



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Analyser l'impact des marchés de l'eau

Pour une meilleure prise en compte de la rigidité des systèmes de distribution de l'eau et de l'hétérogénéité spatiale

Mme Marielle Montginoul, M Pierre Strosser

Citer ce document / Cite this document :

Montginoul Marielle, Strosser Pierre. Analyser l'impact des marchés de l'eau. In: Économie rurale. N°254, 1999. L'irrigation et la gestion collective de la ressource en eau en France et dans le monde. pp. 20-27;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecoru.1999.5135>

https://www.persee.fr/doc/ecoru_0013-0559_1999_num_254_1_5135

Fichier pdf généré le 26/03/2019

Résumé

La mise en place de marchés de l'eau est parfois proposée pour une réallocation efficiente. Certains existent déjà dans différents pays (États-Unis, Mexique, Inde). Mais l'analyse de leur impact reste rare et insuffisante pour en justifier l'instauration dans d'autres systèmes autrement que d'un point de vue théorique. Après un rappel de la diversité des « marchés de l'eau », l'article s'intéresse à l'impact économique de marchés existants décrits dans la littérature. Il analyse ensuite celui de marchés potentiels d'eau d'irrigation en France et au Pakistan. Les modèles économiques développés soulignent que cet impact est limité et permettent d'identifier des conditions nécessaires pour qu'il soit économiquement significatif. Ces conditions représentent des éléments à mobiliser pour identifier les instruments de gestion adaptés à des environnements physiques et socio-économiques particuliers.

Abstract

Accounting for the rigidity of water delivery systems and spatial heterogeneity for the analysis of the impact of existing and potential water markets

In response to the increasing water scarcity, water markets are sometimes proposed to reach an efficient allocation. Such markets already exist in a number of countries (USA, Mexico, India). However empirical studies analysing the impact of water markets are rare and not sufficient to recommend their implementation in other contexts, apart from a theoretical point of view. After a description of what is called water market the paper focuses on the literature analysing the economic impact of existing water markets. The impact of potential irrigation water markets in France and in Pakistan is then analysed using an economic model based on linear programming; this impact seems limited. However, the study identifies necessary physical and socio-economical conditions for such water markets to have a significant economic impact.

Analyser l'impact des marchés de l'eau

Pour une meilleure prise en compte de la rigidité des systèmes de distribution de l'eau et de l'hétérogénéité spatiale

Les politiques du secteur irrigué dans le monde ont longtemps favorisé l'accès à des ressources en eau supplémentaires pour coloniser de nouveaux espaces, augmenter la production agricole et réduire les risques de famine. La construction de barrages, le développement de nouveaux canaux d'irrigation et l'édification de systèmes de drainage ont été les principaux éléments de ces politiques. Depuis le début des années 1980 cependant, dans un contexte de rareté croissante de la ressource et de compétition entre les différents usages de l'eau, les interventions et le rôle de l'État ont été l'objet de nombreux débats dans les instances nationales et internationales. Ces débats ont permis de faire apparaître un consensus sur la nécessité d'orienter les politiques de l'eau vers une meilleure *gestion de la demande prenant en compte la valeur économique de l'eau* (OECD, 1989; World Bank, 1993; FAO, 1994). Ce consensus, plutôt surprenant compte tenu de la diversité de situations hydrologiques, socio-économiques et politiques des différentes régions du globe, ne s'explique pas uniquement par une rareté croissante des ressources, mais aussi par la crise financière à laquelle font face de nombreux pays dans des contextes de réduction de la dette publique et d'ajustements structurels (Strosser, 1997).

Les modes d'intervention permettant de mieux gérer la demande des usagers sont variés et souvent combinés: autoritaires (établir un quota d'utilisation), négociés (créer des organes de négociation entre acteurs pour une gestion concertée raisonnée des ressources disponibles) ou incitatifs (développer et diffuser de nouvelles pratiques plus économes en eau). Une attention particulière a été portée sur l'instauration de tarifications incitant les usagers à une utilisation efficiente des ressources disponibles (Dinar et Subramanian, 1997). En pratique, cependant, les tarifications proposées visent rarement l'objectif d'efficience, mais plutôt un équilibre budgétaire de l'organisme gestionnaire du système de distribution d'eau (Montginoul, 1997).

Plus récemment, la reconnaissance des limites du rôle de l'État et l'implication accrue d'acteurs privés dans la ges-

tion des systèmes irrigués, l'importance grandissante attachée à la valeur économique de l'eau et la vogue des politiques de tendance libérale, ont conduit à proposer la mise en place de marchés pour gérer les ressources en eau. Découverte ou redécouverte¹, les marchés de l'eau trouvent leurs principaux supporters dans le monde anglo-saxon où de tels marchés sont déjà opérationnels (États-Unis, Australie). Certains fonctionnent aussi dans des pays en voie de développement comme le Chili ou l'Inde. D'un point de vue théorique et sous certaines conditions, ils devraient permettre d'améliorer l'utilisation de l'eau et d'adapter les allocations entre usagers (phénomène de la main invisible) aux évolutions de l'offre et de la demande.

L'objectif de l'article est d'analyser l'impact économique de marchés de l'eau existants et potentiels pour apporter des éléments de réponse à la question suivante: les bénéfices résultant de la mise en place de marchés envisagés par la théorie économique sont-ils possibles, réalisables et sous quelles conditions? Dans un premier temps, il définit ce qu'on appelle *marché de l'eau* et souligne la grande diversité des marchés existants. Dans un second temps, l'analyse se concentre sur l'impact économique de tels marchés, en se basant, d'une part, sur les exemples de marchés décrits dans la littérature, et d'autre part, sur deux études empiriques de l'impact économique de marchés de l'eau potentiels au sein de périmètres irrigués en France et au Pakistan. Les résultats présentés permettent d'identifier des conditions nécessaires pour que les marchés de l'eau aient un impact économique significatif. La conclusion souligne l'importance d'études complémentaires des processus d'allocation et de marchés de l'eau existants, pour tester, renforcer et compléter les résultats préliminaires identifiés.

1. Bien que peu décrits dans la littérature, des marchés de l'eau sont opérationnels depuis longtemps dans certains systèmes irrigués, comme en Espagne au Moyen-Âge (Mass and Anderson, 1978) ou plus récemment aux États-Unis au début du siècle (Hutchins, 1936). Au Pakistan, la vente et l'achat d'eau d'irrigation entre agriculteurs faisait déjà l'objet de débats entre ingénieurs dans les années 1920 (Engineering Congress, Lahore, 1929).

Qu'appelle-t-on marchés de l'eau ?

Un marché de l'eau est, dans un contexte de rareté de la ressource, un lieu d'échange de droits d'eau entre des individus ou des collectivités. Il est instauré pour maximiser le bien-être étant données les ressources, la technologie, les préférences des usagers et la distribution du pouvoir d'achat mais aussi pour répondre à une modification des conditions de production ou de consommation lorsque l'allocation première n'atteint pas ou plus l'efficacité.

1. Les marchés de l'eau du point de vue théorique

Les marchés de l'eau permettent une réallocation efficiente de la ressource, les usagers comparant la valorisation qu'ils retirent de l'eau consommée au prix de l'eau établi sur le marché. Par leur nature même, ils conduisent à un équilibre entre l'offre et la demande et s'adaptent automatiquement à des modifications temporelles de ces deux éléments, d'où une grande flexibilité dans la gestion des ressources en eau. Toutefois, pour qu'ils fonctionnent, certaines conditions doivent être réunies (ces conditions peuvent cependant être considérées comme idéales, des échanges d'eau existant même si elles ne sont pas respectées).

Tout d'abord, *un droit d'eau doit être préalablement défini* pour faire l'objet d'échanges. Pour qu'un marché de l'eau fonctionne, un droit d'eau doit posséder quatre caractéristiques principales (Rosegrant et Binswanger 1994): (1) l'universalité, le droit d'eau devant être reconnu par tous; (2) l'exclusivité, tous les bénéfices et les coûts devant être le résultat de l'appropriation et de l'utilisation de la ressource associée au droit d'eau; (3) la transférabilité (ainsi, l'infrastructure doit pouvoir permettre le transport de la quantité d'eau associée à ce droit); (4) la protection, le droit d'eau devant être garanti et ne pas faire l'objet de contestation ou d'appropriation non souhaitée.

Ensuite, le bon fonctionnement d'un marché présuppose une *allocation initiale des droits d'eau* qui peut être faite selon trois principes (Saliba et Bush, 1987): (1) la proximité par rapport à la ressource (*le plus proche*); (2) la priorité temporelle (*le premier*) entre les usages concurrents; (3) la maximisation de la valorisation économique (*le plus offrant*), par exemple par un système d'enchères.

Enfin, *les externalités doivent être prises en compte* dans l'échange pour éviter l'opposition aux transferts qui peut alors naître (Barton et Thompson, 1993; Bauer, 1996). Les transferts d'eau ont, en effet, des impacts directs sur les droits des autres usagers. Ainsi, un échange de droits d'eau dans une rivière peut modifier le volume d'eau apporté à des usagers ne participant pas à la transaction.

Ces transferts ont aussi des conséquences sur les agents économiques qui n'ont pas de droit d'eau. Tout d'abord, un marché de l'eau peut avoir des conséquences négatives sur les usages non économiques considérant l'eau comme un milieu et non comme une ressource. Ensuite, un trans-

fert d'eau peut avoir un impact sur les secteurs de l'économie situés en aval des usages de l'eau. Enfin les impacts sur le long terme ne sont souvent pas pris en considération du fait de la myopie du marché. Ainsi, un transfert interrégional peut produire des effets pervers indirects, comme des flux monétaires négatifs, des emplois perdus, le déclin de l'économie locale, l'érosion de la base de la taxation ou la rupture sociale (Gould, 1989).

2. Marchés de l'eau: fonctionnement et diversité

Les marchés de l'eau observés dans la pratique sont très divers. En effet, *l'objet de la transaction* n'est pas toujours le même: le droit d'eau correspond à un débit prélevable, un volume disponible ou une part de la réserve ou du flux. Il est un droit proportionnel donnant accès à une part de la ressource existante ou un droit avec priorité donnant accès à une quantité déterminée avec un ordre de priorité. La ressource échangée est souterraine (nappe profonde) ou de surface (écoulement en rivière, eau stockée). De plus, le *transfert* est *permanent* (droit d'accès à la ressource) ou temporaire (volume d'eau ou vente d'un tour d'eau) et prend la forme d'une vente, d'une location à long terme ou saisonnière ou d'une prise d'option.

Ensuite, le marché de l'eau est organisé ou non, formel (reconnu par la législation) ou non.

Enfin, les échanges s'effectuent à l'intérieur d'un même usage ou entre usages, au niveau individuel ou à un niveau plus agrégé (entre groupements d'usagers, organisations publiques ou privées) à une échelle locale, régionale, nationale ou transnationale.

Les différentes catégories identifiées sont en fait liées entre elles. Les marchés entre usages (de l'agriculture vers l'utilisation urbaine) sont en majorité des marchés formels, qui impliquent des droits d'eau et qui font intervenir des organismes de contrôle techniques et administratifs et un système légal. À l'opposé, les marchés entre irrigants sont généralement informels, concernent des volumes d'eau (les droits ne sont souvent pas légalement définis) et font parfois intervenir le gestionnaire du réseau.

Quel impact économique des marchés de l'eau ? Les apports de la littérature

Dans le domaine de la gestion des ressources en eau, peu de publications s'intéressent à l'efficacité et à l'impact économique des marchés. Les apports de la littérature dans ce domaine restent le plus souvent théoriques ou résultent de simulations de modèles économiques généraux plus proches de la théorie que d'une réalité locale. Les analyses empiriques de marchés de l'eau existants restent rares, se cantonnent souvent à une description de leur fonctionnement (types de transferts entre usagers, volumes échangés, prix) et fournissent rarement les éléments nécessaires à une identification claire des impacts économiques (directs ou indirects) découlant de leur instauration (Strosser, 1997).

L'annexe 1 résume l'information économique (au sens large) disponible pour des exemples de marchés de l'eau existants. Elle souligne surtout son manque de cohérence. Par exemple, les bénéfices économiques sont calculés le plus souvent en termes réels mais sont rarement comparés à la valeur économique totale d'un secteur ou à des volumes d'eau transférés. De même, tous les prix ne sont pas unitaires et l'information imparfaite sur les quantités échangées ne permet pas de les recalculer systématiquement.

En raison de leur impact économique important et des problèmes légaux qu'ils posent, les exemples les plus analysés sont les transferts inter-usages, surtout du secteur irrigué vers le secteur urbain. Les transferts à l'intérieur du secteur agricole sont aussi étudiés. Ainsi, les marchés d'eau de puits sont souvent analysés, en particulier ceux existant dans les périmètres irrigués du sous-continent indien, i.e. le Bangladesh, l'Inde et le Pakistan (voir Wood and Palmer-Jones, 1990; Shah, 1985; Meinzen-Dick, 1997; Strosser, 1997). La plupart des études souligne l'impact positif significatif de ces marchés sur les rendements et les marges brutes des cultures, les assolements et/ou les superficies cultivées. Cependant, la productivité agricole des acheteurs reste le plus souvent moindre que celle des propriétaires de puits qui contrôlent directement l'offre en eau qu'ils utilisent pour leurs propres cultures (Meinzen-Dick, 1997; Strosser, 1997).

Le cas du Chili est relativement intéressant, ce pays étant souvent cité dans la littérature comme l'exemple de marchés de l'eau. Certains auteurs attribuent les augmentations de production agricole et de productivité observées au cours des dix dernières années à leur mise en place (Gazmuri, 1994). Cependant, il est probable que la libéralisation totale de l'économie chilienne et du secteur agricole explique une part importante de cette croissance. De plus, des analyses récentes ont permis de souligner un fonctionnement plus limité des marchés de l'eau que ce qui était généralement admis (Hearne, 1995; Bauer, 1997).

Bien que les marchés de l'eau existants aient été généralement peu étudiés, certaines analyses sont relativement riches et fines. Deux publications sont plus particulièrement à signaler: Saliba (1987) analyse en détail l'efficacité économique de marchés de l'eau existants dans les États du sud-ouest des États-Unis mais ne quantifie pas leur impact économique; Howitt (1993) estime l'impact économique direct et indirect de la banque d'eau de 1991 mise en place en Californie pour faire face à une sécheresse exceptionnelle en en soulignant l'hétérogénéité spatiale et en précisant que son succès est principalement dû à son caractère exceptionnel.

La revue de littérature sur l'impact des marchés existants est complétée dans la section suivante par l'étude de deux cas de marchés de l'eau potentiels.

Analyser l'impact économique de marchés de l'eau potentiels

Exemples de la France et du Pakistan

L'objectif des études de cas est l'estimation de l'impact économique qui découlerait du développement de marchés de l'eau dans des systèmes irrigués existants dans la vallée du fleuve Charente en France (où des conflits d'usages ont abouti à la construction d'un nouveau barrage qui reste cependant insuffisant pour couvrir tous les besoins en eau des usagers pendant la période d'étiage) et de l'Indus au Pakistan, pays où la mise en place de marchés de l'eau a été proposée dans le cadre d'une réforme majeure des politiques du secteur irrigué. Les caractéristiques principales de ces deux systèmes et leur contexte physique et socio-économique sont présentés dans le tableau 1. La méthodologie et les résultats sont plus précisément décrits dans Rieu et Palacio (1994) et Montginoul (1997) pour le cas de la Charente, et dans Strosser (1997) pour le cas du Pakistan (tableau 1).

1. Méthodologie d'analyse

La méthodologie proposée pour estimer l'impact économique de marchés dans un système irrigué comporte plusieurs points:

- **Une analyse de la diversité des exploitations agricoles** permet de postuler les principales stratégies et les contraintes des agriculteurs et de construire une typologie des exploitations agricoles.
- **Des modèles économiques individuels** (programmation linéaire) sont développés pour chaque type d'exploitation agricole de la typologie. Ces modèles permettent, en particulier, d'estimer l'impact de changements d'allocation en eau sur les assolements, la production agricole et les revenus bruts des agriculteurs.
- **La diversité spatiale des exploitations agricoles et du milieu physique** est analysée, ce qui permet de comprendre la répartition des différents types d'exploitations au sein du périmètre irrigué et d'identifier des zones homogènes en termes de caractéristiques physiques (types de sol, qualité de la nappe souterraine si existante, engorgement, topographie, etc.) qui influencent la demande en eau et les pratiques culturales.
- **Les contraintes hydrauliques et physiques** sont identifiées. Dans certains cas (telle la Charente, tableau 1), ces contraintes sont relativement faibles et peuvent se formaliser simplement par des bilans de masse ou volume d'eau. Dans d'autres cas (comme le Pakistan, tableau 1), les offres en eau des différents utilisateurs et des différentes périodes de l'année sont fortement corrélées. Un modèle hydraulique de simulation de la distribution de l'eau au sein du périmètre plus complexe est alors nécessaire pour tenir compte des contraintes physiques et opérationnelles. Dans le cas du Pakistan, le modèle SIC (Malaterre et Baume, 1997) a été ainsi calibré et validé pour analyser la distribution de l'eau le long des canaux secondaires et primaires.
- À partir de l'analyse de la diversité spatiale et de l'identification de zones homogènes, **des modèles économi-**

Tableau 1. Les principales caractéristiques des systèmes irrigués étudiés

Caractéristiques principales		Haute vallée de la Charente (France)	La sous-division Chishtian (Pakistan)
Le système irrigué	Ressources en eau	Eau de surface et nappe d'accompagnement	Eau de surface, eau souterraine
	Taille	11 000 hectares irrigués, 300 agriculteurs	70 000 hectares irrigués, 10 000 agriculteurs
	Infrastructure	Fleuve réalimenté par deux barrages (total : 20 Mm ³) construits pour augmenter la ressource et réduire sa variabilité, les usagers pompent l'eau qu'ils utilisent sous-pression.	Système gravitaire. Réseau de canaux (primaires, secondaires, tertiaires) pour distribuer l'eau de surface, avec nombre très limité de structure de contrôle et absence de stockage. Puits privés pompant directement l'eau de la nappe.
	Usagers	Agriculteurs (éleveurs et/ou producteurs de céréales, surtout de maïs), contrainte de débit pour permettre en aval l'alimentation en eau potable de la ville d'Angoulême et l'ostréiculture.	Agriculteurs (métayers et propriétaires, propriétaires de puits, agriculture de subsistance, diversification des cultures), utilisation de l'eau également pour besoins des ménages et de petites industries localisées dans le périmètre irrigué.
Mode de gestion	Objectifs	Répartition équitable de la pénurie. Équilibre budgétaire partiel (une partie des frais de fonctionnement) du gestionnaire des deux barrages.	Équité d'allocation de l'eau de surface entre agriculteurs (même allocation théorique par unité de surface). Pas de gestion raisonnée de l'eau souterraine.
	Rôle des acteurs	Exploitation et maintenance des deux barrages par l'Institution interdépartementale (émanation des 4 conseils généraux). Exploitation et maintenance du matériel de pompage par les agriculteurs.	Exploitation et maintenance des canaux primaires et secondaires et collecte des redevances par département d'irrigation provincial. Exploitation et maintenance des canaux tertiaires et des puits privés par les agriculteurs.
	Instruments	Quota d'eau (environ 2 000 m ³ par hectare irrigué primé) correspondant à la couverture à 85 % des besoins en eau de la culture principale (et la plus consommatrice d'eau) à savoir le maïs. Tarification binôme (75 F/ha irrigué, 0,0375 F/m ³).	Quota d'eau de surface qui combine un tour d'eau (durée) au niveau des canaux tertiaires avec des débits de projet au niveau des canaux secondaires et primaires. Redevances faibles en fonction de la surface irriguée et des cultures.

ques agrégés sont construits, calibrés et validés pour chaque type d'agriculteurs et pour chaque zone à partir des modèles économiques individuels.

• Ces modèles économiques des différentes zones sont ensuite reliés entre eux par le modèle physique de distribution de l'eau (si les contraintes physiques du système sont fortes, comme au Pakistan).

• En faisant varier le prix de l'eau ou les allocations d'eau, ces modèles permettent de construire des courbes reliant allocation et valeur marginale de l'eau. La confrontation de ces courbes, obtenues pour les différentes zones ou types d'agriculteurs, permet d'identifier les quantités réallouées et d'estimer le prix d'équilibre du marché.

• Les modèles économiques permettent alors d'estimer la production agricole et la marge brute des agriculteurs pour la situation actuelle et pour le point d'équilibre du marché, et donc d'évaluer l'impact économique marginal de la mise en place de marchés de l'eau.

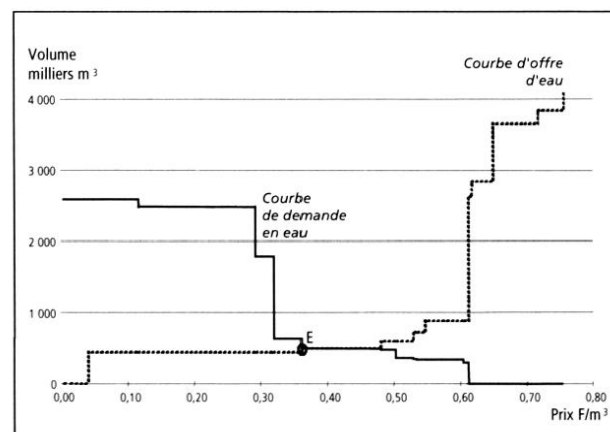
2. Le cas de la Charente

La ressource étant limitée pour les usagers du fleuve Charente, un système de répartition de la pénurie par quotas a été décidé (tableau 1). Un marché de l'eau pourrait donc être envisagé pour atteindre l'efficacité, la répartition initiale ayant été faite sur des critères d'équité. Pour étudier cette possibilité, un modèle est construit permettant l'échange d'eau entre les différents types d'agriculteurs irrigants (la contrainte hydraulique n'existant pas). Six types sont différenciés : deux allient grandes cultures et élevage, le premier (T1) élève des bovins pour la viande, le second (T2) pour le lait. Les quatre autres types sont spécialisés dans les grandes cultures : un type (T3) diversifie les cultures irriguées, les autres se spécialisent dans la culture du maïs irrigué mais consacrent une part plus ou

moins importante de la SAU (Surface agricole utile) à l'irrigation (T4 72 %, T5 37 % et T6 15 %).

À l'équilibre (E), le prix de l'eau est de 0,36 F/m³ (figure 1), soit dix fois le montant de la partie variable de la tarification instaurée par le gestionnaire. Le volume total échangé entre les agriculteurs représente 4 % du volume total alloué aux agriculteurs du bassin versant à travers la procédure de quotas (soit environ 500 000 m³).

Figure 1. Équilibre du marché de l'eau en Charente



Quatre groupes d'agriculteurs sont acheteurs (les éleveurs, T1 et T2, et les deux plus importants irrigants céréaliers, T4 et T5), les deux derniers (le diversificateur T3 et le petit irrigant T6) vendent une partie de leurs quotas (tableau 2). En fait, le volume d'eau échangé correspond à la part du quota non consommée par les agriculteurs T3 et T6. Ceux-ci préfèrent donc vendre ce volume d'eau dès lors qu'il leur rapporte plus ce qu'il leur coûte (à savoir la partie variable de redevance à payer au gestionnaire).

Tableau 2. Impact des échanges sur la distribution de l'eau en Charente

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Quota (en % du volume total)	10	8	20	20	36	6
Valeur marginale de l'eau (F/m ³)	0,48	0,53	0	0,61	0,61	0
Quantité échangée (% du quota initial attribué)	+1	+1	-16	+12	+3	-5
Augmentation du revenu agricole			+4 %	+1,5 %		+1 %

Des quotas échangeables auraient donc un impact positif sur le revenu agrégé des agriculteurs qui augmente de 250 000 F/an (ce qui représente une croissance de 0,7 % environ). Le groupe 3 est le principal gagnant, avec une hausse de l'ordre de 4 % de son revenu tandis que le revenu des types 4 et 6 n'augmentent que de 1 %. Ainsi, l'instauration de marché de l'eau en Charente semble n'avoir qu'un faible impact. Il est même possible de se demander si l'augmentation de revenu permettrait de couvrir les frais à supporter lors de la mise en place de cette nouvelle structure.

3. Le cas du Pakistan

Les premières tentatives de réformes des politiques du secteur irrigué au Pakistan datant de l'époque coloniale et vieilles de plus d'un siècle ont débuté dans les années 1980 avec la mise en place d'associations d'usagers au niveau des canaux tertiaires. Ces tentatives n'ont cependant pas permis de faire face aux problèmes croissants du secteur irrigué, à savoir la faible équité de distribution d'eau de surface, la salinisation et l'engorgement des nappes, la faible productivité agricole et le déficit budgétaire croissant (World Bank, 1994). À partir des années 1990, la remise en cause des principes fondamentaux de gestion de ce secteur a conduit à une réforme majeure approuvée en juillet 1997 par les assemblées provinciales du Pakistan. Pour améliorer la production agricole et réduire le déficit budgétaire du secteur irrigué, cette réforme propose un désengagement partiel des organismes étatiques (départements d'irrigation provinciaux) de la gestion des canaux, la mise en place d'associations d'usagers pour gérer l'exploitation et la maintenance des canaux secondaires et le développement de marchés de l'eau à différentes échelles du système irrigué.

Des marchés de l'eau existent déjà au sein des périmètres irrigués au Pakistan: les agriculteurs soit échangent (de manière non marchande) leurs tours d'eau, soit achètent et vendent de l'eau de puits et, plus rarement, de l'eau de surface. Cependant, ces transactions sont localisées et ne se développent qu'entre agriculteurs d'un même canal tertiaire. D'où la nécessité d'étudier plus en détail la possibilité de mise en place officielle d'échanges marchands entre agriculteurs (ou associations d'agriculteurs) de canaux tertiaires ou secondaires différents, en partant des allocations actuelles d'eau de surface (situation initiale).

Une telle analyse a été effectuée dans la sous-division Chishtian du sud-est du Pendjab (tableau 1).

Toutefois, les échanges doivent tenir compte de certaines contraintes tels les infrastructures existantes et le nombre limité de structures de régulation. Ainsi, il n'existe parfois pas de d'ouvrages de régulation permettant d'allouer l'eau à un agriculteur en particulier: tous les groupes d'agriculteurs situés en aval de la dernière vanne bénéficient alors d'un changement de la taille de celle-ci (augmentation globale de la quantité d'eau reçue si elle est agrandie, diminution sinon).

Les modèles économiques, couplés au modèle hydraulique pour l'analyse des échanges possibles entre canaux secondaires, ont permis d'estimer la relation entre allocation d'eau de surface et valeur marginale de l'eau. Les résultats des simulations montrent que des volumes d'eau relativement importants seraient réalloués entre unités tertiaires et entre unités secondaires. Par exemple, l'instauration d'un marché entre unités tertiaires des canaux secondaires de Fordwah et d'Azim situés dans le périmètre de Chishtian entraînerait une réallocation respectivement de 18 % et de 29 % de la quantité totale d'eau disponible. Au niveau supérieur, ce sont 39 % des volumes d'eau disponibles qui seraient réalloués entre les canaux Fordwah et Azim. Les principaux vendeurs d'eau de surface seraient les zones et les mailles hydrauliques où les coûts d'exploitation des puits sont les plus faibles (en raison de la proximité de la nappe et de l'utilisation de l'électricité, moins chère que le fuel), les agriculteurs de ces zones compensant la vente d'eau de surface par des pompages dans la nappe.

Par rapport à ces quantités relativement importantes, l'impact estimé sur le revenu des exploitations agricoles reste faible: 2 % et 5 % pour les échanges entre canaux tertiaires respectivement de Fordwah et d'Azim; seulement 2 % pour les échanges entre les deux canaux secondaires Fordwah et Azim. Pour tous les cas étudiés, les prix d'équilibre sont bien supérieurs aux redevances actuellement payées par les agriculteurs qui ne prennent pas en compte les quantités d'eau effectivement utilisées.

Discussion

Les résultats des modèles économiques pour les deux cas d'études présentés montrent que l'impact économique direct de marchés de l'eau est limité. En effet, les augmentations du revenu total des exploitations agricoles sont de l'ordre de 2 à 5 %, et ce pour des transferts en eau relativement importants en volume dans le cas du Pakistan.

La méthodologie développée peut être en partie incriminée pour expliquer les résultats obtenus. Dans le cas du Pakistan, par exemple, il est difficile d'identifier les contraintes limitant les pompages d'eau souterraine à intégrer dans les modèles économiques. Cependant, le niveau des contraintes influence la possibilité de compenser des ventes d'eau de surface par des pompages et joue un rôle important dans l'impact potentiel de marchés d'eau de surface. Également, les activités proposées dans les modè-

les économiques ne considèrent pas de nouvelles cultures à haute valeur ajoutée (maraîchage, par exemple), peu développées actuellement mais qui deviendraient intéressantes pour certains agriculteurs pouvant réduire leurs contraintes en eau grâce au marché.

De plus, les impacts de long terme et la durabilité des systèmes irrigués n'ont pas été pris en compte: dans le cas pakistanais, par exemple, l'insaturation de marchés d'eau de surface entraîne des modifications des pompages dans la nappe. Sous certaines conditions de mauvaises qualités de l'eau souterraine, des transferts peuvent conduire à des processus de salinisation et sodification des sols et avoir un impact négatif sur la durabilité des systèmes irrigués. Des pompages supplémentaires auront également un impact sur le niveau de la nappe et peuvent conduire à l'assèchement des puits les moins profonds avec toutes les conséquences qui en résultent.

Les caractéristiques mêmes des systèmes étudiés permettent aussi d'expliquer l'impact réduit de marchés de l'eau potentiels. Plus particulièrement:

- La rareté de la ressource en eau: dans les deux systèmes étudiés, mais pour des raisons différentes, il est difficile de parler de rareté de ressource. Dans le cas de la Charente, les allocations définies sont en fait très proches des utilisations en eau actuelles des irrigants. Au Pakistan, la nappe souterraine non contrôlée permet de compenser des réductions et des changements d'allocation d'eau de surface. Cependant si ces deux éléments sont valides dans le court terme, à long terme, suite à des modifications de la demande en Charente ou à une baisse trop importante de la nappe au Pakistan, les nécessités de réallocation devraient être plus fortes et conduire à des impacts économiques plus importants.
- Les contraintes physiques et d'infrastructure: l'infrastructure existante est une contrainte importante dans le cas du Pakistan. En effet, la possibilité de réallocation entre des périodes de l'année aux valeurs marginales de l'eau significativement différentes n'existe pas. De même, l'absence de structure de contrôle le long des canaux secondaires et à la tête des canaux tertiaires impose une rigidité à la réallocation de l'eau entre canaux tertiaires d'un même canal secondaire. L'importance de structure de stockage et de contrôle est également soulignée dans la littérature: en effet, les marchés existants les plus actifs sont décrits pour des systèmes irrigués comportant des

barrages et permettant de réallouer facilement l'eau entre usagers et entre périodes (Strosser, 1997)².

- L'homogénéité relative des systèmes de production existants: les différences de marge brute par unité de surface et de valeur marginale de l'eau entre groupes d'agriculteurs et zones du périmètre sont relativement faibles dans les deux cas. Ceci se traduit par des échanges où les volumes sont importants mais l'impact faible. La littérature souligne également cet aspect: les impacts économiques les plus importants sont identifiés pour des transferts marchands entre usages (agriculture vers utilisation urbaine par exemple) ou dans des systèmes irrigués combinant des cultures à faible (comme les fourrages) et à haute valeur ajoutée (par exemple, l'arboriculture).

Conclusion

Les études empiriques de processus d'allocation et de marchés de l'eau existants restent trop rares (Howe *et al.*, 1986; Saliba, 1987; Strosser, 1997). Un effort de recherche dans ce domaine est à fournir pour mieux identifier les conditions nécessaires, d'une part, à la mise en place de nouveaux modes de gestion et d'allocation des ressources en eau, et, d'autre part, pour avoir un impact économique significatif de ces nouveaux modes de gestion et d'allocation.

De telles études ne peuvent se limiter à une analyse économique et doivent inclure l'analyse des phénomènes de circulation de l'eau et l'identification des contraintes physiques. Il est aussi nécessaire de considérer les aspects institutionnels et organisationnels (définition des droits, des acteurs et de leurs rôles dans la confrontation effective entre l'offre et la demande, des échanges, suivi et contrôle de ces échanges) et opérationnels (comment exploiter le réseau pour effectivement modifier les allocations aux différents usagers en fonction du marché). Sont enfin importants à prendre en compte, les impacts sur le long terme et sur la durabilité des systèmes irrigués.

Marielle MONTGINOUL • Pierre STROSSER
CEMAGREF, UR Irrigation, Montpellier

2. Citons le périmètre irrigué du barrage Colorado-Big Thompson aux États-Unis (Michelsen, 1994), des systèmes irrigués en Australie (Pigram, 1992), la Banque de l'eau aux États-Unis (Howitt, 1993) et les marchés de l'eau intensifs au Chili (Hearne, 1995; Bauer, 1997).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barton H. et J.R. Thompson. *Institutional perspectives on water policy and markets*. California Law Review, 1993, 81 (3), pp. 671-764.
- Bauer C.J. *Water markets and the principles of Dublin*. Working paper, Université de Californie, États-Unis, 1996.
- Bauer C.J. *Bringing water markets down to earth: the political economy of water rights in Chile, 1976-1995*. World Development, 1997, 25 (5), pp. 639-656.
- Chang C. et R.C. Griffin. *Water marketing as a reallocation institution in Texas*. Water Resources Research, 1992, 28 (3), pp. 879-890.
- Dinar A. et A. Subramanian. *Water Pricing Experiences – An international Perspective*. World Bank Technical Paper, 1997, 386.
- Food and Agriculture Organization (FAO). *Reforming water resources policy – A guide to methods, processes and practices*. FAO Irrigation and Drainage Paper, Rome, 1994, 52.
- Gazmuri R. *Chilean water policy*. Short Report Series on Locally Managed Irrigation, Report 3, International Irrigation Management Institute, Colombo, 1994.
- Gould G.A. *Transfer of water rights*. Natural Resources Journal, 1989, 29, pp. 457-477.
- Hearne R. *The market allocation of natural resources: transactions of water use rights in Chile*. Unpublished Ph.D. dissertation, University of Minnesota, Minneapolis, 1995.
- Hearne R. et W. Easter. *Water allocation and water markets: an analysis of gains-from-trade in Chile*. The World Bank, Washington D.C., 1995.
- Howe C.W., Schurmeir D.R. et W.D. Shaw. *Innovative approaches to water allocation: the potential for water markets*. Water Resources Research, 1986, 22 (4), pp. 439-445.
- Howitt R. *Empirical analysis of water market institutions: the 1991 Californian water market*. International Workshop on Economic Aspects of International Water Resources Utilization in the Mediterranean Basin, Milan, Italie, oct. 1993.
- Hutchins W. *Mutual irrigation companies in California and Utah*. Farm Credit Association, Cooperative Division, Washington D.C., 1936, bulletin n° 8.
- Maas A. et R.L. Anderson. *And the desert shall rejoice: conflicts, growth and justice in arid environment*. The MIT Press, Cambridge, 1978.
- Malaterre P.O. et J.-P. Baume. *SIC 3.0, a simulation model for canal automation design*. Proceedings of the International Workshop on Regulation of Irrigation Canals: State of the Art of Research and Applications, Marrakech, 1997.
- Meinzen-Dick R. *Groundwater markets in Pakistan: participation and productivity*. Research Report 105, International Food Policy Research Institute, Washington D.C., 1997.
- Michelsen A.M. *Administrative, institutional and structural characteristics of an active water market*. Water Resources Bulletin, 1994, 30 (6), pp. 971-982.
- Montginoul M. *Une approche économique de la gestion de l'eau d'irrigation: des instruments, de l'information et des acteurs*. Unpublished Ph.D. dissertation, Université de Montpellier I, 1997.
- Organization of Economic Cooperation and Development (OECD). *Water resource Management: integrated policies*. OECD, Paris, 1989.
- Pigram J.J. *Transferable water entitlements in Australia*. Center for Water Policy Research, University of New South Wales, 1992.
- Rieu T. et V. Palacio. *Équipement hydrauliques collectifs et réforme de la PAC: des conséquences conflictuelles? Le cas d'un projet de barrage en Charente*. Actes et communications de l'AIP, séminaire d'Économie et de Sociologie rurale, déc. 1994.
- Rosegrant M. et H. Binswanger. *Markets in tradable water rights: potentials for efficiency gains in developing-country water resource allocation*. World Development, 1994, 22 (11), pp. 1613-1625.
- Saliba B.C. *Do water markets «work»? Market transfers and trade-offs in the southwestern States*. Water Resources Research, 1987, 23 (7), pp. 1113-1122.
- Saliba B.C. and D.B. Bush. *Water marketing in the Southwest – Can market prices be used to evaluate supply augmentation projects?* Technical Bulletin, US For. Serv., Washington D.C., 1987.
- Shah T. *Transforming groundwater markets into powerful instruments of small farmer development: Lessons from Punjab, Uttar Pradesh and Gujarat*. Network Paper 11d, Overseas Development Institute, London, 1985.
- Simon B. et D. Anderson. *Water auctions as an allocation mechanism in Victoria, Australia*. Water Resources Bulletin, 1990, 26 (3).
- Strosser P. *Analyzing alternative policy instruments for the irrigation sector – An assessment of the potential for water market development in the Chishtian Sub-division*. Wageningen Agricultural University, Wageningen, 1997.
- Wood G.D. et R. Palmer-Jones. *The water sellers: A cooperative venture by the rural poor*. Kumarian Press, West Hartford, 1990.
- World Bank. *Water resources management: A World Bank policy paper*. World Bank, Washington D.C., 1993.
- World Bank. *Pakistan irrigation and drainage: issues and options*. Report 11884-PAK, World Bank, Washington D.C., 1994.

ANNEXE

Prix et impact économique des marchés de l'eau

Quelques exemples de la littérature (adaptée de Strosser, 1997)

Variables	Chili (Hearne, 1995 ; Hearne and Easter, 1995 ; Gazmuri, 1994)	Australie (Pigram, 1992)	États du sud-ouest des États-Unis (Saliba, 1987)	Vente aux enchères dans l'État de Victoria, Australie (Simon et Anderson, 1990)	Projet du Colorado Big-Thompson (Michelsen, 1994)	Vallée du Rio Grande, Texas (Chang et Griffin, 1992)	Banque de l'Eau de 1991, Californie, États-Unis (Howitt, 1993)
Type de transfert	Echanges intra et inter-sectoriels	À l'intérieur de l'agriculture, permanents et temporaires	De l'agriculture au secteur urbain	Enchères des nouvelles ressources pour les irrigants	Vente de parts dans le secteur agricole et entre les secteurs	Ventes de droits d'eau et location principalement de l'agriculture au secteur urbain	Échanges temporaires inter-sectoriels
Intensité, volumes	Information générale limitée	620 transactions temporaires et 46 permanentes en 87/88 de 157 106 m ³ (5-10 % de l'usage total)		2 300 mégalitres vendus en 6 enchères (= 75 % du volume total offert)	30 % des parts vendues au cours de 2 700 transactions entre 1970-1993, 30 % des volumes loués chaque année	152 changent d'usages entre 1971-1990 (3 % de l'eau totale), 10 % des volumes loués annuellement	1,013 MCM achetés et 0,488 MCM vendus par la banque d'eau
Prix/valeur de l'eau	400-4 000 US\$ par l/s entre agriculteurs, en moyenne 950 US\$ et jusqu'à 4 000 de l'agriculture aux villes	de 0,05 à 0,135 Aus\$/ m ³	300-1 300 US\$ par pied-acre, jusqu'à 3 500-4 000 dans certains cas	En moyenne, de 100 à 330 Aus\$ par mégalitre (maximum 775)		Changement d'usage : 0,4-0,5 US\$/m ³ Location/an : 0,007-0,035 US\$ / m ³	Prix d'achat : 0,1 US\$/m ³ Prix de vente : 0,14 US\$/m ³
Gains économiques nets	de 1,65 à 285 US\$/ m ³					10 US\$/m ³	106 millions de US\$
Autres gains et pertes économiques							Impact négatif sur les sols et les zones humides
Remarques	D'importants bénéfices financiers mais de faibles gains économiques pour la société pour certains transferts		Des prix de marché reflétant les valeurs marginales. Des estimations de la croissance et des valeurs futures.	Contraintes sur les vendeurs potentiels ce qui maintient les prix à un faible niveau	Seulement 17 % des ressources en eau totales potentiellement transférables entre les usagers	Estimations de transferts entre deux villes	Concentration locale des ventes d'eau induisant des pertes économiques dans les régions exportatrices