

**GROUPE D'ECONOMIE
MONDIALE**



SCIENCES PO

EAU ET COMMERCE AGRICOLE

LES ECHANGES D'EAU VIRTUELLE DANS LA REGION MEDITERRANEENNE

ALEXANDRE LE VERNY

Contact : alexandre.levernoy@sciences-po.org

MAI 2006

Copyright ©2005 by the Groupe d'Economie Mondiale de Sciences Po.
All rights reserved.
197 boulevard St Germain 75007 Paris
Tel: 331-4549-7256. Fax: 331-4549-7257
<http://gem.sciences-po.fr>

RESUME

L'agriculture est au cœur des économies des pays de la région méditerranéenne. Elle est aussi l'acteur principal de l'utilisation des ressources en eau dans la région. L'eau virtuelle se définit comme le volume d'eau nécessaire à la production d'un bien ou d'un service. En particulier, les échanges internationaux de produits agricoles entraînent des transferts virtuels d'un pays à un autre de l'eau utilisée dans le processus de production des dits bien ou service. La libéralisation des échanges commerciaux agricoles peut être à la source d'économies d'eau importante pourvu que ces échanges soient organisés dans la région de façon à favoriser les pays les plus efficaces dans leurs utilisations respectives du précieux liquide.

ABSTRACT

Agriculture remains central to Mediterranean economic development. It is also the main user of water as it employs 65% of all water withdrawals in the region. Virtual water is defined as the quantity of water needed to produce a good or a service. In particular, international trade in crops involves virtual transfers from one country to another of the water embedded in the production process of agricultural commodities. Trade liberalization in agriculture might lead to significant water savings whenever trade flows are set out in a way that water efficient countries are favoured.

1. INTRODUCTION

En dépit de progrès importants réalisés en terme de productivité dans l'utilisation de l'eau depuis un demi-siècle¹, l'insuffisance de ressource constitue l'un des obstacles majeurs à la croissance du secteur agricole de certains pays en développement. La région méditerranéenne regroupe plus de la moitié de la population mondiale qualifiée de *pauvre en eau* et subit plus qu'ailleurs les conséquences de situations asymétriques quant à l'accès à l'eau entre pays d'un même bassin hydrographique.

De nos jours, l'utilisation de l'eau est surtout le fait de l'agriculture puisqu'elle utilise 65% des ressources totales exploitées dans l'ensemble du bassin méditerranéen. En particulier, le développement des pays du sud et de l'est de la Méditerranée (PSEM) est très dépendant du secteur agricole et des perspectives d'évolution de son intégration au commerce international. Aussi, le lien spécifique entre commerce international des produits agricoles et utilisation des ressources en eau doit être identifié afin d'évaluer les impacts de la tendance actuelle à la libéralisation des échanges.

Le concept d'*eau virtuelle* permet de clarifier cette relation. Il correspond aux quantités d'eau utilisées pour la production de chaque type de bien agricole. Les flux commerciaux agricoles peuvent alors être *cartographiés* en terme de contenus en eau implicitement échangés. Les dernières estimations évaluent à 1250 km³/an la quantité d'eau virtuelle échangée internationalement et associée à l'agriculture (Renault & Zimmer 2002). Ce volume correspond à près du tiers de l'eau consommée par l'agriculture. Des économies seraient ainsi possibles pourvu que les flux d'échanges agricoles s'organisent entre les pays *pauvres et riches en eau* de façon à limiter les pressions sur les ressources. Ce raisonnement s'applique évidemment au bassin méditerranéen où les importations d'eau virtuelle atteignaient 77 km³/an à la fin de la dernière décennie. En d'autres termes, le commerce international pourrait se substituer pour partie aux transferts directs d'eau et contribuer ainsi à la compensation des déséquilibres de ressources en eau entre pays.

¹ Selon la FAO la productivité de l'eau en agriculture aurait doublé entre 1961 et 2001

2. L'EAU EN MEDITERRANEE

Stress et tension

La région méditerranéenne² ne dispose que de 3% des ressources mondiales en eau alors qu'elle concentre 7,3% de l'humanité (Rosegrant *et al.* 2002b). Les pays méditerranéens et du Moyen-Orient rassemblent environ 60% de la population mondiale qualifiée de *pauvre en eau*, c'est-à-dire disposant de moins de 1000 m³ de ressource moyenne annuelle par habitant. En plus d'être faible en moyenne, les apports annuels sont très inégalement répartis ; à titre d'exemple, le Nord dispose de 80% des apports, tandis que le sud et l'est ne disposent respectivement que de 6% et 12%. Les PSEM sont au mieux soumis à une forte tension et dans la majorité des cas sont en situation de pénurie d'eau chronique³.

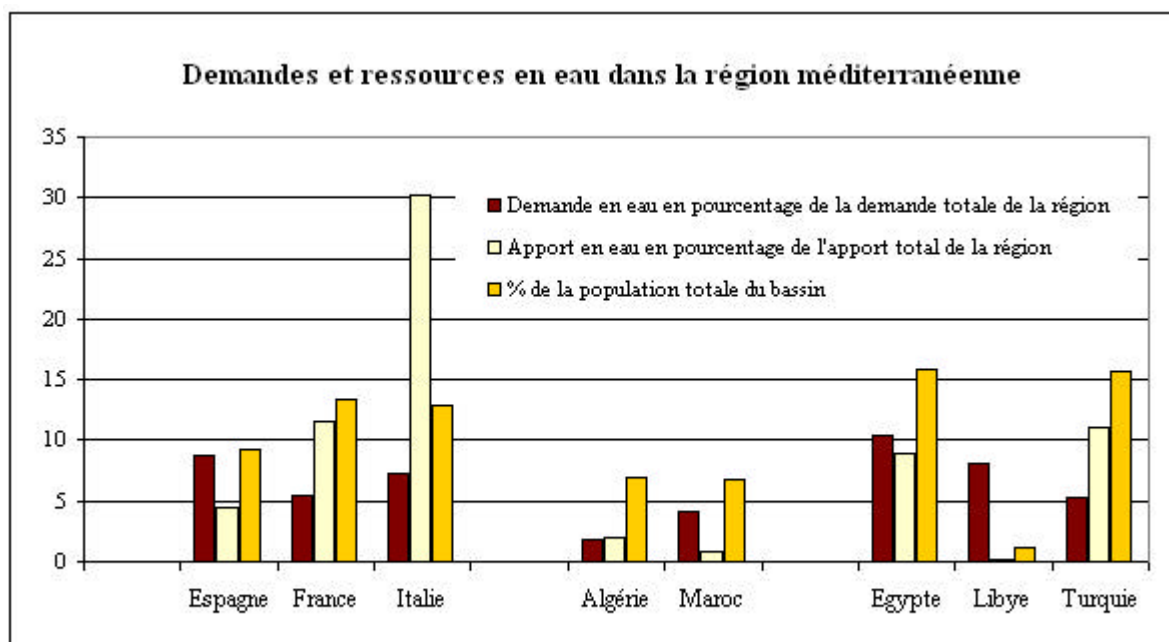
Ces quelques chiffres témoignent d'une tendance lourde observable dans les pays composant le sud du bassin méditerranéen : ces pays ne peuvent espérer augmenter durablement leur capacité d'offre. Tout d'abord, les différences entre les ressources renouvelées annuellement et les ressources effectivement exploitées sont minimes. Ensuite, les niveaux de précipitation sont très faibles et les pertes par évaporation sont très élevées de sorte que l'intensité et la régularité des pluies ne suffisent en général pas à combler les fluctuations de demandes en eau de l'agriculture obligeant à faire appel à l'irrigation. Le cas de l'Egypte est remarquable puisque 97% des surfaces cultivées sont irriguées et que celles-ci représentent 15% de la surface totale du bassin méditerranéen. De même, Israël et le Liban font appel à l'irrigation pour près de la moitié de leurs surfaces cultivées. Enfin, l'ensemble des pays du Sud développe en conséquence leurs systèmes d'irrigation dans des proportions toujours plus importantes accentuant ainsi le stress hydrique.

Une demande principalement agricole

Tout comme les ressources disponibles, les demandes en eau des pays méditerranéens sont très inégalement distribuées et ne se calquent pas sur la taille de leur population respective. Les asymétries peuvent être impressionnantes. Par exemple, la Libye réunit 1,2% de la population de la région et plus de 8% de la demande totale:

² La région méditerranéenne retenue dans cet article est assimilée à ce qu'il convient d'appeler le *bassin méditerranéen conventionnel* comprenant uniquement les pays riverains.

³ On parle aussi de stress hydrique (« water stress »). M. Falkenmark (1995) a proposé des seuils d'interprétation de sorte qu'entre 1000 et 2000 habitants par hm³/an, les individus sont soumis à un stress hydrique et sont qualifiés de pauvres en eau. Au-delà de 2000 habitants par hm³/an, on considère qu'il y a pénurie chronique.



Source: Plan Bleu, 2004

L'agriculture constitue le premier poste d'utilisation de l'eau et, notamment, dans les zones où l'irrigation est fortement répandue. Le sud absorbe près de 41% de l'eau demandée pour l'agriculture dans tout le bassin contre 26% pour l'Est et 32% pour le Nord. C'est en effet dans les pays du Sud et de l'Est (Egypte, Libye ou Syrie) que l'agriculture irriguée occupe la plus grosse part des surfaces cultivées. A l'inverse, c'est dans la région septentrionale que la demande en eau pour les usages domestiques est la plus élevée. Ainsi, les Européens demandent 57% du volume d'eau de l'ensemble de l'espace méditerranéen destiné à ces usages. Enfin, le secteur de l'industrie constitue 39% de la demande totale de la région du Nord⁴.

Les pénuries chroniques devraient toucher 60 millions de personnes d'ici 2025 en particulier dans les pays ayant du mal à mobiliser des ressources exploitables et à satisfaire des besoins croissants (Rosegrant *et al.* 2002a). Les disparités dans les dotations en eau ont poussé les pays à l'adaptation ; la rareté conduisant de manière générale à l'accroissement des coûts d'exploitations des ressources. La réponse à ces situations et à ces perspectives se traduit encore trop souvent par des politiques guidées par la mobilisation de ressources supplémentaires. Ainsi, de nombreux transferts d'eau sont effectués entre les pays de la méditerranée en particulier ceux du Sud et de l'Est, où ils ont «un rôle structurant majeur dans les économies de l'eau» et permettent en temps normal l'équilibrage entre bassins *déficitaires* et bassins *excédentaires* (Burak – 2002). En l'occurrence, les transferts d'eau

⁴ Notons que ce chiffre prend aussi en compte l'eau utilisée pour le refroidissement des centrales thermiques, secteur considérablement moins développé au Sud et à l'Est qu'au Nord.

représentent probablement 3/4 des approvisionnements dans les pays méditerranéens. Pourtant, de plus en plus d'études montrent que l'accroissement de l'offre, réponse traditionnelle des politiques de l'eau, atteint ses limites notamment dans les régions arides et semi-arides. Le passage d'une approche par l'offre à une approche par la demande ouvre un vaste champ de progrès. Ce type d'approche vise à réduire les pertes (fuites, gaspillages) et à améliorer l'efficacité de l'utilisation de la ressource en se focalisant sur les usagers. Cela suppose de coordonner et d'influencer l'action des individus par des mécanismes ou des institutions.

3. L'EAU VIRTUELLE ET L'AGRICULTURE MEDITERRANEENNE

Dépendance en eau et transferts

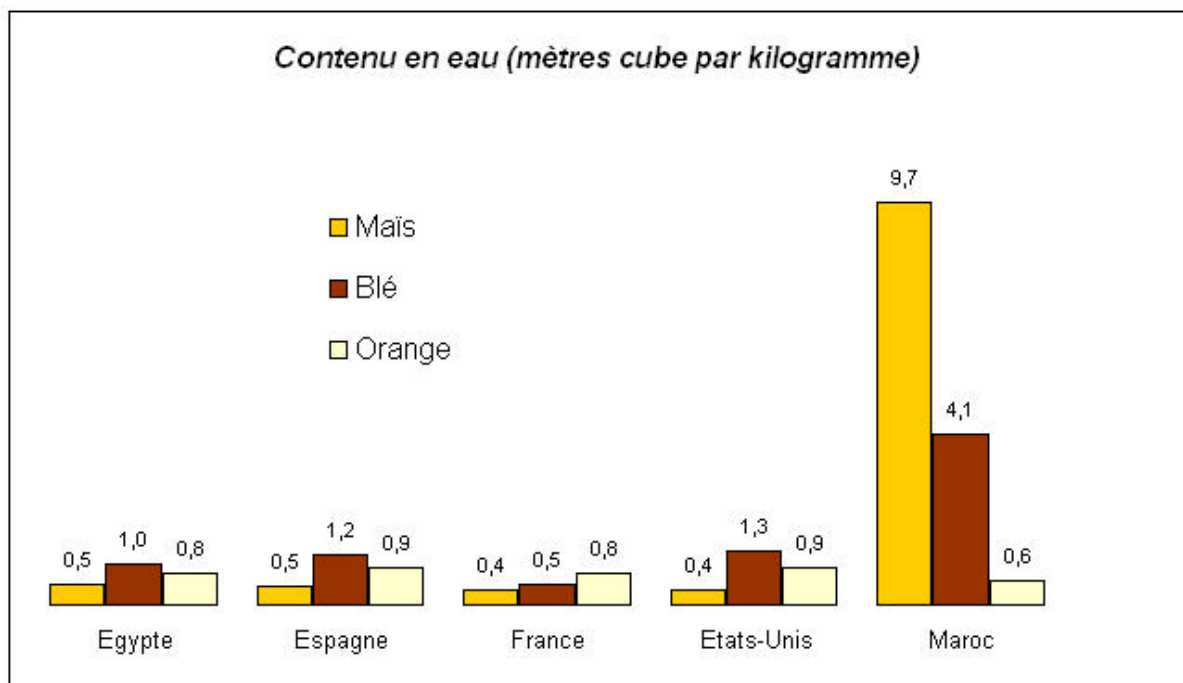
La différence entre emplois et ressources en eau laisse parfois apparaître un solde négatif généralement comblé par l'*importation* d'eau dans le pays concerné par le déficit. On peut donc définir un *indice de dépendance* en eau mesurant le degré d'autonomie en ressources d'un territoire vis-à-vis des pays situés en amont. Cet indice varie théoriquement entre 0% et 100% selon que le pays reçoit de l'extérieur aucune ou toute l'eau nécessaire. Il est intéressant de remarquer que les pays du Sud ne sont pas en moyenne plus dépendants que les pays d'Europe ou que ceux de l'Est de la région méditerranéenne. Les écarts sont tout de même moins bien compensés au sud et à l'est où les valeurs extrêmes sont les plus fortes : au sud, l'Egypte dépend à 97% de ces voisins tandis que l'Algérie et plus encore le Maroc et la Libye sont très proches de l'indépendance totale. A l'est, la Syrie et Israël sont très peu autonomes du point de vue de leurs ressources.

Une telle situation se retrouve dans la mise en œuvre des projets de transfert. Les transferts d'eau ne constituent pourtant pas une gestion en soit puisqu'ils ne font que déplacer des ressources d'un lieu à un autre sans pour autant créer globalement d'économie et comportent même un certain pourcentage de pertes souvent liées à la vétusté des infrastructures. Les économies d'eau pourraient être mises en œuvre régionalement, inter-régionalement ou internationalement par l'intermédiaire d'un outil de gestion assurant l'adéquation entre rareté relative des ressources et objectifs commerciaux agricoles dans le bassin méditerranéen. Pour ce faire, nous utiliserons le concept d'eau virtuelle.

Définition

L'eau virtuelle se définit comme le volume d'eau nécessaire à la production d'un bien ou d'un service (Allan 1993 & 1994). En particulier, les échanges internationaux de produits agricoles

entraînent des transferts virtuels d'un pays à un autre de l'eau utilisée dans le processus de production des dits bien ou service. Cette eau est qualifiée de virtuelle car elle n'est plus présente en tant que telle dans les produits ainsi échangés. Le contenu en eau dépend alors des conditions de production, dans le temps et dans l'espace, et de l'efficacité dans l'utilisation faite de l'eau. Un pays peut économiser ses ressources en eau lorsqu'il décide d'importer le produit plutôt que de le produire lui-même. L'économie réalisée n'est donc pas égale à la quantité d'eau virtuelle contenue dans le produit importé mais à la quantité d'eau qui aurait été nécessaire si ce bien ou ce service avait été produit dans le pays importateur. Par exemple, la production d'un kilo de blé cultivé dans des conditions climatiques favorables, comme en France, requiert en moyenne un demi mètre cube d'eau. En revanche, dans un pays plus aride comme en Egypte ou au Maroc, le volume d'eau nécessaire est de deux à huit fois supérieur. Les disparités sont encore plus criantes pour le maïs :



Sources: FAO, Aqumat, CropWat

Les études récentes ont établi que 67% du commerce total d'eau virtuelle sont associés au commerce international de récolte agricole, 23% au commerce d'animaux et de produits animaux et enfin, 10% au commerce de produits industriels⁵. En principe, les flux d'eau virtuelle peuvent être assimilés à des avantages comparatifs entre pays ayant plus ou moins de ressources en eau (Hakimian 2003 ; Lant 2003). Ainsi, un pays *pauvre en eau* devrait mettre en œuvre une stratégie visant à produire et à exporter des produits contenant peu d'eau virtuelle et à importer ceux ayant des contenus plus importants relativement aux caractéristiques de ses partenaires commerciaux.

⁵ de Hoekstra *et al* (2002)

Etats des échanges d'eau virtuelle en Méditerranée

Parmi les trente premiers exportateurs mondiaux d'eau virtuelle contenue dans les produits agricoles, nous retrouvons quatre pays européens : France, Grèce, Royaume-Uni, Suède et un des PPM (Pays Partenaires Méditerranéens), la Syrie⁶. A l'opposé, parmi les trente premiers importateurs nets, nous retrouvons six pays européens : Pays-Bas, Espagne, Allemagne, Italie, Belgique et Portugal et six PPM : Egypte, Algérie, Maroc, Israël, Jordanie, Tunisie. Les importations nettes d'eau virtuelle pour les pays du bassin méditerranéen approchaient pour la période 1995 à 1999 un volume de 77 km³ par an dont 48 km³ par an pour les PSEM. Les écarts entre région sont significatifs ; le sud est responsable de plus de la moitié de la totalité des importations contre 37% et 10% pour respectivement le Nord et l'est. A l'exception de la France et de la Syrie qui sont exportateurs nets, la très grande majorité des pays sont, en moyenne, importateurs nets d'eau virtuelle. Les plus gros importateurs de la région méditerranéenne sont l'Italie, l'Egypte, l'Espagne et l'Algérie.

4. COMMERCE INTERNATIONAL ET ECONOMIES D'EAU

Pour autant, les effets positifs en termes d'économie d'eau des importations d'eau virtuelle ne pourraient-ils pas être amplifiés par un choix conscient et adéquat de politique commerciale ?

Problématique et hypothèses

Selon les premières études sur les flux mondiaux d'eau virtuelle liés au commerce agricole, près de 13% de l'eau utilisée par le secteur agricole sont exportés sous forme d'eau virtuelle (Renault & Zimmer 2002). Or, la question des échanges Euro-méditerranéens et celle de la gestion de l'eau sont étroitement liées. L'hypothèse à l'origine de cet article est que l'affectation des ressources d'eau aux différentes productions agricoles méditerranéennes n'est pas durablement efficace. Ces inefficiences d'utilisation pourraient-elles être atténuées par la libéralisation du commerce agricole ?

La production agricole croîtra de façon soutenue en particulier dans les pays en développement en réponse à une augmentation de la population et à une légère hausse des prix (OCDE 2002 ; Rosegrant *et al.* 2002a). Ces tendances devraient déboucher sur la mise en culture de surfaces supplémentaires et sur l'accroissement des investissements dans les infrastructures d'irrigation. En conséquence, de nouvelles ressources en eau devront être allouées à la production agricole. Les projections réalisées à l'horizon 2025 prévoient que les prélèvements annuels en Afrique du nord et au Proche-Orient devront augmenter de près de 20%, soit la troisième plus forte progression parmi les dix régions ou groupes de pays mis à l'épreuve. Toutefois, les potentialités des ressources effectivement

⁶ Les chiffres cités dans ce paragraphe sont issus de l'Etude de Hoekstra *et al.* – 2002.

exploitables ne permettent pas une telle pression supplémentaire chez les PSEM. A moins de prévoir des transvasements de bassins additionnels ou d'améliorer considérablement la productivité de l'eau, il faudra envisager la mise en œuvre de stratégies utilisant le concept d'eau virtuelle pour assurer des économies de ressources. L'efficacité de cette approche peut être estimée au travers de l'évaluation des hypothèses suivantes :

HYPOTHESE 1 : Peut-on montrer qu'au niveau de la région méditerranéenne, comme cela a été vérifié au niveau global (De Fraiture et al. – 2004) une économie d'eau est obtenue grâce au commerce des trois produits sélectionnés et à sa libéralisation ? Autrement dit, leur production est-elle réalisée et effectivement exportée par le pays consommant moins d'eau par unité produite ?

HYPOTHESE 2 : Le commerce international permet-il une économie de moyens en sorte que les flux d'eau virtuelle sont réalloués de façon à favoriser les pays utilisant relativement plus les cultures pluviales ? Dans ce cas, une économie d'eau serait réalisée et la productivité de l'eau améliorée au niveau local et régional.

HYPOTHESE 3 : Enfin, suivant l'hypothèse dite de Lant (2003) : et les théories classiques du commerce international, les pays *pauvres* en eau devraient donc importer la nourriture depuis les pays *riches* en eau et réserver cette eau à d'autres usages : domestiques, industriels ou environnementaux.

Scénarios et résultats

Notre étude repose sur trois scénarios impliquant trois produits choisis parmi les avantages comparatifs respectifs des deux rives de la Méditerranée à savoir : *le blé, l'orange et l'huile d'olive*.

Le Blé devrait constituer un avantage comparatif pour l'Union européenne. En 2002, elle produisait plus de 104 millions de tonnes soit près de 20% de la production mondiale. L'ensemble des 10 PSEM produit 36 millions de tonnes soit 6% de la production mondiale. En 2002, le Maroc constituait pour l'Europe le premier fournisseur méditerranéen d'orange exportant près de 205 mille tonnes. L'Egypte, la Tunisie et la Turquie assurent dans une moindre mesure l'approvisionnement d'orange en Europe. Cependant, les oranges provenant d'Espagne se sont aussi largement substituées aux exportations marocaines, l'Espagne ayant vu sa production augmentée de 6% en 2002. L'huile d'olive est un produit dit sensible (FEMISE 2003) car il est considéré comme sources de concurrence potentielle forte entre les pays de l'Union et les PSEM. Cependant, pour une production mondiale de trois millions de tonnes, l'UE représentait en 2002 près de 87% de cette production.

Chaque scénario prend en compte un changement de politique commerciale différent et son impact sur 11 pays ou groupe de pays et sur les trois produits cités précédemment (blé, orange et huile

d'olive) en terme de volumes d'eau virtuelle échangés. De plus trois hypothèses sont testées pour chaque scénario :

SCENARIO 1 : L'Union européenne se libéralise unilatéralement vis-à-vis de ses partenaires méditerranéens et applique un taux zéro à l'entrée des produits sur son marché. En revanche, les PSEM gardent leur protection.

SCENARIO 2 : L'Union européenne se libéralise vis-à-vis de ses partenaires méditerranéens et ces derniers font d'eux même vis-à-vis de l'UE. Pour le reste, les protections bilatérales ne changent pas ; les PSEM conservent leurs barrières entre eux.

SCENARIO 3 : La libéralisation est totale dans la région.

La troisième hypothèse prévoit que le commerce international des produits agricoles, en accord avec la théorie économique, réalloue les flux d'eau virtuelle en fonction de la rareté relative en eau dans les pays considérés. Or les pays concernés utilisent différemment l'eau (agriculture irriguée ou agriculture pluviale) selon le type de culture envisagée ; de même que leurs caractéristiques climatiques, hydrographiques et géographiques respectives leur imposent des besoins en eau différents. Ainsi, nous considérons que l'hypothèse trois ne peut être validée que si et seulement si les deux premières hypothèses l'ont été. Les résultats compilés à partir des simulations sont résumés dans le tableau suivant⁷. Il nous permet de mettre en évidence l'évolution des tests sur les hypothèses faites avant l'étude selon le niveau de libéralisation entre les pays envisagés :

	Scénario 1			Scénario 2			Scénario 3		
	Blé	Huile d'olive	Orange	Blé	Huile d'olive	Orange	Blé	Huile d'olive	Orange
Hypothèse 1	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI
Hypothèse 2	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Hypothèse 3	NON	la-déterminé	OUI	OUI	la-déterminé	OUI	OUI	OUI	OUI

En l'occurrence, plus leurs échanges internationaux sont libérés, plus les hypothèses ont tendance à être confirmées. Notamment pour le blé et pour les oranges pour lesquels une simple libéralisation

⁷ Le lecteur est invité à consulter en annexe les principes de modélisation ayant conduit aux résultats cités ci-après. Les données sont disponibles sur demande auprès de l'auteur et proviennent d'une étude réalisée dans le cadre de l'obtention du diplôme de Master d'Economie des Relations Internationales à l'Institut d'Etudes Politiques – Sciences-Po Paris. Contact : alexandre.levernoy@sciences-po.org

réciproque (Scénario 2) suffit à confirmer l'hypothèse 3. En effet, tandis que dans le premier scénario les importations d'eau virtuelle de l'Union européenne associées au blé augmentaient de 45%, les exportations stagnaient ; lorsque la libéralisation est réciproque, les exportations européennes d'eau virtuelle augmentent de plus de 13hm³ par an. Ce scénario permet en particulier à la Libye d'augmenter ces importations d'eau virtuelle de près de 32%.

Dans le troisième scénario, la libéralisation des échanges amplifie ces effets notamment pour l'huile d'olive. Les échanges entre les PSEM ont considérablement évolué et ces résultats permettent d'évaluer les effets positifs de la création d'une *Zone Arabe de Libre-Echange*. En l'occurrence, la Libye et l'Algérie importent deux fois plus d'eau virtuelle associée au commerce du blé que dans le second scénario ; soit respectivement 23 hm³ et 2,4 hm³. Ces importations sont en majorité originaires de l'Union européenne, de la Tunisie et du Maroc. Etant donné les taux d'irrigation et les nécessités en eau de ces pays, les hypothèses 1 et 2 sont largement remplies. Concernant l'huile d'olive et les oranges, les importations d'eau virtuelle se sont bien réallouées des PSEM (en particulier le Maroc) utilisant relativement moins d'eau vers les PSEM (Israël, Jordanie, Liban) utilisant relativement plus d'eau. Les hypothèses 1 et 2 sont donc confirmées pour ces deux produits.

5. CONCLUSION

Les conséquences de la libéralisation des échanges agricoles des produits considérés dans cette étude sur l'utilisation des ressources en eau seront positives si deux conditions sont remplies. D'abord, il est nécessaire que les plus grands exportateurs utilisent plus efficacement leur eau dans leur processus de production que les importateurs. Ensuite, les exportateurs doivent produire en utilisant plus intensivement l'agriculture pluviale, celle-ci exerçant moins de pression sur les ressources que l'agriculture irriguée.

L'eau est plus que jamais au coeur des relations commerciales agricoles méditerranéennes. Mais, les enjeux sont planétaires ; tout comme les pays du Sud et de l'Est de la région, d'autres pays en développement accroîtront leurs prélèvements en raison d'une augmentation probable de leur production agricole dans les années à venir. Au niveau multilatéral, quelques réponses à ces enjeux ont été esquissées. Les négociations de l'Uruguay Round ont vu éclore le principe de multifonctionnalité prévoyant que les négociations futures devront prendre en compte certains aspects « non commerciaux » des échanges internationaux agricoles. A l'instar de la sécurité alimentaire, l'eau (virtuelle) pourrait devenir un facteur-clé de la définition du concept de multifonctionnalité. Malgré tout, au niveau régional ou local, il n'existe apparemment pas d'exemple de politique ayant prévue d'inclure le concept d'eau virtuelle dans la définition d'une stratégie durable de gestion des ressources.

6. BIBLIOGRAPHIE

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, London, pp. 13-26.

Allan, J.A. 1994. *Overall perspectives on countries and regions*. In: Rogers, P. and Lydon, P. *Water in the Arab World: perspectives and prognoses*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 65-100.

Burak S. 2002. *Politiques de l'eau dans les pays méditerranéens. Synthèse régionale des dossiers pays*. Plan Bleu.

Falkenmark M., 1995. *Coping with Water Scarcity under Rapid Population Growth*. Conference of SADC Ministers, Pretoria 23-24 November 1995.

FEMISE. 2003. *L'impact de la libéralisation agricole dans le contexte du partenariat euro-méditerranéen*. Rapport du Forum euro-méditerranéen des instituts économiques.

Hakimian, H. 2003. *Water scarcity and food imports: an empirical investigation of the 'virtual water' hypothesis in the MENA region*. Review of Middle East Economics and Finance, 2003, vol. 1, issue 1, pages 71-85.

Hoekstra, A.Y. and 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 No.11, IHE, the Netherlands.

Lant, C. 2003. *Virtual water discussion: commentary*. Water International 28, p113-115

OCDE. 2002. *Agricultural Policies in OECD Countries: Monitoring and Evaluation 2002*.

Plan Bleu. 2004. *L'eau et les méditerranéens: situation et perspectives*. PNUE/PAM/Plan Bleu. MAP Technical Report Series n°158. Athènes.

Renault, D. & Zimmer, D. 2002. *Virtual water in food production and global trade: review of methodological issues and primarily results*. World Water Council and FAO-AGLW. Disponible sur http://www.worldwatercouncil.org/virtual_water/documents.shtml.

Rosegrant W., Cai X. & Cline S. 2002a. *Global water outlook to 2025, averting an impending crisis*. International Food Policy Research Institute Washington, D.C., U.S.A. International Water Management Institute Colombo, Sri Lanka.

Rosegrant W., Cai X. & Cline S. 2002b. *World water and food to 2025*. International Food Policy Research Institute Washington, D.C., U.S.A.

7. ANNEXE : MODELISATION

La modélisation complète se scinde en deux parties. D'une part, les changements de politiques commerciales et les variations dans les échanges seront modélisés en équilibre partiel sous *GSIM 25x25*. D'autre part, nous modéliserons les contenus en eau virtuelle et les volumes échangés internationalement grâce au modèle *CROWAT* élaboré par la FAO.

Modélisation du commerce agricole sous GSIM 25x25

Il s'agit d'un modèle en équilibre partiel autorisant l'analyse des changements globaux, régionaux ou unilatéraux de politique commerciale, concernant un produit ou un secteur spécifique et tenant compte des effets de création et de détournement. De ce fait, Il prend en compte les échanges et les tarifs bilatéraux en équivalent ad valorem ainsi que les subventions à la production et à l'exportation. Le modèle repose sur l'hypothèse de Armington introduisant ainsi la différenciation du produit national, les importations étant des substituts imparfaits des produits nationaux (Francois *et al.* – 1997). Enfin, le modèle est basé sur le calcul des élasticités de demande et des élasticités croisées en fonction de la demande agrégée d'importation et de l'élasticité de substitution.

Dans notre modèle, l'Union Européenne (EU 15) correspond à celle regroupant les 15 pays avant l'élargissement du 1^{er} mai 2004 aux dix nouveaux pays. La modélisation comprendra également les 10 PSEM suivants : Algérie, Egypte, Israël, Jordanie, Liban, Libye, Maroc, Syrie, Tunisie et Turquie. Les données portant sur les productions agricoles pour l'année 2002 proviennent de la base de données en ligne de la Food and Agriculture Organization des Nations Unies (FAOSTAT)⁸. Les prix mondiaux sont issus des bases de données de la CNUCED pour le blé et l'huile d'olive et de la Banque Mondiale pour les oranges. Pour ces trois produits, les élasticités de la demande, de l'offre et de substitution sont issues de la base de données TRAINS⁹ de la CNUCED. Les données portant sur l'année 2002 et concernant les échanges commerciaux bilatéraux proviennent de la base de données COMTRADE des Nations Unies. Enfin, les tarifs bilatéraux appliqués sont tirés des bases de données suivantes : TRAINS de la CNUCED, en particulier pour les taux NPF et Market Access DataBase¹⁰ de l'Union européenne en particulier pour les tarifs préférentiels appliqués par l'Union européenne aux importations en provenance de ses partenaires méditerranéens.

Evaluation de la teneur en eau virtuelle

Le modèle *CROPWAT*¹¹ développé par la FAO et utilisé dans cette étude permet d'atteindre trois objectifs :

⁸ Accessible sur <http://faostat.fao.org/>

⁹ Accessible sur <http://r0.unctad.org/trains/>

¹⁰ Accessible sur <http://mkacddb.eu.int/mkacddb2/indexPubli.htm>

¹¹ Disponible sur le site <http://www.fao.org/ag/AGL/AGLW/cropwat.stm>

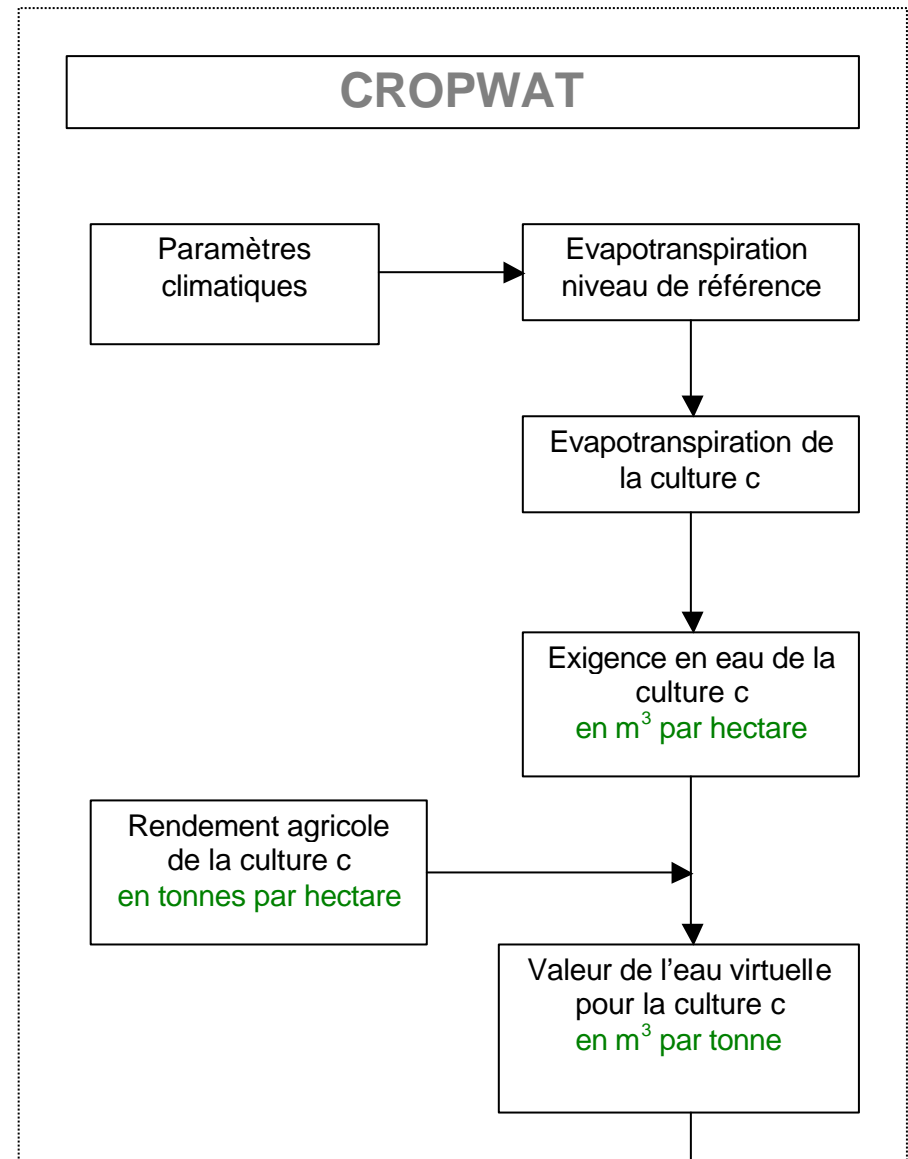
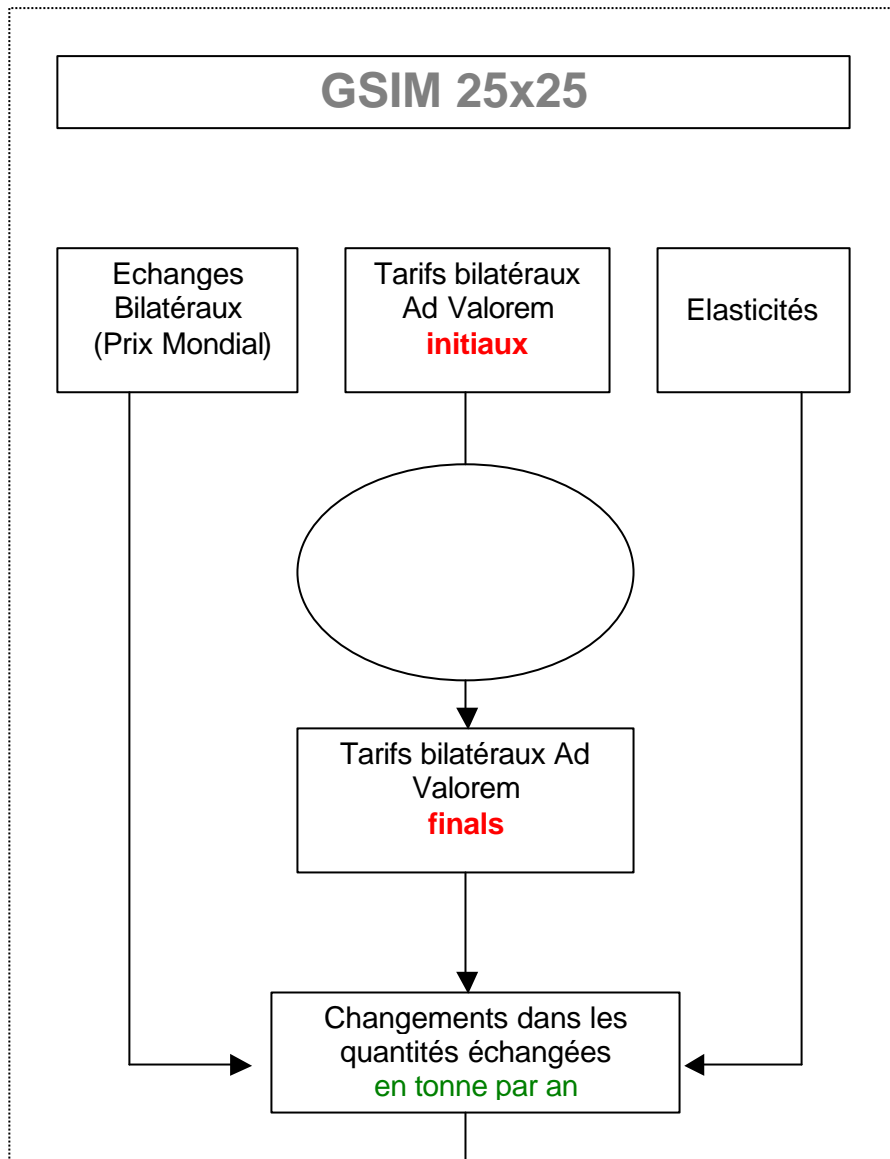
- estimer les quantités d'eau nécessaires pour produire telle ou telle récolte dans différents pays du monde ;
- quantifier le volume des flux d'eau virtuelle échangés entre pays ;
- en le reliant au modèle GSIM, étudier l'effet d'un changement de politique commerciale sur les volumes d'eau virtuelle échangés.

Les sources concernant l'eau sont encore parcimonieuses et plus encore concernant l'eau virtuelle et les différentes variables nécessaires dans son calcul. Cependant, la FAO a développé une série de bases de données dont le contenu a permis de faire progresser les études sur le sujet. Les rendements agricoles pour 2002 sont tirés des bases de données de la FAO. Les exigences en eau des récoltes sont déterminées à partir des scénarios disponibles dans le modèle *CROPWAT pour Windows*. Si les données pour les olives et le blé sont disponibles, les calculs pour l'orange procèdent d'une moyenne relevée pour l'ensemble des agrumes (comprenant citrons, mandarines, orange, et pamplemousses)¹².

Récapitulatif

Le graphique suivant résume la combinaison des deux modèles GSIM et CROPWAT :

¹² Dans ce cas précis, le contenu en eau virtuelle de l'Union européenne procède d'une moyenne pondérée par la production de chacun des pays.



Variation du contenu en eau virtuelle des échanges commerciaux pour le produit c en m³ cube par an