AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

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.*

Nouvelle PAC et nouveaux projets d'irrigation

Juliette COHEN

Pierre DUPRAZ

Dominique VERMERSCH

**New CAP and
investments in
irrigation facilities**

Key-words:
microeconomics,
externalities, optimal
taxation, agriculture

**Nouvelle PAC et
nouveaux projets
d'irrigation**

Mots-clés:
micro-économie,
externalités, coût social,
grandes cultures

Summary – In France, there is an increasing trend in irrigated land, especially where there are cereal and oil seed crops. In connection with the reform of the Common Agricultural Policy, major changes have affected irrigating farmers. This reform combines a decrease in farm prices with compensatory direct payments and a land set-aside scheme (restricted to professional farm operators). The implementation of the scheme takes into account regional diversity since payments are based on a flat rate per hectare which is determined using a reference yield for each "départements". Besides, special reference yields concerning irrigated crops are set apart in 55 "départements" to reflect the higher yields of irrigated land. Nevertheless there is an upper limit for this compensation, since only land equipped with irrigation facilities by 1992, is considered. The potential behaviour of a representative farmer facing this scheme is derived from a single microeconomic model. There is some evidence that it would not be profitable to develop facilities in order to irrigate more land. This conclusion holds for a drop in price as well as for the upper limit of total subsidy. It is questionable where there is a significant difference between reference and actual yields. A dramatic increase in world prices similar with the increase of 1995 could make profitable investing in irrigation facilities.

This scheme involves a top premium part on water input which benefits irrigating farmers. They are entitled with property rights over water resources which are revealed through the payment scheme. Farmers' rights may prevail upon the rights of other categories of water users. This distribution of property rights does not reflect the social value of water in its alternative uses. Thus the CAP reform leads to paying pecuniary externalities, and results in a monetary transfer which benefits intensive cropping systems. This scheme does not benefit low input farming which creates amenities. Such a mechanism supports farm concentration, cost-competitive farming systems while environmental friendly practices are not encouraged.

Résumé – L'irrigation est une technique de plus en plus répandue dans l'agriculture française, et notamment dans les grandes cultures. Centrée sur celles-ci, la réforme de la Politique agricole commune constitue un choc important pour les céréaliers irrigants. Si le nouveau soutien public à l'agriculture tient compte des rendements obtenus en cultures irriguées, le volume d'aides ne s'applique qu'aux terres équipées avant le 1^{er} août 1992.

Dans les départements différenciant une surface plafond « toutes céréales et protéagineux irrigués », une modélisation économique simple montre qu'un exploitant agricole n'a pas intérêt à équiper de nouvelles terres à des fins d'irrigation. Il apparaît alors possible, *a fortiori*, de généraliser ces considérations au cas d'exploitations irriguant en grandes cultures et se trouvant dans un département ne différenciant aucune aide aux cultures irriguées.

Le soutien public apporté à l'irrigation comprend également une préférence d'accès à la ressource en eau. Outre son caractère de rente foncière, l'aide directe spécifique aux cultures irriguées se fonde sur un prix de l'eau qui sous-estime la valeur sociale de cette ressource naturelle. Le droit à produire, révélé et rémunéré par l'aide directe, semble primer sur d'autres usages directs ou indirects fournis par la ressource en eau. Cette hiérarchie est pratiquement entérinée par le décideur public et vise à rémunérer, et donc à conserver, des externalités pécuniaires de production : concentration de certaines productions agricoles, maintien de la compétitivité-coûts, restitutions budgétaires.

* ENSAR, 65, rue de St Briec, 35042 Rennes cedex, stagiaire à l'INRA de Rennes

** INRA, Unité d'économie et sociologie rurales de Rennes, 65, rue de St Briec, 35042 Rennes cedex.

La mise en œuvre de la Politique agricole commune (PAC), au début des années 60 a profondément bouleversé les structures traditionnelles de production agricole. Les objectifs assignés concernaient essentiellement l'accroissement de la productivité, l'autosuffisance pour les grands produits agricoles et l'assurance d'un niveau de revenu équitable pour les agriculteurs. En vue d'atteindre ces divers objectifs, le décideur public privilégia le soutien des prix. Proportionnelle dès lors aux quantités produites, cette aide a catalysé un accroissement de la productivité, favorisé par des technologies plus intensives par rapport à la terre. L'adoption des techniques d'irrigation s'est alors peu à peu affirmée comme une voie possible d'intensification, et ceci indépendamment des seules contraintes climatiques.

La rentabilité privée de l'investissement en irrigation a beaucoup évolué ces trente dernières années. Des améliorations techniques ont permis d'abaisser les coûts d'installation et d'augmenter les performances du matériel, alors que dans un même temps, les impératifs économiques s'accroissaient. Cependant, cette rentabilité reste difficile à évaluer. En effet, la décision d'investir en irrigation est particulière à chaque exploitant, ne serait-ce qu'en raison de considérations techniques et de facteurs subjectifs. Il s'agit d'évaluer le risque pédo-climatique qui se situe à la conjonction de trois caractéristiques: le niveau de déficit annuel pluviométrique éventuel et sa fréquence, la répartition des pluies au cours de l'année et enfin la qualité du sol en terme de capacité de stockage de l'eau (réserve utile). Il convient d'étudier également les conditions de mise en œuvre de l'irrigation sur l'exploitation.

La superficie irrigable a plus que doublé entre 1970 et 1988. Cette progression s'est poursuivie à un rythme soutenu puisqu'entre 1988 et 1993 elle connaissait un accroissement de 30 % pour atteindre 2416800 hectares équipés⁽¹⁾, soit 9 % de la surface agricole utilisée française. 40 % de cet accroissement est imputable au développement de l'irrigation du maïs. Entre 1979 et 1988 ce sont les deux-tiers des nouvelles surfaces équipées qui étaient dus au maïs et le quart au tournesol et au soja. En 1993, le maïs grain occupait à lui seul 48 % de la sole irriguée totale et l'ensemble des céréales et des grandes cultures représentait 62 % de cette surface, soit 970000 hectares. Essentiellement réservée aux cultures permanentes et maraichères du quart sud-est de la France, l'irrigation s'est donc considérablement étendue avec le maïs, au Sud-Ouest et au Centre-Ouest, notamment à partir de ressources individuelles qui représentent en 1993 près de la moitié des surfaces irriguées. (*Agrreste-étude* n° 13 et n° 30, 1991 et 1994, et AGPM, 1995).

⁽¹⁾ La sole irriguée représente 62 à 63 % de la superficie équipée et progresse au même rythme.

Deux phénomènes récents viennent désormais contrecarrer cette évolution. D'une part, la réforme de la Politique agricole commune (PAC) qui découple partiellement les aides de l'acte de production intensive. D'autre part, un déséquilibre croissant entre l'offre et la demande d'eau est apparu ces dernières années dans certaines régions. Ce déficit conduit à des conflits d'usages et rend plus difficile le positionnement des intérêts privés dans les décisions publiques. Jusqu'à maintenant, L'Etat et les collectivités locales participaient massivement aux investissements nécessaires à l'irrigation. Les subventions publiques prennent en fait plusieurs formes distinctes, dont certaines directes sous forme de prêts à taux d'intérêts bonifiés ou bien de prise en charge de tout ou partie de l'investissement. Il existe également des formes indirectes d'aide à l'irrigation. Ce sont notamment le maintien, par un système de forfaits, du prix de l'eau à des niveaux parfois très bas, la faiblesse des contrôles des prélèvements des agriculteurs, au point que certaines Agences de Bassin estimaient à près de 40 % la fraude au niveau des déclarations des superficies irriguées, la dispense de la redevance-pollution dont bénéficient les agriculteurs. A ceci, s'ajoute une subvention communautaire pour les irriguants en grandes cultures par le système des prix garantis par la PAC.

Une réflexion sur l'irrigation doit s'inscrire dans le cadre des réformes en cours, la réforme de la PAC et son impact sur la structure des aides apportées aux exploitants d'une part, les nouvelles considérations en termes de gestion de la ressource en eau d'un point de vue qualitatif et quantitatif d'autre part. Ce dernier point est essentiel lorsque l'on s'intéresse à certaines régions comme le Sud-Ouest de la France où l'irrigation représente plus de 80 % des prélèvements en période d'étiage. Les conséquences peuvent alors être importantes en termes de conflits d'usage mais aussi pour l'environnement.

Cet article se limite pour l'essentiel à l'examen du comportement privé des agriculteurs irriguants en grandes cultures et à l'impact de la réforme de la PAC sur leur demande en eau⁽²⁾. Le choix de cette catégorie particulière d'exploitations se justifie par le fait que l'augmentation impressionnante des surfaces irriguées dans la période récente leur est largement imputable. Issu d'une étude réalisée pour la Direction de la Prévision (Vermersch *et al.*, 1994), cet article présente dans la deuxième section un modèle microéconomique paramétrique formalisant le comportement des agriculteurs irriguants dans l'après-PAC. La troisième section introduit une réflexion sur la rentabilité sociale des aides à l'irrigation escomptée par le décideur public. La conclusion ouvre sur de nouvelles perspectives de recherches.

⁽²⁾ Cet article est issu d'un rapport remis en mai 1994 pour le compte de la direction de la Prévision du ministère de l'Agriculture. Nous remercions les deux lecteurs anonymes pour leurs précieux commentaires d'une première version de l'article.

LE MODÈLE MICROÉCONOMIQUE

Dans le cadre d'une approche duale en théorie de la production, nous proposons un modèle microéconomique où l'exploitant agricole a la possibilité d'ajuster ses facteurs de production. L'hypothèse de comportement retenu est la maximisation du profit. Il permet de comparer une situation avant réforme et une situation après réforme. Pour intégrer au mieux les modalités des ajustements, le modèle doit représenter le plus fidèlement possible le processus d'optimisation de l'exploitant. La maximisation du profit représente un cas limite, aussi cette hypothèse sera assouplie lors du développement de la modélisation en considérant plusieurs horizons d'ajustement.

Les situations avant et après réforme se différencient par :

- la diminution du prix de soutien de la valeur P_0 à la valeur P_1 ;
- la différenciation de deux types d'exploitants : les petits producteurs dont la surface de base individuelle est inférieure à celle nécessaire à la production de 92 tonnes de céréales⁽³⁾ les producteurs dits professionnels fournissant une production supérieure ;
- l'imposition du gel des terres pour les producteurs professionnels ayant choisi le régime d'aide général, et donc la diminution de la surface cultivée qui passe de T à ρT ⁽⁴⁾ ;
- l'apparition d'aides à l'hectare compensant le gel ainsi que la baisse des prix pour les cultures irriguées et non irriguées. Ces aides prennent la forme présentée dans le tableau 1. Les seules surfaces éligibles au titre d'une aide spécifique aux cultures irriguées sont celles qui étaient déjà équipées au 31 août 1992 et qui se situent dans les départements qui ont distingué des rendements de référence irrigués, dans la limite d'une surface plafond départementale. Calculée sur les années 1989-1991, la somme des surfaces plafond départementales s'élevait initialement à 916 914 hectares. En 1994, le plafond national hors soja reconnu par la Commission européenne était fixé à 1 164 008 hectares (1 214 344 hectares, soja inclus), dépassant de plus de 20 % la superficie irriguée en céréales et grandes cultures car il inclut des projets d'irrigation déposés avant le 31 août 1992 et non encore réalisés. Ainsi et à court terme, certains départements ne sont pas contraints par la surface plafond qui leur est attribuée. Parallèlement, le comportement de passer clandestin de certains producteurs, qui déclarent des surfaces irriguées supérieures à leur surface équipée au 31 août 1992, peut n'occasionner aucun dépassement de la surface plafond départementale. Ce

⁽³⁾ Ce chiffre de 92 tonnes correspond en fait au rendement CEE moyen des céréales (4,6 t/ha) sur une superficie de 20 hectares.

⁽⁴⁾ Pour chaque campagne depuis la réforme, le taux de gel obligatoire $(1 - \rho)$ est décidé par le Conseil agricole de l'Union européenne. Seul le type de gel, rotationnel, fixe ou libre, relève d'un choix de l'agriculteur. Ce point sera discuté ultérieurement.

phénomène, étranger à l'esprit de la réforme qui vise à figer la superficie irriguée à son niveau de 1992 n'est pas pris en compte par le modèle. Il est cependant susceptible de concerner en France quelques 200 000 hectares et d'entraîner d'autant moins de conséquences pour les exploitants qui étendent leurs surfaces irriguées qu'à partir de 1996 les plafonds départementaux seront remplacés par une surface de base irriguée nationale. En cas de dépassement, la sanction, d'ailleurs plus faible, ne serait donc pas partagée par les seuls irrigants des départements concernés mais par l'ensemble des irrigants français (AGPM, 1995).

Tableau 1. Forme des aides directes de la nouvelle PAC

Aides compensatoires	Pour les terres gelées	Pour les terres irriguées	Pour les terres cultivées en sec
Forme de l'aide	$R_{gel} 1,27 \cdot (P_0 - P_1) T \cdot (1 - \rho)$	$R_i (P_0 - P_1) T_i$	$R_{sa} (P_0 - P_1) T_{sa}$
Définition des arguments	R_{gel} : rendement départemental à partir duquel l'indemnisation du gel est calculé $(1 - \rho) T$: terre gelée $1,27 \cdot (P_0 - P_1)$: prime	T_i : terres irriguées (gel décompté) R_i : rendement départemental à partir duquel les aides compensatoires pour les surfaces irriguées sont calculées $(P_0 - P_1)$: prime	T_{sa} : terre en sec (gel décompté) R_{sa} : rendement départemental à partir duquel les aides compensatoires pour les surfaces non irriguées sont calculées $(P_0 - P_1)$: prime

Modèle monoproduit dual

Ce modèle s'applique au cas d'une monoproduction céréalière. Au sein d'un même département, les types de grandes cultures irriguées sont peu nombreux. Au sein du modèle, la technologie est représentée de manière duale par une fonction de coût restreint d'arguments :

— le niveau de production y ,

— la quantité de terre T ,

— un paramètre θ , compris entre 0 et 1, représentant la part de la surface agricole utilisée (SAU) équipée en moyens d'irrigation sur l'exploitation.

Les hypothèses de minimisation du coût et de convexité de l'ensemble de production assurent que la fonction de coût est en quelque sorte une statistique exhaustive de la technologie. S'écrivant ici sous la

forme $Cr(y, T, \theta)$, cette fonction est associée par la suite à une forme fonctionnelle simple de type Cobb-Douglas. Elle s'écrit alors :

$$Cr(y, T, \theta) = Ay^\alpha T^\beta \theta^\gamma \quad (1)$$

α , β et γ représentent les élasticités respectives du coût par rapport aux différents arguments y , T et θ .

La constante A inclut les autres facteurs de production quasi-fixes tels le capital.

La fonction de coût est également une fonction des prix des facteurs variables, omis pour le moment.

De manière générale, la fonction de coût restreint est issue du programme suivant :

$$\begin{cases} \text{Min } p'_x \cdot x \\ f(x, y, z) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Le vecteur x désigne l'ensemble des facteurs variables auxquels on associe le vecteur prix p_x , alors que y et z représentent respectivement le vecteur des produits et des inputs quasi-fixes, en l'occurrence ici la quantité de terre T spécifiée également par sa part irriguée θ ; f désigne la fonction de production multiproduit. La résolution de (2) conduit à l'existence de la fonction de coût restreint $CR(p_x, y, z)$ croissante en y et décroissante par rapport à z ; il s'ensuit, dans le cadre de notre modèle, les contraintes suivantes : $\alpha \geq 0$, $\beta \leq 0$, $\gamma \leq 0$.

Si l'on suppose de plus que f représente tout ou partie de la frontière d'un ensemble de production convexe, alors $CR(p_x, y, z)$ est convexe en y ; on pose dès lors $\alpha > 1$ en supposant $CR(p_x, y, z)$ deux fois différentiable. La condition $\alpha > 1$ se retrouve si l'on suppose les rendements d'échelle décroissants sur le sentier d'expansion; cette condition peut être décrite par l'expression suivante :

$$\left[\frac{\partial \log CR}{\partial \log y} \right]^{-1} < 1 \quad (3)$$

Cette dernière mesure correspond à des économies d'échelle de court terme; cela étant, moyennant la connaissance de $CR(p_x, y, z)$, il est possible de déterminer une mesure des économies d'échelle de long terme (Vermersch, 1990). Cette mesure des économies d'échelle de long terme décroissantes s'obtient alors en définissant la fonction de coût total $CT(y, w_T, w_\theta)$ résultant du programme suivant :

$$\text{Min}_{T, \theta} CR(y, T, \theta) + w_T T + w_\theta \theta T \quad (4)$$

où w_T désigne le coût du foncier à l'hectare alors que w_θ représente l'amortissement annuel de l'équipement d'irrigation supporté par l'agri-

culteur. Dans le cas de rendements d'échelle décroissants, on peut alors écrire:

$$ECH^{LT} = \left[\frac{\partial \log CT}{\partial \log y} \right]^{-1} < 1 \quad (5)$$

La résolution de (4) nous donne les niveaux θ^* et T^* optimaux tels que:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta^* = \frac{\gamma w_T}{(\gamma - \beta) \cdot w_\theta} \\ T^* = \left[\frac{1}{A y^\alpha} \cdot \left(\frac{-w_\theta}{\gamma} \right)^\gamma \left(\frac{\beta - \gamma}{w_T} \right) \right]^{\frac{1}{\beta - 1}} \end{array} \right. \quad (6)$$

Ce qui, une fois introduit dans (5), nous donne la condition suivante:

$$1 - \alpha - \beta < 0 \quad (7)$$

En présence de facteurs fixes, Caves, Christensen et Swanson (1981) s'en tiennent à une autre mesure dérivée directement de $CR(y, T, q)$, supposant une variation équi-proportionnelle des quantités de facteurs fixes qui, initialement, ne sont pas à l'optimum hicksien; néanmoins l'imposition de cette mesure des rendements d'échelle décroissants conduit également à l'inégalité (7).

De plus, rappelons que par construction θ est compris entre 0 et 1; l'expression (6) conduit au moins à une nouvelle condition (8):

$$\beta > \gamma \quad (8)$$

Enfin, si l'on revient à la forme primale de la technologie:

$$y = \left(\frac{CR}{A} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \cdot T^{\frac{\beta}{\alpha}} \cdot \theta^{\frac{\gamma}{\alpha}},$$

l'expression de l'hypothèse des rendements d'échelle globaux décroissants fournit une nouvelle condition sur les arguments de la fonction de coût restreint:

$$1 - \alpha - \beta - \gamma < 0 \quad (9)$$

Plusieurs horizons temporels

Le modèle doit prendre en compte le caractère quasi-fixe de certains facteurs tels que la quantité de terre totale ou la part de terre irriguée. En effet, dans une optique d'optimisation de long terme, la quantité de

terre peut s'ajuster au même titre que les autres facteurs variables : engrais, semences, produits phytosanitaires... Nous définissons également un horizon temporel intermédiaire (optique de moyen terme) dans la mesure où la part de terre irriguée peut s'ajuster de façon optimale (par l'achat de nouveaux équipements en irrigation) sans que la quantité de terre totale T ne change. En effet, l'achat d'un nouvel enrouleur par exemple, peut se faire plus aisément que celui d'un nouvel hectare de terre ou sa prise en location. Cette différence s'explique par deux facteurs : l'investissement en matériel est relativement moins coûteux, et d'autre part l'imperfection et la rigidité du marché de la terre contribuent au ralentissement des transactions.

De manière générale, les divers horizons temporels considérés correspondent à des possibilités d'ajustement différentes selon les facteurs de production. Nous supposons, avant réforme, que l'exploitant a eu le temps et les moyens d'ajuster non seulement les facteurs variables mais aussi les facteurs fixes de façon optimale. Nous considérerons donc des agents efficaces aussi bien techniquement qu'allocativement avant le choc que représente la réforme. Notamment, le modèle considère que la totalité de la surface équipée est effectivement irriguée. Or comme il est mentionné dans l'introduction, ce n'est pas le cas et de fortes différences régionales existent à cet égard (*Agreste* n° 30, 1994). Cette hypothèse serait donc à nuancer par l'entremise d'une approche non paramétrique qui intégrerait des situations d'inefficacité technique (*Piot et al.*, 1995).

Ainsi, dans le cas de l'après-réforme, nous étudierons en premier lieu une situation qualifiée de court terme où les facteurs terre et part de la terre irriguée sont fixes. Dans une deuxième étape, nous considérerons une situation dite de moyen terme où l'exploitant pourra ajuster de façon optimale la part de terre irriguée en équipant de nouvelles surfaces, mais ne pourra acheter de terre. Enfin, dans un troisième temps nous étudierons une situation de long terme où l'exploitant aura la possibilité d'ajuster de façon optimale sa quantité de terre globale ainsi que la part des surfaces irriguées sur son exploitation. Cette troisième étape pose cependant certains problèmes liés à l'application de la réforme de la PAC.

En effet, la quantité totale de terre éligible au titre des aides aux terres irriguées est fixe. Il convient alors de séparer deux situations de long terme. Une première situation prend en compte l'impossibilité pour un exploitant d'acheter de la terre anciennement irriguée. La quantité d'aide perçue par l'exploitant au titre de l'irrigation est alors fixée par la quantité de terre irriguée dont il dispose avant réforme. Une seconde situation, considère le cas où un exploitant peut acheter de la terre anciennement irriguée pour laquelle il percevra des aides « irriguées », mais ne peut, en revanche, équiper de nouvelles terres.

Tableau 2. Les horizons temporels et les différents cas d'étude

Avant Réforme (Y_0^* , θ_0^* , T_0^*)			
Après réforme (y^* , θ^* , T^*)	Après réforme (y^* , θ^* , T^*)	Après réforme (y^* , θ^* , T^*)	Après réforme (y^* , θ^* , T^*)
Court terme	Moyen terme	Long terme	Long terme
(programme 1)	(programme 2)	Cas 1 (programme 3)	Cas 2 (programme 4)
- Pas d'achat de terre	- Pas d'achat de terre	- Possibilité d'achat de terres non équipées seulement	- Possibilité d'acheter de la terre, en percevant les aides « irriguées » si elle était déjà équipée
- Pas d'équipement de terres supplémentaires	- Possibilité d'équiper de nouvelles terres sans toucher d'aides supplémentaires	- Possibilité d'équiper de nouvelles terres sans toucher d'aides supplémentaires	- Pas d'équipement de terres supplémentaires

Comportement des irrigants face à la réforme de la PAC

L'application du modèle porte sur le Loir-et-Cher, département de la région Centre. Il est nettement orienté vers les grandes cultures (les OTEX céréales et céréales et autres grandes cultures représentent 48 % des exploitations à temps complet et 65 % de la SAU départementale). L'irrigation occupe une place importante : 13 % de la SAU départementale était équipée en 1988 (seulement 6 % de cette surface a été effectivement irriguée), ce qui concernait 14,6 % des exploitations. L'irrigation dans ce département est essentiellement une irrigation de plein champ puisque 98 % des exploitations équipées utilisent l'aspersion. La ressource en eau est surtout individuelle : 74 % des exploitations équipées disposent d'un forage (60 %) ou d'une retenue d'eau pour l'irrigation (14 %).

Le Loir-et-Cher est un département représentatif où on a choisi de différencier les céréales et protéagineux irrigués d'une part, et les céréales et protéagineux cultivés en sec d'autre part. La majorité des départements concernés par l'irrigation ont fait le même choix : régions Centre, Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées, excepté l'Aquitaine. Les oléagineux ne pouvant recevoir d'aide spécifique irriguée, le maïs reste la seule grande culture d'été irriguée dans le département. Ainsi, comme notre modèle ne prend pas en compte la complémentarité entre les cultures d'hiver et d'été, le Loir-et-Cher se prête bien à une analyse monoproduit.

La surface plafond départementale donnant droit aux aides irriguées pour 1994 était de 26588 hectares, tandis que les surfaces déclarées par

les irrigants ne s'élevaient qu'à 19 500 hectares (AGPM, 1995). Le Loir-et-Cher fait donc partie des départements où, à la différence des hypothèses du modèle, la surface plafond n'est pas contraignante. Cela peut permettre à certains producteurs d'étendre après la réforme leurs cultures irriguées en percevant les aides spécifiques pour ces cultures, sans que cela n'ait de conséquence au niveau départemental.

Dans ce modèle, le taux de gel est exogène. En fait, la réforme laissait initialement au producteur professionnel le choix entre un gel rotatif sur 6 ans et un gel dit fixe (la même terre doit restée gelée 6 années consécutives) mais à un taux supérieur. En 1995, une nouvelle modalité est apparue: le gel libre, dont le gel fixe est une variante. Si le matériel de surface est transportable d'une parcelle à l'autre, l'infrastructure d'amenée d'eau est un aménagement fixe et représente la plus grande part des coûts associés à l'irrigation. Dans ces conditions, il paraît peu probable qu'un exploitant accepte de laisser une terre équipée en jachère. Pour qu'un exploitant adopte le gel tournant sans jamais geler la surface équipée, il faut que sa surface équipée soit très faible par rapport à sa surface totale. On est donc conduit à faire l'hypothèse que la majeure partie des exploitants irriguant en grande culture ont opté pour le gel fixe ou libre, d'autant plus qu'à partir de 1995, le gel est indemnisé au rendement de référence en sec dans les départements qui font la distinction (décision de la Commission européenne du 8 novembre 1994). Pour 1996, un taux de gel unique a été adopté par le Conseil agricole de l'Union européenne du 25 septembre 1995⁽⁵⁾. Modéliser le choix entre gel rotationnel et gel fixe n'est donc pas d'un grand intérêt pour la présente étude.

Le modèle tient compte, dans une optique de long terme, d'une rente attachée à la terre irriguée. En effet, les transactions sur des terres anciennement équipées pourront être associées à des transferts de «quotas» d'aides aux cultures irriguées. Ainsi, on suppose l'existence de deux prix pour la terre:

- un prix w_T pour une terre non équipée,
- un prix w_{Ti} pour une terre équipée, qui peut se décomposer ainsi:

$$w_{Ti} = w_T + I \quad (10)$$

avec I la rente associée à l'aide spéciale irrigation.

Chaque situation est comparée à une situation optimale avant réforme, où l'exploitant a la possibilité d'ajuster l'ensemble des facteurs quasi-fixes. Dans ce cas le comportement de l'exploitant est analysé au travers de la maximisation du profit restreint suivant:

$$\text{Max}_{(y, \theta, T)} p_0 y - CR(y, T, \theta) - w_\theta \theta T - w_T T \quad (11)$$

⁽⁵⁾ BIMA n° 1441 et 1437 et AGRA Presse.

Ce programme conduit à la définition du triplet optimal: $(y_0^*, \theta_0^*, T_0^*)$ tel que:

$$T_0^* = \left[\frac{1}{A} \left(\frac{P_0}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{w_T}{\beta - \gamma} \right)^{1-\alpha-\gamma} \left(\frac{-w_\theta}{\gamma} \right)^\gamma \right]^{\left(\frac{1}{1-\alpha-\beta} \right)} \quad (12)$$

$$y_0^* = \left[A \left(\frac{P_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} \left(\frac{w_T}{\beta - \gamma} \right)^{1-\beta} \left(\frac{-w_\theta}{\gamma} \right)^{-\gamma} \right]^{\left(\frac{1}{1-\alpha-\beta} \right)} \quad (13)$$

$$\theta_0^* = \left(\frac{w_T}{\beta - \gamma} \right) \left(\frac{\gamma}{-w_\theta} \right) \quad (14)$$

La situation avant réforme est comparée à une seconde situation, après réforme, de court terme où l'on définit le nouveau niveau de production optimal y_1^* à T et θ constants.

$$\text{Max}_y p_1 y - CR(y, \rho, T_0^*, \theta_0^*) \quad (15)$$

La condition du premier ordre en y permet alors de déterminer un niveau optimal de production qui est:

$$y_1^* = \left[\frac{p_1}{\alpha A (\rho T_0^*)^\beta} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \theta_0^{*\frac{-\gamma}{\alpha-1}} \quad (16)$$

Il devient possible, dans ces conditions de comparer les niveaux de production optimaux avant et après réforme. Il apparaît que le niveau de production diminue après réforme:

$$y_1^* < y_0^* \quad (17)$$

La situation avant réforme est comparée avec une situation de moyen terme après réforme où l'on définit le nouveau niveau de production optimal ainsi que la part en terre irriguée optimale à T constant. Le programme à résoudre devient alors:

$$\text{Max}_{(y, \theta)} p_1 y - CR(y, \rho T_0^*, \theta) - w_\theta \theta T_0^* \quad (18)$$

et a pour solution:

$$\theta_2^* = \left[\frac{P_1^\alpha (-w_\theta)^{(1-\alpha)}}{A \gamma^{(1-\alpha)} \alpha^\alpha} (\rho T_0^*)^{1-\alpha-\beta} \right]^{\frac{-1}{1-\alpha-\gamma}} \quad (19)$$

$$\gamma_2^* = \left[\frac{p_1^{(1-\gamma)} (-w_\theta)^\gamma}{A \alpha^{(1-\gamma)} \gamma^\gamma} (\rho T_0^*)^{(\gamma-\beta)} \right]^{\frac{-1}{1-\alpha-\gamma}} \quad (20)$$

Il devient alors possible de comparer les niveaux optimaux de terre irriguée avant et après réforme en comparant les parts de terre irriguée lorsque la quantité de terre totale est fixée à son niveau optimal avant réforme. Quelles que soient les élasticités α , β , et γ , le niveau optimal de terre irriguée décroît :

$$\theta_0^* \geq \theta_2^* \quad (21)$$

Dans la pratique, il est peu vraisemblable qu'un exploitant « déséquipe » une partie de ses terres, d'autant plus que le niveau θ_0^* conditionne l'obtention de l'aide directe associée aux cultures irriguées.

Dans le modèle, la dotation foncière est caractérisée par la quantité de terre disponible ainsi que par la part de surface équipée pour l'irrigation. Tout d'abord, on suppose l'ajustement possible sur la part irriguée, puis sur la quantité totale de terre. Il ne suffit donc plus de comparer les q pour appréhender l'évolution des terres irriguées, l'étude des θT à long terme est nécessaire. A long terme, plusieurs cas sont envisagés.

$$\text{Max}_{(y, \theta, T)} p_1 y - CR(y, \rho T, \theta) - w_\theta \theta T - T \Omega \quad (22)$$

avec :

$$\Omega = w_T - R_{sec} (P_0 - P_1) (\rho + 1,27 (1 - \rho))$$

Cette formulation permet de prendre en compte un nouveau « prix de la terre » Ω . Dans ce cas, les aides (aide au gel et aides aux cultures non irriguées) apportées par la réforme de la PAC, proportionnelles à la quantité de terre exploitée, interviennent comme un dégrèvement direct sur le prix de la terre perçu par l'exploitant agricole lors de ses décisions d'optimisation. Les conditions du premier ordre en y , T et θ aboutissent ainsi à la définition du triplet optimal $(y_3^*, \theta_3^*, T_3^*)$ où :

$$T_3^* = \left[\frac{1}{A \rho^\beta} \left(\frac{p_1}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{\Omega}{\beta - \gamma} \right)^{1-\alpha-\gamma} \left(\frac{-w_\theta}{\gamma} \right)^\gamma \right]^{\left(\frac{1}{1-\alpha-\beta} \right)} \quad (23)$$

$$y_3^* = \left[A \rho^\beta \left(\frac{p_1}{\alpha} \right)^{\beta-1} \left(\frac{\Omega}{\beta - \gamma} \right)^{\gamma-\beta} \left(\frac{-w_\theta}{\gamma} \right)^\gamma \right]^{\left(\frac{1}{1-\alpha-\beta} \right)} \quad (24)$$

$$\theta_3^* = \left(\frac{\Omega}{\beta - \gamma} \right) \left(\frac{\gamma}{-w_\theta} \right) \quad (25)$$

A long terme nous pouvons également envisager un nouveau prix de l'équipement en irrigation à l'hectare Δ , comme nous avons défini un nouveau prix de la terre Ω . Dans ce cas, les aides spécifiques aux cultures irriguées apportées par la réforme de la PAC, proportionnelles à la quantité de terre exploitée, interviennent comme un dégrèvement direct sur le prix de l'équipement en irrigation, perçu par l'exploitant agricole lors de ses décisions d'optimisation. La résolution des conditions du premier ordre du programme (26) conduit aux résultats (27), (28), (29):

$$\text{Max}_{(y, \theta, T)} P_1 y - CR(y, \rho T, \theta) - \theta T \Delta - T \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{avec:} & \quad \Delta = w_\theta + I - (P_0 - P_1) (R_i - \rho R_{sec}) \\ \text{avec:} & \quad \Omega = w_T - R_{sec} (P_0 - P_1) (\rho + 1,27 (1 - \rho)) \end{aligned} \quad (26)$$

$$T_4^* = \left[\frac{1}{A \rho^\beta} \left(\frac{p_1}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{\Omega}{\beta - \gamma} \right)^{1-\alpha-\gamma} \left(\frac{-\Delta}{\gamma} \right)^\gamma \right] \left(\frac{1}{1-\alpha-\beta} \right) \quad (27)$$

$$y_4^* = \left[A \rho^\beta \left(\frac{p_1}{\alpha} \right)^{\beta-1} \left(\frac{\Omega}{\beta - \gamma} \right)^{\gamma-\beta} \left(\frac{-\Delta}{\gamma} \right)^\gamma \right] \left(\frac{1}{1-\alpha-\beta} \right) \quad (28)$$

$$\theta_4^* = \left(\frac{\Omega}{\beta - \gamma} \right) \left(\frac{\gamma}{-\Delta} \right) \quad (29)$$

Dans cette optique de long terme, les quantités de terre totale ou irriguée optimales avant et après réforme ne sont pas faciles à comparer de façon analytique. Il est cependant possible de séparer certains effets comme ceux liés à la baisse des prix de l'output notés φ_{prix} , à l'instauration du gel φ_{gel} , aux variations du prix du foncier Ω noté φ_{foncier} , ou bien aux variations du prix de l'équipement en irrigation Δ noté $\varphi_{\text{irrigation}}$. La méthodologie employée repose sur une approximation faite à partir de la différentielle totale de l'expression du facteur étudié. Une telle étude peut être répétée pour les comparaisons de $\theta_0^* T_0^*$ et $\theta_3^* T_3^*$, ou encore de $\theta_0^* T_0^*$ et $\theta_4^* T_4^*$ (cf annexe).

Comparaison de $\theta_0^* T_0^*$ et $\theta_3^* T_3^*$

$$\frac{\Delta T_i}{T_i} \approx \varphi_{\text{prix}} + \varphi_{\text{gel}} + \varphi_{\text{foncier}} + \varphi_{\text{irrigation}} \quad (30)$$

φ_{prix} est négatif, φ_{gel} est négatif, φ_{foncier} est négatif

L'effet global est négatif. On a donc $\Delta T_i/T_i$ négatif. Dans ce cas on peut conclure sans ambiguïté que l'exploitant n'achètera pas d'équipement en irrigation supplémentaire, dans la mesure où il ne touche pas les aides spécifiques irriguées pour ces nouvelles terres équipées.

Comparaison de $\theta_0^* T_0^*$ et $\theta_4^* T_4^*$

$$\frac{\Delta T_i}{T_i} \approx \varphi_{\text{prix}} + \varphi_{\text{gel}} + \varphi_{\text{foncier}} + \varphi_{\text{irrigation}} \quad (31)$$

Ainsi, cette fois-ci on aura :

$$\varphi_{\text{prix}} < 0, \varphi_{\text{gel}} < 0, \varphi_{\text{foncier}} < 0, \text{ et le signe de } \varphi_{\text{irrigation}} \text{ dépend de } I : \\ \varphi_{\text{irrigation}} \geq 0, \text{ si } (p_0 - p_1) (R_i - \rho R_{\text{sec}}) \geq I \quad (32)$$

Rappelons que I est la rente induite par l'aide spéciale irrigation. La condition (32) est vraisemblablement vérifiée car sinon, on aurait une rente de situation supérieure au bénéfice que l'on pourrait retirer de cette situation. On peut donc conjecturer un effet irrigation positif. L'exploitant n'aura intérêt à acheter de la terre anciennement équipée, à laquelle on pourra attacher les aides spécifiques irriguées que si l'effet irrigation est suffisamment important pour compenser les effets foncier, prix et gel.

Toutes les observations effectuées sur les producteurs adhérant au régime général sont transposables au cas du petit producteur moyennant quelques modifications. En effet, il convient de prendre ρ dans l'original égal à un et de ne pas tenir compte de l'aide au gel. Ainsi pour les situations de court et moyen terme les résultats sont immédiats. Pour les situations de long terme, il en va de même en considérant que l'effet foncier est modifié puisque le prix Ω du foncier ne prend plus en compte l'aide au gel. En outre, il faut vérifier que T^* et $\theta^* T^*$ n'entraînent pas un dépassement de la quantité théorique seuil de 92 tonnes de manière à continuer de produire sous le régime petit producteur.

Commentaires des résultats

Les résultats issus des situations de moyen terme et de long terme (1^{er} cas) cherchent à dégager l'intérêt de l'exploitant à équiper de nouvelles terres, sachant qu'il ne peut pas bénéficier pour elles des aides spécifiques aux cultures irriguées. Dans ces deux cas, la quantité de terre irriguée optimale après réforme est inférieure ou égale à celle issue du programme avant réforme. Cependant ces résultats doivent être nuancés car ils reposent sur l'hypothèse forte selon laquelle, avant réforme, l'exploitant était dans une situation d'allocation optimale de tous les fac-

teurs de production. De plus, l'irrigation pouvant s'adapter à plusieurs types de cultures, on peut penser qu'une partie des installations pourra être reconvertie vers les cultures ne dépendant pas directement des nouveaux règlements de la PAC. Ainsi, certains agriculteurs pourraient se tourner vers l'irrigation de la betterave sucrière, de la pomme de terre, ou de cultures à haute valeur ajoutée. Ces modifications d'assolement permettraient donc aussi d'expliquer la diminution des surfaces irriguées.

La seconde situation de long terme prend en compte un autre type d'évolution de la quantité de terre irriguée optimale. Elle s'intéresse aux échanges possibles de terres irriguées entre exploitants d'un même département. Une augmentation de la quantité optimale de terre irriguée pour un exploitant n'entraîne donc pas, a priori, d'investissements supplémentaires en irrigation puisqu'il ne s'agit que d'un échange. En fait, plus qu'un achat de terre, il s'agit de l'achat des droits à produire des cultures irriguées, subventionnées par la réforme de la PAC. Nous montrons, alors que le signe de $\Delta T_i/T_i$ dépend des caractéristiques (α , β , γ) de chaque exploitation. Ainsi, $\Delta T_i/T_i$ pourra être positif pour un agriculteur et négatif pour un autre.

On peut alors expliquer l'existence d'un marché des terres irriguées induit par la réforme de la PAC, dans la mesure où le signe de $\Delta T_i/T_i$ dépend directement du niveau technique de l'exploitant. Certains auront intérêt à acheter de la terre pour atteindre une allocation optimale, alors que d'autres n'auront pas intérêt à le faire. Ces considérations justifient l'existence de I , la rente que nous avons introduite dans le prix de la terre équipée. La valeur de cette rente dépendra des bénéfices retirés par l'acquisition d'un nouvel hectare équipé, et surtout par l'acquisition de l'aide irriguée qui lui est associée.

QUELLE RENTABILITÉ SOCIALE DES SUBVENTIONS À L'IRRIGATION?

Le soutien public à l'agriculture irriguée concernait essentiellement jusqu'en mai 1992 les financements aux équipements et une tarification préférentielle de l'eau. La réforme de la Politique agricole commune adoptée à cette date renforce ce type d'aide par l'intermédiaire des rendements irrigués de référence qui déterminent l'aide directe à l'hectare. Instruments « de second rang » du soutien des revenus agricoles, ces aides publiques ne sont pas sans risque eu égard aux effets indirects qu'elles occasionnent sur d'autres marchés et notamment sur ceux de la terre et de l'eau. La rentabilité sociale des subventions aux projets d'irrigation et des aides à l'hectare irrigué est analysée dans la suite de cet article.

L'attribution par le décideur public d'une aide directe à l'hectare, spécifique pour les cultures irriguées, s'interprète comme la reconnaissance d'un droit à produire, ce dernier incluant un droit d'usage de la ressource en eau pour l'agriculteur. Il apparaît ainsi une antériorité patente du droit à produire sur des droits de propriété liés à une ressource naturelle; cette antériorité est pratiquement entérinée par le décideur public. Comment l'interpréter dès lors, en termes de rentabilité sociale escomptée?

Les aides aux cultures irriguées au sein de la réforme de 1992

Cette réforme a trois objectifs principaux (Chambres d'agriculture, 1995). La maîtrise de l'offre des céréales et oléoprotéagineux est un objectif prédominant à court terme afin de stabiliser le montant du budget agricole de l'Union européenne. Il est essentiellement atteint grâce au gel des terres qui entraîne une réduction quasi-mécanique de l'offre. A moyen terme, la régulation de l'offre doit être assurée par le retour des prix européens, auparavant soutenus, au niveau des prix mondiaux. Le deuxième objectif est la réduction des externalités négatives de l'agriculture liée à son caractère intensif. Celui-ci doit être atteint par la baisse des prix des produits. Cependant nous verrons qu'il est à court terme partiellement contrecarré par le gel des terres. Le troisième objectif est le maintien de la viabilité financière des exploitations agricoles. Pour ce faire, la réforme distribue des aides compensatoires proportionnelles aux surfaces cultivées et gelées qui atténuent le choc des mesures précédentes et maintiennent à peu près la hiérarchie des revenus dans ce secteur. La distinction de rendements de référence irrigués pour le calcul de ces aides et les surfaces plafond départementales donnant droit à ces aides spécifiques à l'irrigation se placent exactement dans cette optique. Mais comme le gel des terres, ces mesures concernant l'irrigation vont à l'encontre de l'objectif de désintensification et de réduction des externalités négatives. Elles semblent traduire une volonté de préserver la pérennité de certains systèmes intensifs, éventuellement due à la pression des organisations professionnelles. Cette volonté peut être justifiée par deux raisons. L'une est liée à la précision de la maîtrise de l'offre. En effet, la variabilité des rendements des systèmes intensifs, en particulier irrigués⁽⁶⁾ est plus faible que celle des systèmes extensifs. Ainsi l'ajustement de l'offre par le gel et le niveau des surfaces plafond pour les cultures irriguées gagne en précision et permet de conserver le maximum de parts de marchés tout en respectant les exigences de l'accord du

⁽⁶⁾ Voir F. Fargier « Irriguer, la sécurité » dans *Cultivar* n° 267, 15-30 janvier 1990.

GATT d'avril 1994. La maîtrise de l'offre par la seule extensification rendrait cet exercice plus périlleux. L'autre raison est le maintien d'une certaine capacité d'exportation fondée sur la compétitivité future⁽⁷⁾ de ces systèmes intensifs dont la mise en place aurait pu être stoppée par la réforme s'ils ne bénéficiaient pas de ces aides spécifiques. Cependant l'emploi de ce type d'aides n'est pas sans risques à long terme.

En effet, des travaux antérieurs (Vermersch *et al.*, 1992) ont montré que les aides directes à l'hectare introduites par la réforme de la PAC pouvaient s'interpréter comme une rente foncière différenciée régionale-ment; le risque à moyen terme consiste en une capture de cette rente par le jeu des transactions foncières et ceci d'une manière quelque peu analogue aux transactions incluant les droits à produire associés aux quota laitiers. Dans les régions les mieux loties (rendements historiques de référence élevés), cette rente foncière risque dès lors de constituer un frein à l'obtention des gains futurs de productivité. Dans les régions les moins bien loties, le faible niveau de l'aide ne peut qu'accélérer et achever l'éviction du travail. L'aide spécifique pour les cultures irriguées ne fait qu'amplifier ce phénomène de rente: les niveaux d'aide sont plus élevés que pour les céréales cultivées en sec.

De plus cette aide se fonde vraisemblablement sur un prix de l'eau qui sous-estime la valeur sociale de cette ressource multi-usage. Autrement dit et dans ce cas de figure, l'aide publique, sous forme de rente foncière associée aux cultures irriguées, intègre un surplus fourni par l'utilisation de l'eau à un coût inférieur à sa valeur sociale. A l'évidence, il apparaît ici une inefficacité dans l'allocation des ressources qui transite par le soutien public à l'agriculture.

Externalités, aides aux cultures irriguées et choix coasien du décideur public

La réforme de la PAC consiste schématiquement en une modification du système des prix relatifs (notamment des produits agricoles) susceptible d'assainir la situation excédentaire des marchés et de promouvoir une agriculture plus respectueuse de l'environnement. Le soutien des prix avant réforme s'est accompagné du développement d'externalités pécuniaires, en favorisant les revenus des agriculteurs les plus intensifs, et d'externalités agricoles négatives liées à l'intensification. Or la réforme de mai 1992 permettrait à moindre frais l'internalisation de ces mêmes effets externes négatifs! Illustration sans détour d'une constatation de R. Coase:

⁽⁷⁾ Dans certaines régions, l'irrigation permet en effet d'abaisser considérablement les coûts unitaires de production une fois l'équipement amorti (voir R. Carles, J.-J. Chitrit et G. Millet *Etudes économiques*, n° 4, octobre 1992, INRA et R. Carles, F. Causeret, J.-J. Chitrit et G. Millet *Notes et Documents*, n° 42, novembre 1991, INRA).

« Le type de situations pour lesquelles les économistes ont tendance à considérer que l'action correctrice de l'Etat se justifie est en fait souvent le résultat de l'action du gouvernement lui-même. » (Problem of Social Cost, 1960)

La réforme de la PAC constitue en fait une politique peu convaincante d'internalisation du fait notamment d'un nouveau type de soutien public non totalement découplé de l'acte de production intensif. Elle révèle cependant l'arbitrage du décideur public quant aux externalités technologiques et pécuniaires (Laffont, 1977) à maintenir ou à valoriser.

De manière générale, cette réforme exprime le passage d'un système d'aide fondé sur le soutien des prix à un système de soutien des revenus au moyen d'aides directes. Dans le cas des céréales, ces aides sont proportionnelles à la surface cultivée, y compris la part soumise au gel des terres et compensent la baisse des prix. Cette baisse ne constitue tout d'abord qu'une faible incitation à l'extensification, l'effet désintensifiant étant contrebalancé par l'obligation du gel des terres pour les gros producteurs, ce qui signifie une production plus faible sur une surface proportionnellement plus réduite. Le gel des terres risque d'avoir un effet contraire à celui qu'aurait une taxation des engrais en terme d'incitation à la désintensification. Il conduit à freiner la substitution entre intrants polluants et foncier, d'autant plus que cet instrument de gestion de l'offre conduit en général les agriculteurs à retirer de la culture les terres les moins fertiles, alors que l'on concentre les moyens sur les meilleures, en particulier les surfaces irriguées.

Considérons maintenant les nouvelles formes du soutien public à l'agriculture. Loin d'une rétribution des externalités positives, il s'agit en réalité d'une rémunération de la rente foncière différentielle qui revient à geler, au niveau actuel, le degré d'intensification des productions. A cet égard, l'irrigation fournit un bon exemple. Le soutien des prix avant la réforme constituait une incitation à l'intensification, réalisée notamment par le développement de la maïsiculture irriguée. La baisse des prix prévue par la réforme aurait dû mettre à mal la rentabilité relative de cette culture, entraîner une diminution des externalités négatives associées (lessivage des nitrates et abaissement excessif des étiages) et un accroissement des externalités positives liées à l'encouragement des systèmes extensifs. La distinction d'un rendement de référence irrigué maintient partiellement la rémunération de l'externalité pécuniaire que le soutien des prix fournissait à l'irrigation, sous la forme d'une rente forfaitaire à l'hectare irrigué. Ce maintien se fait au détriment des cultures pluviales car la distinction de rendements de référence irrigués n'est pas accompagnée d'un accroissement de l'enveloppe globale des aides compensatoires pour les départements concernés. Il s'agit seulement d'une répartition différente de ces aides entre les systèmes de cultures. De plus nous avons vu que dans certains départements le niveau des surfaces plafond permettait à de nouvelles surfaces irriguées de bénéficier des rendements de référence irrigués.

Les aides compensatoires apparaissent aujourd'hui partiellement dé-couplées, elles se doivent d'être couplées demain aux externalités liées à la production agricole. L'alternative s'énonce clairement, du moins sur le plan théorique. Il s'agit de raisonner non plus en termes de coût privé mais sur la base d'un coût social de production intégrant les divers types d'externalités reconnues par la collectivité et sur lesquelles viendraient s'indexer les nouvelles formes de soutien public à l'agriculture.

Rendement optimal, rendement de référence et prix implicite de l'eau

Le modèle élaboré précédemment pour évaluer la rentabilité privée de l'investissement à usage d'irrigation éclaire partiellement également la question de la rentabilité sociale. C'est ce que nous présentons ici.

La fonction de coût restreint utilisée précédemment et représentative de la technologie, intègre désormais $\bar{\omega}_e$ le prix de l'eau, ressource considérée comme facteur variable. Nous omettons par ailleurs la proportion de terre irriguée θ , ceci afin d'alléger les notations. Avant réforme, le producteur est supposé maximiser son profit de court terme (terre fixe), soit en reprenant les notations précédentes avec un coût privé unitaire de l'eau pour l'agriculteur égal à $\bar{\omega}_e^{(8)}$:

$$\text{Max}_y p_0 y - A \bar{\omega}_e y^\alpha T^\beta \quad (33)$$

On en déduit l'offre et le rendement optimaux y_0^* et r_0^* soit :

$$y_0^* = \left[\frac{p_0}{A \bar{\omega}_e \alpha T^\beta} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \quad (34)$$

$$r_0^* = \left[\frac{p_0}{A \bar{\omega}_e \alpha T^{\alpha+\beta-1}} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \quad (35)$$

de même que le profit de court terme :

$$\Pi(\bar{\omega}_e) = \bar{\omega}_e^{\frac{1}{1-\alpha}} \left[\frac{p_0^\alpha}{A \alpha T^\beta} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \left(1 - \frac{1}{\alpha} \right) \quad (36)$$

⁽⁸⁾ Le prix de l'eau intervient multiplicativement dans la fonction de coût restreint qui est linéaire homogène par rapport aux prix.

Le coût privé unitaire de l'eau pour l'agriculteur $\bar{\omega}_e$ est inférieur à sa valeur sociale unitaire ω_e^r et ceci pour deux raisons principales. D'une part, l'investissement nécessaire à la mobilisation de la ressource en eau a été jusqu'à maintenant largement subventionné; d'autre part, le coût total (coût supporté par l'agriculteur et subventions) n'intègre pas les effets parfois néfastes (salinisation, perte de fertilité) causés par l'irrigation sur le milieu naturel de même que les coûts d'opportunité relatifs à des usages de l'eau concurrents à l'irrigation.

La composante céréalière de la réforme de la PAC conduit à un prix $p_1 < p_0$ et à une aide directe indexée par un rendement de référence r , soit le programme à maximiser:

$$\text{Max}_y p_1 y - A \bar{\omega}_e T^\beta + (p_0 - p_1) \cdot r \cdot T \quad (37)$$

L'aide directe n'intervenant pas dans le processus d'optimisation, l'expression du rendement optimal est analogue à (35):

$$r_1^* = \left[\frac{p_1}{A \bar{\omega}_e \alpha T^{\alpha+\beta-1}} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \quad (38)$$

Il importe également de comparer les rendements avant réforme r_0^* , de référence r et après réforme r_1^* la détermination des rendements de référence pour les cultures irriguées relève du même principe que pour les céréales en sec: autrement dit, il s'agit d'un rendement historique moyen sur cinq ans écrié et pondéré (deux tiers moyenne départementale, un tiers moyenne nationale); dès lors, nous pouvons supposer raisonnablement que $r < r_0^*$. Il apparaît difficile a priori de comparer r et $r_1^{*(9)}$; cela étant, les exercices de compatibilité entre la réforme de la PAC et la composante agricole de l'accord du GATT s'appuient sur l'hypothèse que les rendements d'après-réforme ne dépasseront pas les rendements de référence, ce qui conduit aux inégalités suivantes:

$$r_1^* \leq r \leq r_0^* \quad (39)$$

De manière générale, l'expression (38) relie le rendement optimal au prix de l'eau perçu par l'agriculteur; en particulier, le rendement de référence r constitue un rendement optimal après réforme et pour un prix de l'eau ω_e^r qui s'écrit en reprenant (38):

$$\omega_e^r = \frac{p_1}{A \alpha T^{\alpha+\beta-1} r^{\alpha-1}} \quad (40)$$

⁽⁹⁾ La logique de la réforme affiche une compensation intégrale à la baisse des prix, ce qui implique théoriquement que $\Pi(p_0) = \Pi(p_1)$; connaissant les valeurs de p_0 et p_1 de même qu'une estimation possible du paramètre α , nous aurions vraisemblablement dans la plupart des cas $r > r_1^*$.

D'où en reprenant l'inégalité (39), on en déduit :

$$\omega'_e < \bar{\omega}_e < \omega^J_e \quad (41)$$

Autrement dit, le rendement de référence intègre un prix implicite de l'eau inférieur au coût unitaire privé pour l'agriculteur et donc à la valeur sociale de l'eau.

CONCLUSION

Dans la première partie de cet article, le comportement des agriculteurs irrigants face à la réforme de la PAC de 1992 est modélisé. Développée dans le cas du Loir-et-Cher, la formalisation proposée peut être adaptée aux divers départements bénéficiant d'un rendement de référence spécifique aux cultures irriguées. Elle pourrait d'ailleurs faire l'objet d'un prolongement économétrique.

Les résultats analytiques de ce modèle montrent que les agriculteurs n'ont pas intérêt à équiper de nouvelles surfaces pour l'irrigation des grandes cultures dans la mesure où ces surfaces ne bénéficieraient pas des aides spécifiques à l'irrigation prévues par la réforme. En revanche, il est possible qu'un marché des surfaces irriguées voit le jour entre des exploitations ayant des caractéristiques différentes, les aides à l'irrigation étant contingentées départementalement et non pas individuellement. Le prix des surfaces équipées comprendrait alors une rente générée par le soutien spécifique aux cultures irriguées. Ces résultats doivent être nuancés dans la mesure où, dans certains départements, les surfaces plafond ont été fixées à des niveaux tels qu'ils permettent à de nouvelles surfaces de bénéficier des rendements de référence irrigués et où la forte hausse du prix mondial des céréales depuis 1995 remet en cause l'hypothèse de baisse des prix prévue par la réforme de PAC.

La surface départementale plafond peut être considérée comme un droit sur l'eau des agriculteurs. La perception de cette aide est assujettie à l'obligation d'une irrigation minimale. Si le département était dans une situation de déséquilibre emploi/ressource de l'eau, comme c'est parfois le cas dans le Sud-Ouest, la réforme de la PAC institutionnalise ce déséquilibre et l'accentue quand les surfaces plafond sont supérieures aux surfaces effectivement irriguées avant 1992. En cas de sécheresse, on risque d'assister à des situations paradoxales, et manifestement sous-optimales, où les agriculteurs perçoivent des aides à l'irrigation et sont frappés d'interdiction d'irriguer.

Compte tenu des différentes aides à l'irrigation perçues par les agriculteurs avant la réforme de la PAC, le coût privé de l'eau était sans doute inférieur à sa valeur sociale marginale. Le modèle proposé montre que la réforme de la PAC aggrave cette situation en entérinant, au tra-

vers des rendements de référence irrigués, un prix implicite de l'eau d'irrigation encore inférieur.

Bien que la baisse des prix des céréales et des grandes cultures mise en œuvre par la réforme constitue une incitation à l'extensification, d'ailleurs remise en cause par la hausse du prix mondial des céréales en 1995, les mesures en faveur de l'irrigation, au même titre que le gel des terres en atténuent la portée environnementale en limitant l'intérêt de la substitution des intrants polluants par le facteur terre.

Le nouveau soutien public à l'agriculture mis en place par la réforme de mai 1992 constitue donc une maldonne à l'encontre de la reconnaissance et la rémunération des externalités technologiques agricoles. L'aide aux cultures irriguées en constitue une illustration où le décideur public semble avoir privilégié le maintien d'externalités pécuniaires. Il serait souhaitable à terme que les aides directes abandonnent leur caractère de rente foncière et valorisent des externalités non seulement environnementales mais liées également à des considérations d'aménagement du territoire, de développement rural, capables de contrecarrer la poursuite de l'éviction du travail agricole. Ceci constitue l'un des enjeux majeurs de « la réforme de la réforme ». Dans un contexte où l'économie agricole semble devoir se conformer encore davantage aux mécanismes des marchés internationaux, il apparaît urgent d'élargir le champ d'investigation des externalités susceptibles d'être rétribuées par les nouvelles formes de soutien public à l'agriculture.

BIBLIOGRAPHIE

- AGPM (Association générale des producteurs de maïs), 1995 — Congrès du maïs, Grenoble/France, rapport d'orientation.
- AGRA PRESSE, 1994 — n° 2489, 14 novembre.
- BIMA, 1995 — Bulletin d'information du ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, n° 1441, 30 octobre.
- BIMA, 1995 — Bulletin d'information du ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, n° 1437, 7 juin.
- APCA, 1995 — (Assemblée permanente des Chambres d'agriculture) — La réforme de la PAC, deux ans après, *Chambres d'agriculture*, n° 835, juillet.
- CARLES (R.), CAUSERET (F.), CHITRIT (J.-J.), MILLET (G.), 1991 — INRA, *Notes et Documents*, n° 42, novembre.

- CARLES (R.), CHITRIT (J.-J.), MILLET (G.), 1992 — *Etudes économiques* INRA, n° 4, octobre.
- CAVES (D.), CHRISTENSEN (L. R.), SWANSON (J. A.), 1981 — Productivity growth, scale economies an capacity utilization in US railroads, 1955-74, *American Economic Review*, vol. 71, pp. 994-1002.
- COASE (R.), 1960 — The Problem of social cost, *The Journal of Law and Economics*, (trad. française «Le Problème du coût social», *Revue française d'économie*, 1992).
- FARGIER (F.), 1990 — Irriguer la sécurité, *Cultivar*, n° 267, 15-30 janvier.
- LAFFONT (J.-J.), 1977 — *Effets externes et théorie économique*, monographie du séminaire d'économétrie, Editions du CNRS.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT, 1991 — Irrigation et drainage en France, *Agreste-Etude*, n° 13, décembre.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE, 1993 — Statistique agricole annuelle-Résultats 1992, *Agreste-Agriculture*, n° 45, juillet.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE, 1994 — 800 000 exploitations agricoles en 1993, *Agreste-Etude*, n° 30, décembre.
- PIOT (I.), BOUSSEMART (J.-Ph.), DERVAUX (B.), VERMERSCH (D.), 1995 — Efficacité technique et gains potentiels de productivité des exploitations céréalières françaises, *Economie et Prévision*, n° 117-118, pp. 117-127.
- VERMERSCH (D.), 1990 — Une mesure des économies d'échelle locales de court terme: application au secteur céréaliier, *Revue d'Economie Politique*, n° 100, mai-juin, pp. 349-362.
- VERMERSCH (D.), BOUSSEMARD (J.-P.), DERVAUX (B.), PIOT (I.), 1992 — Réforme de la Politique agricole commune. Evolution des rendements céréaliiers entre inefficacité technique et prix-efficacité, Rapport pour le ministère de l'Economie et des Finances, direction de la Prévision, 106 p.
- VERMERSCH (D.), COHEN (J.), DUPRAZ (P.), 1994 — Nouvelle PAC et nouveaux projets d'irrigation, unité Environnement et revenu des agriculteurs, INRA de Rennes, rapport pour le ministère de l'Economie et des Finances, direction de la Prévision, 128 p.

ANNEXE

Méthodes utilisées pour comparer les quantités de terres optimales

Nous précisons ici la variation relative des quantités de terre en fonction de celle des prix des céréales et ceci pour les deux cas étudiés à long terme.

1) Variation de quantité de terre

T^* peut être écrit sous la forme générique suivante :

$$T^* (A\rho, P_{output}, P_{foncier}, P_{irrigation}) = \left[\frac{1}{A\rho^\beta} \left(\frac{P_{output}}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{P_{foncier}}{\beta - \gamma} \right)^{1-\alpha-\gamma} \left(\frac{-P_{irrigation}}{\gamma} \right)^\gamma \right]^{\left(\frac{-1}{1-\alpha-\beta} \right)} \quad (42)$$

La différentielle totale de T^* s'écrit :

$$\begin{aligned} \frac{dT}{T} &= \frac{\partial T}{\partial A\rho} dA\rho + \frac{\partial T}{P_{output}} dP_{output} \\ &+ \frac{\partial T}{\partial P_{foncier}} dP_{foncier} + \frac{\partial T}{\partial P_{irrigation}} dP_{irrigation} \end{aligned} \quad (43)$$

soit encore :

$$\begin{aligned} \frac{dT}{T} &\approx -\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dP_{output}}{P_{output}} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dA\rho}{A\rho} \\ &- \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dP_{foncier}}{P_{foncier}} - \frac{\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dP_{irrigation}}{P_{irrigation}} \end{aligned} \quad (44)$$

Or, les conditions de variation sont telles que :

Variables	Conditions initiales	Conditions finales
Facteur gel	A.1 ($\rho=1$)	A. ρ
Prix de l'output	P_0	P_1
Prix du foncier	w_T	Ω
Prix de l'irrigation	w_θ	Δ

Ainsi pour de faibles variations du facteur gel, du prix de l'output, du prix du foncier et du prix de l'irrigation (ce qui n'est pas réellement le cas ici) nous avons les approximations suivantes :

a) Quand $\Delta = w_\theta$, ce qui est le cas dans le programme 3 :

$$\frac{\Delta T}{T} \approx \varphi_{\text{prix}} + \varphi_{\text{gel}} + \varphi_{\text{foncier}} \quad (45)$$

φ_{prix} : l'effet de la variation du prix de l'output,

avec : φ_{gel} : l'effet de la variation de T cultivé (gel), sur $\Delta T/T$

φ_{foncier} : l'effet des aides directes incluses dans le coût du foncier.

et

$$\begin{aligned} \frac{\Delta T}{T} \approx & \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_1 - p_0}{p_0} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) \\ & + \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1) R_{\text{acc}} \delta}{w_T} \end{aligned} \quad (46)$$

avec $\delta = (\rho + 1,27(1 - \rho))$

Ainsi on peut déterminer le signe des effets prix, gel et foncier tels que :

$$\varphi_{\text{prix}} = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_0 - p_1}{p_1} \quad \text{est négatif} \quad (47)$$

$$\varphi_{\text{gel}} = \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) \quad \text{est négatif} \quad (48)$$

$$\varphi_{\text{foncier}} = \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_1 - p_0) R_{\text{acc}} \delta}{w_T} \quad \text{est positif} \quad (49)$$

Ainsi, si l'effet foncier est suffisamment important pour compenser l'effet prix et l'effet gel on aura une variation positive de la quantité de terre optimale. Le niveau de ces effets dépend de facteurs exogènes, les rapports de prix (p_y, w_θ, w_i), mais aussi des caractéristiques propres à l'exploitation (α, β, γ).

b) Quand $\Delta \neq w_\theta$, ce qui est le cas dans le programme 4 :

$$\frac{\Delta T}{T} \approx \varphi_{\text{prix}} + \varphi_{\text{foncier}} + \varphi_{\text{irrigation}} \quad (50)$$

φ_{prix} : l'effet de la variation du prix de l'output,

avec : φ_{gel} : l'effet de la variation de T cultivé (gel), sur $\Delta T/T$

φ_{foncier} : l'effet des aides directes incluses dans le coût du foncier,

$\varphi_{\text{irrigation}}$: l'effet des aides directes incluses dans le coût de l'irrigation.

Ce qui revient à dire que :

$$\frac{\Delta T}{T} \approx \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_1 - p_0}{p_0} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) + \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_1 - p_0) R_{sc} \delta}{w_T} + \frac{\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1) (R_i - \rho R_{sc}) - I}{w_\theta} \quad (51)$$

$$\varphi_{\text{prix}} = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_0 - p_1}{p_1} \quad \text{est négatif} \quad (52)$$

$$\varphi_{\text{gel}} = \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) \quad \text{est négatif} \quad (53)$$

$$\varphi_{\text{foncier}} = \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_1 - p_0) R_{sc} \delta}{w_T} \quad \text{est positif} \quad (54)$$

$$\varphi_{\text{irrigation}} = \frac{\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1) (R_i - \rho R_{sc}) - I}{w_\theta} \quad \text{est indéterminé} \quad (55)$$

Ainsi, le signe de $\varphi_{\text{irrigation}}$ dépend de la valeur de I dans la mesure où $\varphi_{\text{irrigation}} \geq 0$, si $(p_0 - p_1) (R_i - \rho R_{sc}) \geq I$. Cette condition est vraisemblablement vérifiée, car dans le cas contraire, on aurait une rente de situation supérieure au bénéfice que l'on pourrait retirer de cette situation. On peut donc dire que l'effet irrigation, au même titre que l'effet foncier est positif. Dans ce cas, si les effets fonciers et irrigation compensent les effets prix et gel, l'exploitant aura intérêt à acheter ou louer de la terre.

2) Variation de quantité de terre irriguée

Le raisonnement et les variations des facteurs sont les mêmes, cependant l'expression de départ change :

$$Ti^* (A\rho, P_{\text{output}}, P_{\text{foncier}}, P_{\text{irrigation}}) = \left[\frac{1}{A\rho^\beta} \left(\frac{P_{\text{output}}}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{P_{\text{foncier}}}{\beta-\gamma} \right)^{\beta-\gamma} \left(\frac{-P_{\text{irrigation}}}{\gamma} \right)^{1-\alpha-\beta+\gamma} \right]^{\left(\frac{-1}{1-\alpha-\beta} \right)} \quad (56)$$

$$\frac{dT_i}{T_i} \approx - \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dP_{\text{output}}}{P_{\text{output}}} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dA\rho}{A\rho} - \frac{\beta-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dP_{\text{foncier}}}{P_{\text{foncier}}} - \frac{1-\alpha-\beta+\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dP_{\text{irrigation}}}{P_{\text{irrigation}}} \quad (57)$$

En établissant les mêmes approximations on obtient les résultats suivants :

a) Quand $\Delta = w_\theta$, ce qui est le cas dans le programme 3 :

$$\frac{\Delta T_i}{T_i} \approx -\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_1 - p_0}{p_0} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) + \frac{\beta - \gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1) R_{sc} \delta}{w_T} \quad (58)$$

$$\varphi_{\text{prix}} = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_0 - p_1}{p_1} \quad \text{est négatif} \quad (59)$$

$$\varphi_{\text{gel}} = \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) \quad \text{est négatif} \quad (60)$$

$$\varphi_{\text{foncier}} = \frac{\beta - \gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1) R_{sc} \delta}{w_T} \quad \text{est négatif} \quad (61)$$

b) Quand $\Delta \neq w_\theta$, ce qui est le cas dans le programme 4 :

$$\begin{aligned} \frac{\Delta T_i}{T_i} \approx & -\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_1 - p_0}{p_0} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) + \frac{\beta - \gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1) R_{sc} \delta}{w_T} \\ & + \frac{1-\alpha-\beta+\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1) (R_i - \rho R_{sc}) - I}{w_\theta} \end{aligned} \quad (62)$$

Ainsi, cette fois-ci on aura :

$$\varphi_{\text{prix}} = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_0 - p_1}{p_1} \quad \text{est négatif} \quad (63)$$

$$\varphi_{\text{gel}} = \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) \quad \text{est négatif} \quad (64)$$

$$\varphi_{\text{foncier}} = \frac{\beta - \gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1) R_{sc} \delta}{w_T} \quad \text{est négatif} \quad (65)$$

$$\varphi_{\text{irrigation}} = \frac{1-\alpha-\beta+\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1) (R_i - \rho R_{sc}) - I}{w_\theta} \quad (66)$$