



Géocarrefour

vol. 80/4 | 2005

La pénurie d'eau : donnée naturelle ou question sociale ?

Le commerce de l'eau virtuelle : du concept à la politique

Trade in virtual water: from the concept to a policy

Lysiane Roch et Corinne Gendron



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/geocarrefour/1259>

DOI : 10.4000/geocarrefour.1259

ISSN : 1960-601X

Éditeur

Association des amis de la Revue de géographie de Lyon

Édition imprimée

Date de publication : 1 octobre 2005

Pagination : 273-284

ISSN : 1627-4873

Ce document vous est offert par Université du Québec à Montréal



Université du Québec à Montréal

Référence électronique

Lysiane Roch et Corinne Gendron, « Le commerce de l'eau virtuelle : du concept à la politique », *Géocarrefour* [En ligne], vol. 80/4 | 2005, mis en ligne le 01 juin 2009, consulté le 06 juin 2019. URL : <http://journals.openedition.org/geocarrefour/1259> ; DOI : 10.4000/geocarrefour.1259

Lysiane ROCH

École des sciences de la gestion
Université du Québec à Montréal

Corinne GENDRON

École des sciences de la gestion
Université du Québec à Montréal

RÉSUMÉ

Alors qu'un nombre grandissant de pays fait face à un problème de pénurie d'eau, de nouveaux moyens d'augmenter l'offre ou de réduire la demande tendent à émerger. C'est ainsi qu'on a pu remarquer que dans certaines régions, les importations alimentaires augmentent au fur et à mesure que les ressources en eau s'épuisent. De ce constat est né le concept d'eau virtuelle, qui cherche à rendre compte du rôle que joue le commerce international dans un contexte de pénurie d'eau. L'eau virtuelle peut se définir comme l'eau qu'a nécessitée la production d'un bien. Lorsqu'un pays importe ce bien, des denrées agricoles par exemple, il n'a pas à utiliser l'eau qui aurait été nécessaire à sa production. Sachant que les ressources en eau sont très inégalement réparties sur la planète et que l'agriculture est le plus grand consommateur mondial d'eau, peut-on considérer le commerce de l'eau virtuelle comme un moyen potentiellement efficace de diminuer les pénuries et leurs conséquences ? Notre analyse montre plutôt que, non seulement le commerce de l'eau virtuelle constitue une stratégie présentement peu appliquée, mais que son potentiel face aux défis de la rareté de l'eau est très faible lorsqu'on considère le contexte politico-économique dans lequel il prend place.

MOTS-CLÉS

Eau virtuelle, pénurie d'eau, gestion de l'eau, commerce international, agriculture

ABSTRACT

As a growing number of

Le commerce de l'eau virtuelle : du concept à la politique

À l'heure actuelle, environ 80 pays font face à des pénuries d'eau chroniques (Lasserre, 2002)¹. Selon la *Population Action International*, 436 millions de personnes vivaient dans une situation de stress hydrique et de pénurie d'eau en 1997, et on prévoit qu'ils seront cinq fois plus nombreux en 2050. Quant au directeur de l'*International Food Policy Research Institute*, il estime qu'un pays sur cinq fera face à une grave pénurie d'ici 25 ans (De Villiers, 2000). De nombreux facteurs permettent en effet de croire que le problème de la pénurie ira en s'aggravant : croissance démographique, augmentation du niveau de vie et accroissement de l'irrigation pour cultiver des terres en perte de productivité n'en sont que quelques exemples. Comment les pays en situation de stress hydrique ou de pénurie gèrent-ils cette situation ? Au Moyen-Orient, première région à avoir manqué d'eau, les réserves ne suffisent plus pour répondre aux besoins industriels, agricoles et domestiques depuis 1970 (Allan, 1997). Certains pays de la région sont en situation de déficit depuis plus longtemps encore. La péninsule arabique, Israël et la Palestine ont franchi ce seuil critique au cours des années 1950, la Jordanie dans les années 1960 et l'Égypte dans les années 1970. Pourtant, les politiciens de la région nient aujourd'hui être en situation de pénurie (Allan, 1997).

Cette situation en apparence paradoxale s'explique lorsqu'on observe l'évolution des importations de céréales au Moyen-Orient. Alors qu'environ 10 millions de tonnes de céréales étaient importées dans la région au début des années 1970, ce chiffre s'élève à plus de 40 millions de tonnes au milieu des années 1980 (Allan, 2001). En considérant qu'en moyenne, l'agriculture est responsable de 70 à 75% des prélèvements d'eau à l'échelle mondiale (Lasserre, 2002a), on comprend facilement comment l'augmentation des importations agricoles peut réduire drastiquement les besoins en eau d'un pays et même donner l'impression qu'il possède de l'eau en quantité suffisante.

Cet exemple illustre bien le rapport étroit qui lie pénurie d'eau et activités commerciales. Les échanges de produits dont la production demande beaucoup d'eau peuvent indirectement accentuer ou diminuer la pression sur la ressource d'une région, non pas en augmentant l'offre, comme c'est le cas avec les dérivations et importations², mais plutôt en réduisant la demande dans un secteur donné. Dans les années 1990, le professeur John Anthony Allan a introduit le concept d'eau virtuelle pour rendre compte du phénomène. L'eau virtuelle peut se définir comme l'eau qu'a nécessitée la production d'un bien. Produire une tonne de céréales, par exemple, demande 1 000 m³ d'eau. Pour un pays en situation de pénurie, il est plus facile de se procurer une tonne de céréales que les 1 000 m³ d'eau qui ont été nécessaires à leur production. À

travers le commerce international, cette eau virtuelle se voit transférée des pays riches en eau vers les pays en situation de pénurie (Allan, 1996). On parle alors de commerce d'eau virtuelle.

Le concept introduit par Allan est d'abord explicatif : il permet de rendre compte d'un phénomène, d'une dimension de la réalité jusqu'alors trop souvent omise dans les analyses. Par exemple, plus d'eau coule des États-Unis et de la Communauté Européenne vers le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord sous forme d'eau virtuelle qu'il n'en coule dans le Nil pour l'agriculture égyptienne chaque année (Allan, 1996). De ce fait, alors que l'urgence du problème de pénuries d'eau et de ses lourdes conséquences humaines et écosystémiques se fait sentir, le commerce de l'eau virtuelle est de plus en plus présenté comme une stratégie permettant de pallier ces pénuries.

EAU VIRTUELLE : DU CONCEPT EXPLICATIF À LA STRATÉGIE POLITIQUE

Le concept d'eau virtuelle met en évidence l'eau qui entre dans le processus de production des biens qu'on consomme. Nombre d'auteurs se sont intéressés à quantifier l'eau virtuelle de différents produits, c'est-à-dire l'eau qui a été nécessaire pour les produire. Ces calculs ont ensuite pu mener à la quantification de l'eau indirectement échangée par le biais du commerce, ou commerce de l'eau virtuelle. Si, jusque là, le concept avait une vocation principalement explicative, nous verrons qu'il tend à prendre une dimension de plus en plus politique.

Quantification de l'eau virtuelle d'un produit

L'intérêt du concept d'eau virtuelle vient d'abord de sa capacité à reconnaître l'eau comme facteur de production. En quantifiant l'eau nécessaire à la production d'un bien, il devient possible d'établir le rapport entre l'usage de l'eau comme facteur de production et la consommation d'un individu ou d'une nation. Alors qu'un être humain a besoin de boire de 2 à 5 litres d'eau par jour et nécessite de 25 à 100 litres pour ses usages domestiques, il a besoin de 1 000 à 6 000 litres par jour pour se nourrir. La fraction invisible de l'eau, soit celle qu'on retrouve dans les aliments, est donc de 37 à 57 fois plus grande que la fraction visible (Turton, 2000). Or, la fraction invisible est largement ignorée dans la littérature (Turton, 2000). Le concept d'eau virtuelle permet de la mettre en évidence.

Plusieurs chercheurs se sont intéressés à quantifier l'eau nécessaire à la production de certains biens. En raison de la large part qu'occupe l'agriculture dans la consommation d'eau, ce sont principalement les denrées agricoles qui ont fait l'objet de ces calculs. Le calcul de l'eau virtuelle d'un produit soulève d'abord des questions

méthodologiques. La définition même qu'on donne à l'eau virtuelle aura une incidence sur son calcul. Dans une première approche, l'eau virtuelle est définie comme l'eau qui a été réellement utilisée pour produire un bien (Hoekstra, 2003). Dans une deuxième approche, l'eau virtuelle se définit comme l'eau qui aurait été nécessaire pour produire un bien dans les conditions du pays où il est consommé. Ces deux définitions présentent une différence importante, puisque la production d'une même quantité de céréales peut exiger de deux à trois fois plus d'eau dans un pays aride que dans un pays au climat humide (Hoekstra, 2003). On peut rencontrer un problème avec la deuxième approche lorsqu'on tente de calculer l'eau virtuelle d'un bien qui ne peut pas être produit par le pays importateur (Hoekstra, 2003). On ne peut, par exemple, calculer l'eau qui aurait été nécessaire pour faire pousser du riz en Allemagne, puisqu'on ne peut pas cultiver de riz dans ce pays. Face à cette problématique, Renault (2003) propose le principe d'équivalence nutritionnelle, qui consiste à calculer l'eau nécessaire à la production d'une denrée procurant des éléments nutritifs équivalents.

Les cultures pluviales ne consomment que de l'eau verte³, tandis que les cultures irriguées consomment à la fois de l'eau verte et de l'eau bleue⁴ (Renault, 2003). Pour quantifier l'eau consommée par une plante pendant sa croissance, Renault (2003) propose d'évaluer cette consommation à partir de l'évapotranspiration de l'eau (qui inclut l'eau verte et l'eau bleue). Oki et Kanae (2004), quant à eux, ont choisi d'inclure l'eau qui s'évapore des cultures, du champ lui-même ainsi que de l'eau qui s'infiltre dans le sol, si cette dernière est nécessaire à la culture.

Différents facteurs doivent être pris en considération dans le calcul de l'eau virtuelle d'un produit. Ainsi, on doit considérer le lieu et la période de production, l'endroit où la mesure est effectuée, le mode de production et son efficacité⁵ ainsi que la prise en compte de l'eau utilisée dans l'ensemble du processus de production pour

lequel on effectue le calcul⁶ (Hoekstra, 2003). Les résultats des différents chercheurs varient selon ces facteurs et la définition qu'ils donnent de l'eau virtuelle. Hoekstra (2003) a compilé les résultats des calculs de l'eau virtuelle contenue dans certains produits (tabl. 1).

Pour faire face aux fluctuations des conditions climatiques, les aliments peuvent être stockés pendant les bonnes saisons et utilisés ensuite lorsque les conditions sont moins bonnes. De l'eau ayant été nécessaire à la production de ces aliments, on peut considérer que leur entreposage constitue une forme de réservoir d'eau virtuelle (Renault, 2003). À l'échelle mondiale, ces réservoirs représenteraient 4 000 milliards de m³ d'eau¹⁰ (Renault, 2003).

La quantification de l'eau virtuelle d'un produit permet de montrer que chaque mode de consommation nécessite une quantité d'eau spécifique. La consommation de bœuf exige environ dix fois plus d'eau que la consommation d'un poids équivalent de blé. Il est évident qu'à poids égal, deux aliments ne procurent pas le même apport nutritionnel. En ce sens, le principe d'équivalence nutritionnelle est fort utile. Selon ce principe, avec 1 m³ d'eau utilisé pour produire des pommes de terre, on obtient un apport énergétique équivalent à une quantité de blé dont la culture aurait nécessité 2,5 m³ d'eau (Renault, 2003).

Avec le concept d'eau virtuelle et le principe d'équivalence nutritionnelle, on peut calculer l'eau nécessaire pour soutenir différents régimes. Ainsi, on constate que le régime alimentaire moyen aux États-Unis correspond à une consommation de 5,4 m³ d'eau par personne et par jour (Renault et Wallender, 2000). En comparaison, un régime végétarien¹¹ nécessite 2,6 m³ d'eau par personne et par jour et un régime minimal pour répondre aux besoins biologiques de base en demande 1 m³ (Renault et Wallender, 2000).

Pour rendre compte de la quantité d'eau nécessaire pour soutenir un mode de consom-

countries are facing water scarcity, new strategies which try to increase supply or to reduce demand are emerging. Thus, it is noted that in some regions, food imports are increasing as water reserves decrease. From this observation the concept of virtual water was introduced, which tries to demonstrate the role played by international trade in a water scarcity context. Virtual water can be defined as the water necessary to produce a good. When a country imports this good, agricultural produce for example, it does not have to use the water needed for its production. Knowing that water resources are unevenly distributed and that agriculture is the world's greatest water user, can we consider virtual water trade as a potentially efficient means to reduce scarcity and its consequences? Our analysis shows rather that not only is virtual water trade a seldom applied strategy, but that its potential to provide a better response to basic human and ecosystem needs is very low when considering the political and economic contexts in which it takes place.

KEY WORDS

Virtual water, water scarcity, water management, international trade, agriculture.

Tableau 1 : Contenu en eau virtuelle de certains produits, en m³/tonne
(Traduction libre de Hoekstra, 2003, p.16)

	Hoekstra & Hung (2003) ⁷	Chapagain & Hoekstra (2003) ³	Zimmer & Renault (2003) ⁸	Oki et al. (2003) ⁹
Blé	1 150	-	1 160	2 000
Riz	2 656	-	1 400	3 600
Maïs	450	-	710	1 900
Pommes de terre	160	-	105	-
Soja	2 300	-	Égypte : 2 750	2 500
Boeuf	-	15 977	13 500	20 700
Porc	-	5 906	4 600	5 900
Volaille	-	2 828	4 100	4 500
Oeufs	-	4 657	2 700	3 200
Lait	-	865	790	560
Fromage	-	5 288	-	-

1 - Les auteures tiennent à remercier les relecteurs pour leur contribution à l'enrichissement de cet article.

2 - Le coût particulièrement élevé des dérivations massives ainsi que leurs conséquences écologiques constituent des obstacles majeurs à leur réalisation. Quant au transport de l'eau par navires-citernes et grands sacs de plastique, leur coût et les obstacles techniques n'en font qu'une solution d'appoint (Lasserre, 2002a). L'idée du commerce de l'eau virtuelle peut être vue comme une alternative plus réaliste au rêve de commerce international d'eau réelle. Des ingénieurs comme Alan Conley, par exemple, privilégient l'idée d'échanger des denrées alimentaires plutôt que de recourir à de nouveaux projets hydrauliques tels les transferts inter-bassins (Allan, 2003).

3 - L'humidité du sol est considérée comme de l'eau verte (Falkenmark, 1997).

4 - On qualifie "d'eau bleue" l'eau des aquifères et des cours d'eau (Falkenmark, 1997).

5 - Cela implique de considérer s'il y a un gaspillage d'eau dans le processus de production.

6 - Ainsi, l'eau virtuelle contenue dans un animal vivant dépend non seulement de l'eau qu'il a bue, mais aussi de la nourriture qu'il a consommé durant sa vie, et donc de l'eau qui a été nécessaire pour produire le grain. De plus, une même vache pourra à la fois donner du lait, de la viande et du cuir. Dans ce cas, l'eau virtuelle contenue dans l'animal vivant doit être divisée entre les différents produits qu'on en retire (Hoekstra, 2003).

7 - Ces chiffres représentent une moyenne globale (Hoekstra, 2003).

mation donné, on a proposé le concept d'empreinte en eau. Développé par analogie avec le concept d'empreinte écologique, l'empreinte en eau d'un individu, d'une entreprise ou d'une nation peut se définir comme le volume total d'eau douce nécessaire pour produire les biens consommés par cet individu, cette entreprise ou cette nation (Chapagain et Hoekstra, 2004). Il s'agit alors non seulement de calculer la consommation d'eau de surface, d'eau souterraine et d'eau contenue dans le sol, mais aussi de considérer l'eau nécessaire pour produire les biens consommés ou importés par la nation, l'individu ou l'entreprise. Dans leur étude, Chapagain et Hoekstra (2004) font ressortir les contrastes entre les empreintes en eau des différents pays¹² : l'empreinte moyenne d'un individu aux États-Unis est de 2 480 m³ d'eau par année, alors que celle d'un chinois est de 702 m³.

La quantification de l'eau virtuelle de différents produits permet donc d'établir un rapport plus direct entre la consommation de certains biens et l'eau qui est intervenue dans leur production. Le commerce de l'eau virtuelle viendra quant à lui transposer ce rapport à l'échelle de la consommation des pays. Les biens consommés à l'intérieur d'un pays impliquent que de l'eau a été nécessaire pour les produire : cette eau peut venir du pays lui-même, mais aussi d'un autre pays, si le produit a été importé.

De l'eau virtuelle au commerce de l'eau virtuelle

À travers les échanges commerciaux, des biens dont la production a demandé une certaine quantité d'eau sont importés et exportés entre différents pays, donnant lieu à des échanges d'eau virtuelle, ou commerce de l'eau virtuelle¹³. Plusieurs groupes de recherche se sont intéressés à quantifier ces échanges. Hoekstra et Hung, de l'UNESCO-IHE, ont estimé que la circulation internationale d'eau virtuelle associée à des récoltes était de 695 km³ par année (Hoekstra et Hung, 2005) et celle associée à des produits animaux était de 245 km³ par année¹⁴, pour un total de 940 km³ par année (Chapagain et Hoekstra, 2003). Un groupe de recherche japonais a effectué le calcul et arrive à deux résultats différents selon qu'ils se mettent dans la perspective du pays exportateur (683 km³ par année)¹⁵ ou du pays importateur (1 138 km³ par année)¹⁶ (Oki et Kanae, 2004). Zimmer et Renault, dans une étude de la FAO, ont estimé de leur côté que la circulation d'eau virtuelle à l'échelle internationale serait de 1 340 km³ par année¹⁷ pour l'an 2000 (Zimmer et Renault, 2003). Les échanges sous forme d'eau virtuelle représenteraient alors 26% de l'eau virtuelle totale à l'échelle mondiale (Zimmer et Renault, 2003).

Il faut noter que ces chercheurs ont pris en compte l'eau virtuelle des produits agricoles, de même que

des produits alimentaires, à l'exception du tabac, du coton (Hoekstra et Hung, 2005) et du cuir (Chapagain et Hoekstra, 2003). D'autres cultures consommatrices d'eau ont été omises, telles les fleurs et le bois. Il faut d'ailleurs rappeler que la production de certains produits non agricoles, tels les puces électroniques et les voitures, demande aussi beaucoup d'eau. Un calcul de la consommation d'eau pour l'ensemble des produits agricoles ou manufacturés augmenterait sans doute les quantités d'eau virtuelle échangées par le commerce.

À la lumière de ces études, il est possible de dégager les grands flux d'eau virtuelle entre les différentes régions du monde. Ainsi, les principaux pays exportateurs sont les États-Unis, le Canada, la Thaïlande, l'Argentine et l'Inde, tandis que les principaux pays importateurs sont le Sri Lanka, le Japon, et les Pays-Bas (Hoekstra et Hung, 2002). L'Amérique du Nord est de loin la région du monde qui exporte le plus d'eau virtuelle, tandis que l'Asie Centrale et l'Asie du Sud en sont les plus grands importateurs (Hoekstra et Hung, 2005). De façon générale, les pays en développement sont moins stables, la quantité d'eau virtuelle importée ou exportée pouvant varier de façon importante d'une année à l'autre (Hoekstra et Hung, 2005).

Avec le concept d'eau virtuelle, il est donc possible d'expliquer comment le système économique international permet à des pays de réagir à une situation de rareté de l'eau en important des produits agricoles. Il met en évidence le rôle peu visible du commerce international dans les politiques de gestion de l'eau, particulièrement au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. Ainsi, Israël importe 13 fois plus de céréales qu'elle n'en produit, la Lybie 10 fois plus, l'Algérie 2 fois plus et l'Égypte et le Maroc en importent 0,6 fois plus (Yang et Zehnder, 2002).

Dimension normative du concept d'eau virtuelle

Les concepts d'eau virtuelle et de commerce de l'eau virtuelle ont donc été introduits pour mettre en lumière une dimension de la réalité qui échappait à plusieurs analyses. Allan (2003) considère qu'il peut servir à de nombreuses disciplines : selon lui, des chercheurs de disciplines aussi variées que l'économie, l'ingénierie, le droit, le droit international et les relations internationales pourraient aboutir à de fausses analyses, faute de prendre en considération le rôle de l'eau virtuelle dans l'économie internationale. Le spectre des guerres de l'eau qui ne se sont pas réalisées en est un bon exemple¹⁸.

Jusqu'alors principalement explicatif, on a pu observer récemment que le concept d'eau virtuelle s'est vu approprié par des acteurs qui lui ont conféré un nouveau sens et une nouvelle portée, le faisant passer d'un statut "explicatif" à un statut

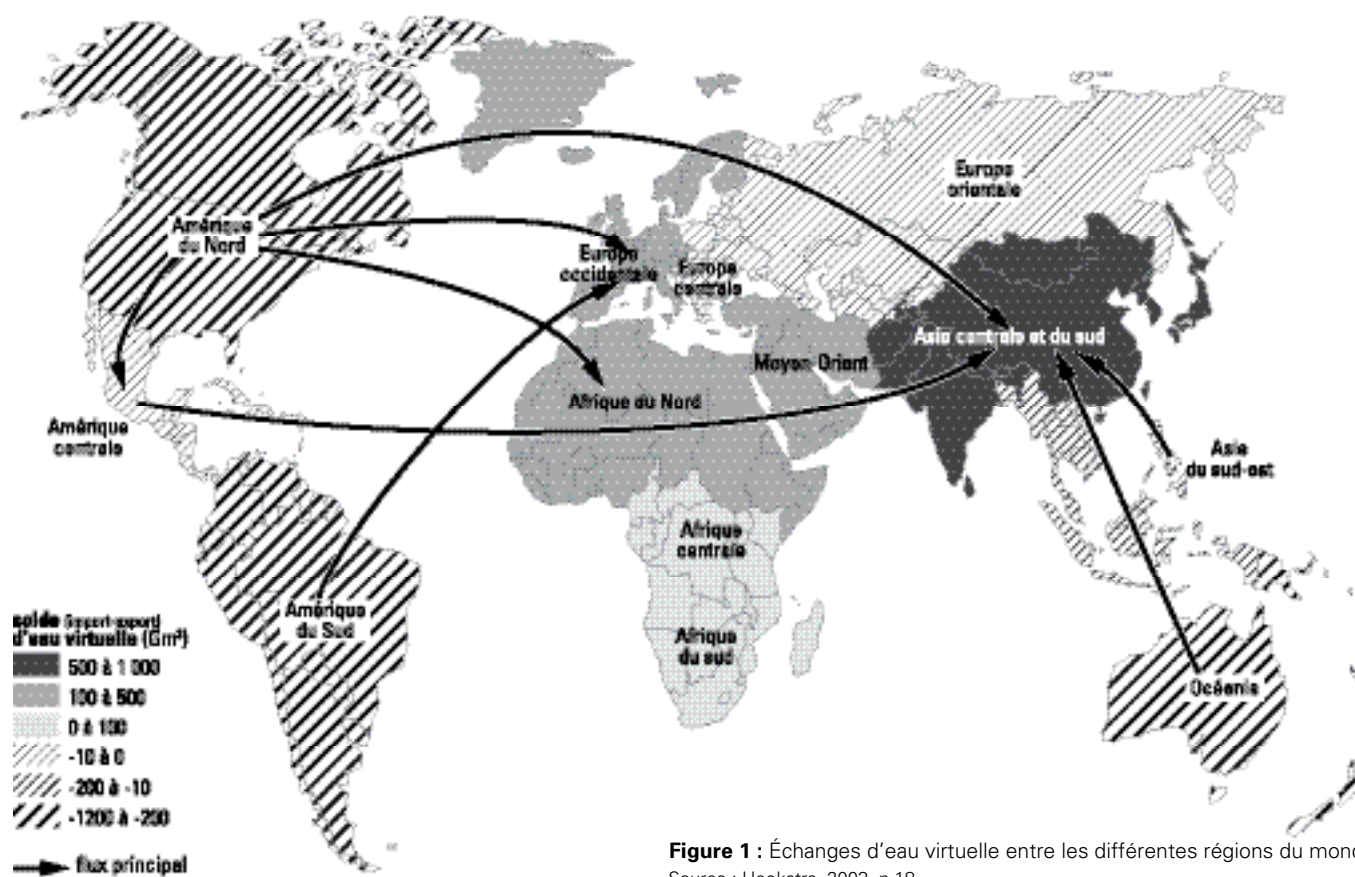


Figure 1 : Échanges d'eau virtuelle entre les différentes régions du monde
Source : Hoekstra, 2003, p.18

"normatif"¹⁹. Le concept d'eau virtuelle est alors conçu comme une politique de gestion de l'eau qu'on souhaite appliquer comme solution à un certain nombre de problématiques. C'est ainsi qu'en conclusion au 3^e Forum mondial de l'eau plusieurs organisations internationales et groupes de recherche²⁰ se sont engagés non seulement à "poursuivre leurs efforts [...] afin de permettre une meilleure compréhension du concept d'eau virtuelle", mais aussi à *fournir aux gouvernements les informations et les outils nécessaires à l'utilisation adéquate du commerce de l'eau virtuelle comme moyen efficace de promouvoir la sauvegarde de l'eau et de l'intégrer à part entière aux politiques nationales et régionales de protection de l'environnement, de gestion de l'eau et de l'alimentation* (Secrétariat du troisième forum mondial de l'eau et Conseil mondial de l'eau, 2005).

Même chez les chercheurs qui s'intéressent au concept, la frontière est souvent mince entre explication et prescription. Il n'est pas anodin de rappeler que dès ses origines, on a utilisé l'expression eau virtuelle "pour attirer l'attention sur le fait que les sérieuses pénuries d'eau locales pourraient être améliorées efficacement par le processus économique global" (Allan, 2003, p. 4). Même si le phénomène n'est pas toujours flagrant, on voit se dessiner une certaine propension normative dans l'argumentaire de nombre de chercheurs.

On attribue ainsi au commerce de l'eau virtuelle le potentiel de répondre aux pénuries locales (Yang et Zehnder, 2001) et de pallier la distribution inégale de l'eau entre les différents pays (Hoekstra et Hung, 2005; Turton, 2000). On estime qu'il pourrait ainsi prévenir les conflits (Bouwer, 2000) et les guerres de l'eau (Allan, 1996a) et qu'il permettrait d'assurer la sécurité alimentaire (Shuval, 1999). On le propose aussi comme moyen de réaliser des économies d'eau à l'échelle globale en produisant la nourriture là où chaque goutte d'eau est la plus efficace (Hoekstra et Hung, 2005)²¹. Enfin, il constituerait une solution plus flexible que toutes les mesures d'approvisionnement conçues par les ingénieurs pour faire face à des fluctuations de l'offre suite, par exemple, à une mousson où les précipitations ont été moins abondantes que la moyenne (Allan, 2003).

Sur le plan économique, on considère que le commerce de l'eau virtuelle constitue un moyen d'approvisionnement en eau moins dispendieux que l'extraction de l'eau à partir d'aquifères profonds ou de systèmes d'irrigation moins exigeants en eau (Parveen et Faisal, 2004). Il permettrait aussi de maximiser la valeur de l'eau en la destinant à des usages plus rentables (Shuval, 1999). Ces usages peuvent être industriels, commerciaux ou touristiques (Shuval, 1999), mais peuvent aussi être agricoles, l'eau étant dans ce cas dirigée vers des cultures d'exportation plus

8 - À part pour le cas de l'Égypte, les données font référence à une étude pour la Californie (Hoekstra, 2003).

9 - Les données font référence au Japon (Hoekstra, 2003).

10 - Ce chiffre comprend aussi le sucre, l'huile, la viande et les animaux d'élevage vivants.

11 - Le régime végétarien a été établi en conservant le même apport en œufs et en beurre que dans le régime de base, alors que le lait représente 70% de la quantité du régime de base. L'équilibre est obtenu par l'augmentation de la quantité de produits végétaux à haute teneur nutritive.

12 - Quatre principaux facteurs expliquent les variations entre les empreintes en eau des différents pays : le volume de consommation moyen par personne (généralement relié au revenu national brut du pays), les habitudes de con-

somation de ses habitants, le climat et les pratiques agricoles. Ainsi, l'empreinte en eau élevée des États-Unis s'explique surtout par l'important niveau de consommation de viande et de produits industriels de ses habitants. L'Iran, de son côté, présente aussi une empreinte en eau relativement élevée, mais celle-ci s'explique plutôt par une faible productivité agricole et une évapotranspiration importante (Chapagain et Hoekstra, 2004).

13 - Si un pays importe des denrées provenant d'une culture pluviale plutôt que de les produire lui-même par une culture irriguée, on pourrait alors parler d'un transfert de consommation d'eau bleue vers une consommation d'eau verte.

14 - Il s'agit aussi de moyennes pour la période de 1995 à 1999. L'étude est basée sur des données qui correspondent à l'eau virtuelle du pays exportateur.

15 - La différence avec les résultats de Chapagain et Hoekstra peut s'expliquer par le fait qu'Oki et Kanae ont intégré moins de produits à leur analyse (Hoekstra, 2003).

16 - Notons qu'Oki et Kanae utilisent l'expression "eau réelle", plutôt qu'"eau virtuelle", lorsqu'ils parlent de l'eau utilisée par les pays exportateurs, puisque cette eau a été réellement utilisée.

17 - Les résultats de Zimmer et Renault sont basés sur des données de 1990, qui ont été ajustées en supposant une augmentation de la productivité de l'eau de 1 % par année. L'étude est basée sur des données qui correspondent à l'eau virtuelle du pays importateur.

18 - L'ancien secrétaire général des Nations Unies, Boutros Boutros-Ghali et le roi Hussein

rentables, telles que le coton, les fruits et les légumes²² (Qadir *et al.*, 2003).

Si les arguments utilisés par ces chercheurs diffèrent, une tendance néanmoins se dessine dans leurs écrits, soit celle d'introduire le commerce de l'eau virtuelle comme solution à explorer pour faire face à la crise de l'eau qui menace de plus en plus de pays.

À l'heure où le concept d'eau virtuelle tend ainsi à glisser de la description à la prescription, il est fondamental de se questionner sur le potentiel réel du commerce de l'eau virtuelle en regard de la menace croissante des pénuries. Cela demande d'abord de mesurer à quel point le commerce de l'eau virtuelle est une stratégie réellement utilisée pour contrer les pénuries ou les déficits en eau. Ensuite, on peut se demander s'il s'agit d'une stratégie utilisable. Est-elle accessible à tous les pays ? Permettrait-elle réellement de redistribuer l'eau d'une façon plus équitable entre les pays et à l'intérieur de ces derniers, en répondant aux besoins de base des populations et des écosystèmes ? Se pourrait-il finalement qu'elle vienne camoufler la perception d'un problème qui s'aggrave et ne retarde l'adoption d'autres mesures fondamentales ?

LA PRESCRIPTION DU COMMERCE DE L'EAU VIRTUELLE : QUELLES IMPLICATIONS ?

Le commerce de l'eau virtuelle est, comme nous le verrons, une stratégie encore fort peu utilisée. Son potentiel d'utilisation, quant à lui, est limité par les conditions d'accès qu'il impose : le commerce de l'eau virtuelle n'est pas accessible à tous les pays. Devrait-on alors chercher des moyens pour faciliter cet accès ? Puisque cette question pourrait bien un jour se poser, elle montre toute l'importance d'analyser le potentiel réel du commerce de l'eau virtuelle pour faire face aux défis posés par la rareté de l'eau et d'évaluer ses éventuels effets pervers.

Le rôle de la rareté de l'eau dans les échanges internationaux

Comme il l'a été démontré précédemment, de nombreux pays en situation de pénurie d'eau tendent à augmenter leurs importations de denrées agricoles, particulièrement au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, illustrant potentiellement une stratégie de commerce de l'eau virtuelle pour compenser ou contrer leur déficit en eau. Pourtant, une observation plus attentive permet de constater que le rôle de la rareté de l'eau dans les échanges agricoles internationaux demeure mineur. Si on regarde le cas de l'Amérique du Nord, par exemple, on constate que les États-Unis sont un exportateur net d'eau virtuelle et le Mexique un importateur (Hoekstra et Hung, 2002). Doit-on attribuer cet

échange au fait que les États-Unis possèdent beaucoup d'eau et que le Mexique en a moins ? En y regardant de plus près, on constate que même si les États-Unis possèdent beaucoup d'eau²³, un pourcentage important des recettes d'exportation de céréales du pays vient de cultures produites dans les États de l'Ogallala, sur une terre aride irriguée par une nappe phréatique surexploitée (De Villiers, 2000). Ces échanges s'expliquent en fait beaucoup plus facilement par les bas prix qu'offre l'agriculture fortement subventionnée des États-Unis facilitée par les accords commerciaux que par l'abondance ou la rareté de l'eau.

Une étude de De Fraiture *et al.* (2004) vient de démontrer que la majorité des échanges agricoles se produisent pour des raisons qui ne sont pas reliées à la disponibilité de l'eau et ont d'ailleurs lieu entre des pays où l'eau est abondante. Ainsi, le commerce de l'eau virtuelle serait davantage une conséquence du commerce international qu'un objectif en soi. En 1995, seulement 23 % du commerce de céréales se produisaient de pays abondants en eau vers des pays en pénurie. Quant à la proportion d'eau destinée à produire des céréales pour un commerce relié aux pénuries d'eau, elle ne serait que de 2%. De nombreux importateurs majeurs, tels le Japon et la Corée, ne vivent pas de pénurie d'eau (De Fraiture *et al.*, 2004). Le Japon doit importer de la nourriture non pas en raison d'une rareté de l'eau, mais plutôt d'une rareté de ses terres agricoles (Oki *et al.*, 2003). Parmi les facteurs pouvant expliquer les importations, on note aussi les contraintes au niveau de la main-d'œuvre et les raisons politiques (De Fraiture *et al.*, 2004).

Dans les rares cas où le commerce agricole est effectué pour des raisons reliées à la rareté de l'eau, il concerne des pays où la pénurie est extrêmement sévère. Ces pays ont alors peu d'autres choix que d'importer. Ainsi, on ne peut pas dire qu'ils économisent de l'eau en important de la nourriture : ils ne disposaient déjà pas de ces ressources si bien que diminuer leurs importations de denrées se traduirait pas la famine ou une diminution de la population (De Fraiture *et al.*, 2004).

Si on entend par commerce de l'eau virtuelle une stratégie consciente dans laquelle la disponibilité de l'eau est un facteur déterminant des échanges commerciaux, on peut donc considérer que cette stratégie est peu appliquée dans les faits. On peut alors se demander s'il s'agit d'une stratégie envisageable comme politique de redistribution mondiale de l'eau.

Le commerce de l'eau virtuelle : une stratégie accessible à tous les pays en pénurie ?

Le commerce de l'eau virtuelle pourrait-il être utilisé comme politique de gestion de l'eau à

l'échelle mondiale ? Il faudrait d'abord pour cela que les différents pays du monde y aient accès. Notre analyse montre plutôt que si cette stratégie est effectivement possible, elle n'est malheureusement pas accessible à tous en raison des conditions qu'elle impose.

La possibilité, pour un pays en pénurie ou en voie de l'être, de se procurer des denrées alimentaires par importation plutôt que de les produire lui-même n'est pas accessible à tous, elle dépend en fait d'un ensemble de facteurs. Tout d'abord, des surplus doivent être accessibles sur les marchés mondiaux. Si, présentement, de tels surplus existent, rien ne garantit que la situation restera la même dans l'avenir. En raison de nombreux problèmes de qualité (pollution, salinisation) jumelés à un accroissement de la demande (croissance démographique et augmentation du niveau de vie), certains chercheurs croient que l'eau douce de la planète ne suffira éventuellement plus pour répondre aux besoins alimentaires mondiaux (Postel, 1996 ; Brown, 1996). Si tous ne sont pas si pessimistes, on peut néanmoins affirmer que les connaissances actuelles ne permettent pas d'éliminer complètement cette hypothèse.

En supposant l'existence de surplus alimentaires sur les marchés mondiaux, l'accès à ceux-ci n'est possible que pour les pays qui disposent des moyens financiers nécessaires pour se les procurer. Certains auteurs estiment que le transfert de l'eau du secteur agricole vers d'autres secteurs de l'économie s'avère une politique rentable. Pour un volume donné, l'eau ainsi transférée peut produire une valeur économique 70 fois plus grande (Ohlsson, 1999, *in* Turton, 2000). Les importants surplus générés par le transfert d'eau du secteur agricole à d'autres secteurs de l'économie peuvent ensuite être utilisés pour importer l'eau virtuelle nécessaire pour le pays (Shuval, 1999). Toutefois, pour développer de nouveaux secteurs d'exportation qui généreront des revenus et fourniront des emplois plus tard, un pays a besoin de devises maintenant (Jaeger, 2001). Pour cette raison, ce sont principalement les pays ayant déjà une économie forte et diversifiée qui adoptent, ou sont en mesure d'adopter, une politique axée sur l'importation d'eau virtuelle.

L'étude réalisée par Turton (1998) concernant le bassin du Zambèze illustre bien ce phénomène. Dans cette étude, Turton cherchait à comprendre comment les différents pays du bassin du Zambèze pourraient coopérer entre eux dans une stratégie de commerce d'eau virtuelle. Les résultats montrent que cette coopération ne serait bénéfique que pour certains de ces pays : l'Afrique du Sud, le Zimbabwe, le Botswana, l'Angola, la Zambie et la Namibie²⁴. Quant au Malawi, au Mozambique et à la Tanzanie, ils ne seraient pas à même de profiter du commerce de l'eau virtuelle

parce qu'ils ont une économie faible combinée à une efficacité agricole et industrielle déficiente. Or, ces trois pays subissent un risque de pénurie lorsqu'on considère le rapport entre leur tendance démographique et leurs ressources en eau (Turton, 1998). Non seulement cette étude montre l'impossibilité pour certains pays de recourir à une stratégie de commerce de l'eau virtuelle, mais elle fait ressortir un problème qui peut toucher des régions entières, comme c'est le cas pour le bassin du Zambèze. D'abord, la réussite de la stratégie est conditionnée par la mise en place de mesures permettant de protéger les échanges agricoles à l'intérieur de la région contre l'entrée sur ce marché local de denrées meilleur marché provenant de l'extérieur. Ensuite, l'aridité relative du bassin du Zambèze fait que la coopération ne saurait suffire à répondre aux besoins des différents pays. Or, même les économies les plus fortes du bassin sont peu compétitives sur le marché global et n'auraient donc pas la capacité économique de se procurer les denrées nécessaires pour compenser le déficit de la région (Turton, 1998).

De plus, la dépendance vis-à-vis du commerce agricole mondial augmente l'exposition et la sensibilité aux fluctuations du marché (Warner, 2003). Si les prix venaient à augmenter, même les pays possédant présentement des ressources financières suffisantes pour augmenter la part des importations alimentaires dans leur économie pourraient voir leur situation changer. Plusieurs facteurs sont susceptibles d'influencer le prix des denrées agricoles sur les marchés mondiaux, affectant la capacité de nombre de pays à se les procurer : on compte parmi ceux-ci la libéralisation des échanges et la hausse de la demande mondiale.

Actuellement, l'importation de produits agricoles est grandement facilitée par le prix de ceux-ci. En 1997, en raison des très fortes subventions à l'agriculture en Europe et en Amérique du Nord, le prix des céréales était de 140 \$ la tonne alors qu'il en coûtait 200 pour la produire (Allan, 1996). D'après le modèle de Ramirez-Vallejo et Rogers (2004), dans un contexte de complète libéralisation du commerce agricole, avec retrait des subventions à l'agriculture et des barrières tarifaires, le prix du riz augmenterait de 14% d'ici à 2020, et le prix du bœuf de 18 %.

Une hausse de la demande agricole mondiale aurait aussi pour effet de faire augmenter les prix. Cette hausse pourrait être induite par l'augmentation de la population ainsi que par une modification des modes de consommation. L'entrée de la Chine et de l'Asie du Sud sur le marché global des céréales pourrait affecter de façon importante les pays importateurs tels que les pays du Moyen-Orient (Allan, 1996a). Ces régions, qui comptent 40% de la population

de Jordanie ont tout deux craint qu'une guerre n'éclate au Moyen-Orient en raison de son déficit en eau (De Villiers, 2000). Pourtant, ces guerres de l'eau n'ont pas eu lieu, ce qui pourrait s'expliquer par le commerce de l'eau virtuelle.

19 - C'est à dire un concept qui prescrit, qui prétend qu'on "devrait faire ceci pour cela".

20 - Parmi ceux-ci, on compte le Conseil Mondial de l'eau, la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), l'UNESCO-IHE (Institute for Water Education) et l'IWMI (International Water Management Institute).

21 - Ainsi, la production d'un kilogramme de maïs en Égypte nécessite 1,12 m³ d'eau, alors que la même quantité produite en France n'en demande que 0,6 m³ (Renault, 2003).

22 - Pour une même quantité d'eau, il est alors possible d'obtenir un profit plus grand.

23 - Ils disposent de 9 000 m³ d'eau par habitant par année (De Villiers, 2000).

24 - Certains de ces pays bénéficieraient d'une importation d'eau virtuelle, d'autres d'une exportation.

25 - L'Inde serait le 5^e plus important pays exportateur net d'eau virtuelle, avec des exportations de 161,1 km³ d'eau par année entre 1995 et 1999 (Hoekstra et Hung, 2002).

26 - Le Bangladesh, par exemple, importe de l'eau virtuelle de l'Inde. Or, ces deux pays ont un certain nombre de problèmes politiques bilatéraux non-résolus (Parveen et Faisal, 2004). Leurs rapports de commerce étant fortement déséquilibrés, une réponse du Bangladesh en cas d'exportation discriminatoire, de politique tarifaire ou d'embargo n'aurait aucun effet sur l'Inde (Parveen et Faisal, 2004). Le Bangladesh devrait alors se tourner vers une source alternative d'approvisionnement telle la Thaïlande et ferait face à des prix beaucoup plus élevés (Parveen et Faisal, 2004).

27 - Ces chiffres sont tirés de De Villiers, 2000.

mondiale, ont réussi à répondre aux besoins croissants de leur population depuis les années 1940 (Allan, 1996a). Cette situation pourrait être appelée à changer. Déjà, entre 1995 et 1999, la Chine était le 5^e importateur mondial net d'eau virtuelle, avec une importation de 101,9 km³ par année (Hoekstra et Hung, 2002). La croissance de sa population, la hausse de son niveau de vie et les fuites dans le réseau contribuent à une demande croissante (Lasserre, 2005). L'Inde, actuellement exportatrice²⁵, pourrait aussi voir sa situation s'inverser. Tandis que le barrage est le principal moyen d'approvisionnement de ce pays, la construction de nouveaux barrages est surveillée de près par des groupes locaux et internationaux (Allan, 1996a). Bien que des moussons favorables lui aient permis d'accumuler des stocks dans les dernières années, il pourrait lui être difficile d'atteindre les 200 millions de tonnes qui lui seront nécessaires annuellement dans la décennie à venir (Allan, 1996a).

Enfin, le système commercial international est dominé par de puissants intérêts qui peuvent être difficiles à contrôler pour les pays les plus pauvres (Warner, 2003). Les multinationales alimentaires peuvent manipuler les prix en gardant de gigantesques stocks (Warner, 2003). Or, ces multinationales détiennent déjà une large part du marché. Au niveau du commerce international du grain, par exemple, deux compagnies multinationales contrôlent de 70 à 80 % du marché (Norberg-Hodge *et al.*, 2002). La manipulation des prix pourrait réduire l'accès de nombreux pays au commerce de l'eau virtuelle.

En plus de facteurs économiques, des facteurs politiques pourraient aussi menacer la capacité d'un pays de poursuivre ou d'augmenter ses importations. D'abord, l'importation centralisée de grain bon marché pourrait créer un monopole sur le marché alimentaire (Warner, 2003). La nourriture pourrait ensuite être distribuée aux villes selon leur allégeance politique. Dans le même sens, la sécurité alimentaire des États dépendrait de leur allégeance à la politique extérieure américaine, créant une dépendance politique que certains pourraient qualifier de néo-coloniale (Warner, 2003). De plus, pour les pays en situation de dépendance, la sécurité alimentaire pourrait se voir menacée par l'utilisation d'un embargo alimentaire comme arme politique²⁶.

Vers une meilleure réponse aux besoins de base des populations et des écosystèmes ?

Nous avons pu voir que la stratégie de commerce de l'eau virtuelle n'est possible que pour certains pays, et que son accessibilité pourrait se réduire encore davantage à l'avenir. Toutefois, puisque pour certains pays il s'agit d'une stratégie accessible, et que d'autres pourraient se la voir imposer, il est fondamental d'évaluer le potentiel

réel du commerce de l'eau virtuelle pour répondre aux défis posés par la rareté de l'eau.

En supposant qu'un certain nombre de pays en situation de pénurie ou en voie de l'être soient capables d'augmenter la part d'importations agricoles dans leur économie, peut-on s'attendre à ce que le commerce de l'eau virtuelle favorise une meilleure réponse aux besoins de base des populations et des écosystèmes ? Il va de soi que pour des pays ne disposant pas des 1 100 m³ par personne nécessaires pour cultiver le minimum de nourriture requise pour dépasser le seuil de la malnutrition²⁷, le recours aux importations alimentaires est une condition indispensable à la réponse aux besoins de base de leurs habitants. Par contre, il ne s'agit pas de la seule. Un pays pourrait très bien importer des quantités importantes de produits alimentaires sans que ceux-ci soient distribués équitablement dans sa population. Plusieurs pays qui disposent d'ailleurs de suffisamment d'eau pour nourrir leur population rencontrent tout de même des problèmes de sous-alimentation. En Thaïlande, le 3^e plus important exportateur net d'eau virtuelle dans le monde (Hoekstra et Hung, 2002), l'eau n'est pas rare. Pourtant, pour la période allant de 1999 et 2001, 19% de la population y était sous-alimentée (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2003). Le même pourcentage de sous-alimentation prévaut au Viêt-Nam, 7^e exportateur mondial d'eau virtuelle. Au Guatemala, 9^e exportateur mondial d'eau virtuelle (Hoekstra et Hung, 2002), c'est 25% de la population qui est considérée comme sous-alimentée.

Dans le cas des pays qui sont encore capables de subvenir à leurs besoins agricoles, l'importation d'eau virtuelle peut se présenter comme un moyen de diminuer les risques de pénurie et de libérer de l'eau pour les besoins de la population et des écosystèmes. Toutefois, rien ne garantit que la nourriture importée et l'eau libérée par ces importations seront destinées prioritairement aux besoins de base de la population et des écosystèmes. Dans le bassin de l'Usangu, par exemple, les cultures irriguées fournissent des revenus à 30 000 familles, pour un montant total de 15.9 millions \$US (Kadigi *et al.*, 2004). Il peut être difficile pour ces paysans de trouver un emploi leur permettant de se nourrir convenablement, d'autant plus que les bas salaires constituent "l'avantage comparatif" des pays du tiers-monde (Rosset, 2002). Quant à l'eau que les importations libèrent, à quels usages sera-t-elle destinée ? A la population et aux écosystèmes ? Pour financer ses importations de produits agricoles, un pays doit trouver de l'argent. Pour ce faire, il devra utiliser l'eau libérée à des fins industrielles, dans l'industrie touristique par exemple. En Indonésie, on a pu constater un exemple parlant d'une eau dirigée vers les usages

les plus rentables plutôt que vers les besoins les plus fondamentaux. Alors qu'en 1994, l'Indonésie souffrait d'une grave sécheresse, les terrains de golf de Jakarta ont continué à recevoir 1 000 m³ d'eau par terrain pendant que les puits des résidents étaient à sec (Barlow et Clarke, 2002). La transformation de terres agricoles en terrains de golf pourraient fort bien résulter d'une politique de l'eau qui intègre le commerce de l'eau virtuelle, car elle consiste effectivement à utiliser l'eau pour les usages les plus rentables.

L'eau libérée peut aussi servir à produire des denrées agricoles à haute valeur ajoutée destinées à l'exportation. C'est le cas aux Philippines, un pays qui oscille entre les importations et les exportations d'eau virtuelle²⁸ (Hoekstra et Hung, 2002) et dont la part de production locale est principalement destinée à l'exportation. Dans ce pays, les subventions gouvernementales ne vont pas à la riziculture, mais à la production d'orchidées, d'eucalyptus, de mangues et d'asperges. En parallèle, environ 28 millions de Philippins n'arrivent pas à assurer leurs besoins alimentaires de base (Cainglet, 2002). Quant aux écosystèmes, quelle part leur reviendra-t-il ? La protection des écosystèmes étant rarement un des investissements les plus rentables à court terme, elle pourrait se trouver bien loin dans la liste des priorités d'un pays qui doit générer des revenus pour financer ses importations.

La protection des écosystèmes des pays disposant de beaucoup d'eau est quant à elle évacuée du discours sur le commerce de l'eau virtuelle. Celui-ci est basé sur le postulat que certains pays sont en pénurie d'eau tandis que d'autres pays affichent des surplus. Dans cette perspective, toute l'eau qui s'écoule vers la mer est perdue. Il s'agit d'une conception de l'eau qui néglige de considérer les autres fonctions de l'eau dans l'écosystème. En effet, l'eau n'a pas pour seule fonction de répondre aux besoins domestiques, industriels et agricoles des êtres humains. L'eau transporte aussi des substances nutritives vers la mer, elle soutient les pêcheries, protège les zones humides, filtre les polluants, sert d'habitat à une riche biodiversité et maintient un équilibre au niveau des sels et des sédiments (Postel, 1996).

Les pays qui, dans une logique de commerce de l'eau virtuelle, devraient jouer le rôle d'exportateurs, peuvent effectivement posséder présentement plus d'eau qu'ils n'en ont besoin pour leurs usages humains. Cependant, leurs écosystèmes n'ont pas nécessairement trop d'eau. En Inde²⁹, par exemple, le Gange ne se jette plus à la mer pendant certaines parties de l'année. Le manque d'eau douce qui coule vers la mer cause une avancée de l'eau salée dommageable pour l'habitat des palétuviers et des poissons du delta³⁰ (Postel, 1996). Aux États-Unis, premier pays exportateur d'eau virtuelle (Hoekstra et Hung,

2002), l'État de la Californie a perdu 95% de ses terres humides et les populations d'oiseaux migratoires et de sauvagines qui en dépendaient ont diminué de 60 millions en 1950 à 3 millions aujourd'hui (Postel, 1996).

L'eau n'étant pas le seul facteur de production des biens importés, les conséquences du commerce de l'eau virtuelle sur les écosystèmes des pays exportateurs dépassent donc la seule question de l'eau. Ainsi, le Brésil, qui dispose de beaucoup d'eau, semble offrir un potentiel intéressant pour exporter de l'eau virtuelle par le biais des denrées alimentaires. Toutefois, le sol aussi constitue un facteur de production de l'agriculture, et une augmentation de la production au Brésil demanderait d'utiliser de nouvelles terres, ce qui pourrait se faire au détriment de la conservation de la forêt amazonienne. En restant toujours dans l'exemple de l'agriculture, les engrais chimiques, la machinerie et les semences génétiquement modifiées constituent aussi des facteurs de production pouvant avoir des conséquences sur l'eau et sur les écosystèmes. Les principaux pays exportateurs de denrées agricoles ne sont pas nécessairement ceux qui ont les pratiques les plus respectueuses pour l'environnement. On retrouve par exemple, parmi les cinq principaux pays exportateurs d'eau virtuelle³¹, les plus importants producteurs de cultures génétiquement modifiées, soient respectivement les États-Unis, l'Argentine et le Canada³² (Genewatch, 2002). On ne parle pourtant pas de sols virtuels, d'engrais chimiques virtuels et d'organismes génétiquement modifiés virtuels échangés par le commerce international³³.

Ainsi, il semble peu probable qu'une politique de l'eau intégrant le commerce de l'eau virtuelle favorise un usage de l'eau axé sur la réponse aux besoins de base des gens et de l'environnement, que ce soit dans les pays importateurs ou exportateurs. Cette stratégie, en recourant au commerce international, se prête aussi à ses règles. Si ces règles ne favorisent pas ceux qui en auraient le plus besoin, et qu'on remarque parfois le contraire, on pourrait s'attendre à ce qu'il en soit de même du commerce de l'eau virtuelle.

Commerce de l'eau virtuelle et perception du risque

Le potentiel du commerce de l'eau virtuelle face aux défis posés par la gestion de l'eau serait donc bien faible. Se pourrait-il qu'il ait même des effets pervers ? Ce pourrait être le cas s'il empêchait indirectement que ne soient prises d'autres mesures qui s'imposent pour faire face aux pénuries et pour les limiter.

De nombreux moyens existent pour réduire la demande en eau. Le contrôle des naissances et la modification du régime alimentaire pourraient permettre de diminuer la pression sur la

28 - Les Philippines étaient exportateurs nets entre 1995 et 1996 et importateurs entre 1997 et 1999.

29 - L'Inde est considérée comme le 5^e plus important exportateur d'eau virtuelle (Hoekstra et Hung, 2002).

30 - Ces espèces constituent d'ailleurs une ressource alimentaire importante pour les habitants locaux (Postel, 1996).

31 - Ces cinq pays sont les États-Unis, le Canada, la Thaïlande, l'Argentine et l'Inde (Hoekstra, 2003).

32 - Ces trois pays étaient les plus importants producteurs de cultures génétiquement modifiées en 2001.

33 - Merrett (2003) a d'ailleurs remarqué que le terme virtuel est trompeur. Pour lui, le concept n'arrive pas à bien représenter la réalité puisqu'il sous-entend que de l'eau est transférée entre deux pays, alors qu'en réalité, ce sont des transferts de nourriture qui ont lieu. L'expression évacue alors un ensemble d'autres dimensions de l'agriculture qui, sans être reliées à l'eau, sont intimement reliées aux produits agricoles échangés : les caractéristiques du sol, les droits de propriété et le budget des fermes (Merrett, 2003).

34 - Il s'agit d'une technique d'irrigation basée sur des faibles flux d'eau.

35 - Le taux de rendement de l'aspersion goutte-à-goutte se situe entre 70 et 90% (Lasserre, 2002).

ressource. Une politique visant à réduire la demande pourrait aussi inclure des incitations et des technologies pour réduire les usages domestiques (tels que des incitations à l'achat de toilettes qui consomment moins d'eau), la rénovation des aqueducs municipaux qui fuient et le recyclage des eaux usées (Lasserre, 2002a). Différents moyens permettent aussi de réduire la demande en eau du secteur agricole, qui est à l'origine d'environ 70 à 75% des prélèvements (Lasserre, 2002a). L'efficacité hydraulique peut d'abord être accrue par l'irrigation au goutte-à-goutte³⁴. Alors que dans l'irrigation par gravité, la technique d'irrigation la plus répandue, 60% de l'eau est perdue, les pertes³⁵ avec le goutte-à-goutte se situent entre 10 et 30%. Nombre d'autres mesures permettent de diminuer les pertes en eau dans le secteur agricole : la production de cultures sous couvert ombragé et l'utilisation de paillis (Wallace, 2000) n'en sont que quelques exemples. Dans la majeure partie des pays importateurs, il y a encore une latitude suffisante pour améliorer la productivité de l'eau utilisée, c'est-à-dire pour produire davantage avec chaque goutte d'eau (De Fraiture *et al.*, 2004).

La mise en place de telles mesures de réduction de la demande nécessite cependant une certaine volonté politique. Le coût des réformes des politiques de l'eau, telles que la réglementation, est élevé (Allan, 2000). Politiquement silencieuse (Allan, 1996), la stratégie de commerce de l'eau virtuelle pourrait permettre aux décideurs d'affronter une situation de pénurie ou de surutilisation de la ressource sans avoir à mettre en place des politiques financièrement ou politiquement coûteuses. On peut alors se demander si, globalement, le commerce de l'eau virtuelle ne contribue pas à retarder la mise en place de politiques favorisant une utilisation de l'eau plus durable. D'ailleurs, dans la région du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord, les décideurs se sont déjà pris au piège du discours sécurisant. La perception du risque est manipulée par ce discours, et la différence entre le risque et sa perception s'agrandit. Le risque continue à exister, mais sans que ne soient déployés des mécanismes pour y faire face (Allan, 2000).

Finalement, le commerce de l'eau virtuelle comme stratégie de gestion de l'eau est non seulement peu appliqué, mais aussi peu applicable. Nombre de pays n'y ont pas accès et cet accès pourrait être réduit encore davantage à l'avenir pour des raisons politiques et économiques. Le potentiel du commerce de l'eau virtuelle face aux défis posés par la rareté de l'eau est mince lorsqu'on considère les modes actuels de distribution de l'eau et de production des denrées de base. Il serait même possible que plutôt que de régler le problème, le commerce de l'eau virtuelle ne fasse qu'assurer la reproduction de modes de production et de consommation qui menacent la

pérennité de la ressource. Le jeu des échanges, en donnant la fausse impression que la situation s'améliore, pourrait alors retarder la recherche de solutions politiquement plus difficiles à prendre, mais pourtant indispensables dans un contexte de pénurie croissante.

Conclusion

Le concept d'eau virtuelle n'est pas sans intérêt, bien au contraire. En rendant compte de l'apport et du contenu en eau d'un bien, il permet de mettre en lumière la quantité d'eau requise pour assurer différents modes de consommation. Il permet aussi de tenir compte des transferts d'eau induits par le commerce international. Cette considération permet à son tour de réaliser toute l'importance que jouent les politiques commerciales compte tenu des pénuries d'eau que vivent plusieurs pays. Le commerce de l'eau virtuelle pourrait enfin permettre aux analystes, politiciens et aux citoyens de prendre conscience que les importations et exportations de denrées intensives en eau ne sont pas sans conséquences sur le plan écologique, social et environnemental.

Face à l'inégale répartition des ressources et à la menace croissante de pénurie, avec toutes les conséquences que cela implique, il peut être tentant de proposer le commerce de l'eau virtuelle comme politique efficace de redistribution. Toutefois, devant un problème aussi complexe que l'approvisionnement, la disponibilité et la distribution de l'eau, les solutions le sont aussi. Le concept d'eau virtuelle permet de mettre en lumière le potentiel du commerce international dans la répartition des ressources en eau ; il en montre aussi les limites. Le marché est accessible à ceux qui disposent des ressources financières nécessaires : de nombreux pays en pénurie ne les possèdent pas et plus nombreux encore sont ceux qui n'en possèdent pas suffisamment pour subir les hausses de prix que pourrait provoquer une augmentation de la demande ou la libéralisation du commerce.

Si, sur l'ensemble de la planète, l'eau était destinée en priorité aux besoins de base de la population et en second lieu à ceux des écosystèmes, le commerce de l'eau virtuelle pourrait offrir de nouvelles possibilités pour rendre possible une distribution équitable malgré les différences entre les ressources de chaque pays. Toutefois, si on regarde les modes de distribution actuels, ils semblent plutôt refléter les rapports économiques et rien ne laisse croire qu'il en serait autrement avec le commerce de l'eau virtuelle. Pour certains pays, la question ne se pose pas : ils ne possèdent déjà plus l'eau nécessaire pour survivre et doivent nécessairement importer des biens intensifs en eau, donc faire du commerce de l'eau virtuelle. Pour les autres, les promesses du commerce de l'eau virtuelle demandent à être scrutées avec la

plus grande attention : elles pourraient bien s'avérer fort trompeuses.

Le concept d'eau virtuelle peut donc être considéré comme un concept à la fois utile et dangereux. Il peut être utile pour mieux comprendre comment le commerce international affecte les ressources en eau. Il devient toutefois dangereux dès qu'il tend à être normatif, car les limites qu'il porte peuvent alors se répercuter dans des décisions politiques. La dimension normative du concept pourrait d'ailleurs être appelée à s'intensifier si la prescription d'une stratégie de commerce de l'eau virtuelle bénéficiait aux pouvoirs dominants. Cela pourrait s'avérer le cas puisque le concept permet d'évacuer des questions de fond sur l'origine de l'épuisement des ressources et des inégalités entre les pays.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLAN J.A., 1996, Virtual water : a strategic resource : global solutions to regional deficits, *Ground Water*, Vol. 36, n° 4, p. 545-546.
- ALLAN J.A., 1996a, The political economy of water : reasons for optimism but long term caution, in ALLAN J. A. (dir.), *Water, Peace and the Middle East : Negotiating Resources in the Jordan Basin*, Londres, I.B. Tauris, p. 75-119.
- ALLAN J.A., 1997, 'Virtual water' : a long term solution for the water short Middle Eastern economies ? Occasional paper 3, School of oriental and African studies (SOAS), University of London, 20 p., <http://web.macam.ac.il/~arnon/Int-ME/water/OCC03.PDF>
- ALLAN J.A., 2000, Contending environmental knowledge on water in the Middle East : global, regional and national contexte, in STOTT P. et SULLIVAN S. (eds.), *Political Ecology : Science, Myth and Power*, New York, Oxford University Press, p. 117-131.
- ALLAN J.A., 2001, *The Middle East Water Question : Hydropolitics and the Global Economy*, Londres, I.B. Tauris, 382 p.
- ALLAN J.A., 2003, Virtual Water - the water, food, trade nexus : useful concept or misleading metaphor ? *Water International*, Vol. 28, n° 1, p. 106-113.
- BARLOW M. et T. CLARKE, 2002, *L'or bleu : l'eau, nouvel enjeu stratégique et commercial*, Montréal, Boréal, 390 p.
- BOUWER H, 2000, Integrated water management : emerging issues and challenges, *Agricultural Water Management*, Vol. 45, p. 217-228.
- BROWN L, 1996, *Tough choices : facing the challenge of food scarcity*, Washington DC, World Watch Institute, Environmental alert series, 159 p.
- CAINGLET J, 2002, Orchidées, fruits exotiques et ventres creux, *L'écologiste*, Vol. 3, n° 7, p. 67-69.
- CHAPAGAIN A.K. et A.Y. HOEKSTRA, 2003, Virtual water trade : a quantification of virtual water flows between nations in relation to international trade of livestock and livestock products, in HOEKSTRA A.Y. (dir.), *Virtual Water Trade : Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water Research Report Series N°12, Delft (the Netherlands), UNESCO-IHE, p. 49-76.
- CHAPAGAIN A.K. et HOEKSTRA A.Y., 2004, *Water Footprints of Nations, volume 1 : Main Report*, Value of Water Research Report Series n°16, Delft (the Netherlands), UNESCO-IHE Institute for water education, 76 p.
- De FRAITURE C., CAI X., AMARASINGHE U., ROSEGRANT M. et MOLDEN D., 2004, *Does international cereal trade save water ? The impact of virtual water trade on global use*, Comprehensive assessment, Research report n°4, Colombo, Sri Lanka, Comprehensive Assessment Secretariat, 27 p.
- DE VILLIERS M., 2000, *L'eau*, Montréal, Leméac, 437 p.
- FALKENMARK M., 1997, Meeting water requirements of an expanding world population. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, Vol. 352, p. 929-936.
- GENEWATCH, 2002, *Genetic engineering : A review of developments in 2001*, Briefing n° 17. <http://www.genewatch.org/publications/Briefs/brief17.pdf>
- HOEKSTRA A.Y., 2003, Virtual water : An introduction, in HOEKSTRA A.Y. (dir.), *Virtual Water Trade : Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of water research report series N°12, Delft (the Netherlands), UNESCO-IHE, p. 13-23.
- HOEKSTRA A.Y. et HUNG P.Q., 2002, *Virtual water trade : A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade*, Value of Water Research Report Series N°11, Delft (the Netherlands), UNESCO-IHE Institute for water education, 66 p.
- HOEKSTRA A.Y. et HUNG P.Q., 2005, Globalisation of water resources : international virtual water flows in relation to crop trade, *Global Environmental Change*, Vol. 15, n° 1, p. 45-56.
- JAEGER C.C., 2001, Challenge of global water management, in EHLERS E. et KRAFFT T. (éds), *Understanding the Earth System Compartments, Processes and Interactions*, Springer, p. 125-135.

- KADIGI R., JAPHET M.J., KASHAIGILI J. et MDOE N.S., 2004, The economics of irrigated paddy in Usangu Basin in Tanzania : water utilization, productivity, income and livelihood implications. *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol. 29, p. 1091-1100.
- LASSERRE F., 2002, Les guerres de l'eau : mythe ou réalité future ? in LASSERRE F. et DESCROIX L. (dir.), *Eaux et territoires : Tensions, coopérations et géopolitique de l'eau*, Sainte-Foy (Québec), Presses de l'Université du Québec, p.17-72.
- LASSERRE F., 2002a, L'eau rare ? Des solutions pour assurer l'approvisionnement, in LASSERRE F. et DESCROIX L. (dir.), *Eaux et territoires : Tensions, coopérations et géopolitique de l'eau*, Sainte-Foy (Québec), Presses de l'Université du Québec, p. 73-114.
- LASSERRE F., 2005, Quand le dragon chinois a soif : le défi de l'eau en Chine, *Options politiques*, juillet-août, p. 8-12.
- MERRETT S. 2003. Virtual water and Occam's razor, *Water International*, Vol.28, n° 1, p. 103-105.
- NORBERG-HODGE H., MERRIFIELD T. et GOERELICK S., 2002, *Bringing the Food Economy Home : Local Alternatives to Global Agrobusiness*, West Hartford, Kumarian Press, 150 p.
- OKI T., SATO M., KAWAMURA A., MIYAKE M., KANAE S. et MUSIAKE K., 2003, Virtual water trade to Japan and in the world, in HOEKSTRA A.Y. (dir.), *Virtual Water Trade : Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water Research Report Series N°12, Delft (the Netherlands), UNESCO-IHE, p. 221-233.
- OKI T. et S. KANAE, 2004, Virtual water trade and world water resources, *Water, Science and Technology*, Vol. 49, n° 7, p. 203-209.
- ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, 2003, *L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2003 : Suivi des progrès accomplis en vue de la réalisation des objectifs du Sommet mondial de l'alimentation*, Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 40 p.
- PARVEEN S. et FAISAL I.M., 2004, Trading virtual water between India and Bangladesh : a politico-economic dilemma, *Water Policy*, Vol. 6, n° 6, p. 549-558.
- POSTEL S., 1996, *Dividing the waters : Food security, ecosystem health and the new politics of scarcity*, Washington, World Watch Papers 132, 76 p.
- QADIR M., BOERS T. M., SCHUBERT S., GHAFOR A. et MURTUZA G., 2003, Agricultural water management in water-starved countries : challenges and opportunities, *Agricultural Water Management*, Vol. 62, n° 3, p. 165-185.
- RAMIREZ-VALLEJO J. et ROGERS P., 2004, Virtual water flows and trade liberalization, *Water, Science and Technology*, Vol. 49, n° 7, p. 25-32.
- RENAULT D., 2003, Value of virtual water in food: principles and virtues, in HOEKSTRA A.Y. (dir.), *Virtual Water Trade : Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water Research Report Series N°12, Delft (the Netherlands), UNESCO-IHE, p. 77-91.
- RENAULT D. et WALLENDER W.W., 2000, Nutritional water productivity and diets, *Agricultural Water Management*, Vol. 45, n° 3, p. 275-296.
- ROSSET P., 2002, Le mythe des avantages comparatifs, *L'Écologiste*, Vol. 3, n° 1, p. 34-35.
- SECRETARIAT DU TROISIÈME FORUM MONDIAL DE L'EAU ET CONSEIL MONDIAL DE L'EAU, *Conclusion du 3^e Forum mondial de l'eau : 100 nouveaux engagements ont été pris*, Communiqué de presse, http://www.worldwatercouncil.org/download/CP_finalday_23.03.03.pdf
- SHUVAL H., 1999, Sustainable water development under conditions of scarcity : Israel as a case study, in MARCHISIO S., TAMBURELLI G. et PECORARO L. (éds), *Sustainable Development and Management of Water Resources : a Legal Framework for the Mediterranean*, Rome, Institute for Legal Studies on the International Community, p. 196-223.
- TURTON A.R., 1998, *The hydro politics of Southern Africa : The case of the Zambezi River Basin as an area of potential co-operation based on Allan's concept of 'virtual water'*, Mémoire de maîtrise, Johannesburg, University of South Africa, 272 p.
- TURTON A.R., 2000, *A strategic decision-makers guide to virtual water*, Papier présenté à l'atelier de travail sur l'eau virtuelle en Afrique du Sud, à Maseru, <http://www.up.ac.za/academic/libarts/polsci/awiru>
- WALLACE J.S., 2000, Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production, *Agriculture, ecosystems and environment*, Vol. 82, n° 1, p. 105-119.
- WARNER J., 2003, Virtual water – virtual benefits ? Scarcity, distribution, security and conflicts reconsidered, in HOEKSTRA A.Y. (dir.), *Virtual*

Water Trade : Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series N°12, Delft (the Netherlands), UNESCO-IHE, p. 125-134.

YANG H. et ZEHNDER A., 2001, China's regional water scarcity and its implications for grain supply and trade, *Environment and Planning A*, vol. 33, n° 1, p. 79-95.

YANG H. et ZEHNDER A., 2002, Water scarcity and food import : a case study for southern Mediterranean countries, *World Development*, Vol. 30, n° 8, p. 1 413-1 430.

ZIMMER D. et RENAULT D., 2003, Virtual water in food production and global trade: review of methodological issues and preliminary results, in HOEKSTRA A.Y. (dir.), *Virtual Water Trade : Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water Research Report Series N°12, Delft (the Netherlands), UNESCO-IHE, p. 93-107.

Adresse des auteurs

Lysiane Roch
Assistante-chercheure à la
Chaire de responsabilité sociale
et de développement durable
École des sciences de la gestion
Université du Québec à Montréal
Case postale 8888, succursale
Centre-Ville
Montréal (Québec) Canada H3C
3P8
Téléphone : 514.987.3000 #4183
Télécopieur : 514.987.3372
E.mail :
roch.lysiane@courrier.uqam.ca
Site web : www.crsdd.uqam.ca

Corinne Gendron
Titulaire de la Chaire de
responsabilité sociale et de
développement durable
Professeure au département
d'organisation et ressources
humaines
École des sciences de la gestion
Université du Québec à Montréal
Case postale 8888, succursale
Centre-Ville
Montréal (Québec) Canada H3C
3P8
Téléphone : 514.987.3000 #1400
Télécopieur : 514.987.3372
E.mail :
gendron.corinne@uqam.ca
Site web : www.crsdd.uqam.ca