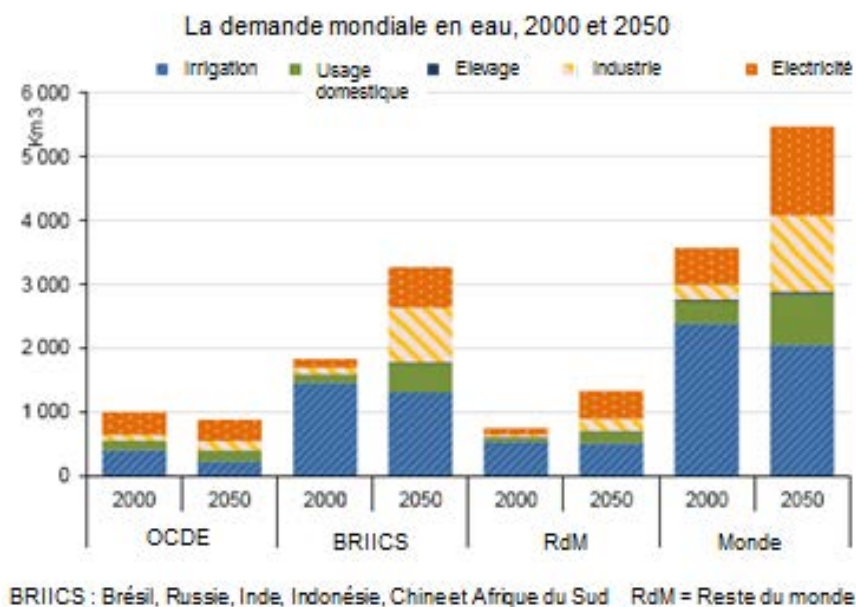
Les mesures d'urgence mises en œuvre au cours des sécheresses récentes devraient être permanentes. L'étendue de l'agriculture irriguée devrait être réduite. Bien qu'il y ait peut-être encore assez de temps pour éviter le risque de méga-sécheresses, "il y a peu de doute que ce qui était autrefois considéré comme une menace future, tout à coup, catastrophiquement s'impose à nous dès à présent."

Source: Schwalm et al, 2012.

Projections pour 2050

La demande mondiale de l'eau devrait augmenter de 55 pour cent entre 2000 et 2050, comme le montre la Figure 15. Toute la croissance de la demande devrait se produire dans les pays qui ne sont pas membres de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), principalement la Chine et l'Inde. Alors que la demande mondiale pour l'eau servant à l'irrigation devrait en réalité diminuer dans les décennies à venir en raison de l'efficacité accrue des techniques d'irrigation, l'on s'attend à une croissance significative de la demande en eau pour des besoins domestiques, et liés à la construction et à l'électricité. Selon l'OCDE, «En l'absence de changements majeurs de politiques et d'une meilleure gestion de l'eau la situation va se détériorer et la disponibilité en eau deviendra de plus en plus incertaine. »⁶³

Figure 15: La Demande Mondiale en Eau en 2000 et 2050



Source : OECD, 2012

Ces projections pourraient être modifiées selon l'ampleur des impacts futurs du changement climatique, dont on redoute qu'il aggrave les pénuries d'eau dans les régions arides et semi-arides. La méga-sécheresse que connaissent actuellement les États de l'Ouest des États-Unis pourrait devenir une caractéristique permanente de cette région, ce qui pourrait transformer de manière irréversible ces écosystèmes en désert aride. La combinaison de la hausse de la demande avec des quantités disponibles de plus en plus limitées font que la distribution et la gestion de l'eau seront des questions cruciales tout au long du XXIe siècle.

⁶³ OECD, 2012, p. 1.

RÉSUMÉ

Les systèmes d'eau sont sous la pression sans cesse croissante de l'agriculture, de l'industrie, et de la demande urbaine. De nombreux pays connaissent actuellement un stress hydrique permanent, défini comme une quantité disponible d'eau de moins de 1700 mètres cube par habitant. Les pénuries s'aggraveront à mesure que la population augmente et que le changement climatique affecte les niveaux de précipitations et la fonte des glaciers et des glaces polaires.

Accroître l'offre par pompage des aquifères a conduit à la surexploitation des eaux souterraines dans les principales zones de pénurie d'eau à travers le monde entier. La construction de barrages augmente l'offre disponible, mais la plupart des grands sites de barrages sont déjà exploités, et la construction de nouveaux barrages implique souvent des coûts environnementaux et sociaux importants. Le dessalement offre la possibilité de puiser dans la quantité quasi illimitée qu'est l'eau de mer, mais il est très énergivore et coûteux.

Une tarification de l'eau adaptée peut promouvoir la conservation et encourager des technologies pour une utilisation efficace de l'eau. Les politiques gouvernementales, cependant, subventionnent souvent l'eau, encourageant ainsi son utilisation abusive. Des prix élevés réduiront la demande, mais puisque la demande en eau est inélastique, une augmentation relativement importante des prix est nécessaire pour induire une conservation significative. Des grilles tarifaires bien conçues, telles que l'augmentation des prix par blocs croissants, peuvent aussi promouvoir la conservation.

En théorie, les marchés de l'eau peuvent augmenter l'efficacité économique de la répartition de l'eau en permettant des transferts des utilisations à faible valeur à celles de plus grande valeur. Les marchés de l'eau peuvent également être utilisés pour atteindre les objectifs environnementaux, même si les résultats ont été mitigés. La privatisation de la fourniture en eau a également produit des résultats mitigés, en favorisant un accès abordable dans certaines situations tout en conduisant à des hausses spectaculaires de prix et en réduisant l'accès dans d'autres cas. Tout indique que, bien que les secteurs privé et public aient un rôle à jouer pour relever les défis liés à l'eau, la réglementation et les institutions sont nécessaires pour veiller à ce qu'elle soit gérée de façon optimale.

CONCEPTS CLÉS

Consommation d'eau: eau qui est extraite et consommée sans pouvoir être retournée à sa source.

Cycle hydrologique: le cycle naturel de purification de l'eau au travers de l'évaporation et des précipitations.

Dessalement: le procédé consistant à retirer le sel de l'eau de mer afin d'en faire de l'eau douce utilisable pour l'irrigation, ainsi que pour les usages industriels et municipaux.

Droits d'eau d'appropriation antérieure: un système d'allocation des droits d'accès à l'eau qui ne repose pas sur la propriété du sol mais sur l'antériorité d'usages définis comme bénéfiques.

Droits d'eau riverains: un système d'allocation des droits d'accès à l'eau qui repose sur la propriété de terres adjacentes à la ressource en eau.

Eau virtuelle: le volume d'eau douce qui est utilisé tout au long du processus de production d'un bien ou service – ce volume est mesuré là où celui-ci a été effectivement produit.

Elasticité prix de la demande: le niveau de réactivité ou de sensibilité de la quantité de demande en fonction du prix, calculé comme le pourcentage de changement de la demande, rapporté au pourcentage de changement du prix.

Empreinte hydrique: elle est définie pour tout consommateur (individu, institution, pays) comme le volume total de l'eau douce consommée et polluée pour la production des biens et services pour satisfaire aux besoins de consommation. Elle est calculée en additionnant l'utilisation directe et indirecte (la quantité totale de toute l'eau virtuelle contenue dans toutes les consommations) de l'eau par les consommateurs.

Marchés de l'eau: marchés de droits d'accès à des ressources en eau.

Micro-irrigation: systèmes d'irrigation qui augmentent l'efficacité de l'usage de l'eau en appliquant de faibles quantités d'eau dirigée directement sur la racine des plantes, et au goutte-à-goutte.

Monopoles régulés: monopoles qui sont régulés par une entité extérieure, par exemple au travers des contrôles sur les prix ou les profits.

Pénurie absolue d'eau: quand la quantité disponible d'eau dans une région tombe en dessous de 500 mètres cubes par personne et par an.

Pénurie d'eau: quand la quantité disponible d'eau dans une région tombe en dessous de 1000 mètres cubes par personne et par an.

Pénurie économique de l'eau: situations où les infrastructures nécessaires à l'assainissement et à la distribution d'eau sont insuffisantes, ce qui conduit à une faible disponibilité d'eau potable, alors qu'il y a abondance en quantité d'eau par habitant

Prélèvement d'eau: l'eau prélevée à partir des eaux de surface ou des eaux souterraines (le prélèvement est à distinguer de la consommation car les eaux prélevées peuvent être retournées au milieu naturel après usage).

Privatisation de l'eau: la gestion des ressources en eau par une compagnie privée, contrairement à la gestion publique de l'eau par une administration.

Stress hydrique: terme utilisé dans les cas où des pays ont des ressources en eau douce comprises entre 1000 et 1700 mètres cube par personne et par an.

Tarifification de l'eau: la détermination du prix de l'eau afin d'influer sur la quantité consommée.

Tarifification de l'eau au coût-moyen: stratégie de tarification de l'eau dans laquelle le prix est fixé au niveau du coût moyen de production (si la compagnie est publique) ou bien au coût de production auquel s'ajoute un pourcentage de profit considéré comme raisonnable (si la compagnie est privée).

Tragédie des Communs: Expression utilisée par Garrett Hardin (1968) pour décrire les effets pervers qui résultent de la poursuite individuelle de son intérêt particulier par chaque utilisateur d'une ressource en bien commun, en l'absence de toute régulation de l'accès à cette ressource (en quantité et en qualité), pouvant déboucher sur la dégradation et la possible destruction de cette ressource.

Usages bénéfiques de l'eau: terme utilisé pour décrire les usages de l'eau pour des objectifs de production, tels que l'irrigation.

DISCUSSION

1. Supposons que vous ayez la gestion d'une entreprise publique d'eau faisant face à une pénurie due à la sécheresse. Quelles mesures prendriez-vous en réponse à celle-ci?
2. les exigences humaines en eau peuvent conduire à une offre insuffisante pour maintenir les ressources naturelles comme les terres marécageuses et l'habitat halieutique. Comment répartiriez-vous de façon équilibrée l'eau entre les besoins humains et environnementaux?
3. Croyez-vous que l'accès à l'eau potable soit un droit humain fondamental? Comment est-ce que l'eau devrait être tarifée dans les pays en développement, compte tenu des questions potentiellement conflictuelles d'accès abordable à la ressource, et de conservation de celle-ci?

REFERENCES

- Allan, Tony. 2011. *Virtual water, tackling the treat to our planet's most precious resource*, London: Tauris.
- Brown, Thomas C. "Trends in Water Market Activity and Price in the Western United States," *Water Resources Research*, 42, W09402, doi:10.1029/2005WR004180.
- Carter, David W., and J. Walter Milton, 1999. "The True Cost of Water: Beyond the Perceptions," paper presented at the CONSERV99 meeting of the AWWA, Monterey, February 1, 1999.
- Center for Strategic and International Studies, 2005. "Addressing our Global Water Future," Sandia National Laboratory.
- Chong, Howard, and David Sunding, 2006. "Water Markets and Trading," *Annual Review of Environment and Resources* 31: 239-264.
- Cooley Heather and Kristina Donnelly, "Hydraulic fracturing and Water resources: what do we know and need to know?", 2014. In P. Gleick et al. *The World's Water Volume 8: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, D.C.: Island Press.
- Dalhuisen, Jasper M., Raymond J. G. M. Florax, Henri L. F. de Groot, and Peter Nijkamp, 2003. "Price and Income Elasticities of Residential Water Demand: A Meta-Analysis," *Land Economics* 79(2): 292-308.
- Dellapenna, Joseph and Gupta Joyeeta (eds.), 2008. *The evolution of the law and politics of water*, Delft: Springer.
- Dore, Mohammed H.I. "Climate Change and Changes in Global Precipitation Patterns: What Do We Know?" *Environment International* 31(8): 1167-1181.
- Elimelech, Menachem and William A. Phillip, 2011. "The Future of Seawater Desalination: Energy, Technology, and the Environment," *Science* 333: 712-717.
- Equinox Center, 2010. "San Diego's Water Sources: Assessing the Options."
- Ford, Liz, 2012. "Millennium Development Goal on Safe Drinking Water Reaches Target Early," *The Guardian*, March 6, 2012.
- Frederick, Kenneth D., Tim VandenBerg, and Jean Hanson, 1996. "Economic Values of Freshwater in the United States," Resources for the Future Discussion Paper 97-03.
- Glassman, Diana, Michele Wucker, Tanushree Isaacman, and Corinne Champilou, 2011, *The Water Energy Nexus, Adding Water to the Energy Agenda*, EBG Capital Environmental Investments, available at http://www.nationalfoodhub.com/images/THE_WATER-ENERGY_NEXUS_REPORT.pdf
- Gleick, Peter H., 2011. *The World's Water Volume7: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, D.C.: Island Press.

- Gleick, Peter H., 2014. *The World's Water Volume 8: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, D.C.: Island Press.
- Hanemann, W. Michael, 2005. "The Value of Water," University of California, Berkeley, <http://www.ctec.ufal.br/professor/vap/Valueofwater.pdf>.
- Hardin, Garrett, 1968. The tragedy of the commons, *Science* 162: 1243-8
- Hoekstra A.Y. and P.Q. Hung, 2002. *Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade*. Value of Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE, Delft.
- Hoekstra, A.Y. and A.K. Chapagain, 2008. *Globalization of Water, Sharing the Planet's Freshwater Resources*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Interlandi, Jeneen, 2010. "The New Oil: Should Private Companies Control our Most Precious Natural Resource?" *Newsweek*, October 18, 2010, U.S. Edition.
- Mascarelli, Amanda, 2012. "Demand for Water Outstrips Supply," *Nature (News)*, August 8, 2012.
- Murthy, Sharmila, 2013. "The human right(s) to water and sanitation: history, meaning, and the controversy over privatization", *Berkeley Journal of International Law*, Vol. 31, issue 1, 2013
- Olmstead, Sheila M. and Robert N. Stavins, 2007. "Managing Water Demand: Price vs. Non-Price Conservation Programs." Pioneer Institute White Paper, No. 39.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2012. *Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction, Key Findings on Water*.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2009. *Managing Water for All: An OECD Perspective on Pricing and Financing*.
- Ostrom, Vincent, and Elinor Ostrom, 1977. "Public goods and public choices", in E.S. Savas (ed.) *Alternatives for delivering public services: toward improved performance*. Boulder: Westview Press, p. 7-49.
- Ostrom Elinor, 1990. *Governing the commons, the evolution of institutions for Collective Action*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Postel, Sandra, 1992. *Last Oasis: Facing Water Scarcity*. (Worldwatch Environmental Alert Series, ed. Linda Starke.) New York: W.W. Norton.
- Postel, Sandra, 1999. *Pillar of Sand: Can the Irrigation Miracle Last?* New York: W.W. Norton.
- Public Citizen, 2003. "Water Privatization Fiascos: Broken Promises and Social Turmoil," March 2003.

Arturo Sandoval, Ancient Traditions keep desert waters flowing, Yes! Magazine, May 13, 2010, disponible à : <http://www.yesmagazine.org/issues/water-solutions/ancient-traditions-keep-desert-waters-flowing>

Scarborough, Brandon, 2010. "Environmental Water Markets: Restoring Streams Through Trade," PERC Policy Series, Number 46.

Scheierling, Susanne M., John B. Loomis, and Robert A. Young, 2004. "Irrigation Water Demand: A Meta Analysis of Price Elasticities," paper presented at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Denver CO, August 1-4, 2004.

Schwalm, Christopher R., Christopher A. Williams, and Kevin Schaeffer, 2012. "Hundred-Year Forecast: Drought," New York Times, August 11, 2012.

Simpson, Larry, and Klas Ringskog, 1997. "Water Markets in the Americas," Directions in Development, The World Bank.

Strockel, Claudio O., 2001. "Environmental Impact of Irrigation: A Review," State of Washington Water Research Center, Washington State University.

Tietenberg, Tom, and Lynne Lewis, 2012. *Environmental and Natural Resource Economics*, Ninth Edition. Pearson: Boston.

Transnational Institute, 2014. *Here to Stay: Water Remunicipalisation as a Global Trend*. Available at: <http://www.tni.org/sites/www.tni.org/files/download/heretostay-en.pdf>

World Bank Middle East and North Africa Region Sustainable Development, West Bank and Gaza Assessment of Restrictions on Palestinian Water Sector Development – Sector Note – April 2009, available at <http://siteresources.worldbank.org/INTWESTBANKGAZA/Resources/WaterRestrictionsReport18Apr2009.pdf>

World Commission on Dams, 2000. *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making*. London, UK: Earthscan Publications. Also at www.dams.org.

United Nations Environment Programme, 2008. *Vital Water Graphics, An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters*, 2nd Edition.

U.N. Food and Agriculture Organization (FAO), *Coping with Water Scarcity: An Action Framework for Agriculture and Food Security*, FAO Water Report 38 (Rome: 2012)

Walton, Brett, 2010. "The Price of Water: A Comparison of Water Rates, Usage in 30 U.S. Cities," Circle of Blue, April 26, 2010. <http://www.circleofblue.org/waternews/2010/world/the-price-of-water-a-comparison-of-water-rates-usage-in-30-u-s-cities/>.

WaterReuse Association, 2012. *Seawater Desalination Costs*. White Paper, January 2012.

Wichelns, Dennis, 2010. "Agricultural Water Pricing: United States," Organization for Economic Cooperation and Development.

World Bank, 2010. "Private Concessions: The Manila Water Experience," IBRD Results.

World Bank Middle East and North Africa Region Sustainable Development, West Bank and Gaza Assessment of Restrictions on Palestinian Water Sector Development – Sector Note – April 2009

<http://siteresources.worldbank.org/INTWESTBANKGAZA/Resources/WaterRestrictionsReport18Apr2009.pdf>

World Bank Group, Turn down the heat, confronting the New Climate Normal, 2014. p. 125

SITES WEB

1. <http://www.epa.gov/gateway/learn/water.html> Le site de l'Agence Américaine de protection de l'environnement (U.S. Environmental Protection Agency) comporte plusieurs liens donnant des informations sur la protection des zones humides, des océans, et offre des données sur la quantité et la qualité de l'eau douce ainsi que la disponibilité en eau potable.
2. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/> Les Nations Unies publient tous les trois ans un rapport sur le développement de l'eau dans le monde (World Water Development Report). Ces rapports peuvent être consultés gratuitement sur ce site.
3. <http://www.fao.org/nr/water/> L'organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture (Food and Agriculture Organization) donne de nombreuses données sur son site sur l'état des ressources en eau et leur impact sur l'agriculture, et comprend de nombreux rapports et des liens relatifs aux ressources en eau.
4. http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra_and_Chapagain_2007.pdf
5. <http://www.flowthefilm.com/>
6. <http://graphics.latimes.com/food-water-footprint/>
7. Vous pouvez calculer votre propre empreinte hydrique aux adresses suivantes:
<http://www.gracelinks.org/1408/water-footprint-calculator>
<http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator>