

## ■ ■ ■ Augmenter la productivité de l'eau : un objectif de développement agricole ?

Billy Troy, FARM

**Le concept de productivité de l'eau est de plus en plus utilisé dans les réflexions sur la gestion de l'eau et le développement agricole. Il se heurte cependant à plusieurs limites, qui en atténuent la portée. Faut-il alors faire de l'augmentation de la productivité de l'eau agricole (« *more crop per drop* ») un objectif en soi ? Il semble en fait qu'il pourrait être plus intéressant d'utiliser ce concept comme un indicateur, pour concevoir des stratégies de développement permettant d'agir conjointement sur la gestion de l'eau, la mise en œuvre de systèmes de culture productifs et durables et l'intégration des petits producteurs dans les filières agricoles. Dans cette perspective, l'appui aux organisations professionnelles agricoles comme les coopératives et les associations d'irrigants, notamment pour renforcer leurs fonctions économiques, constitue un levier crucial.**

La productivité de l'eau est devenue un concept central dans les réflexions sur la gestion de l'eau et le développement agricole. Lors du 6<sup>ème</sup> Forum mondial de l'eau, tenu à Marseille du 12 au 17 mars 2012, elle a été au cœur des réflexions menées sur le thème « Contribuer à la sécurité alimentaire par une utilisation optimale de l'eau ». Des objectifs d'augmentation durable de la productivité de l'eau agricole en systèmes pluvial et irrigué ont même été formulés<sup>1</sup>.

La diffusion large de ce concept s'explique en grande partie par le fait qu'il est directement lié à la nécessité d'accroître la production agricole pour pouvoir satisfaire la demande alimentaire mondiale en 2050, dans un contexte de pression de plus en plus forte sur les ressources en eau. On estime en effet que pour nourrir 9 milliards d'habitants en 2050, il faudra augmenter la production agricole mondiale de 70 % (Bruinsma 2009). L'eau fait partie des paramètres clés de ce défi. Alors qu'à l'échelle mondiale, l'irrigation représente 70 % des prélèvements en eau pour 40 % de la production agricole mondiale et 20 % des terres cultivées (MAAPRAT - CGAER 2012), les demandes des secteurs non agricoles, notamment les besoins domestiques des populations urbaines des pays en développement, devraient progresser rapidement sous l'effet des évolutions

démographiques, renforçant ainsi la concurrence entre les différents usages de l'eau. Par ailleurs, le changement climatique induit de fortes incertitudes sur la disponibilité en eau dans l'avenir (Troy *et al.* 2008). Dès lors, un objectif souvent affiché est de produire plus par goutte d'eau mobilisée par l'agriculture (« *more crop per drop* »), c'est-à-dire d'améliorer la productivité de l'eau.

Cependant cette notion se heurte à de nombreuses limites qui en atténuent la portée. Faut-il alors faire de l'augmentation de la productivité de l'eau un objectif en soi, ou plutôt considérer celle-ci comme un indicateur pouvant aider à mieux comprendre les enjeux de développement agricole liés à la gestion de l'eau ? Cette note présente les avantages et les inconvénients associés aux différentes utilisations qui sont faites de ce concept, aujourd'hui incontournable.

### ■ Derrière le slogan « *more crop per drop* », le concept de productivité de l'eau

Durant la dernière décennie, la productivité de l'eau agricole a fait l'objet de multiples travaux, menés notamment par des institutions internationales

<sup>1</sup> <http://www.worldwaterforum6.org>, objectifs-cibles 2.2.1, 2.2.2 et 2.2.3.

comme l'IWMI (International Water Management Institute, centre de recherche international sur l'eau rattaché au CGIAR, Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale) ou la FAO (voir par exemple Droogers et Kite 2001, FAO 2003, Molden *et al.* 2007). Ce concept vise à mesurer comment un système convertit l'eau (associée à d'autres ressources) en produits et services<sup>2</sup> (Cai *et al.* 2011). Il se définit comme le rapport entre la production ou la valeur des services tirés des cultures, des forêts, des pêcheries continentales, de l'élevage, et la quantité d'eau utilisée dans le processus de production. Ainsi la productivité de l'eau (WP, *water productivity*) se calcule comme suit :

$$WP = \frac{\text{Bénéfices produits à partir de l'utilisation d'eau}}{\text{Apport en eau}}$$

Les bénéfices peuvent être mesurés en termes de masse physique (exprimée en kg), en valeur monétaire (par exemple euros ou dollars) ou encore en valeur nutritive (calories). La quantité d'eau utilisée est exprimée de différentes manières en fonction des objectifs visés, mais aussi selon la disponibilité des données : précipitations, prélèvement pour l'irrigation, apport d'eau à la parcelle ou évapotranspiration, c'est-à-dire le cumul de l'évaporation de l'eau à la surface du sol et de la transpiration des plantes.

Théoriquement, ce concept est applicable à des systèmes de production et de gestion de l'eau très divers. Le tableau 1 donne des ordres de grandeur de valeurs basses et hautes de la WP, calculées pour différents produits agricoles dans le monde. La comparaison de la productivité de l'eau pour différentes cultures ou différents modes de production pourrait constituer un indicateur intéressant face au défi d'augmenter la production agricole avec moins de ressources en eau. Mais plus qu'un indicateur, l'augmentation de la productivité de l'eau agricole a été mise en avant ces dernières années comme un objectif majeur, résumé par le slogan « *more crop per drop* » (« plus de récolte par goutte d'eau »). Or ce concept soulève de nombreuses interrogations, sur les plans théorique et pratique. Il est donc légitime de s'interroger sur l'intérêt de son utilisation comme un objectif en soi dans le cadre de stratégies de développement agricole.

<sup>2</sup> La notion de productivité de l'eau est applicable à tout système productif, agricole ou non agricole. On s'intéresse ici à son application à l'eau utilisée pour l'agriculture.

**Tableau 1 : Ordres de grandeur de valeurs basses et hautes de la productivité de l'eau pour différents produits agricoles dans le monde (source : Molden *et al.* 2010)**

Produit	Productivité de l'eau (kg/m <sup>3</sup> )
Blé	0,20 - 1,20
Riz	0,15 - 1,60
Maïs	0,30 - 2,00
Tomates	5 - 20
Oignons	3 - 10
Pommes de terre	3 - 7
Bœuf	0,03 - 0,10

### ■ Les limites d'une formule

Une première difficulté conceptuelle est liée au fait que la productivité de l'eau peut se calculer en considérant l'eau apportée par l'homme (irrigation) ou par la nature (précipitations). En fait le concept de WP a d'abord été utilisé pour évaluer les performances des systèmes irrigués, où l'on peut exercer une maîtrise partielle ou totale des apports d'eau. Dans ce cas, l'eau allouée à la culture irriguée représente un facteur de production, visant à combler un manque d'eau. Sa gestion relève du calcul économique, comme les autres facteurs de production (travail, intrants, etc.).

Il en va différemment pour l'eau de pluie. Contrairement à l'eau d'irrigation, l'apport d'eau de pluie est plus ou moins adéquat en volume ; il oscille entre déficit et excès par rapport aux besoins des plantes (Serpantié 2009). Ainsi l'interprétation des valeurs de WP, en système pluvial, doit tenir compte de la spécificité des situations. Par exemple, lorsque la pluie est en excès, les rendements n'augmentent pas forcément, voire diminuent en cas de dommages aux cultures, tandis que la quantité d'eau disponible pour les plantes croît. Dans ce cas, la WP peut diminuer, mais cela ne signifie pas nécessairement que l'eau est moins bien utilisée.

Lemoalle (2009) a calculé la productivité de l'eau pour plusieurs cultures dans le bassin versant de la Volta, en Afrique de l'Ouest. Les rendements en sorgho et mil pluviaux sont stables (environ 1 t/ha) dans les régions du bassin où la pluie est supérieure à 400-500 mm/an. Ils progressent très peu dans le sud du bassin, où les pluies sont beaucoup plus abondantes (supérieures à 1 000 mm/an). Aussi la WP a tendance à décroître dans les zones plus humides du bassin, alors que le rendement est équivalent. Dans ces zones, l'augmentation de la WP n'apparaît donc pas nécessairement comme un enjeu

prioritaire. Il peut être utile de s'intéresser non seulement à la WP mais aussi à l'amélioration de la productivité sur l'ensemble du territoire cultivé en pluvial, en intégrant dans l'analyse le rendement des cultures ou la productivité du travail (Serpantié 2009).

Par ailleurs, la prise en compte de tous les bénéfices tirés de l'utilisation de l'eau dans une seule unité de mesure, dans le calcul de la WP, est difficile, comme le montre l'exemple de l'élevage. Dans le bassin du fleuve Niger, Clanet et Ogilvie (2009) ont calculé des productivités de l'eau pour l'élevage, en divisant la masse de bétail (en kg) par la quantité d'eau consommée par le bétail et utilisée pour produire le fourrage. L'ordre de grandeur de la WP ainsi calculée est relativement bas (0,002 à 0,05 kg/m<sup>3</sup>) comparé aux cultures céréalières pluviales et irriguées (entre 0,10 et 0,67 kg/m<sup>3</sup> dans le bassin du Niger). Toutefois, ces valeurs n'intègrent pas les autres produits et services fournis par l'élevage (production de lait, de peaux et de fumier ; traction animale), ni sa fonction d'épargne (cheptel vivant). Les données ne sont pas disponibles et la WP ne peut capter la diversité des bénéfices fournis. A l'évidence, ce type de calcul sous-estime l'intérêt de l'élevage pour les populations rurales des régions concernées.

De manière générale, il est important de garder à l'esprit que la productivité de l'eau est une productivité partielle, qui correspond à la productivité d'un facteur parmi d'autres (travail, terre, etc.). Or, dans le raisonnement économique, les considérations sur la productivité s'inscrivent dans une perspective plus globale, incluant les quantités de facteurs de production utilisées. Dans cette perspective, c'est la productivité globale des facteurs, c'est-à-dire l'ensemble des produits ramenés à l'ensemble des facteurs de production, qui est le critère le plus pertinent. Apprécier cette productivité peut être difficile à réaliser, mais invite à analyser conjointement la WP et l'emploi des autres facteurs de production.

### ■ Un indicateur utile, un objectif restrictif

Dans le cadre du Challenge Programme « Eau et alimentation », mené par l'IWMI et d'autres institutions de recherche agronomique internationale, des travaux d'expertise scientifique ont été réalisés sur la productivité de l'eau agricole dans plusieurs grands bassins versants africains et asiatiques : le fleuve Jaune en Chine, le Mékong en Asie du Sud-Est, la plaine de l'Indus et du Gange en Asie du Sud, le Karkheh en Iran, le Nil en Afrique de l'Est, le Limpopo en Afrique australe, le Niger et la Volta en

Afrique de l'Ouest (Cai *et al.* 2011).

Dans chacun de ces bassins, la WP moyenne a été calculée relativement à l'évapotranspiration pour les trois cultures principales (blé, maïs et riz). Pour le maïs irrigué, la productivité de l'eau est la plus élevée sur le fleuve Jaune (0,97 kg/m<sup>3</sup>), devant le Mékong (0,58 kg/m<sup>3</sup>). Dans le bassin du Limpopo, la productivité du maïs est faible (0,14 kg/m<sup>3</sup>) alors qu'il s'agit de la culture dominante (tableau 2). De même, pour le blé, la WP sur le fleuve Jaune est nettement supérieure à celle obtenue sur le Limpopo. La WP du riz atteint 0,74 kg/m<sup>3</sup> dans le bassin de l'Indus et du Gange, valeur dont sont relativement proches les productivités observées sur le fleuve Jaune (0,50 kg/m<sup>3</sup>), le Mékong (0,43 kg/m<sup>3</sup>) et le Niger (0,14–0,67 kg/m<sup>3</sup>). Les WP les plus faibles sont celles des cultures pluviales des bassins d'Afrique subsaharienne. Pour le sorgho et le mil en pluvial, la productivité de l'eau avoisine 0,10 kg/m<sup>3</sup>

**Tableau 2 : Productivité moyenne de l'eau pour le maïs dans différents bassins versants (source : Cai *et al.* 2011)**

Bassin versant	Productivité de l'eau du maïs (kg/m <sup>3</sup> )
Fleuve Jaune - maïs irrigué	0,97
Mékong - maïs irrigué	0,58
Limpopo - maïs irrigué	0,14
Volta - maïs pluvial	0,15

dans les bassins du Niger et de la Volta. Celle du maïs pluvial est de 0,15 kg/m<sup>3</sup> sur la Volta. Il est important de noter que ces valeurs moyennes cachent des variations importantes au sein de chaque bassin (Cai *et al.* 2011).

Il apparaît que les écarts de productivité de l'eau sont liés essentiellement aux différences dans les niveaux de rendement. Ainsi, en Asie, les rendements obtenus pour le maïs irrigué, dans le bassin du Mekong, atteignent en moyenne 3,8 t/ha, tandis que dans les bassins d'Afrique subsaharienne, les rendements des cultures, essentiellement pluviales, sont limités (1,3 t/ha en moyenne pour le maïs pluvial, dans le bassin de la Volta). En effet, les systèmes de production agricole, dans les bassins étudiés en Asie, sont mieux équipés pour l'irrigation et le drainage. Cela les rend moins sensibles que les agricultures pluviales d'Afrique subsaharienne à une mauvaise répartition des pluies dans l'espace et le temps (la part des cultures irriguées est de 78 % dans le bassin de l'Indus et du Gange contre 1 % sur la Volta - Cai *et al.* 2011). Par ailleurs, d'autres facteurs jouent un rôle important. Les agriculteurs ont un accès beaucoup plus large aux engrais, aux semences, aux

produits de protection des cultures et à la mécanisation, en Asie, que dans la plupart des bassins africains étudiés, d'où des rendements et des productivités de l'eau plus élevés.

L'utilisation de la WP comme indicateur, dans différents bassins versants, montre bien la nécessité de prendre en compte l'ensemble des facteurs conditionnant la productivité durable des systèmes de culture : non seulement la gestion de l'eau, mais également l'accès aux intrants, l'entretien de la fertilité du sol ou encore les rotations des cultures. Les régions d'Afrique subsaharienne, caractérisées par de faibles niveaux de rendement, apparaissent alors comme des cibles prioritaires pour le développement agricole.

Pour améliorer l'efficacité de la gestion de l'eau agricole dans les pays en développement, plusieurs pistes sont évoquées. Elles incluent en particulier la mise au point de variétés plus tolérantes à la sécheresse (Gaufichon *et al.* 2010), l'adoption de certaines pratiques culturales (comme le zaï ou semis en poquet) et la gestion raisonnée de l'eau sur l'ensemble du continuum pluvial-irrigué, comme la collecte de l'eau de pluie ou l'irrigation de complément (Comprehensive Assessment 2007). Rechercher uniquement un objectif d'augmentation de la WP à travers la mise en œuvre de ces techniques serait certainement restrictif, au vu des limites du concept rappelées plus haut. Il semble plus intéressant, à la lumière des travaux présentés ci-dessus, de considérer la productivité de l'eau comme un indicateur, pour concevoir des stratégies de développement agricole combinant la diffusion de ces techniques là où elles sont pertinentes, l'appui à des systèmes de culture productifs et durables et l'inclusion des petits producteurs dans des filières viables. Cette approche intégrée pourrait permettre de lier plus efficacement la gestion de l'eau aux enjeux de sécurité alimentaire et de rentabilité des petites et moyennes exploitations dans les pays du Sud.

### **Le concept d'eau virtuelle : portée et limites**

L'eau virtuelle se définit comme la quantité d'eau qui a été nécessaire pour produire un bien (Allan 1996, Roch et Gendron 2005). C'est donc un concept très proche de celui de productivité de l'eau. Ce concept a été surtout appliqué dans le cadre des échanges internationaux de produits agricoles et alimentaires. Les importations ou exportations de ces produits sont alors considérées comme des transferts des quantités d'eau qui en ont permis la production. Ainsi la notion d'eau virtuelle est d'abord explicative, car elle vise à mettre en lumière les volumes d'eau impliqués indirectement dans les échanges. Mais on a parfois tenté d'en faire un outil normatif pour élaborer des stratégies nationales aux fins du commerce international. L'idée était qu'il pourrait être plus intéressant, pour des Etats à faible

Dans cette perspective, l'appui aux organisations professionnelles agricoles comme les coopératives et les associations d'irrigants, notamment pour renforcer leurs fonctions économiques, constitue un facteur déterminant. Ces organisations peuvent en effet développer pour leurs membres des services d'approvisionnement en intrants, de commercialisation en commun ou d'accès au crédit (Bachelier 2010). Dans le même temps, elles ont un rôle important à jouer pour la diffusion des techniques de gestion de l'eau agricole évoquées plus haut, notamment par des actions de formation (Imache *et al.* 2011), et pour assurer la durabilité financière des services d'irrigation et la gestion professionnelle des équipements (Tardieu 2011).

### **Conclusion**

La productivité de l'eau peut être un indicateur utile, mais en faire un objectif isolé, sans tenir compte de la complexité des situations, risque de conduire à ne traiter que partiellement les multiples enjeux de développement agricole. On peut faire un parallèle intéressant avec l'utilisation qui a été faite du concept d'eau virtuelle. Roch et Gendron (2005) rappellent ainsi que lors du 3<sup>ème</sup> Forum mondial de l'eau à Kyoto, en 2003, des engagements avaient été pris pour intégrer le commerce de l'eau virtuelle dans les stratégies d'échanges internationaux de produits agricoles et alimentaires. Mais il s'est avéré par la suite que de telles stratégies sont peu applicables et peu appliquées dans la pratique (*encadré*). Ainsi la portée du concept d'eau virtuelle a probablement été surestimée et il a été trop rapidement considéré comme un objectif en soi.

Suite au 6<sup>ème</sup> Forum mondial de l'eau, en 2012, des acteurs pourraient être amenés à s'engager sur des objectifs formulés en termes de productivité de l'eau. Il est donc important de ne pas dissocier la gestion de l'eau des autres enjeux de développement agricole. Dans cette optique, l'appui aux organisations

disponibilité en eau, d'importer certaines denrées de pays « riches en eau », plutôt que de mobiliser l'eau nécessaire pour les produire sur leur territoire.

Cependant, outre les risques associés à des stratégies fortement axées sur l'importation (pénurie de denrées sur le marché mondial, besoin en devises), on constate que les déterminants des échanges commerciaux de produits agricoles ne sont, en général, que marginalement liés à l'eau (De Fraiture *et al.* 2004). La disponibilité en terres, les avantages comparatifs sectoriels, le coût de la main d'œuvre ou encore des raisons politiques sont des facteurs beaucoup plus structurants. Par exemple, le Japon est un importateur majeur d'eau virtuelle alors qu'il ne manque pas d'eau, et c'est plutôt la rareté des terres agricoles qui semble être l'explication principale (Roch et Gendron 2005).



professionnelles agricoles dans leurs rôles d'acteurs économiques représente certainement un levier crucial. ♦

## ■ Références

- Allan J.A. (1996), *Virtual water: a strategic resource: global solutions to regional deficits*, Ground Water, Vol. 36, n° 4, p. 545-546
- Bachelier B. (2010), *Sécurité alimentaire : un enjeu global*, Fondapol, novembre 2010
- Bruinsma J. (2009), *The resource outlook to 2050 : by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050?*, Expert Meeting on How to Feed the World in 2050, 24-26 June 2009, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Economic and Social Development Department
- Cai X., Molden D., Mainuddin M., Sharma B., Ahmad M.D., Karimi P. (2011), *Producing more food with less water in a changing world: assessment of water productivity in 10 major river basins*, Water International, 36:1, 42-62
- Clanet J.C. et Ogilvie A. (2009), *CPWF Project Report - Basin Focal Project Niger*, Project Number 64, CGIAR Challenge Program on Water and Food
- Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture (2007), *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute
- De Fraiture C., Cai X., Amarasinghe U., Rosegrant M., 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
- Droogers P. et Kite G. (2001), *Estimating productivity of water at different spatial scales using simulation modeling*, Research Report 53, Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute
- FAO (2003), *Unlocking the water potential of agriculture*, Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Gaufichon L., Prioul J.L., Bachelier B. (2010), *Quelles sont les perspectives d'amélioration génétique de plantes cultivées tolérantes à la sécheresse ?*, Fondation FARM
- Imache A., Lambert C., Lanau S., Troy B. (2011), *RIM – Réseau des irrigants méditerranéens. Appui aux petites et moyennes exploitations agricoles au Maghreb : bilan d'une expérience de formation professionnelle*, Champs d'acteurs 01, décembre 2011, Fondation FARM
- Lemoalle J. (2009), *CPWF Project Report - Basin Focal Project Volta*, Project Number 55, CGIAR Challenge Program on Water and Food
- MAAPRAT - CGAAER (2012), *L'eau et la sécurité alimentaire. Face au changement global : quels défis, quelles solutions ? Contribution au débat international*, Ministère de l'agriculture,
- de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire - Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux
- Molden D., Oweis T., Steduto P., Kijne J., Hanjra M.A., Bindraban P. (2007), *Pathways for increasing agricultural water productivity*, In: D. Molden, ed. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*, London: Earthscan and Colombo: IWMI, 279–310
- Molden D., Oweis T., Steduto P., Bindraban P., Hanjra M.A., Kijne J. (2010), *Improving agricultural water productivity: between optimism and caution*, *Agricultural Water Management*, 97 (4), 528–535
- Roch L. et Gendron C. (2005), *Le commerce de l'eau virtuelle : du concept à la politique*, *Géocarrefour* [En ligne], vol. 80/4 | 2005, mis en ligne le 1er juin 2009, URL : <http://geocarrefour.revues.org/1259>
- Serpantié G. (2009), *L'utilité de l'eau pluviale sur le bassin du Niger. Analyse critique de la notion de « productivité de l'eau » appliquée aux productions pluviales*, In Clanet J.C. et Ogilvie A. (2009), *CPWF Project Report - Basin Focal Project Niger*, Project Number 64, CGIAR Challenge Program on Water and Food
- Tardieu H. (2011), *Eau, alimentation et développement: s'adapter aux changements globaux*, *Cahiers Agriculture* 20 : 5-7, doi :10.1684/agr.2011.0478
- Troy B., Bachelier B., Jaskulké E., Mangé P. (2008), *Document d'orientation stratégique de la fondation FARM sur l'eau 2008-2010*, Fondation FARM

L'auteur remercie Michel Petit (IAMM, Institut agronomique méditerranéen de Montpellier), Jacques Lemoalle et Andrew Ogilvie (IRD, Institut de recherche pour le développement) et l'équipe de la fondation FARM pour les échanges très constructifs au cours de l'élaboration de cette note.

*Billy Troy est chef de projet Eau à FARM.  
Contact : [billy.troy@fondation-farm.org](mailto:billy.troy@fondation-farm.org)*

**Notes** fait le point sur des sujets d'actualité ou des thèmes de recherche, pour nourrir la réflexion et susciter le débat. Les analyses et les conclusions des auteurs ne reflètent pas nécessairement la position institutionnelle de FARM.



**Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde**

*Adresse postale*

91-93, boulevard Pasteur  
75710 Paris cedex 15

*Adresse physique*

100, boulevard du Montparnasse  
75014 Paris

*[www.fondation-farm.org](http://www.fondation-farm.org) [contact@fondation-farm.org](mailto:contact@fondation-farm.org)*