

## L'eau virtuelle : quel éclairage pour la gestion et la répartition de l'eau en Méditerranée ?

Dans les pays du pourtour méditerranéen, les ressources en eau sont limitées et très inégalement réparties dans l'espace et dans le temps. L'agriculture est le premier secteur consommateur d'eau ; elle représente plus de 80% de la demande totale en eau des pays des rives Sud et Est. Les produits agricoles, à la différence de l'eau, peuvent facilement s'échanger sur de longues distances. Les questions liant ressources en eau et alimentation se posent donc à différentes échelles et le commerce international de biens agricoles peut largement influencer sur la gestion locale de l'eau.

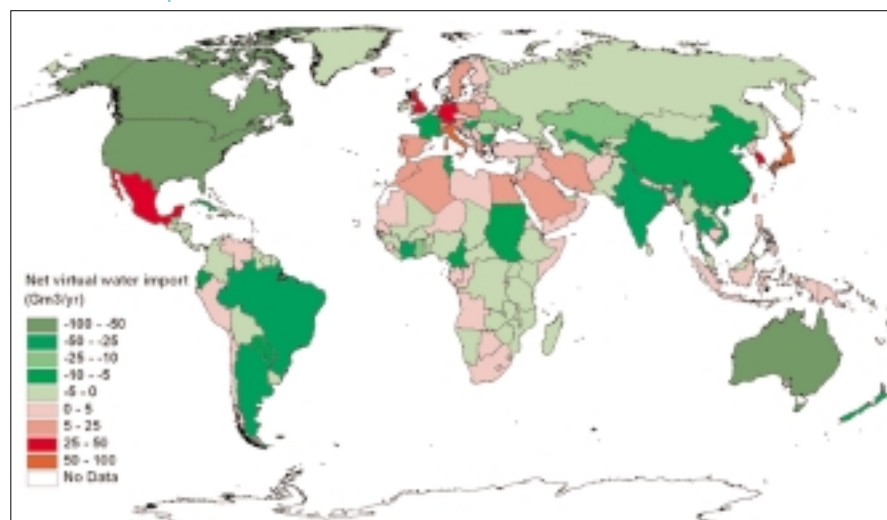
Un travail de quantification des flux d'eau virtuelle contenue dans les produits agricoles importés et exportés par l'ensemble des pays méditerranéens met en évidence l'importance quantitative de ces flux au regard des ressources en eau disponibles dans les pays, ainsi que l'intérêt que peut présenter le concept d'eau virtuelle comme outil d'analyse et d'aide à la décision en matière de gestion et de répartition de l'eau en situation de pénurie.

### Une métaphore pour mettre en discussion la pertinence de l'autosuffisance alimentaire

L'eau virtuelle est une métaphore d'abord utilisée par J.A. Allan (1993) pour illustrer comment, au Moyen-Orient en particulier, les fortes tensions sur les ressources en eau auxquelles les pays font face ont pu

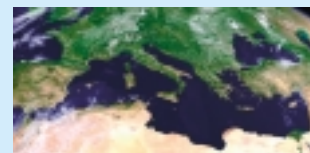
être endiguées en grande partie grâce à leurs échanges de produits agricoles avec le reste du monde, permettant un accès indirect, flexible et relativement peu coûteux à la disponibilité globale en eau. Au niveau du concept, elle éclaire, dans le même temps, le passage progressif d'une référence à l'autosuffisance alimentaire à une référence à la sécurité alimentaire.

Figure 1 : Bilan net par pays des échanges d'eau virtuelle liés au commerce international de produits agricoles et industriels sur la période 1997-2001



Source : A.K. Chapagain et A.Y. Hoekstra, 2004

Note : Les pays colorés en rouge sont importateurs nets d'eau virtuelle. Les pays colorés en vert sont exportateurs nets d'eau virtuelle.



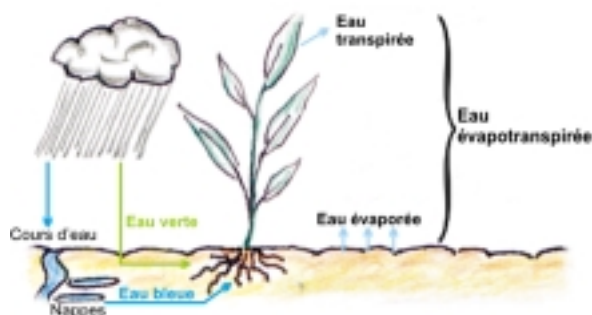
## Les Notes du Plan Bleu

Environnement et Développement en Méditerranée

N° 8 - Avril 2008

Dans le cas des produits agricoles, dont les échanges sont à l'origine de près de 90% des échanges d'eau virtuelle au niveau mondial, il s'agit de l'eau évapotranspirée par les cultures. Deux composantes de l'eau virtuelle peuvent dans ce cas être distinguées : l'eau provenant des précipitations et présente naturellement dans le sol (appelée "eau verte") et l'eau d'irrigation dérivée des eaux superficielles ou souterraines ("eau bleue") (figure 2). La part relative de l'une et de l'autre dans la consommation globale d'eau par les cultures peut varier considérablement. La mobilisation de l'eau bleue vise à s'affranchir de l'insuffisance et de la variabilité des précipitations et elle génère des coûts bien plus élevés que l'utilisation de l'eau verte.

Figure 2 : Eau verte, eau bleue et eau évapotranspirée



Suite au développement du concept dans un espace géographique limité, l'eau virtuelle a suscité l'intérêt de centres de recherche et organismes internationaux (dont l'Université de Delft, l'IWMI, la FAO, le Conseil mondial de l'eau). Des efforts de recherche importants ont été consentis pour comptabiliser l'eau virtuelle et ses flux dans le monde (figure 1). Ces travaux se sont non seulement attachés à quantifier ces transferts d'eau "silencieux", mais aussi à en évaluer les impacts sur la gestion des ressources en eau localement et globalement. Plusieurs définitions et modes de comptabilisation de l'eau virtuelle ont été proposés, traduisant des visions distinctes du concept et de ses implications.

### De 400 à 8000 litres d'eau pour produire un kilogramme de blé en Méditerranée

Un premier essai de quantification des flux d'eau virtuelle contenue dans les produits agricoles importés et exportés par l'ensemble des pays riverains de la Méditerranée a été réalisé sur la période 2000-2004 (Source 1). La sélection des produits pour l'analyse s'est basée sur deux critères : leur poids dans les échanges d'eau virtuelle concernant les pays méditerranéens et leur caractère stratégique pour la

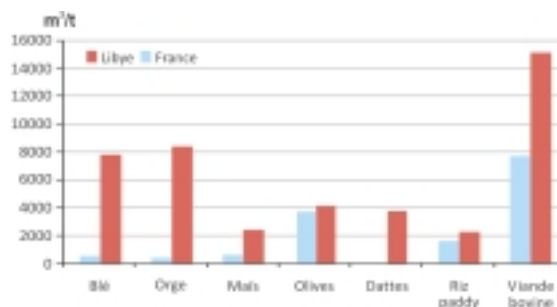
sécurité alimentaire. Les produits ainsi sélectionnés, à savoir le blé, l'orge, le maïs, le soja, les olives et la viande de bœuf, ainsi que des cultures spécifiques à certains pays (dattes pour l'Algérie par exemple), représentent environ 70% des volumes d'eau virtuelle échangés via le commerce de produits agricoles depuis et vers les pays méditerranéens.

Le contenu en eau virtuelle des produits végétaux a été déterminé par simulation des besoins en eau des cultures avec le modèle de bilan hydrique CropWat (FAO, 1992) permettant de distinguer les apports d'eau bleue des apports d'eau verte.

Le contenu en eau virtuelle de la viande bovine a été estimé en prenant en compte l'eau nécessaire à la production des cultures à la base de l'alimentation des animaux. La définition d'une ration alimentaire type par pays s'avérant néanmoins très complexe, la quantification des flux d'eau virtuelle liés aux échanges de viande bovine a été basée sur les travaux d'Hoekstra relatifs au contenu en eau virtuelle de la viande de bœuf, spécifié pour chacun des pays (Hoekstra, 2004).

La quantité d'eau consommée au cours de la production d'un bien agricole varie fortement en fonction d'une part de la nature de ce bien et, d'autre part, du pays producteur (figure 3). Les conditions climatiques influent en effet sur l'évapotranspiration des cultures et le rendement dépend de différents facteurs d'ordre physique, technique et socio-économique. Ainsi, la quantité d'eau nécessaire à la production d'une tonne de blé varie entre 450 m<sup>3</sup> (en France) et 7850 m<sup>3</sup> (en Libye). Celle nécessaire à la production d'une tonne de viande bovine est, en moyenne, dix fois plus élevée.

Figure 3 : Contenu en eau virtuelle par produit (France et Libye)



Source des données : FAO, Hoekstra

Les flux d'eau virtuelle liés aux échanges des produits agricoles sélectionnés ont été calculés à partir des statistiques d'échanges commerciaux (depuis et vers les pays méditerranéens) de la FAO et des contenus en eau virtuelle de ces produits. Les importations ont été estimées en considérant les quantités d'eau qui auraient été nécessaires aux pays importateurs pour produire ce qu'ils ont importé. Cette approche permet d'analyser les conséquences des flux d'eau virtuelle sur les

Figure 4 : Bilans nets par pays (total et par habitant) des flux d'eau virtuelle liés aux échanges de céréales, soja, olives, produits végétaux spécifiques et viande bovine, moyenne des années 2000-2004

Carte 1 : Bilan net par pays (milliards m<sup>3</sup>/an)



Source des données : FAO, Hoekstra & al.

ressources en eau et la sécurité alimentaire des pays importateurs et d'évaluer les "économies d'eau" que réalisent ces pays en important des biens agricoles plutôt qu'en les produisant eux-mêmes.

### La Méditerranée, une région fortement importatrice d'eau virtuelle

La région méditerranéenne – au sens des vingt-et-un pays riverains – est depuis 1990 globalement importatrice nette d'eau virtuelle, vis-à-vis du reste du monde, au travers des échanges commerciaux des produits retenus. Les flux d'eau virtuelle liés aux échanges de produits végétaux (220 milliards m<sup>3</sup>/an) sont très largement supérieurs à ceux liés aux échanges de viande bovine (50 milliards m<sup>3</sup>/an). Sur l'ensemble des produits analysés, seules la France et la Serbie-Monténégro apparaissent exportatrices nettes d'eau virtuelle sur la période 2000-2004 (figure 4). Tous les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée sont importateurs nets d'eau virtuelle, la Libye étant le pays le plus importateur net par habitant (2800 m<sup>3</sup>/habitant/an).

Le caractère globalement importateur des pays du Sud et de l'Est, accentué par l'approche retenue pour évaluer les importations d'eau virtuelle, est fortement corrélé à la rareté de leurs ressources en eau. Pour certains pays – dont Malte, la Libye, Israël, la Tunisie, l'Algérie et Chypre –, les importations d'eau virtuelle liées aux importations de céréales et de soja sont, en effet, largement supérieures d'une part aux ressources en eau nationales exploitables et, d'autre part, aux quantités d'eau consommées pour la production nationale de ces mêmes types de produits (figure 5). Néanmoins, certains pays connaissant des situations de tension sur leurs ressources en eau exportent une part non négligeable de leur eau d'irrigation (Syrie, Israël) (figure 6).

S'il existe une réelle dichotomie entre pays du Nord et du Sud et de l'Est de la Méditerranée en ce qui concerne les profils d'échanges d'eau virtuelle,

Carte 2 : Bilan net par habitant (m<sup>3</sup>/hab/an)

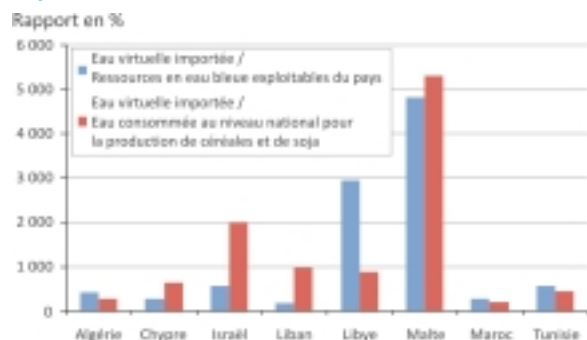


apparaissent cependant certaines exceptions liées à des facteurs physiques, mais également à des stratégies commerciales et de sécurité alimentaire qui influencent les usages de l'eau et les flux d'eau virtuelle.

Ainsi, en Syrie, un vaste programme de développement de l'irrigation reposant essentiellement sur l'exploitation de ressources en eau de surface externes en provenance de Turquie, avec une intensification de l'utilisation des eaux souterraines, s'est traduit par une forte croissance de la production agricole et des exportations entre 1990 et 2000. Malgré la faiblesse de ses ressources en eau internes, "verte" en particulier, la Syrie est devenue le 5<sup>ème</sup> pays méditerranéen exportateur d'eau virtuelle via les exportations de céréales, même si le bilan net reste négatif sur la période 2000-2004. Les exportations brutes d'eau virtuelle liées à ces exportations (équivalentes à 160 m<sup>3</sup>/habitant/an) sont constituées à près de 90% d'eau bleue, ce qui souligne l'importance de l'irrigation (ce ratio étant de 50% à l'échelle méditerranéenne).

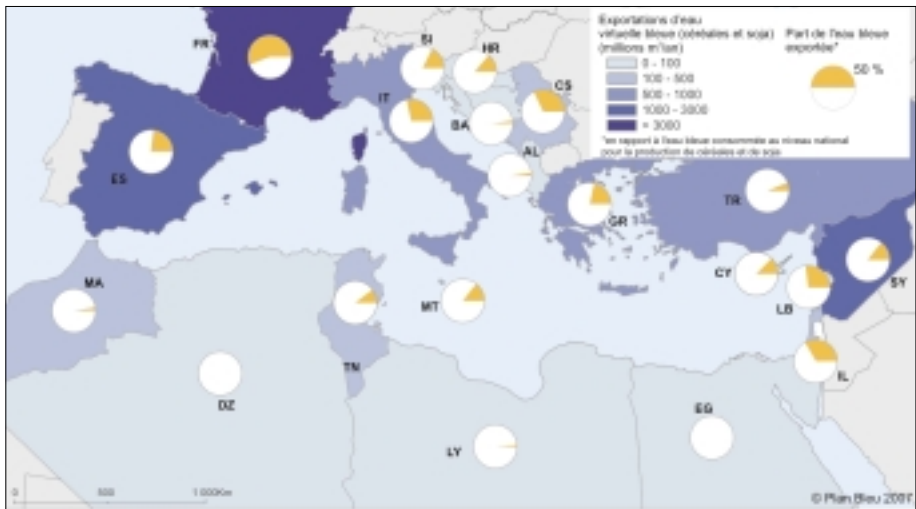
L'Espagne et l'Italie sont globalement importatrices nettes d'eau virtuelle alors que leurs ressources en eau par habitant sont relativement élevées (respectivement 2700 et 3340 m<sup>3</sup>/hab/an) et proches de celles de la France (3350 m<sup>3</sup>/hab/an). L'Espagne est néanmoins le pays méditerranéen le plus grand exportateur net d'eau

Figure 5 : Importations d'eau virtuelle liées aux importations de céréales et de soja



Source des données : FAO, Plan Bleu

Figure 6 : Part de l'eau d'irrigation des pays méditerranéens exportée via les exportations brutes de céréales et de soja, moyenne des années 2000-2004



Source des données : FAO

virtuelle liée aux échanges de viande bovine, une part importante de cette eau virtuelle étant issue des importations d'aliments pour le bétail.

### L'eau virtuelle, un outil supplémentaire d'aide à la décision

Ces premiers travaux réalisés à l'échelle méditerranéenne visent à tester les outils disponibles pour évaluer les flux d'eau virtuelle, ainsi qu'à obtenir des ordres de grandeurs de ces flux pour inciter à la réflexion et ouvrir le débat. Ils appellent à un approfondissement de l'analyse pays par pays.

La quantification des flux d'eau virtuelle a d'abord une portée analytique, sa valeur prescriptive dépendant du cadre retenu pour l'analyse. En ce qui concerne l'agriculture, elle permet d'illustrer les interactions entre politiques agricoles et politiques de l'eau et leurs impacts sur l'utilisation des ressources en eau des pays. Le niveau d'intégration des politiques agricoles dans les politiques régionales et les objectifs poursuivis en matière de sécurité alimentaire, de commerce et d'environnement diffèrent selon les pays. Ils conditionnent le type d'indicateurs à privilégier et l'échelle pertinente pour l'analyse.

Les flux d'eau virtuelle et leurs impacts doivent en effet être analysés dans les contextes propres à chaque pays,

à des échelles adaptées. Le concept d'eau virtuelle montre, en ce sens, que les questions de gestion et de répartition de l'eau ne se posent pas seulement à l'échelle du bassin versant. Un certain nombre de déterminants de l'utilisation de l'eau au sein du bassin versant sont extérieurs à ce bassin et sont de nature hydro-économique (Allan, 2003).

Il convient également de souligner l'intérêt de distinguer, dans les échanges d'eau virtuelle, l'eau verte et

l'eau bleue dont les implications financières et économiques diffèrent, bien qu'elles soient physiquement dépendantes l'une de l'autre. La mobilisation du concept d'eau virtuelle renvoie ainsi au débat sur la répartition entre agriculture pluviale et agriculture irriguée.

En mettant en lumière et en quantifiant les transferts d'eau virtuelle qui s'avèrent être un mode de "partage" de facto des ressources en eau inégalement distribuées dans le monde, et en particulier dans la région méditerranéenne, le concept d'eau virtuelle peut ainsi constituer un outil supplémentaire d'aide à la décision.

#### Sources :

- (1) Fernandez, S., ENGREF (2007). *L'eau virtuelle dans les pays méditerranéens : un indicateur pour contribuer à l'analyse des questions de gestion et de répartition de l'eau en situation de pénurie ?* Rapport d'étude régionale du Plan Bleu. [www.planbleu.org](http://www.planbleu.org)
- Allan, J.A. (1993). *Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. In Priorities for water resources allocation and management.* ODA:13-26. London (UK).
- Allan, J.A. (2003). *IWRM/IWRAM: a new sanctioned discourse? Occasional Paper 50. SOAS Water Issues.* Study Group School of Oriental and African Studies, University of London (UK).
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. (2004). *Water footprints of nations. Value of Water Research Report Series No. 16.* UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

## Les Notes du Plan Bleu



Programme des Nations Unies pour l'Environnement  
 Plan d'Action pour la Méditerranée  
 Centre d'Activités Régionales du Plan Bleu  
 15 rue Beethoven - Sophia Antipolis - 06560 Valbonne - FRANCE  
 Tél. : +33 4 92 38 71 30 - Fax : +33 4 92 38 71 31  
 e-mail : [planbleu@planbleu.org](mailto:planbleu@planbleu.org)  
[www.planbleu.org](http://www.planbleu.org)

Directeur de la publication : Henri-Luc Thibault  
 Rédacteur en chef : Henri-Luc Thibault  
 Auteurs : Sara Fernandez, Gaëlle Thivet  
 Conseil scientifique : Jean Margat  
 Conception graphique et réalisation : François Ibanez  
 Impression : Fac Copies  
 Dépôt légal et ISSN : 1954-9164