



Perspectives chinoises

2008/2 | 2008

Vers une nouvelle politique économique pour la Chine rurale ?

Pénurie d'eau, transfert des eaux agricoles et équité sociale dans le bassin de la rivière Chaobai

Zhou Yuan et Yang Hong



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/perspectiveschinoises/4023>

ISSN : 1996-4609

Éditeur

Centre d'étude français sur la Chine contemporaine

Édition imprimée

Date de publication : 1 avril 2008

Pagination : 49-59

ISSN : 1021-9013

Référence électronique

Zhou Yuan et Yang Hong, « Pénurie d'eau, transfert des eaux agricoles et équité sociale dans le bassin de la rivière Chaobai », *Perspectives chinoises* [En ligne], 2008/2 | 2008, mis en ligne le 01 avril 2011, consulté le 06 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/perspectiveschinoises/4023>

Pénurie d'eau, transfert des eaux agricoles et équité sociale dans le bassin de la rivière Chaobai

ZHOU YUAN ET YANG HONG

La pénurie d'eau a provoqué une tendance de plus en plus marquée à la réallocation des ressources en eau du secteur agricole vers les secteurs industriels et urbains. Sur la base d'une enquête concernant 349 ménages agricoles et leurs exploitations dans le bassin versant de la rivière Chaobai, cette étude examine l'impact de ces réallocations sur la production des récoltes et sur les revenus des agriculteurs, et elle évalue le décalage entre le niveau actuel des compensations financières et la perte réelle de revenus. Il apparaît que la compensation actuelle reçue par les agriculteurs est généralement inférieure à la perte causée par la réduction de l'irrigation. Des mécanismes de compensation transparents, équitables et légalement protégés sont indispensables afin de trouver un modus vivendi pérenne pour le partage de l'eau et de permettre une utilisation viable des ressources.

La pénurie d'eau est de plus en plus problématique dans le nord de la Chine du fait d'une demande croissante face à des réserves limitées. Les trois bassins majeurs du nord de la Chine, ceux des rivières Huaihe, Haihe et Huanghe (fleuve Jaune), présentent des niveaux en eau inférieurs à la moitié du seuil de pénurie sévère fixé à 1 000 m³ d'eau renouvelable *per capita*⁽¹⁾. Par ailleurs la Chine du nord possède globalement 20 % des ressources en eau de la nation, alors qu'elle représente 64 % de la superficie du pays⁽²⁾.

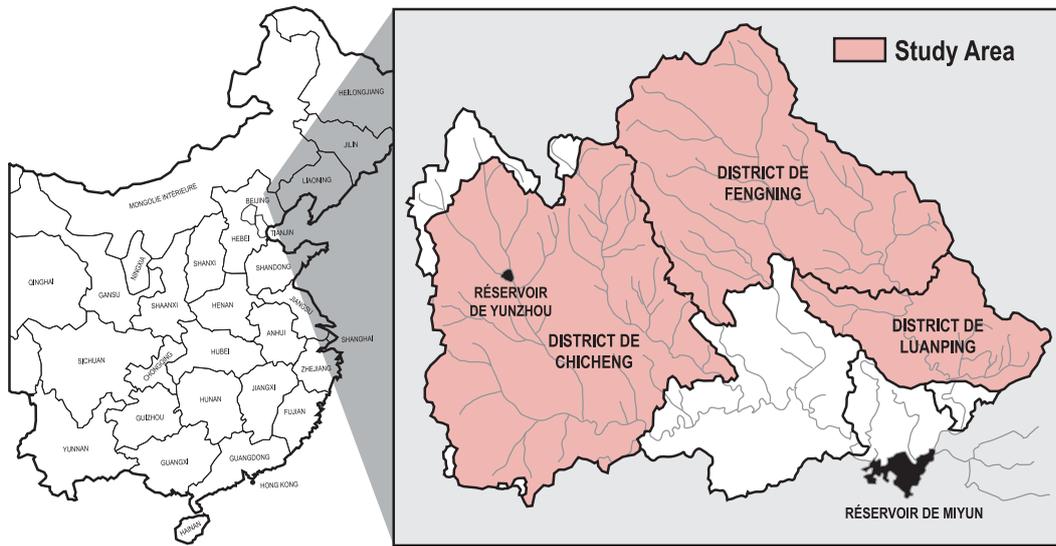
L'utilisation grandissante de l'eau pour l'irrigation s'est accompagnée d'une demande croissante de l'industrie, et les réserves s'en trouvent aujourd'hui pratiquement épuisées. Les conséquences de la pénurie sont effrayantes et se manifestent par l'assèchement des rivières, la baisse du niveau des nappes phréatiques, et une pollution massive de l'eau. La pénurie a également intensifié les conflits d'usage de l'eau entre les régions situées en amont et en aval, ainsi qu'entre le secteur agricole et les secteurs urbain et industriel. La réallocation des eaux agricoles vers ces deux derniers secteurs est devenue de plus en plus courante ces dernières années et constitue une nouvelle menace pour l'environnement.

L'étude du bassin de la rivière Chaobai, qui doit faire face, comme d'autres bassins ou rivières en Chine, aux difficultés énoncées ci-dessus, permettra d'illustrer les divers problèmes associés aux transferts de l'eau.

La zone que nous allons étudier dans le bassin de la rivière Chaobai se situe en amont du réservoir de Miyun qui constitue la source la plus importante d'eau potable de Pékin. Notre zone d'étude compte trois districts de la province de Hebei, à savoir Chicheng, Fengning et Luanping, sur une superficie de 10 877 km² (voir carte 1). Cette zone est dominée par un climat continental tempéré avec mousson, avec des précipitations variant entre 350 mm et 690 mm, concentrées entre juin et septembre. L'écoulement annuel moyen de ce bassin versant jusqu'au réservoir de Miyun est d'environ 752 millions de m³. Dans les dernières décennies, cet écoulement a toutefois décliné du fait de précipitations variables et d'une augmentation notoire de la consommation

1. X. Cai et M.W. Rosegrant, « Water management and food production in China and India: A comparative assessment », *Water Policy*, 7(6), 2005, p. 643-663.
2. China Statistical Yearbook, 2005, <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/>, visité en janvier 2008.

Figure 1. Carte de la zone étudiée dans le bassin de la rivière Chaobai



d'eau. Par ailleurs, la qualité de l'eau s'est détériorée en raison de l'érosion des sols et du déversement des eaux usées de l'industrie et de l'agriculture⁽³⁾.

Face à cette situation, les autorités pékinoises ont négocié avec ces trois districts la réduction de leur utilisation d'eau, et en particulier dans le secteur agricole. Les efforts se sont développés autour de deux axes : premièrement des investissements ont été effectués afin d'améliorer l'infrastructure d'irrigation, combattre l'érosion due à l'eau et l'érosion des sols, et promouvoir les projets visant à économiser les ressources en eau. Deuxièmement, une série d'interventions et de politiques ont été mises en œuvre, comme la conversion en forêt et en pâturage des terrains agricoles en pente, la mise en place de zones spécifiques interdites au pâturage, la rétention d'eau durant le temps de pousse des récoltes et, plus récemment, la conversion en culture sèche du riz paddy. Beaucoup de ces mesures ont eu un impact négatif sur la productivité et sur les moyens de subsistance des agriculteurs, et la question de la compensation n'a été considérée que très récemment comme un point essentiel des arrangements liés à la réallocation des eaux. Deux questions en particulier ont été négligées lors de la mise en application des mesures citées ci-dessus. Tout d'abord, dans quelle mesure le manque d'accès aux eaux d'irrigation a-t-il contribué à détériorer la situation des agriculteurs locaux en termes de productivité et de perte de revenu ? Ensuite, quel niveau de compensation les agriculteurs devraient-ils recevoir pour l'adoption de ces mesures ?

Outre l'aménagement des réserves, la question de la qualité de l'eau est également l'objet de nombreuses inquiétudes. Il existe essentiellement deux sources de pollution de l'eau : celles dites localisées, comme le déversement de polluants par les industries, et les sources non localisées, qui désignent la pollution générée par les terres agricoles, l'élevage animal et l'érosion des sols. Les sources localisées étant relativement simples à réguler, par l'imposition d'interdictions ou par l'arrêt des industries métalliques ou minières dans les districts en amont, les sources non localisées sont devenues les sources principales de pollution des eaux du réservoir de Miyun. L'étude de Wang *et al.*⁽⁴⁾ montre que les sources non localisées contribuent à la charge polluante du réservoir de Miyun à hauteur de 73 % de la demande chimique en oxygène (COD), de 94 % de l'azote ammoniacal (NH₃-N), 75 % de l'azote (N) total et de 94 % de l'ion phosphate (HPO₄). La perte de nutriments due aux engrais est l'élément principal de la pollution causée par les terrains agricoles.

Sur la base de nos enquêtes auprès de ménages agricoles, cette étude examine l'impact de la réduction de l'irrigation sur la production agricole et sur le revenu des ménages dans ce bassin et tente d'identifier le décalage entre les niveaux

3. C. Peisert et E. Sternfeld, « Quenching Beijing's thirst: the need for integrated management for the endangered Miyun reservoir », *China Environmental Series*, 7, 2004, p. 33-45.

4. X. Wang *et al.*, « Non-point source pollution loading of Miyun reservoir, Beijing », *Urban Environment & Urban Ecology*, 16(1), 2003, p. 31-33.



À la campagne, une femme observe les tuyaux servant à pomper l'eau depuis un réservoir presque à sec.

© AFP

de compensation actuels et la perte réelle de revenu des agriculteurs suite à l'adoption de ces mesures. En outre, cet article analyse la question de la qualité de l'eau, notamment à travers l'usage des engrais. À partir des résultats, quelques implications liées aux politiques seront discutées, et des recommandations pour les développements futurs seront proposées.

Données et description des caractéristiques de l'agriculture

Données d'enquête auprès des ménages

Les données sont issues d'une enquête menée auprès des ménages entre juillet et décembre 2006 avec la collaboration de l'Institut de recherche en sciences géographiques et sur les ressources naturelles de l'Académie des sciences de Chine. Proportionnellement à la surface étudiée, et en tenant compte de la distribution de la population rurale, nous avons sélectionné pour l'enquête cinq cantons dans le district de Chicheng, quatre dans le district de Fengning et deux dans le district de Luanping. Les communes s'étalent entre l'amont, la zone médiane et l'aval du bassin versant. Trois villages représentatifs ont été sélectionnés dans chaque canton. Environ dix ménages dans chaque village ont été tirés

au hasard pour conduire des interviews auprès des chefs de famille et des personnes responsables des activités agricoles. L'enquête couvre au total 34 villages et 349 ménages agricoles.

Le questionnaire des enquêtes a été conçu pour obtenir le plus d'informations possible sur la structure démographique des ménages, la terre et l'irrigation, les investissements et la production agricoles, les sources de revenu, ainsi que sur le processus décisionnel concernant l'irrigation et l'application de fertilisants. Les assistants de recherche qui ont mené les entretiens au cours de l'enquête ont reçu une formation préalable. L'enquête contient, en particulier, une série de questions concernant spécifiquement les parcelles agricoles : taille, statut d'irrigation, propriété, type de sol, fertilité du sol, distance du foyer, topographie et pente, récoltes, intensité des récoltes, rotation des cultures, et cas de catastrophes naturelles. Pour chaque ménage, des informations détaillées sur les trois plus grandes parcelles ont été collectées pour l'année 2005. Par ailleurs, nous avons collecté des données sur le revenu total des ménages et sur chaque source de revenu incluant le revenu des récoltes, le revenu non agricole, le revenu du bétail et les autres revenus. Dans cette étude, le revenu agricole fait référence au revenu brut duquel ont été décomptés les coûts de production, en tenant compte de la valeur de marché des récoltes produites pour l'autocon-

somation. Le revenu non agricole inclut les salaires perçus par le ménage pour des travaux agricoles et non agricoles, le revenu généré par des commerces autogérés, et les transferts financiers provenant de membres ayant migré. Le revenu du bétail inclut le revenu net généré par l'élevage et comprend les produits dérivés. Le reste du revenu est retenu comme « autre revenu » et peut inclure les pensions de retraite, le gain de l'affermage ou de la vente d'actifs, ainsi que d'autres sources non identifiables.

Caractéristiques de l'agriculture

L'agriculture est dominée par une culture de subsistance de petite échelle fondée principalement sur le maïs. Les conditions agro-climatiques permettent une récolte de maïs par an. Les autres cultures incluent le millet, le sorgho, les légumineuses et les tubercules. Sur un petit pourcentage des terres on fait pousser du riz paddy et des cultures de rente, comme les graines oléagineuses et les légumes. L'utilisation de l'eau à des fins agricoles représente plus de 70 % des eaux puisées dans la zone⁽⁵⁾. En raison du climat semi-aride et de l'environnement montagneux la plupart des cultures sont des cultures sèches et les terres irriguées constituent moins de 20 % des terres arables⁽⁶⁾. L'irrigation de surface, gratuite, est caractérisée par des canaux désuets, des fuites importantes et un approvisionnement en eau peu fiable. Les utilisateurs des nappes phréatiques doivent, quant à eux, payer des frais de pompage s'élevant en moyenne à 20-25 yuans par *mu* (unité de surface chinoise : 1 *mu* = 1/15 d'hectare) soit environ 14 % du total des dépenses en capital pour la culture du maïs. La jachère ou la rotation routinière des cultures sont rarement pratiquées dans la région. Le renouvellement en nutriments repose donc exclusivement sur l'application de fumier et d'engrais chimiques.

La zone étudiée est caractérisée par des revenus bas et les trois districts étudiés sont classés comme districts pauvres à l'échelle nationale. Un nombre considérable de personnes de la jeune génération ont quitté leur foyer pour chercher un emploi à l'extérieur, considérant le métier d'agriculteur peu attrayant. Les agriculteurs locaux s'efforcent de générer des revenus non agricoles par le biais des travaux saisonniers afin d'améliorer leur niveau de vie. Ces travaux incluent de petites activités commerciales, ou des travaux de maintenance en tant que chauffeurs, travailleurs dans le bâtiment ou dans les chaudières en saisons non agricoles. Les offres d'emploi étant rares et les revenus négligeables, la zone reste sous-développée. La réduction de la pauvreté est l'un des problèmes qui doivent être très rapidement pris en main.

Les caractéristiques générales des agriculteurs interrogés sont présentées dans le tableau 1.

Conséquence du transfert des eaux agricoles sur les récoltes et le revenu des ménages

Le transfert des eaux agricoles d'amont vers l'industrie et les municipalités des zones en aval a causé une réduction directe des eaux d'irrigation dans la zone étudiée. Son impact peut donc être analysé en examinant les conséquences de la réduction de l'irrigation sur les récoltes et les revenus des agriculteurs. Les zones affectées étant en partie localisées dans la zone étudiée, il est possible d'analyser les différences de récoltes et de revenus entre les ménages agricoles bénéficiant ou ne bénéficiant pas de terres irriguées. La littérature sur le sujet suggère une forte relation entre pauvreté et accès à l'irrigation⁽⁷⁾. Des liens directs sont observables localement et au niveau des ménages, et des liens indirects opèrent au niveau des agrégats ou aux niveaux sub-national et national. L'irrigation permet aux petits agriculteurs une production plus élevée, des récoltes plus importantes, un risque moindre d'échec des cultures, et un emploi agricole et non agricole plus important tout au long de l'année.

Selon les exploitants interrogés, le maïs produit les récoltes les plus importantes dans cette zone et il est le plus adapté aux conditions climatiques locales. Bien qu'il ne constitue pas l'aliment principal, le maïs contribue de manière essentielle aux besoins alimentaires par le biais de l'échange ou du commerce, en générant des revenus et en fournissant des fourrages pour le bétail. Notre enquête a examiné les principales ressources alimentaires. 70 % des ménages interrogés ont identifié « la vente de maïs pour l'achat de grains » comme étant leur ressource alimentaire principale, tandis que 36 % ont évoqué « l'échange de maïs contre du blé ou du riz ». En revanche, seulement 5 % des foyers dépendent entièrement d'achats alimentaires. L'analyse qui suit se concentrera donc sur le maïs pour illustrer l'impact de l'irrigation sur les récoltes.

5. W.F. Dong, « Miyun shuiku shang you "tui dao huan han" jieshuijiang jiqi dui nongmin de yingxiang yanjiu » (Étude des conséquences de la "politique de conversion du riz en culture sèche" sur les économies d'eau et les agriculteurs en amont du réservoir de Miyun), Thèse de doctorat, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, 2006.

6. *Ibid.*

7. I. Hussain et M. A. Hanjra, « Irrigation and poverty alleviation: review of the empirical evidence », *Irrigation and Drainage*, 53, 2004, p. 1-15.

Tableau 1. Caractéristiques générales des exploitants interrogés et des terrains agricoles dans le bassin de la rivière Chaobai

Description des variables	Moyenne	Écart -type
Caractéristiques des ménages		
Taille du ménage	3,3	1,2
Nombre de personnes à charge	0,76	0,8
Âge moyen des membres adultes (années)	48	9,8
Niveau moyen d'éducation des membres adultes (années)	5,5	2,6
Revenu total par tête (yuan)	2840	2109
Revenu agricole par tête (yuan)	723	676
Surface de terrain par tête (mu ^a)	2,96	1,96
Surface irriguée par tête (mu)	0,84	1,21
Nombre total de parcelles	7,39	4,13
Caractéristiques des parcelles		
Rendement du maïs (kg/mu)	422	128
Irrigation (1 si irrigué, 0 sinon)	36%	NA
Irrigation par eau de surface	17%	NA
Irrigation par eau souterraine	19%	NA
Taille des parcelles	1,74	1,13
Distance du domicile (km)	0,7	0,53
Fertilité des sols (1 si fertile, 0 sinon)	23%	NA
Topographie (1 sur plaine, 0 sur colline)	85%	NA
Pente (1 si principalement plat, 0 sinon)	82%	NA
Rotation des cultures (1 si rotation, 0 sinon)	4%	NA
Utilisation de fertilisants (yuan/mu)	85,3	32,8
Application de pesticides (1 si pesticides appliqués, 0 sinon)	31%	NA
Application de fumier (1 si fumier appliqué, 0 sinon)	26%	NA

a: 1 mu = 1/15 hectare NA: non applicable
Source: Enquête de l'auteur

L'irrigation contribue à la production agricole de deux façons : premièrement par l'augmentation des récoltes et, deuxièmement, par l'augmentation de l'intensité des cultures et/ou par la conversion à des cultures à plus haute valeur marchande. La dernière ne sera pas considérée ici du fait de l'inadéquation des données pour la période précédant les interventions, notamment en ce qui concerne la conversion des cultures. Nous avons donc effectué des estimations conservatrices. La comparaison des récoltes de maïs bénéficiant de conditions d'irrigation différentes à partir des données de notre enquête sur les parcelles montre que la récolte irriguée moyenne est supérieure de 118 kg/mu (31 %) aux récoltes non irriguées. Parmi les terres irriguées, les récoltes de maïs bénéficiant d'une irrigation par eau souterraine sont supérieures de 14 % à celles bénéficiant d'une irrigation par eau de surface et cette différence est statistiquement significative. Ce résultat rejoint les travaux de Dhawan⁽⁸⁾ qui montrent que l'irrigation par eau souterraine permet de meilleures performances, les cultivateurs disposant de plus de contrôle sur l'approvisionnement.

Afin d'examiner la relation réelle entre irrigation et récoltes, nous devons tenir compte des autres facteurs contribuant à de meilleures récoltes sur les parcelles irriguées (comme par exemple la fertilité du sol). Un modèle empirique a été développé, comprenant les caractéristiques des ménages, ainsi que celles des parcelles. Les caractéristiques des ménages incluent, entre autres, l'expérience et le niveau d'éducation de ses membres, le nombre de travailleurs, l'application de fertilisants, la dotation en capital et en terre, et le choix des semences. Les caractéristiques des parcelles comprennent l'accès à l'irrigation, la qualité du sol, la taille, la topographie, la pente et la distance du foyer. Le modèle est estimé par la méthode des moindres carrés ordinaires avec erreur standard robuste⁽⁹⁾. Le coefficient positif pour l'irrigation (voir tableau 2) indique que sur les terres irriguées, la récolte de maïs est supérieure de 21 %, et équivaut à 85kg/mu. Ce pourcentage est inférieur aux 31 % directement déduits des statistiques descriptives, ce qui indique que la taille plus importante de la récolte sur les terres irriguées est en partie attribuable à d'autres facteurs explicatifs, relatifs aux parcelles ou au ménage. Si l'on distingue irrigation par eau de surface et par eau souterraine, les résultats suggèrent que les parcelles bénéficiant d'une irrigation par eau

8. B. D. Dhawan, « Irrigation in India's agricultural development: productivity, stability, equity », Delhi, Institute of Economic Growth, Sage publications, 1988.

9. H. White, « A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity », *Econometrica*, 48, 1980, p. 817-838.

Tableau 2. Impact de l'irrigation sur le rendement du maïs

	Variable dépendante : Log (Rendement du maïs)	
	Modèle 1	Modèle 2
Constante	5,45***(57,29)	5,46***(57,16)
Statut de l'irrigation		
Irrigué	0,21***(11,1)	
Irrigué par eau de surface		0,17***(7,43)
Irrigué par eau souterraine		0,24***(10,42)
Caractéristiques des ménages		
Taille du ménage	-0,003 (-0,36)	-0,003 (-0,42)
Âge moyen des adultes (années)	0,001 (1,22)	0,001 (1,21)
Niveau moyen d'éducation des adultes (années)	0,02*** (3,8)	0,01***(3,52)
Superficie par parcelle (mu)	0,02** (2,48)	0,02** (2,43)
Caractéristiques des parcelles (omises) ^a		
Nombre de parcelles	870^b	870
Nombre de ménages	339^c	339
R²	0,41	0,41

Les statistiques t sont indiquées entre parenthèses. ***Significatif à 1%, ** Significatif à 5%, *Significatif à 10%.

a: Les caractéristiques des parcelles ne sont pas reportées par souci d'économie d'espace. Un tableau complet est disponible sur demande.

b: Les observations pour lesquelles certaines données sont manquantes pour les variables indépendantes ne sont pas comprises dans l'échantillon.

c: Dix ménages ont été exclus de l'échantillon du fait qu'ils cultivent des semences de maïs et non du maïs ordinaire.

de surface ont une récolte supérieure de 17 % à celle qui ne sont pas irriguées, tandis que les récoltes des terres bénéficiant de l'irrigation par eau souterraine sont supérieures de 24 %. Notre enquête suggère que la quantité, la fréquence et le minutage de l'irrigation par eau souterraine sont plus fiables, ce qui permet d'assurer une meilleure récolte. Les résultats montrent que la récolte de maïs est considérablement réduite si les terres sont privées d'accès à l'eau d'irrigation. Parallèlement aux récoltes, nous allons également examiner l'impact de la réduction de l'irrigation sur le revenu agricole. L'enquête définit le revenu à partir des paiements en liquide et inclut deux autres composants : les productions agricoles destinées à l'autoconsommation dont la valeur est estimée au prix du marché et les paiements en nature dont la valeur est estimée au prix du marché. Les ménages de notre zone d'étude ont un revenu annuel moyen d'environ 2 840 yuans par tête, desquels 723 yuans proviennent du revenu agricole.

Si l'on considère les sources des revenus des ménages, 25 % sont générés par l'agriculture, 11 % par l'élevage, tandis que 56 % proviennent du revenu d'emplois non agricoles et 8 % d'autres sources. Bien que le revenu de la production agricole ne compte que pour 25 % du total, les agriculteurs dépendent de leur terre pour leur consommation alimentaire et considèrent l'agriculture comme une source essentielle de subsistance et de sécurité. Pour étudier l'impact de l'irrigation sur le revenu des ménages, nous avons examiné les sources du revenu des ménages, classés selon la superficie irriguée par tête en *mu* (voir tableau 3).

Le tableau 3 montre une corrélation positive entre irrigation et revenu par tête. Lorsque la surface irriguée par tête augmente, la valeur absolue du revenu total comme du revenu agricole augmente. Ainsi, les ménages disposant de un à deux *mu* de surface irriguée par tête obtiennent un revenu agricole supérieur de 43 % à celui des ménages dont la sur-

Tableau 3. Sources de revenu des ménages en fonction de la surface d'exploitation irriguée

Terrain irrigué per capita (mu)	Total	< 1	1-2	> 2
Nombre de ménages	347	233	70	44
Superficie totale des terrains par tête (mu)	2,95	2,8	2,56	3,21
Revenu total par tête (yuan)	2840	2596	3283	3423
Revenu des récoltes	723	589	845	1240
Revenu du bétail	309	294	270	450
Revenu non agricole	1592	1499	1876	1630
Autre revenu	215	214	290	103
Parts du revenu total				
Revenu des récoltes	0,25	0,23	0,26	0,36
Revenu du bétail	0,11	0,11	0,08	0,13
Revenu non agricole	0,56	0,58	0,57	0,48
Autre revenu	0,08	0,08	0,09	0,03

face irriguée est inférieure à un *mu*, et ceux disposant de plus de deux *mu* obtiennent un revenu supérieur de 113 %. Les autres sources de revenu ne montrent cependant pas d'augmentation continue semblable. On observe également que le revenu agricole devient une source de revenu plus importante à mesure que la surface irriguée par tête augmente. Par exemple, le revenu agricole ne représente que 23 % du revenu des ménages dans le cas d'une superficie irriguée par tête inférieure à un *mu*, mais elle passe à 36 % dans le cas d'une superficie supérieure à deux *mu*. En particulier, la part du revenu agricole connaît une augmentation substantielle lorsque la superficie irriguée dépasse 2 *mu*, ce qui indique un gain économique très important, aussi bien dans le revenu agricole ainsi que dans le revenu total. Cela implique également que de nouveaux projets d'irrigation pourront faciliter la réduction de la pauvreté, en particulier pour les zones pauvres, si la conception de ces projets permet l'extension des surfaces irriguées au-dessus de la barre des 2 *mu* par tête. Pour une meilleure compréhension des corrélations entre irrigation et variation des sources de revenu, une analyse plus robuste, de type multivarié, est nécessaire. Nous appliquerons les approches standard sur l'analyse des revenus dans lesquelles le revenu est défini comme une fonction à plusieurs déterminants comprenant les caractéristiques des ménages et de leur village⁽¹⁰⁾. Les facteurs qui conditionnent le revenu des ménages ont été regroupés selon quatre catégo-

ries : les actifs fonciers, le capital humain, les autres actifs du ménage et les caractéristiques du village. Pour les actifs fonciers, la superficie irriguée par tête, le sujet de notre analyse, sera utilisée afin d'appréhender la part des biens fonciers irrigués. La surface non irriguée par tête constitue le reste des biens fonciers, et le nombre total des parcelles est utilisé pour saisir le degré de fragmentation des terres. Le capital humain inclut l'âge moyen et le niveau moyen d'éducation des membres, ainsi que le nombre de membres à charge. Le niveau moyen d'éducation au sein du ménage est une meilleure variable explicative du revenu du ménage que le niveau moyen d'éducation du seul chef de famille⁽¹¹⁾. Les « autres actifs du foyer » comprennent la valeur des machines agricoles et des animaux de trait possédés par le ménage. Les caractéristiques du village sont appréhendées à travers un ensemble de variables : distance des cantons, pourcentage de zones collinaires dans le village, connections de téléphone fixe, possession de puits creusés – ou en tube – et nombre d'entreprises.

Les fonctions de revenu pour le revenu total et pour le revenu des récoltes sont estimées par la méthode des moindres car-

10. A. De Janvry et E.Sadoulet, « Income strategies among rural households in Mexico: the role of off-farm activities », *World Development*, 29 (3), 2001, p. 467-480.

11. D. Jolliffe, « Whose education matters in the determination of household income: evidence from developing country? », International Food Research Centre, Food Consumption and Nutrition Division, FCND discussion paper No. 39, 1997.



Un employé arrose les pelouses dans un complexe résidentiel de Pékin, le 27 juin 2008. Selon plusieurs experts, la pénurie d'eau à Pékin est si sévère que la ville est confrontée à une crise économique et devra envisager le déplacement d'une partie de ses habitants dans les années à venir. © AFP

rés, tandis que le modèle Tobit est utilisé pour estimer le revenu du bétail et le revenu non agricole. Des modèles similaires sur le revenu des ménages sont couramment utilisés dans la littérature⁽¹²⁾. Les résultats de la régression indiquent que la perte d'un *mu* de terre irriguée réduit le revenu agricole de 343 yuans et le revenu total de 478 yuans. En comparaison à la culture sèche, nous observons que la conversion d'une terre irriguée en terre non irriguée entraînerait une baisse du revenu agricole de 162 yuans, et une baisse du revenu total de 227 yuans. Il est évident que l'irrigation a des conséquences économiques sur le revenu agricole, puisque la réduction de l'irrigation conduit à des pertes importantes du revenu total. L'irrigation n'est cependant pas un facteur significatif en ce qui concerne le revenu du bétail et le revenu non agricole.

Système de compensation pour le transfert des eaux agricoles et équité sociale

L'importance de l'irrigation dans le revenu des ménages et la demande grandissante en eau de Pékin créent des tensions concernant l'usage des ressources limitées du bassin de Chaobai. Face à cette situation il est crucial d'établir des systèmes de compensation en eau appropriés et d'assurer une « équité

sociale ». L'équité sociale implique un accès équitable aux ressources en eau et aux ressources nécessaires à la subsistance ; la notion d'« équité » reflétant les valeurs éthiques partagées au sein d'une société ainsi que la valeur économique attribuée à l'utilisation des ressources à partager⁽¹³⁾.

Suite à la dégradation de la qualité des eaux du réservoir de Guanting, le réservoir de Miyun est devenu, depuis les années 1990, le plus grand pourvoyeur en eau potable de Pékin. Afin d'assurer la sécurité de l'approvisionnement de la capitale, une très grande attention est depuis portée à la protection écologique des zones situées en amont du réservoir de Miyun. Plusieurs mesures ont été introduites avec pour objectif la conservation de l'eau et des sols, l'économie d'eau, le contrôle de la pollution de l'eau, le développement de zones agro-économiques écologiques limitant les utilisations d'eau⁽¹⁴⁾. Trois de ces mesures ont eu des consé-

12. A. De Janvry et E.Sadoulet, « Income strategies among rural households in Mexico: the role of off-farm activities », *World Development*, 29 (3), 2001, p. 467-480. L. Corral et T. Reardon, « Rural non-farm income in Nicaragua », *World Development*, 29 (3), 2001, p. 427-442.

13. X. Cai, « Water stress, water transfer and social equity in Northern China—Implications for policy reforms », *Journal of Environmental Management*, sous presse, Lien permanent DOI (Digital Object Identifier): 10.1016/j.jenvman.2006.12.046; 2008.

14. Voir le site Internet <http://www.hwcc.com.cn/newsdisplay/newsdisplay.asp?id=77595>, visité en mai 2007.

quences importantes pour les agriculteurs du bassin de la rivière Chaobai : la retenue d'eau dans le réservoir de Yunzhou sur la rivière Bai, le remplacement du riz paddy par des cultures sèches, la reconversion en forêts ou en pâturages des terres en pente.

Selon notre enquête, à partir de 2003, le réservoir de Yunzhou a stocké de l'eau au cours des saisons de pousse des cultures avant de la rediriger vers Pékin. Il a alimenté Pékin en eau en 2004 et en 2005, libérant respectivement dix millions de m³ et 18 millions de m³, vers le réservoir aval de Miyun⁽¹⁵⁾. La dérivation de cette eau a conduit à une réduction drastique des terres irriguées et a imposé une conversion des cultures. Avant 2003, les agriculteurs cultivaient du riz paddy et des légumes pour lesquels l'irrigation était nécessaire. Après la dérivation des eaux, seuls le maïs et les cultures sèches pouvaient être exploités, ce qui a sévèrement affecté les trois cantons de Yunzhou, Chicheng et Yangtian situés directement en aval du réservoir. Le chef d'un des villages étudiés dans le canton de Yunzhou a révélé que cette intervention avait causé la perte de la totalité de ses 400 *mu* de terres irriguées. Selon nos premières estimations, cela impliquerait une perte économique annuelle du revenu des ménages s'élevant à 90 800 yuans, dont 64 800 yuans de revenu agricole. En d'autres termes, chaque ménage du village aurait perdu en moyenne 1 009 yuans par an. Cette mesure a affecté plus de 20 villages en aval le long de la rivière, à des degrés divers. La perte de l'irrigation destinée au maïs a conduit à une réduction de 21 % de la récolte ; elle a eu un impact plus fort encore sur la culture du riz et des légumes qui a été progressivement abandonnée en raison du manque d'eau. Aucune compensation n'a été offerte suite à ces mesures. Beaucoup d'agriculteurs interrogés se sont plaints du traitement injuste et du manque d'équité dont ils ont été victimes. Nos estimations indiquent que le niveau approprié de compensation pour la suppression de l'irrigation devrait s'élever à environ 227 yuans/*mu* par an. La perte des terres précédemment destinées à la culture du riz paddy nécessiterait une compensation plus élevée en raison des pertes plus importantes de revenu causées par le passage de la culture du riz à la culture sèche.

La seconde mesure d'économie d'eau, la conversion du riz paddy en culture sèche, a été mise en œuvre plus récemment, en 2006. Le riz paddy utilise trois fois plus d'eau d'irrigation que les cultures sèches en saison de pousse (l'écoulement restitué en amont n'est pas considéré ici). En imposant des restrictions sur les zones de culture de riz, cette initiative avait pour objectif de réduire l'utilisation de l'eau de surface afin d'augmenter le flux entrant du réservoir de Miyun. 532 m³

par *mu* auraient ainsi été économisés dans la rivière Heihe à Chicheng, où cette politique a été mise en place pour la première fois⁽¹⁶⁾. Si la totalité des terres destinées à la culture du riz du bassin, soit 17 462 *mu*, devaient être converties, cela impliquerait une réduction de l'utilisation d'eau de 9,3 millions de m³. Les exploitants adoptant cette politique sont supposés recevoir une compensation s'élevant à 400 yuans/*mu*. Ce niveau de compensation est-il suffisant ? Afin de répondre à cette question, nous avons examiné les différences de revenu entre le riz et le maïs à l'aide des données collectées par parcelle. Ce choix est raisonnable puisque la majorité des agriculteurs cultivent le maïs sur leurs terres converties. Les calculs montrent que le revenu net de la culture du riz s'élève à 746 yuans/*mu*, ce qui est en contraste avec les 262 yuans/*mu* obtenus pour la culture du maïs. Cela implique une différence de revenu de 484 yuans/*mu*, somme qui constituerait un niveau de compensation approprié pour l'adoption des politiques d'économie d'eau. Pour les parcelles permettant uniquement la culture du riz en raison de la nature de leur sol, la compensation devrait s'élever à 746 yuans/*mu* pour pallier la perte économique globale. Nos estimations suggèrent que le niveau actuel de 400 yuans/*mu* de la compensation officielle est relativement bas. Nos données révèlent toutefois, considérant le travail particulièrement intensif que nécessite la culture du riz, que les agriculteurs seraient plus ou moins disposés à accepter cette politique s'ils recevaient une compensation complète. En pratique, cependant, les compensations sont non seulement peu élevées, mais leur paiement est souvent différé. Dans un des villages, seulement 60 % des compensations dues ont été versées aux agriculteurs. Dans un village voisin, les compensations n'ont pas été versées et les cultivateurs se sont plaints de la réduction des denrées alimentaires destinées à leur consommation. La troisième mesure, connue sous le nom *grain for green*, vise à convertir les terres agricoles en pente en forêts ou en terres de pâture. Ce programme a été lancé en 2002 dans notre zone d'étude et il concerne les terres inclinées à 15 degrés ou plus. Bien qu'il ne soit pas en relation directe avec la dérivation des eaux destinées à l'agriculture, ce projet a affecté l'agriculture pour des questions de protection de l'eau. Il offre des compensations aux paysans sous forme de grains, d'argent liquide et de semis. Notre enquête montre que 61 % des ménages participent à ce programme. La com-

15. Voir le site Internet http://news.xinhuanet.com/society/2005-11/02/content_3719122.htm, visité en juin 2007.

16. Bureau de la conservation de l'eau de Chicheng, « Hebei Chicheng Heihe liuyu "tuivdao huan han" guihua » (Plan de conversion du riz paddy en culture sèche dans le bassin de la rivière Heihe dans le district de Chicheng de la province du Hebei), 2006.

compensation actuelle est de 140 ou 160 yuans en liquide sur une période qui s'étend de cinq à sept ans en fonction du type d'arbre planté. Si les critères de mise en place de cette politique ainsi que les niveaux de compensation qu'elle propose sont bien définis, nous avons toutefois constaté que la sélection des terrains dans le cadre de ce programme était influencée par les autorités villageoises et limitée par des quotas. Dans certains cas, une partie seulement de la superficie du terrain a été prise en compte pour déterminer les compensations alors qu'il avait été totalement converti en forêt. Dans d'autres cas, des niveaux de compensation différents ont été accordés pour des terrains de même taille, et ce de manière non transparente. Cela peut provenir du décalage entre le niveau actuel de compensation et le revenu net qui aurait été obtenu avec la culture des terres. Selon nos calculs, la perte d'un *mu* de terre sèche non irriguée réduirait le revenu net agricole de 181 yuans et le revenu total du ménage de 251 yuans. Ces chiffres ne peuvent cependant pas servir de repère en raison des pertes réduites auxquelles on peut s'attendre sur une parcelle en pente. Quoi qu'il en soit, notre enquête révèle néanmoins que pour certains agriculteurs une compensation plus élevée, allant de 200 à 300 yuans/*mu* serait plus acceptable. Ainsi, la nécessité de mettre en place des niveaux de paiement différents devrait tenir compte de la qualité de la terre et du revenu qu'elle générerait avant la conversion.

En bref, les mesures mises en œuvre dans la région étudiée afin de limiter les utilisations d'eau et les risques de pénurie à Pékin, ont plongé les agriculteurs dans une situation difficile. Même si ces derniers ont pu avoir intérêt à surestimer leur empressement à accepter les politiques de compensation citées ci-dessus, notre analyse s'est appuyée principalement sur les différences de rendement entre types d'exploitations, plutôt que sur l'estimation des pertes par les agriculteurs eux-mêmes. En tant que groupe vulnérable, ils méritent en effet d'être rémunérés de manière adéquate afin de compenser la perte de leurs moyens de subsistance et de revenu. Si ce problème n'est pas réglé de manière suffisamment équitable, les objectifs d'un approvisionnement durable en eau vers Pékin et ses environs ne pourront être atteints dans un futur proche.

Qualité de l'eau et utilisation de fertilisants sur les terres agricoles

Au-delà des questions liées à la réallocation, la qualité de l'eau est également devenue l'objet d'inquiétudes. Le niveau d'utilisation d'engrais et de pesticides, ainsi que les pratiques agricoles dans la région ont eu un impact considérable sur la

qualité des eaux en aval. La fuite de nutriments provenant des terres agricoles a été en partie responsable de l'eutrophication et de la dégradation de la qualité de l'eau du réservoir de Miyun. Comme ailleurs en Chine, les agriculteurs de la région ont tendance à appliquer une dose importante d'engrais. Notre enquête montre par exemple qu'un cultivateur typique de maïs applique 12 kg d'engrais phosphatés conjointement à 27 kg d'urée (engrais azoté) par *mu*. En comparaison avec le maïs, une quantité moindre d'engrais est utilisée pour les grains grossiers et une quantité plus élevée est utilisée pour le riz paddy. En général, les agriculteurs ont tendance à utiliser des engrais azotés et ils sous-estiment les effets des engrais à base de phosphore et de potassium. Le ratio de l'application de N et P₂O₅ (pentoxide de phosphore) est approximativement de 1:0,38 dans la zone où nous avons conduit nos entretiens. Ce ratio s'écarte de manière significative du ratio recommandé de 1:0,6-0,7 pour la région⁽¹⁷⁾. L'abus d'engrais azotés est répandu, ce qui peut conduire non seulement à une efficacité moindre et des pertes importantes, mais également avoir des effets néfastes sur l'atmosphère et la qualité de l'eau.

Afin d'informer les responsables politiques sur les moyens de réduire la pollution liée aux activités agricoles, il est crucial de comprendre la manière dont les agriculteurs décident de l'utilisation d'engrais. Cela est d'une importance essentielle pour la formulation de stratégies d'intervention efficaces. Cette étude prend en compte d'une part l'évaluation subjective par les agriculteurs des facteurs qui les incitent à appliquer des engrais, et, d'autre part, les facteurs liés aux caractéristiques spécifiques des cultivateurs et de leurs exploitations. Notre enquête contient une série de questions touchant aux facteurs que les agriculteurs perçoivent comme ayant une influence sur leur décision. Il leur a été demandé d'établir une liste des facteurs les plus influents au moment de décider de la quantité de engrais à utiliser. Parallèlement il leur a été demandé de classer les variables de décision selon leur importance et leur degré d'incertitude. Il apparaît que le fait d'avoir déjà obtenu de meilleures récoltes grâce aux engrais joue un rôle très important au moment de décider de la quantité à utiliser, alors que le prix, la disponibilité du capital, le travail impliqué par l'application des produits et les influences sociales (incluant celle des voisins et des institutions) ne sont pas essentiels. L'importance minimale attribuée aux influences sociales suggère que les agriculteurs de la zone étudiée ont très peu accès aux services de vulga-

17. Voir le site Internet <http://www.heagri.gov.cn/hbagri/html/234/39316.htm>, visité en mai 2007.

risation agricole et qu'ils décident essentiellement seuls de l'application des engrais. L'absence d'assistance afin de déterminer les niveaux appropriés d'engrais pour leur terre peut conduire à une utilisation excessive d'engrais azotés. Afin d'expliquer les variations dans l'utilisation d'engrais entre les exploitations, nous avons effectué une analyse empirique avec, comme variable dépendante, l'utilisation d'engrais rapportée à la superficie de terres, et comme variables indépendantes un ensemble de facteurs spécifiques aux agriculteurs et à leur exploitation. Les résultats montrent que l'irrigation et la récolte espérée sont positivement corrélées à l'utilisation d'engrais, alors que la taille de l'exploitation, l'application de fumier, la fertilité du sol et la distance des points de vente des engrais lui sont corrélées négativement. Les contraintes financières des ménages influencent l'utilisation d'engrais de manière minimale, ce qui indique que les agriculteurs de cette zone prennent leur décision indépendamment des disponibilités de capital. L'examen de l'utilisation excessive montre que l'éducation peut réduire de manière significative la probabilité d'abus d'engrais azotés.

Stratégies et conclusions

À partir des données issues d'une enquête auprès de ménages agricoles, cette étude a clairement montré qu'au niveau actuel de développement de l'infrastructure et des technologies, la réallocation de l'eau des zones agricoles dans le bassin de la rivière Chaobai a réduit la production agricole et de ce fait a compromis le bien-être des agriculteurs. L'examen de trois interventions majeures laisse apparaître que, quelles que soient les conséquences pour les agriculteurs dans la zone étudiée, des mécanismes de compensation plus adaptés sont nécessaires afin d'accomplir un partage et une réallocation des eaux assurant l'équité sociale. Il est par conséquent indispensable d'établir des mécanismes de compensation transparents, équitables et protégés par la loi dans la zone de notre étude, ainsi que dans les autres zones de protection des eaux en Chine. Il est également important de s'assurer que les acteurs qui mettent en œuvre la conservation des eaux en amont reçoivent des financements et sont impliqués dans le processus décisionnel concernant l'utilisation de l'eau et des terres. Les conditions de pénurie rendent indispensable l'investissement dans des technologies permettant d'économiser l'eau et dans l'infrastructure d'irrigation afin d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau. D'autres aspects doivent encore être pris en compte par les politiques d'intervention afin d'assurer le succès des transferts d'eau, notamment l'établissement d'une gestion efficace des eaux, l'application de prix viables,

la définition de droits d'utilisation de l'eau fiables et cohérents, et le réexamen des politiques agricoles nationales. Par ailleurs, la région que nous avons étudiée a cruellement besoin d'une réforme de la gestion des eaux des systèmes d'irrigation, comprenant réformes institutionnelles et incitations à l'économie d'eau à l'attention des gestionnaires et des agriculteurs. Il est également important d'adopter une gestion intégrée des différents bassins fluviaux afin d'assurer une coordination de la conservation, de la gestion et du développement des ressources en eau à travers les secteurs et les régions. L'établissement d'une relation de partage de l'eau juste et durable entre Pékin et la zone que nous venons d'étudier n'est possible que si ces problèmes sont pris en main.

En ce qui concerne la qualité de l'eau, il est important d'assurer une utilisation équilibrée des fertilisants à base d'azote, de phosphate et de potassium, et de freiner l'utilisation excessive d'azote. Beaucoup d'agriculteurs s'inquiètent de leur manque de connaissances sur le contenu nutritif de leurs terres et soulignent l'importance des expérimentations sur les sols. Cette inquiétude indique que les services de vulgarisation et d'éducation dans la région doivent en priorité aider les agriculteurs à comprendre leurs sols, à reconnaître l'importance d'une application d'engrais équilibrée, et à ajuster leurs pratiques d'utilisation afin d'en améliorer l'efficacité et de réduire les excès d'azote. Des efforts continus sont indispensables afin de renforcer l'éducation en milieu rural et d'accroître la diffusion des conseils techniques à l'égard des agriculteurs. L'amélioration des services de vulgarisation et des démonstrations sur place seraient bénéfiques aux agriculteurs en les rendant plus sensibles aux effets néfastes d'une utilisation excessive de produits chimiques. Les conditions climatiques jouant un rôle important dans la prise de décision concernant l'application de fertilisants, la mise en place de services météorologiques locaux aiderait les agriculteurs à évaluer les risques et à déterminer la quantité appropriée à utiliser. L'importance de l'application de fumier dans cette zone suggère également que les fertilisants organiques devraient être promus et qu'ils sont en mesure de compenser l'utilisation de fertilisants chimiques. Le fumier vert devrait être également promu pour ses apports nutritifs et organiques aux sols. De plus, l'agriculture écologique devrait être développée dans cette zone avec l'utilisation de technologies respectueuses de l'environnement, combinées avec des techniques traditionnelles de travail du sol, en tenant compte de la qualité des sols, de la disponibilité en eau et du potentiel d'investissement. •

• Traduit par Laure Courret