

EMPREINTE EAU : QUE CONCLURE ?

par Ghislain de Marsily¹

Madame la Présidente, Monsieur le Secrétaire Perpétuel, Chères Consœurs, chers Confrères, nous avons, au cours des quatre exposés précédents, entendu beaucoup de choses sur l’empreinte eau, sur ce que représente ce concept, sur son usage, sur ces défauts. Bien que l’on puisse lui faire bien des critiques justifiées, je trouve cette notion utile et novatrice, même si elle demande à évoluer. Si nous revenons un peu en arrière, les premières tentatives pour créer un indicateur de rareté, en un lieu donné, de la ressource en eau, remontent à une Suédoise, Malin Falkenmark, il y a environ 50 ans, qui avait proposé de diviser l’estimation de la ressource en eau « bleue » disponible dans chaque pays (c’est-à-dire l’eau qui s’écoule dans les rivières et les aquifères souterrains) par le nombre d’habitants de ce pays : elle suggérait que si le chiffre obtenu était inférieur à 1000 m³/an, ce pays était en état de stress hydrique, et qu’en dessous de 500 m³/an, le pays se trouvait en état de grande pénurie. On pouvait ainsi classer les pays du Monde en fonction de leur richesse ou pénurie en eau. Elle avait elle-même reconnu ultérieurement que cette analyse négligeait les ressources en eau de l’agriculture pluviale, c’est-à-dire l’eau « verte », ce qui était une lacune grave qui invalidait son indicateur de stress hydrique.

Il y a plus de 25 ans, un Anglais, JA Allan, introduisait le concept « d’eau virtuelle », qui désigne l’eau qui a été utilisée pour fabriquer un produit quel qu’il soit, par exemple un produit alimentaire ; si ce produit était exporté d’un pays A à un pays B, on mesurait ainsi la quantité d’eau que le pays B « consommait² » à l’intérieur du pays A pour satisfaire à ses besoins. A peu près au même moment se développait le concept d’ « analyse du cycle de vie », qui déclinait l’ensemble des prélèvements et rejets faits par un objet au cours de sa vie utile, pour le fabriquer, puis l’utiliser, puis s’en débarrasser : matériaux, eau, énergie, etc. L’ « empreinte eau » consistait en fait à extraire la part « eau » de l’analyse du cycle de vie, et « l’eau virtuelle » était la part « eau » du cycle de vie pour la fabrication de l’objet qui était importée ou exportée.

A titre d’exemple, Besbes *et al.* (2014) ont ainsi montré que la Tunisie vivait « au-dessus de ses moyens » hydriques, c’est-à-dire que ce pays avait laissé croître, au cours des années 1980 environ, la taille de sa population au-delà des moyens en eau et en sols cultivables disponibles pour la nourrir. En 2004 par exemple, 30% environ de l’eau nécessaire pour couvrir les besoins totaux en eau du pays (alimentaires, eau domestique ou industrielle) devait être « importée », sous forme « d’eau virtuelle », c’est-à-dire de blé pour sa population et d’orge pour son bétail. En 2025, du fait de la croissance démographique, des modifications des habitudes alimentaires, et du changement climatique, c’est 50% de l’eau consommée qui devra probablement être importée sous forme de nourriture. Cette nourriture peut être de l’eau virtuelle « bleue » si

¹ Membre de l’Académie d’Agriculture de France, Membre de l’Institut (Académie des Sciences), Membre de l’Académie des Technologies. Professeur émérite à l’UPMC (Paris VI).

² L’eau « consommée » est celle qui quitte le cycle continental de l’eau, et retourne directement à l’atmosphère par évaporation ou évapotranspiration. A titre d’exemple, environ 14% de l’eau prélevée pour les besoins domestiques et industriels est « consommée », le reste retourne au milieu naturel, alors que pour l’eau d’irrigation, c’est environ 75% qui est « consommé ». Pour les besoins énergétiques (hydroélectricité et refroidissement des centrales thermiques), la part « consommée » n’est que de 2%.

elle est produite par irrigation, ou de l'eau virtuelle « verte » si elle est produite par agriculture pluviale. Dès aujourd'hui, un pays comme la Jordanie dépend à plus de 70% d'eau virtuelle importée, et Djibouti, où il ne pleut presque pas, doit être proche de 90%. En Tunisie, l'empreinte eau apporte une autre information utile : sur les ressources en eau locales, utilisées pour l'agriculture, 80% est de l'eau verte, et 20% de l'eau bleue. Or où a été mis l'accent en Tunisie pour la recherche, l'aménagement, la meilleure gestion de l'eau ? Sur l'eau « bleue » exclusivement ! Il s'agit du programme des 1000 barrages, de la recherche agronomique pour la sélection des cultures irriguées, pour mieux irriguer, etc. C'est à cela que sont formés les ingénieurs agronomes ou hydrauliciens, pas à s'occuper d'eau « verte », dont le concept n'est même pas enseigné (comme c'est le cas encore aujourd'hui en France !). Ne pensez-vous que quand 80% de l'eau utilisée est « verte », il y a lieu de tenter d'optimiser son usage ? De faire par exemple s'infiltrer l'eau qui ruisselle³ ? De rechercher les meilleures variétés végétales pour produire en pluvial et résister à la sécheresse ?

La notion d'empreinte eau, introduite par A.Y. Hoekstra à l'Université de Twente aux Pays-Bas en 2002⁴, avec ses trois couleurs, bleue, verte et grise (qui mesure l'intensité de la pollution des ressources par les rejets toxiques non traités) est ainsi un nouveau concept (mais prenant la suite de concepts antérieurs) qui permet de se faire une idée de la nature de l'eau que nous consommons et de l'endroit d'où elle vient. Prenons le cas de la France, à titre d'exemple. Notre bilan hydrique montre que, contrairement aux pays de la zone désertique, nous ne manquons pas d'eau. En simplifiant, la France reçoit en moyenne 480 km³/an d'eau de pluie, dont 300 km³/an repartent en évapotranspiration (eau verte), 80 km³/an s'écoulent dans les rivières en crues, et 100 km³/an s'écoulent dans les nappes (Marsily, 2009). Le WWF en 2012 a également calculé avec l'Université de Twente l'empreinte eau de la France⁵, pour la période 1996-2005, et a montré que la production nationale de biens agricoles et industriels consomme 90 km³/an, dont 76% d'eau verte, 18% d'eau bleue et 6% d'eau grise ; 86% de cette eau sert à l'agriculture, et 50% à produire des céréales. Sur cette production, 65,5 km³/an sont exportés, soit 73% de la production évaluée en eau consommée. Cette exportation est à 69% des produits agricoles végétaux (principalement des céréales), à 19% des produits animaux, et à 12% des produits industriels. Quant à notre consommation totale d'eau (faite des produits nationaux et importés), elle est de 106 km³/an, eau verte, bleue et grise confondue, selon le Tableau ci-dessous, extrait de WWF (2012). Sur ces 106 km³/an consommés, environ 47 % est importée, soit 50,3 km³/an sous forme d'eau virtuelle ; nous exportons donc plus d'eau virtuelle que nous n'en importons.

Type d'eau	Verte, km ³ /an	Bleue, km ³ /an	Grise, km ³ /an
Produits agricoles nationaux	43,7	1,4	3,8
Produits agricoles importés	36,7	4,6	2,1
Produits industriels nationaux		0,9	3,3
Produits industriels importés		0,6	6,3
Eau domestique		0,6	2,2
Total	80,4	8,1	17,7
Total général	106,2 km ³ /an 47 % d'eau importée 76 % d'eau verte 87 % d'eau agricole		

³ Les Tunisiens ont cependant mis en place des programmes très utiles de construction de banquettes à contre-pente sur certains bassins-versants, pour combattre le ruissellement, l'érosion, et la sédimentation dans les retenues, et aussi augmenter l'infiltration et donc l'eau « verte ».

⁴ Water Footprint Manual : www.waterfootprint.org

⁵ Les DOM-TOM en sont exclus, du fait de l'absence de données pour calculer les estimations.

On constate qu'un pays « riche en eau » comme le nôtre importe quand même près de la moitié de l'eau qu'il consomme ! Ceci montre qu'il ne faut plus raisonner, en ce qui concerne les ressources en eau, à l'échelle d'un pays, la question de l'eau est devenue aujourd'hui nécessairement mondiale, et ne peut être regardée localement. On note au passage que nous importons plus d'eau industrielle grise que nous n'en produisons, ce qui veut dire que nous avons délocalisé nos productions industrielles polluantes.

Il est intéressant de regarder quel est le poste le plus important de consommation d'eau bleue virtuelle importée en France : c'est à 56 % le coton et ses dérivés, car nous ne produisons pas de coton en France, notre climat ne s'y prête pas. Mais d'où vient notre coton ? En majorité d'Ouzbékistan, en transitant par le Pakistan où il est tissé et transformé en vêtements. Mais comment fait-on pousser le coton en Ouzbékistan ? En l'irrigant à partir des eaux de deux grands fleuves himalayens, le Sir Daria et l'Amou Daria. Oui, mais où allaient les eaux de ces fleuves avant de venir irriguer le coton ? Elles se jetaient dans la Mer d'Aral, qui s'est aujourd'hui, du fait de cette culture du coton, en grande partie asséchée... Mesdames, Messieurs, vous qui portez comme moi une chemise en coton, vous êtes responsables de l'assèchement de la Mer d'Aral ! Cette notion d'empreinte eau, si les informations qu'elle véhicule nous sont communiquées, devrait nous permettre d'être des consommateurs responsables, et de ne pas accepter d'acheter des produits dont les conditions de fabrication nous paraîtraient porter atteinte à des valeurs éthiques ou environnementales auxquelles nous attachons de l'importance.

Mais les critiques que vous venez d'entendre sur cette empreinte eau sont pertinentes, ce concept doit encore évoluer. Véolia, par exemple, a développé son propre « Water Impact Index », qui répond déjà à certaines des critiques :

$$WII = \sum_j [(W_j) \times Q_j \times WSI_j] - \sum_k (R_k \times Q_k \times WSI_k)$$

W_j sont les volumes d'eau prélevés, et R_k les volumes d'eau rejetés, par types d'eau j and k ; Q_j et Q_k sont des facteurs de qualité ; WSI_j et WSI_k sont des indices de stress hydriques, pour prendre en compte la rareté de l'eau là où elle est prélevée ou rejetée. Vous voyez tout de suite la complexité dans cette expression croître de façon exponentielle : où trouver ces facteurs de qualité (que Véolia ne publie pas) et ces pondérateurs de stress hydriques ? Qui va les quantifier, les cartographier ? Les faire dépendre du lieu, de la saison, de l'année ? Hoekstra, pour cette raison, condamne cette complexification et dit que l'empreinte eau doit rester simple, et s'exprimer en volumes bruts, sans pondérations. D'autres indicateurs ont été proposés, comme WULCA développé par l'UNEP, Water Risk Filter développé par le WWF, le Water Prism développé par l'EPRI pour l'énergie, etc. Le débat n'est pas clos !

Une autre initiative dans ce domaine mérite d'être citée, celle menée de 2012 à 2015 par un Groupe de Travail conjoint du Conseil Mondial de l'Eau et du Conseil Mondial de l'Energie, et animé par EDF. Cette initiative a été lancée lors du Forum Mondial de l'Eau de Marseille en 2012, et avait pour but de développer une méthode rationnelle et admise par tous pour quantifier « l'empreinte eau » de la fourniture d'énergie électrique, sous tous ses aspects (prélèvements pour le refroidissement des centrales thermiques, turbinage de l'eau des centrales hydro-électriques, évaporation sur les plans d'eau des retenues, etc.). Ce travail a conduit au développement d'une méthode nouvelle de quantification de l'empreinte eau, « W4EF » (Water for Energy Framework), qui a été présenté en Avril 2015 au Forum Mondial de l'Eau de Daegu en Corée. Les principales caractéristiques de cette méthode sont :

1. Toutes les façons d'utiliser l'eau sont estimées : quantité et qualité. Une distinction claire est faite entre les différents usages.

2. Chaque utilisation d'eau est comparée à la capacité de la « masse d'eau » locale à être utilisée à une période donnée de l'année.
3. Pour ne pas rendre trop simple chaque situation, plusieurs indicateurs sont calculés pour évaluer les différentes ressources disponibles et les risques d'impacts.
4. La méthode permet de faire une différence entre les interactions engendrée par une masse d'eau sur une autre.
5. Les indicateurs sont faits pour être calculés sur des intervalles de temps pertinents pour montrer la variabilité inter- et intra-annuelle.
6. En prenant en compte la consommation nette, W4EF estime les modifications de volume engendrées à un hydrosystème.
7. Si ce changement affecte positivement l'écosystème associé ou d'autres usages, ceci est mis en avant.
8. Pour estimer l'effet relatif des impacts de l'activité étudiée, W4EF estime le risque de pénurie préexistant et le risque actuel.
9. Si plusieurs utilisateurs bénéficient de l'usage du même volume d'eau, alors les interactions correspondantes doivent être partagées entre eux.
10. La méthode peut être utilisée n'importe où pour des activités liées à l'énergie. Calculés localement, les indicateurs peuvent être agrégés à n'importe quelle échelle.

Il a été décidé en Avril 2015 à Daegu que ce travail devrait se poursuivre pour trois ans, sous la coordination du Conseil Mondial de l'Energie.

Pour conclure, notre Compagnie a souhaité prendre une initiative dans ce domaine : le Groupe Eau a contacté divers établissements de recherche en France, dont l'INRA, l'IRSTEA, le CIRAD, etc., pour tenter de faire naître et financer un sujet de thèse sur l'empreinte eau ayant pour but d'en préciser le concept et l'utilité. De grands groupes comme Suez-Environnement et Danone, ou l'AFD, se sont dits intéressés. L'UMR G-Eau à Montpellier y réfléchit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Allan JA (1988) Moving water to satisfy uneven global needs. Trading water as an alternative to engineering it. *ICID Journal*, 47(2):1-8.
- (2) Besbes M, Chahed J, Hamdane A (2014) Sécurité Hydrique de la Tunisie, gérer l'eau en conditions de pénurie. L'Harmattan, Paris, 354 p.
- (3) EDF (2015) Water for Energy Framework W4EF – L. Bellet et Y. Lemoine. Rapport d'avancement pour le Forum Mondial de l'Eau de Daegu, Corée. *Document provisoire*.
- (4) Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, Mekonnen MM (2011) The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Earthscan London, ISBN: 978-1-84971-279-8, 224 p.
- (5) Hoekstra AY, Mekonnen MM (2012) The water footprint of humanity. *PNAS*, Vol. 109. 3232-3237, doi: 10.1073/pnas.1109936109.
- (6) Marsily, G. de (2009) L'eau, un trésor en partage. *Dunod, Paris*, 256 p.
- (7) WWF (2012). — *Rapport Empreinte eau de la France*. Thierry Thouvenot *et al.* World Wildlife Fund, Paris : 37 p.
- (8) Zimmer D (2013) L'empreinte eau. Les faces cachées d'une ressource vitale. Charles Léopold Meyer, Paris, 212 p.