



HAL
open science

Nouvelle PAC et nouveaux projets d'irrigation

Dominique Vermersch, Juliette Cohen, Pierre Dupraz

► **To cite this version:**

Dominique Vermersch, Juliette Cohen, Pierre Dupraz. Nouvelle PAC et nouveaux projets d'irrigation. [Travaux universitaires] Inconnu. 1994, 128 p. hal-02290689

HAL Id: hal-02290689

<https://hal.science/hal-02290689>

Submitted on 17 Sep 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



**STATION D'ECONOMIE
ET SOCIOLOGIE RURALES DE RENNES**

REPUBLIQUE FRANCAISE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Institut National de la Recherche Agronomique

UNITE ENVIRONNEMENT, REVENU DES AGRICULTEURS

65, rue de St-Brieuc - 35042 Rennes cedex - France -
tél. (33) 99.28.53.82 - fax. (33) 99.28.53.80

NOUVELLE P.A.C. et NOUVEAUX PROJETS D'IRRIGATION

Direction : VERMERSCH Dominique
Rédaction : COHEN Juliette
DUPRAZ Pierre

Mai 1994

*Etude financée par le Ministère de l'Economie et des Finances, Direction de la Prévision
(contrat INRA 30.9336D)*



Résumé

L'irrigation est une technique de plus en plus répandue en France, de 1970 à 1990, les surfaces équipées en irrigation sont passées de 1,8% à 7,4% de la surface agricole utilisée et près de 15% des exploitations agricoles utilisent cette technique. Son essor concerne essentiellement les grandes cultures. La réforme de la Politique Agricole Commune constitue un choc important pour les céréaliers irriguants, car si le nouveau soutien public à l'agriculture tient compte des rendements des cultures irriguées, les aides sont limitées aux terres équipées avant le 1er août 1992.

Dans les départements ayant différencié une surface plafond irrigation, le cas le plus général spécifie une surface plafond 'toutes céréales et protéagineux irrigués'. Une modélisation économique appliquée à cet exemple montre qu'un agriculteur n'a pas intérêt à équiper de nouvelles terres à des fins d'irrigation. Il apparaît alors possible, a fortiori, de généraliser ces résultats aux exploitations irriguant en grandes cultures et se trouvant dans un département ne différenciant aucune aide aux cultures irriguées. La différenciation départementale des aides introduite dans la réforme se traduit par des distorsions de concurrence et peut entraîner une possible délocalisation de productions, ceci à des fins de meilleure rentabilité privée de l'investissement.

Une analyse économétrique approfondie serait nécessaire pour affiner ces premiers résultats. Elle devrait tenir compte de l'aversion au risque de l'agriculteur.

Le soutien public apporté à l'irrigation comprend également une préférence d'accès à la ressource en eau. En considérant le rendement de référence comme un rendement-objectif pour l'agriculteur, l'aide directe spécifique aux cultures irriguées, outre son caractère de rente foncière, 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 de 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...

Introduction générale

L'irrigation est une pratique agricole qui remonte à l'antiquité. Elle y était utilisée pour permettre de cultiver sous des climats secs. Dans la plupart des cas on utilisait la pente et pratiquait une irrigation de type gravitaire. Ces pratiques ont été conservées, plus ou moins intactes, jusqu'au début de ce siècle. La mise en oeuvre de l'irrigation, en termes d'investissements fonciers importants, de réseaux gravitaires,... n'était alors considérée comme indispensable que dans les régions du pourtour Méditerranéen, pour la réalisation de cultures dont le facteur limitant essentiel était le manque d'eau. Dans les régions qualifiées "d'humides" qui, du fait de leur situation géographique, jouissent d'une pluviométrie assez bien répartie, d'un ensoleillement moindre et de températures moyennes inférieures, l'irrigation ne jouait qu'un rôle effacé.

La mise en oeuvre de la Politique Agricole Commune, au début des années soixante a profondément bouleversé les structures traditionnelles de production. Les objectifs assignés durant ces "trente glorieuses agricoles" (1962-1992) 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 utilisa comme instrument essentiel le soutien des prix agricoles. Proportionnel dès lors aux quantités produites, ce type de soutien a catalysé l'accroissement de la productivité moyennant notamment l'utilisation de technologies plus intensives par rapport au facteur terre. L'adoption des techniques d'irrigation s'est alors peu à peu affirmée comme une voie possible d'intensification, et ceci indépendamment en quelque sorte des seules contraintes climatiques.

Cela étant, la rentabilité de l'investissement en irrigation a beaucoup évolué ces trente dernières années. Des améliorations techniques ont permis conjointement 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'investissement en irrigation est particulière à chaque exploitant, ne serait-ce qu'en raison de considérations techniques mais aussi subjectives. Il s'agit alors 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 oeuvre de l'irrigation sur l'exploitation, et c'est alors que les particularités de l'exploitation

prennent tout leur sens. En effet, la décision d'installation dépendra de la proximité ou non d'une ressource en eau disponible, de la sécurité d'approvisionnement qu'elle lui apporte mais aussi de la répartition du parcellaire (un parcellaire morcelé et dispersé pose des problèmes en terme d'amenée d'eau), de la qualification du chef d'exploitation (l'irrigation est une technique qui demande de bonnes qualifications pour être rentable) ou de la quantité de main d'oeuvre disponible sur l'exploitation (l'irrigation est une technique exigeante en travail). Les arbitrages que les agriculteurs sont conduits à prendre sont donc multiples et relèvent du cas par cas : à titre d'illustration, chaque exploitant désirant irriguer devra effectuer un arbitrage entre la quantité de travail à fournir et le matériel de surface utilisé, car, bien évidemment, les appareils les moins coûteux sont aussi les plus exigeants en travail. Les coûts occasionnés par l'irrigation apparaissent donc très variables d'une exploitation agricole à l'autre.

Cependant, deux phénomènes viennent désormais contrecarrer cette évolution. D'une part la réforme de la Politique Agricole Commune qui découple (tout au moins partiellement) les aides de l'acte de production intensive, pénalisant ainsi les producteurs ayant un optimum économique proche de l'optimum technique. D'autre part, est apparu ces dernières années un déséquilibre croissant entre l'offre et la demande en eau dans certaines régions. Le déficit induit non seulement des conflits entre usagers mais aussi des pollutions. Dans ce contexte, l'intérêt privé se joindrait-il à l'intérêt public pour contrecarrer désormais sérieusement les développements futurs de l'irrigation ?

L'Etat et les collectivités locales participaient jusque là massivement aux investissements nécessaires à la mise en place de cette technique. Il s'agissait d'aides accordées selon une logique structurelle, d'aménagement du territoire. L'argument est souvent repris suivant lequel l'irrigation aurait une action structurante, par le fait qu'elle fixe des exploitants agricoles dans certaines régions "défavorisées" en termes pédo-climatiques. Il apparaîtrait donc un freinage de l'exode rural et un petit effet multiplicateur en termes d'emplois para-agricoles.

Les subventions publiques prennent en fait plusieurs formes distinctes dont une directe: sous forme de prêts à taux d'intérêts bonifiés ou bien de prise en charge de tout ou partie de l'investissement¹. Il existe cependant d'autres formes plus indirectes d'aide à

¹ Les Agences de bassins proposent aux exploitants de nombreux systèmes d'aides, prise en charge d'un pourcentage important des frais d'étude, de forage, Notons que ces programmes d'aides sont spécifiques à chaque Agence de Bassin, et qu'ils sont généralement complétés par des subventions provenant des collectivités locales.

l'irrigation: le maintien du prix de l'eau à des niveaux parfois très bas² utilisant un système de forfaits, ou bien la non-existence d'une redevance pollution pour les exploitants en général³, ou encore une législation des droits à prélever, tellement faible, que certaines Agences de Bassin estimaient à près de 40%⁴ la fraude au niveau des déclarations des superficies irriguées. En outre, à ce type de subvention étatique (via les Agences de Bassin), vient s'ajouter une subvention Communautaire pour les irriguants en grandes cultures via la Politique Agricole Commune, et le système des prix garantis.

Aussi, les subventions pesant de plus en plus lourd dans les budgets, ces organismes s'interrogent quant au bien fondé de la poursuite d'une telle politique. A cette fin, il est nécessaire d'effectuer une étude de type coût-avantage sur cette question de façon à déterminer si l'irrigation n'induit pas plus d'effets négatifs qu'elle ne produit d'effets positifs d'une manière générale. Ainsi, est-il préférable de continuer à subventionner l'irrigation, de construire de nouveaux barrages pour accroître la quantité d'eau disponible pour l'irrigation en période d'étiage, ou vaut-il mieux changer de politique du tout au tout ?

Une telle réflexion doit s'inscrire dans le cadre des réformes en cours : que ce soit la réforme de la P.A.C. et son impact sur la structure des aides apportées aux exploitants, ou que ce soient les nouvelles considérations en terme de gestion de la ressource en eau d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Ce dernier point paraît tout à fait essentiel lorsque l'on s'intéresse à certaines régions comme le sud-ouest de la France où l'irrigation représente plus de 80% de la demande en eau en période d'étiage. En effet, ce n'est pas tant la quantité d'eau consommée par l'irrigation qui est gênante, mais plutôt la période à laquelle cette quantité d'eau est prélevée. Les conséquences peuvent alors être importantes en termes de conflit d'usage (des aquaculteurs dont les poissons meurent faute d'assez d'eau dans les bassins, ...), mais aussi pour l'environnement (eutrophisation de rivières dont le débit d'étiage n'est plus respecté, ...). A ce sujet, un premier type de politique commence à se mettre en place via la recherche d'économies d'eau. Cette politique prend deux formes, la première consiste à inciter les exploitants à surveiller leur consommation d'eau en subventionnant la pose de compteurs d'eau dans les exploitations et en proposant des barèmes à la quantité consommée et non plus au forfait pour le paiement de la redevance

² Voir en Annexe 1 le niveau des redevances pour les Agences Loire Bretagne et Adour-Garonne.

³ Notons que cette aide n'est pas spécifique aux exploitants agricoles irriguants, puisqu'il n'existe à ce jour, aucune redevance pollution pour les agriculteurs, alors que la majeure partie du prix de l'eau facturé par les Agences aux industries provient des frais de dépollution. Cependant, il est clair que les irriguants en bénéficient puisqu'ils utilisent abondamment l'eau du milieu naturel.

⁴ Chiffre cité par M. Dralet de l'Agence de Bassin Loire-Bretagne. Cette situation devrait cependant s'améliorer avec la réforme de la P.A.C. qui assujettit la délivrance des aides compensatoires, à la déclaration des surfaces irriguées aux Agences de Bassin.

prélèvement. La seconde, consistera à augmenter le prix de l'eau pour l'irrigation car il semblerait que le prix actuel soit largement inférieur à ce qu'il devrait être⁵.

L'étude rapportée ici n'épuise pas l'ampleur du sujet qui vient d'être présenté. Elle se cantonne principalement à la partie privée du problème et à l'impact de la réforme de la P.A.C. sur la demande en eau des agriculteurs irriguants en grandes cultures. Le choix de cette catégorie particulière d'exploitation se justifie par le fait que l'augmentation impressionnante de la quantité des terres irriguées en France ces dernières années leur est largement imputable.

Ce rapport a été réalisé pour l'essentiel dans le cadre de deux mémoires : l'un rédigé par Juliette Cohen (ENSA Rennes) ; l'autre par Pierre Dupraz (ENSAE SEA). Le chapitre I précise la situation de l'irrigation en France et la réforme de la PAC dans sa composante cultures irriguées. Un modèle micro-économique paramétrique est présenté dans le chapitre II, formalisant le comportement des agriculteurs irriguants dans l'après-PAC. Le chapitre III rapporte les diverses composantes d'écart entre les coûts privé et social liés à l'irrigation. Enfin, le chapitre IV introduit une réflexion sur la rentabilité sociale des aides à l'irrigation escomptée par le décideur public.

⁵ Le prix de l'eau en France est actuellement très difficile à cerner, pour cela voir Goupil de Bouillé, Melchior "Les agences de l'eau", octobre 1993, rapport de D.A.A. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 105p.

Chapitre 1. L'irrigation en France et la réforme de la P.A.C.

1.1. L'ETAT DES LIEUX DE L'IRRIGATION EN FRANCE

La technique d'irrigation a connu un formidable essor ces dernières années en France. Ceci s'est accompagné de modifications structurelles, tant au niveau des exploitations agricoles irriguées qu'à un niveau plus global. Plusieurs indicateurs délimitant cette évolution : une augmentation importante des surfaces équipées et irriguées, le développement des grandes cultures irriguées¹ qui deviennent prédominantes sur les cultures traditionnellement irriguées du midi, la délocalisation de l'irrigation vers le nord et enfin, une augmentation globale du volume des subventions distribuées par l'Etat et les collectivités locales aux irriguants.

Dans une première étape nous nous attacherons donc à décrire l'évolution de l'irrigation en France en mettant un accent tout particulier sur le cas des grandes cultures. Bien qu'il soit difficile de déterminer à partir de critères techniques une typologie des exploitants irriguants, nous montrerons, à travers ce travail, qu'il est possible de mettre en évidence des convergences au niveau du type des motivations à l'origine de l'installation en irrigation d'un agriculteur. L'étude plus spécifique de ces motivations nous permettra alors de déterminer quels sont les facteurs de rentabilité de l'irrigation.

1.1.1. L'irrigation avant 1970

Il est assez difficile de se faire une idée précise de l'état des lieux de l'irrigation en France avant le Recensement Général de l'Agriculture de 1970. Les statistiques disponibles sur la place de l'irrigation dans les exploitations agricoles sont assez rares et surtout hétérogènes. En effet, les seules données exhaustives sont issues des Recensements Généraux Agricoles de 70, 79 et 88 auxquels on peut adjoindre quelques enquêtes². Pour les données les plus anciennes, la seule source régulière d'information sur l'irrigation vient du Service de l'Hydraulique : depuis 1966, il enregistre périodiquement les évolutions des

¹ La principale grande culture irriguée est le maïs.

² Enquête E.P.E.X.A. 75 voir "L'irrigation dans les exploitations agricoles en 1975" Collection de statistiques agricoles, Etude n°171, Avril 1979, 117p. Enquête sur la structure des exploitations "Moins d'un million d'exploitations agricoles en 1990" Agreste, Analyse et Etudes n°15, Mai 1992, p23.

superficies équipées³. Cependant, il ne couvre que les ouvrages collectifs et considère une définition des surfaces équipées différente de celle utilisée dans les derniers recensements.

Dans les années 60, l'irrigation a pris un nouvel essor, suite au développement d'une nouvelle technique⁴ : l'aspersion. Cet essor a pris deux aspects très différents. Dans le bassin méditerranéen où la ressource en eau était plus difficilement accessible, de nombreux investissements d'assainissement et d'aménagement des cours d'eau ont été réalisés par des S.A.R. (Sociétés d'Aménagement Régional créées par décret du 3 février 1955). Il s'agissait d'aménagements lourds, de long terme, qui, entre 1961 et 1969 ont représenté 56,1%⁵ des superficies équipées créées. Ainsi, en 1969, les quatre grandes compagnies couvraient-elles 20,7% des superficies équipées soit un total de 108 481 ha :

- CNABRL⁶ : 61 368 ha,
- CACG⁷ : 29 681 ha,
- SCP⁸ : 7 822 ha,
- SOMIVAC⁹ : 9 610 ha,

Dans ces régions, l'aspersion a remplacé peu à peu les dispositifs d'irrigation gravitaire qui prévalaient jusque là sur les cultures permanentes, maraîchères ou bien sur les prairies permanentes.

L'essor de l'irrigation a aussi été important dans des régions où l'agriculture était particulièrement prospère et où l'accès à la ressource était aisé (nappes aquifères des Landes ou de la Beauce, pompages dans la Garonne ou dans le Rhin); l'aspersion permit le développement de l'irrigation sur grandes cultures. Ces investissements furent surtout le fait d'individualités sur des terres dont le principal facteur limitant n'était plus le déficit hydrique. Cependant, ce type d'irrigation restait encore marginal puisque le Languedoc Roussillon et la région Provence Alpes Côtes d'Azur totalisaient, en 1970, plus de 40%¹⁰ de la surface équipée française.

³ La superficie équipée ou irrigable comprend toutes les superficies susceptibles d'être irriguées avec les moyens actuels à la disposition de l'exploitation. Voir Annexe 2.

⁴ Voir Annexe 1 "Fiche technique n°1"

⁵ Source: Service de l'Hydraulique Agricole du Ministère de l'Agriculture

⁶ C.N.A.B.R.L. : La Compagnie Nationale d'Aménagement du Bas-Rhône Languedoc.

⁷ C.A.C.G. : La Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne.

⁸ S.C.P. : La Société du Canal de Provence.

⁹ S.O.M.I.V.A.C. : La Société de Mise en Valeur de la Corse.

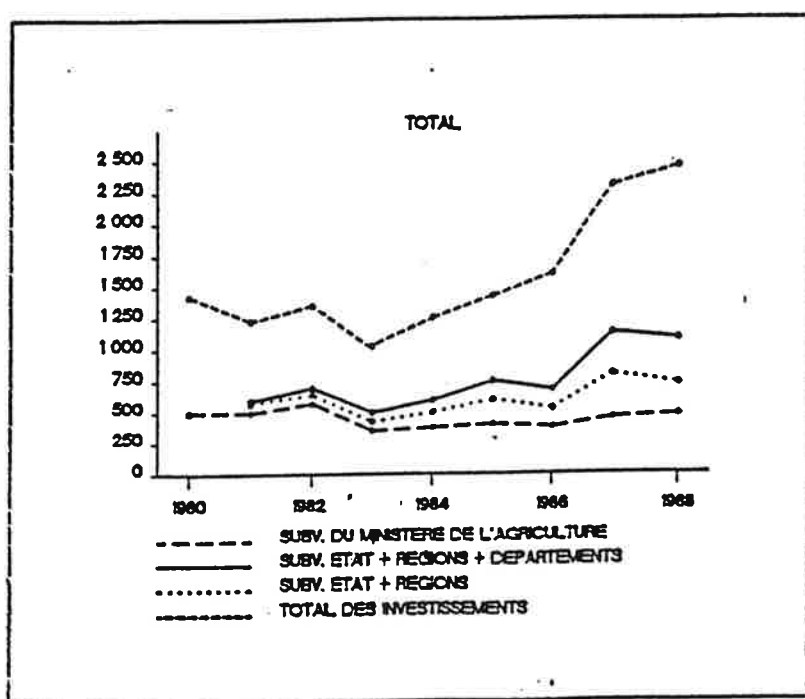
¹⁰ Source: R.G.A. 1970.

1.1.2. L'explosion de l'irrigation, un descriptif

1.1.2.1. Une augmentation importante des surfaces équipées et irriguées en France

C'est en fait à partir de 1973 que l'irrigation explose véritablement en France. Cette explosion a connu plusieurs phases : une première qui se situe jusqu'en fin 1980, une seconde qui s'achève vers 1987 et enfin une troisième qui est en cours, comme le montre le document suivant.

Document 1 : "Evolution de la surface équipée".



Financement de l'hydraulique agricole en millions de Francs (Irrigation) en France (y compris DOM-TOM) (source : ministère de l'Agriculture et de la Forêt - DERF)

Chacune de ces phases est caractérisée par un rythme d'accroissement annuel qui montre bien l'évolution de l'intérêt porté à cette technique par les exploitants. Il apparaît alors qu'après une phase de forte croissance jusqu'en 1980, les installations en irrigation ont légèrement diminué durant la décennie 80 pour connaître enfin, ces dernières années, une croissance exceptionnelle qui correspond à l'équipement de près de 150 000 ha chaque année¹¹.

Lorsque l'on replace cette évolution dans un contexte plus global, il devient possible de mettre en évidence l'importance croissante de l'irrigation au sein de l'agriculture française. Ainsi les surfaces équipées en irrigation en France représentent, en 1990, 7,4% de la surface agricole utile, alors que ce pourcentage n'était que de 1,8% en 1970. Cette évolution en termes de surfaces a été accompagnée d'une évolution du nombre des exploitations équipées par rapport au nombre total d'exploitants en France¹². En effet, l'irrigation est présente, en 1990, dans 15% des exploitations alors qu'elle ne touchait que 8% d'entre elles en 1970. On peut alors dire que l'augmentation de la surface équipée n'est pas seulement le fait d'exploitants "anciennement" irriguants augmentant leur capacité d'irrigation, mais est plutôt due à l'installation en irrigation de producteurs supplémentaires. Il faut cependant être vigilant quant à l'ampleur du phénomène. En effet, la diminution globale du nombre d'exploitants et le fait que les irriguants aient été moins touchés comparativement par cette diminution, entraînent, de facto, une augmentation de la part des exploitants irriguants en France. Cette évolution est décrite par le document suivant :

Document 2 : Place de l'irrigation dans l'agriculture française

	1970	1975	1979	1988	1990
Surface équipée en France rapportée à la S.A.U. :	1,8%	2,2%	4,5%	6,3%	7,4%
Nombre d'exploitations équipées en France rapporté au nombre total d'exploitations :	8,4%	10,2%	11,8%	13,4%	15%

Calculs effectués à partir des sources SCESS-INSEE RGA pour les années 70, 79 et 88; Enquête EPEXA pour 1975; Enquête Structure 1990 pour les données 90.

¹¹ Les chiffres des superficies irriguées et équipées ainsi que le nombre d'exploitations équipées ou irriguées issus des RGA 70, 79 88, en quête EPEXA 75, et enquête structure 90 sont disponibles en ANNEXE 2.

¹² Il est nécessaire de raisonner en pourcentage et non pas en valeur absolue, car le nombre total d'exploitants en France ne cesse de chuter. A ce sujet voir l'enquête structure 1990: "Moins d'un million d'exploitations agricoles en 1990. Enquête sur la structure des exploitations" Etudes Agreste N°15 Mai 1992. 68p

1.1.2.2. Les grandes cultures deviennent prédominantes

L'importance grandissante de la place de l'irrigation dans l'économie agricole française cache en fait, de nombreuses disparités d'évolutions entre les différents types de cultures irriguées, comme le montre le document 3.

Document 3 : Les superficies irriguées selon la nature des cultures

Types de cultures	% de la sole irriguée par type de cult. en 1975	% de la sole irriguée par type de cult. en 1988	% de la sole irriguée par type de cult. en 1990
Maïs	34,6%	50%	36%
Tournesol	0,5%	4,2%	6%
Soja	?	3,2%	3%
Fourrages ¹³	8,7%	8,2%	9%
Blé dur	?	0,8%	5%
Légumes, fleurs et autres ¹⁴	19,5%	14%	22%
Betterave industrielle	2,4%	2,4%	3%
Pomme de terre	2%	1,4%	2%
Prairies permanentes	10,8%	4,2%	3%
Cultures permanentes	21,5%	11,6%	11%

Sources : enquête EPEXA 75, RGA 88, Enquête structure 90.

Pour bien analyser ces évolutions, il faut discerner plusieurs types de cultures : les grandes cultures¹⁵, les cultures industrielles (pomme de terre et betterave), les cultures "traditionnellement irriguées"¹⁶, les fourrages, et enfin les légumes, fleurs et autres cultures.

Les cultures traditionnellement irriguées présentent une évolution remarquable; en effet, alors qu'elles représentaient en 1975 plus de 30% de la sole irriguée française, cette catégorie n'en représente plus que 14% en 1990. Pourtant la sole irriguée de ce type de culture n'a pas diminué entre 1975 et 1990. Cette évolution montre donc que l'augmentation de la sole globale irriguée que nous avons mise en évidence ne s'est pas faite de façon proportionnelle, mais s'est plutôt focalisée sur certains types de culture.

¹³ On entend par "fourrage": le maïs fourrage, les autres fourrages annuels, les plantes sarclées fourragères, les prairies artificielles et les prairies temporaires de (- de 5ans).

¹⁴ On entend par "autre": les vignes, le tabac, le riz, le blé tendre, l'orge et l'escourgeon, le sorgho grain, les semences grainières et le pois sec.

¹⁵ Nous entendrons par grandes cultures, les céréales et les cultures industrielles sans tenir compte des pommes de terre de plein champ et de la betterave.

¹⁶ On entend par cultures traditionnellement irriguées, les cultures permanentes et les prairies permanentes.

Les grands bénéficiaires semblent alors être les grandes cultures qui passent de 35% de la sole irriguée en 1975 à 57,4% en 1988 et enfin 45% en 1990, ainsi que "les légumes, fleurs et autres" sur ces dernières années.

Etudions tout d'abord le cas des grandes cultures. Au sein de cette catégorie, le maïs tient une place tout à fait prédominante ; de ce fait, toute variation sur cette production aura des répercussions importantes sur la part de la sole irriguée en grandes cultures. Or la part du maïs passe entre 1975 et 1988 de 34,6 à 50%. En fait, depuis une vingtaine d'année, on assiste à une augmentation fulgurante de l'importance des céréales en général, par rapport aux autres cultures en France (la part des céréales dans la production finale a doublé en vingt-cinq ans de 9,9% en 1959-62 à 20,8% en 1982-85)¹⁷. Cette évolution a souvent été imputée à la Politique Agricole Commune qui proposait des prix garantis pour ce type de productions. Ainsi, même en considérant un taux d'irrigation constant, la part de la sole irriguée pour ces cultures ne pouvait qu'augmenter. Il est cependant nécessaire de prendre en compte des arguments liés plus précisément à l'irrigation¹⁸ pour expliquer l'augmentation de la part de la sole irriguée en grandes cultures puisque le taux d'irrigation du maïs a fortement augmenté entre 1975 et 1988.

A cette évolution touchant les céréales, il faut ajouter l'apparition de l'irrigation des oléagineux comme le soja ou le tournesol qui représentent à eux seuls près de 7%, et ce, même si ce chiffre peut à nouveau être nuancé par l'augmentation importante de la sole en tournesol totale qui a été multipliée par 21¹⁹ durant cette période²⁰.

Dans ce contexte, la baisse subie par le maïs entre 1988 et 1990 qui passe de 50 à 36% seulement de la sole irriguée totale, semble difficile à expliquer. Il faut alors prendre en considération deux éléments conjoncturels qui ont été particulièrement défavorables au maïs en général ces dernières années et qui ont contribué à une baisse importante de sa sole sur le territoire français. Ces éléments sont en premier lieu, une forte baisse des prix de vente (relativement aux prix des autres céréales) affectant grandement les marges brutes dégagées à l'hectare pour cette culture, et ensuite de nombreuses années de sécheresse particulièrement virulentes dans les zones de grandes cultures irriguées (sud-ouest, Poitou-Charentes, Centre) qui conduisirent de nombreux préfets à prendre des

¹⁷ Voir Dominique Vermersch, "Economie et technologie des systèmes céréaliers. Une approche duale et économétrique", [1989], Economie et sociologie rurale, 379p.

¹⁸ Les critères techniques rentrant en compte dans le choix de la culture à irriguer sont présentés dans la fiche technique n°2 Annexe 3.

¹⁹ Source ONIDOL-SIDO.

²⁰ Notons que l'irrigation du tournesol n'est pas véritablement totalement au point, les gains de rendements par rapport à la même culture en sec variant beaucoup d'une année sur l'autre indépendamment de la pluviométrie. Les agriculteurs attendent avec impatience de nouvelles variétés plus adaptées aux conditions culturales françaises.

arrêtés interdisant de pomper l'eau à des fins d'irrigation. Tout ceci a donc conduit de nombreux agriculteurs à se tourner vers d'autres cultures moins sensibles au stress hydrique pour valoriser leurs terres irriguées.

Etudions enfin le cas de la catégorie "légumes, fleurs et autres". Cette catégorie recouvre les fleurs coupées, les légumes de plein champ ou les cultures spécialisées comme les fraises, les myrtilles,... (essais de diversification dans le Cher) ou les melons (Poitou-Charentes). Il est donc assez difficile de déterminer les causes de l'évolution de la part de cette catégorie dans la sole irriguée. Cependant, on peut tenter d'analyser l'évolution subie par le secteur des légumes frais et des fleurs qui composent la majorité de la catégorie. Ce type de culture a toujours connu un fort taux d'irrigation. Comme les cultures traditionnelles il a souffert de l'augmentation de la sole en grandes cultures, du moins, jusqu'en 1988 ce qui expliquerait la baisse de la part de sole irriguée entre 1975 et 1988.

Des caractéristiques supplémentaires inhérentes à cette production sont cependant à prendre en compte pour expliquer l'évolution de la part de la sole irriguée de ces cultures entre 1988 et 1990. D'une part, il apparaît que ce type de culture intéresse de plus en plus les grands céréaliers au titre de la diversification des productions, ceux-ci cherchant, à l'approche de la réforme de la P.A.C., des palliatifs de la baisse prévue de leurs marges brutes ; ceci a entraîné l'augmentation la sole totale de ce type de produit. D'autre part, dans le cadre de contrats passés avec les agriculteurs pour la fourniture de légumes frais, les industriels réclament de plus en plus l'irrigation. Ces deux effets conjugués associés à la baisse de la surface irriguée en maïs pourraient donc être à l'origine de l'augmentation brutale de la part de la sole irriguée de cette catégorie qui passe de 14% en 1988 à 22% en 1990.

Enfin, l'étude de l'évolution "en dent de scie" du pourcentage de la sole irriguée consacrée aux fourrages relève d'une situation d'autant plus complexe que plusieurs types de cultures sont inclus dans ce poste. En effet, le maïs ensilage représente la plus grande superficie du groupe, or sa sole varie d'une année sur l'autre en fonction des aléas climatiques (passage de maïs grain/maïs fourrage), ce qui serait un facteur d'évolution favorable entre 1988 et 1990. On peut de plus remarquer que le pois fourrager a pris un certain essor ces dernières années²¹ et soit ainsi en partie responsable du maintien voire de l'augmentation du pourcentage de la sole irriguée en fourrages entre 88 et 90.

²¹ Voir Fiche technique n°2 en Annexe 3

Ainsi, on peut dire que l'irrigation tend de plus en plus à se polariser sur deux types de cultures définissant par là deux vocations séparées pour cette technique : une irrigation de complément sur maïs, tournesol, soja ou pois protéagineux d'une part; et une irrigation de diversification sur les légumes, fleurs et autres cultures spécialisées, d'autre part. Les cultures qui étaient jusque là irriguées de façon "traditionnelle" perdent de leur importance relative au sein des cultures irriguées et ne sont pas à l'origine des bouleversements que nous avons pu mettre en valeur précédemment. L'irrigation semble donc non seulement en plein essor, mais aussi en pleine mutation lorsque l'on s'attache au type de cultures irriguées. Ces modifications ne vont d'ailleurs pas sans influencer sur la localisation des productions, puisque les grandes cultures ne sont pas des cultures fortement représentées dans les régions sèches traditionnellement intéressées par l'irrigation.

1.1.2.3. La délocalisation de l'irrigation

Jusqu'à ces trente dernières années l'irrigation rimait, dans bien des esprits, avec climat sec et chaud, comme en Méditerranée. Il apparaît alors que si le pourtour Méditerranéen est la région où la fréquence des années exigeant un apport d'eau d'au moins 100mm est de plus de 9 années sur 10²², une deuxième catégorie de régions composée notamment de l'Aquitaine, de la région Midi-Pyrénées, du Centre, du Poitou-Charentes et de la vallée du Rhône, n'est pas loin derrière avec une fréquence de 7 à 9 années sur 10.

A l'évidence, les besoins en eau d'une culture ne peuvent se résumer à des conditions climatiques. La vocation de l'irrigation n'est pas tant de pallier à un manque de pluviométrie que de pallier à un besoin en eau de la plante. La différence entre ces deux arguments tient à la quantité d'eau évaporée mais aussi à la capacité du sol de jouer plus ou moins un rôle de réserve d'eau.

En comparant les résultats issus des deux derniers Recensements de 1979 et 1988, on peut mettre en évidence deux phénomènes. Tout d'abord l'extension en valeur absolue de la superficie agricole irriguée dans certaines régions qui entraîne l'augmentation des besoins en eau (Cf. : Document 4), et d'autre part la nouvelle orientation prise par certaines régions qui se lancent dans l'irrigation (taux de croissance de la surface irriguée entre 79 et 88) (Cf. : Document 5).

²² Voir Document 5 "Comparaison de la carte des besoins en eau et de la carte des superficies irriguées en France." Ci-contre.

Document 4 : Superficies nouvellement irriguées entre 1979 et 1988
(en milliers d'hectares)

Région	Nouvelles surfaces irriguées entre 79 et 88	Surfaces irriguées en 1988 (en ha)
Aquitaine	+101,7	230.000
Midi-Pyrénées	+86,8	210.000
Poitou-Charentes	+67,3	99.000
Centre	+42,9	150.000
Pays de la Loire	+25,6	76.000
Rhône-Alpes	+20,3	77.000
Alsace	+14,5	34.000

Sources : R.G.A. 1979 et 1988

Document 5 : Taux de croissance de la surface irriguée entre 1979 et 1988
(en pourcentage)

$$\text{Taux de croissance des surf. irriguées} = (\text{Surf. irriguée en 88} - \text{Surf. irriguée en 79}) / \text{Surf. irriguée en 79}$$

Région	Taux de croissance des surfaces irriguées
Poitou-Charentes	+215,7%
Auvergne	+82,6%
Aquitaine	+79,4%
Alsace	+76,3%
Midi-Pyrénées	+70,5%
Pays de la Loire	+50,6%
Centre	+40%
Haute Normandie	+40%
Rhône Alpes	+36,1%

Sources : R.G.A. 1979 et 1988

Il ressort donc de ces tableaux que les régions du sud-ouest et du Centre continuent leur équipement en irrigation à un rythme relativement élevé entre +80 et +40%. De même on voit apparaître une nouvelle région irriguée, le Poitou-Charentes : celle-ci se lance à grande échelle dans cette technique de production, cette évolution étant liée à un changement d'orientation socio-économique des exploitations qui se spécialisent (spécialisation en grandes cultures ou élevage, alors que c'était une région de polyculture-élevage). Pour sa part, la région Auvergne développe des surfaces irriguées dans les vallées.

1.1.2.4. L'irrigation, une technique subventionnée

Réseaux individuels et réseaux collectifs

Les modalités d'accès à la ressource en eau pour un agriculteur irriguant sont de trois types²³. La première possibilité est de se raccorder à un réseau collectif (c'est le cas de près d'une exploitation équipée sur deux en 1988, mais seulement de 33% des exploitations irriguées). La seconde est d'avoir recours à une ressource individuelle uniquement (50% des exploitations équipées et 52% des exploitations irriguées en 1988). Et la troisième, consiste à utiliser les deux types de ressource, ce qui est la solution mixte retenue par près de 15% des exploitations irriguées en 1988.

Lorsque l'on étudie le problème en termes de surfaces et non plus d'exploitations, la répartition précédente se trouve modifiée. En effet, le document 6 nous montre l'aspect prédominant en France de la ressource individuelle sur le collectif, 61,7% des surfaces en individuel seul, contre 21% en collectif seul.

L'irrigation collective semble donc caractérisée par un fort taux d'adhérents, qui n'irriguent pas systématiquement (différence entre la part des exploitations équipées et irriguées) et qui, de plus, cultivent des petites surfaces (différence entre la part d'exploitations irriguées et la part des surfaces irriguées). L'irrigation à partir de ressources individuelles seules, semble, en revanche, beaucoup plus systématique, et concerne des exploitants disposant de plus grandes surfaces que ceux utilisant des systèmes d'irrigation collective (la part des superficies irriguées à partir de ressources individuelles est largement supérieure à la part des exploitations irriguées à partir de ce type de ressources).

Document 6 : Evolution de la part de la superficie irriguée en fonction de la nature de la ressource

Nature du réseau	Part de la superficie irriguée en 1975	Part de la superficie irriguée en 1988
Individuel seul	58,7%	61,7%
Collectif seul	29,6%	21%
Mixte	11,7%	17,4%

Calculs effectués à partir des sources : RGA 88, enquête EPEXA 75.

Chaque région dispose d'un réseau hydrographique qui lui est propre ; ainsi selon les cas, l'eau sera présente en abondance sous forme de rivières, de nappes alluviales ou

²³ Pour plus de renseignement sur les réseaux et contraintes techniques de l'irrigation, se reporter aux fiches techniques 1 et 2 en Annexe 1 et 3.

de nappes aquifères plus ou moins profondes. Cette variété va donc entraîner une grande diversité dans les moyens mis en place pour accéder à l'eau en fonction des données géographiques. Dans ce contexte, on comprend que la répartition des réseaux collectifs et individuels, en France, ne soit pas homogène.

Ainsi, on peut mettre en évidence une certaine opposition entre le taux d'équipement en réseau collectif du sud-est (entre 80²⁴ et 70% des surfaces équipées) et ce même taux dans les quatre grandes régions irriguées de la façade Ouest (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes et Centre) qui oscille entre 36 et 16% (36% pour la région Midi-Pyrénées et 16% pour la région Poitou-Charentes).

Cette opposition est d'autant plus importante qu'elle se traduit en termes de déséquilibre des subventions entre ces différentes régions. En effet, la majeure partie des aides à l'investissement en matière d'irrigation sont attribuées aux réseaux collectifs, cet état de fait s'étant d'ailleurs accentué depuis le lancement des programmes intégrés méditerranéens (P.I.M.). Ainsi, pour la période 1984-1988²⁵, les travaux individuels sans subvention ont représenté :

- 97% des surfaces équipées dans la région Centre
- 88% des surfaces équipées en Poitou-Charentes,
- 24% des surfaces équipées dans le sud-ouest.

Une nouvelle distinction apparaît ainsi, définissant 3 types de situations reliant l'irrigation aux subventions distribuées par l'Etat :

- la situation du pourtour méditerranéen, constitué de réseaux collectifs en majorité, hautement subventionnés
- le sud-ouest, l'Aquitaine mais surtout la région Midi-Pyrénées où les réseaux individuels et collectifs cohabitent, et qui draine ainsi un volume de subvention important
- les régions Centre et Poitou-Charentes, où les réseaux individuels prédominent largement et où l'exploitant ne bénéficie que de peu d'aides.

²⁴ Source SCEES-INSEE, RGA 88, extrait de Agreste Etudes n°13 Décembre 1991, p8.

²⁵ Source: Colloque "Eau et agriculture, leçons d'une sécheresse" Paris le 8 mars 1990, p198.

1.1.3. Les motivations des exploitants agricoles pour l'irrigation

1.1.3.1. Entre irrigation structurelle et irrigation de complément

Suite au tour d'horizon que nous venons d'effectuer, il s'avère difficile de délimiter exactement l'irrigation structurelle de l'irrigation de complément. Une première définition peut être avancée qui limite l'irrigation structurelle aux zones à très gros risques de sécheresse estivale. Pourtant, l'extension systématique de cette technique n'a pas encore eu lieu dans ces régions où cultures sèches et irriguées coexistent. De même, dans les Landes où les risques de sécheresse ne sont pas vraiment très importants, on ne peut faire pousser du maïs sans irriguer.

Ainsi le Conseil Général du G.R.E.F.²⁶ propose la définition suivante : *"L'irrigation revêt un caractère systématique dès lors qu'elle constitue une condition nécessaire au développement d'une culture dans une région déterminée, que cette nécessité soit liée à la physiologie de l'espèce cultivée, aux conditions naturelles (climat, sol), aux conditions de mise en marché, ou à toute autre exigence spécifique"*.

En Aquitaine, l'irrigation est rendue structurelle sur maïs non seulement par les exigences de cette plante²⁷, mais aussi par le niveau très faible de la R.F.U.²⁸ du sous-sol des Landes.

Sur un autre plan, l'irrigation peut être considérée comme une barrière à l'entrée de certains marchés comme ceux des cultures sous contrat de type semence ou cultures légumières. En effet, les industriels n'acceptent de traiter qu'avec un exploitant qui peut garantir la quantité et la qualité (calibre) de la production quelles que soient les conditions climatiques (on retrouve cette situation jusqu'en Picardie où des firmes telles que Bonduelle exige de ses contractants qu'ils disposent de l'irrigation).

Cette nouvelle définition semble donc plus adéquate et révèle la diversité des situations rencontrées ainsi que leur possibilité d'évolution. Une irrigation qui était anciennement qualifiée d'irrigation de complément peut, quelques années plus tard, être considérée comme une irrigation structurelle.

²⁶ Voir le Rapport du Conseil Général du G.R.E.F. "Réflexions sur certains aspects techniques et économiques de l'irrigation en France" Sept. 1989 p107.

²⁷ Le maïs est une plante pour laquelle il existe un seuil en dessous duquel la plante ne peut fructifier.

²⁸ R.F.U.: Valeur théorique maximale de la Réserve en eau d'un sol Facilement Utilisable par les plantes

1.1.3.2. L'irrigation : de nouvelles orientations

La rentabilité d'un investissement en irrigation est très variable selon les caractéristiques micro-économiques de l'exploitation. Elle dépend du choix stratégique effectué par l'agriculteur.

En fait, deux grands types de motivations sont généralement à l'origine de la décision d'irriguer : une volonté de restructuration complète ou partielle de l'exploitation, ou bien la recherche d'une assurance sur les rendements.

L'adoption de l'irrigation peut être un outil privilégié de reconversion, par exemple, lors d'un changement de système de production. En effet, lors d'un changement d'orientation de l'exploitation, l'irrigation apparaît souvent comme un facteur d'accompagnement important, permettant de mettre en place un système répondant aux objectifs de revenus. Ainsi, cette technique accompagne la plupart des passages d'un système de polyculture à un système grandes cultures dans le sud-ouest²⁹ comme dans la région Poitou-Charentes³⁰. Dans cette dernière, ces restructurations sont liées à l'arrivée de migrants. L'orientation initiale de l'exploitation en élevage, somme toute peu différenciée, pèse peu sur les choix stratégiques du nouvel arrivant (généralement en provenance de la région Centre). Il cherche alors à pratiquer le système de sa zone d'origine et s'installe souvent avec des capitaux propres, abandonne l'élevage en vue d'un développement des cultures de ventes. L'irrigation agit, à ce moment là, comme catalyseur, la vente des vaches finançant une partie, voire l'intégralité de l'investissement. De même, dans le bassin de Béziers³¹, les agriculteurs ont profité des primes d'arrachages de leurs vignes pour restructurer brutalement leur exploitation et se lancer dans les grandes cultures irriguées.

Pour les exploitations désirant s'orienter complètement ou partiellement vers les cultures à haut produit brut, (cultures légumières de plein champ, semences ou cultures spéciales), irriguer est aujourd'hui une nécessité, un point de passage obligatoire. Il faut en effet pouvoir garantir le calibrage, la qualité ainsi que les délais de livraison de la marchandise ce qui demande une parfaite maîtrise des moyens de production et donc de l'approvisionnement en eau. Ceci est vrai non seulement pour des régions où l'eau peut se faire rare comme dans le sud-ouest, le Languedoc Roussillon¹⁴ (melon et asperges) ou le Poitou-Charentes (melons), mais aussi pour des régions mieux alimentées comme la

²⁹ Voir "Place de l'irrigation dans les systèmes de production des exploitations agricoles du Sud-Ouest" de Philippe BEYRIES dans GENIE RURAL n°12-Décembre 1989 p20 à 23.

³⁰ Pour plus de détail sur cette évolution voir: Fort, J.L. et Reau, R., "Evolution des exploitations agricoles et irrigation en Poitou-Charentes", Revue Chambre d'agriculture, Janvier 93, supplément au N°807, pp34-36.

³¹ Voir "Irrigation rime avec intensification" de Florence Fargier dans Cultivar, n°267, 15 au 31 janvier 1990; ainsi que "Etude économique de cas types d'exploitants passant à l'irrigation" Bernard Anthérieu et Philippe Deschaux dans GENIE RURAL n°12-Décembre 1989 P29 à 31.

Bretagne ou les grands plateaux de la Picardie. Dans ce cas le coût de l'irrigation ne constitue pas l'obstacle majeur pour ces productions, qui se situe davantage au niveau des débouchés et des marchés. Le recours à la diversification vers les cultures de contrat se rencontre dans de nombreux cas, que ce soit parce que l'ancien système de production périclite (vignes produisant du vin de table, ou bien systèmes polyculture élevage en perte de vitesse), ou par crainte de la réforme de la P.A.C. pour des exploitants qui irriguaient déjà leurs grandes cultures (dans le Centre).

Enfin, lors de l'installation du fils sur l'exploitation du père, l'introduction de l'irrigation constitue une possibilité intéressante de dégager un revenu suffisant permettant de faire vivre 2 familles : deux options sont généralement observables. Soit, irriguer une petite surface à base de cultures spéciales à haut produit brut ; soit, l'irrigation porte sur une surface de plus grande taille orientée vers les grandes cultures. De telles situations sont apparues depuis 1987 dans la région Poitou-Charentes. L'élevage, production liée au père, est très peu intensif. L'irrigation est récente et permet au fils de cultiver 15 à 30 hectares de maïs grain. Ce type d'exploitation paraît très transitoire, avec abandon probable des ateliers d'élevage au moment de la retraite du père et orientation du fils vers les cultures de vente.

Le second type de motivation possible est lié au risque sur le rendement des récoltes en grandes cultures. On peut alors distinguer deux types de risques. En effet, l'aléa climatique peut avoir deux conséquences sur l'exploitation. Tout d'abord, une année particulièrement sèche entraînera, s'il n'existe pas de solutions pour la contrer, une perte sèche sur la quantité et la qualité effectivement produites : c'est le premier niveau de risque. Le deuxième niveau de risque est purement financier, il joue sur la précarité financière de l'exploitation agricole qui se doit de payer ses traites chaque année et qui, de ce fait, ne peut se permettre une seule mauvaise année. Ainsi, en prenant un exemple : l'exploitant qui sera sensible au risque du premier niveau regardera le différentiel entre les marges brutes à l'hectare en sec et en irrigué, alors que celui qui sera sensible au deuxième niveau regardera surtout le différentiel en terme de variation annuelle de la marge brute par catégorie (Cf. document 7).

Document 7 : Variation inter annuelle des marges brutes des cultures en Haute-Garonne³²

	Marge brute moyenne à l'hectare	Variation selon les années
Maïs sec	4.266F	22%
Maïs irrigué	7.866F	4%
Soja sec	4.800F	23.5%
Soja irrigué	8.566F	4%
Tournesol sec	5.600F	12.6%
Tournesol irrigué	6.000F	8.5%

Source : Résultat d'une analyse d'un réseau d'exploitation en Haute-Garonne.

Ces situations se retrouvent dans toutes les régions et sont à la base de la majorité des projets d'irrigation que ce soit dans le sud-ouest, ou dans la région Centre. En revanche on peut penser que la sensibilité pour le risque de deuxième niveau est plus forte pour les exploitants des régions les moins méridionales comme la Beauce où le différentiel entre rendement irrigué et non irrigué n'est pas toujours extrêmement significatif.

Aux exploitants en système de grandes cultures, il faut ajouter un autre type d'agriculteurs cherchant à s'affranchir des aléas climatiques : il s'agit des éleveurs³³. Ceux ci passent à l'irrigation pour obtenir une augmentation substantielle de la qualité et de la quantité des productions fourragères. Il s'agit alors de la poursuite d'une volonté d'intensification fourragère grâce à l'irrigation ou bien, tout simplement, d'une solution pour ne pas avoir, en année sèche, à acheter de fourrages dont la qualité est parfois douteuse. C'est un confort supplémentaire qui concerne souvent des projets modestes avec des réseaux de distribution traditionnels. Cette situation se retrouve en Languedoc Roussillon³⁷, Poitou-Charentes³⁶ et Midi Pyrénées³⁵.

De manière générale, les raisons qui poussent un exploitant agricole à installer des surfaces irriguées sont multiples. Elles dépendent aussi de facteurs particuliers à l'exploitation et au chef d'exploitation, comme les possibilités d'accès à la ressource en eau, le taux d'endettement mais aussi la disponibilité de la main d'oeuvre ou les compétences techniques et humaines de l'exploitant.

1.1.4. Conclusion

D'une façon générale, on est donc passé d'un système collectif de mise en valeur des terres par l'irrigation "traditionnelle", localisé dans le bassin méditerranéen, à un système plus individuel là où les nappes étaient exploitables visant des gains de

³² Voir Florence Fargier "Irriguer, la sécurité." dans CULTIVAR n°267 15 au 31 janvier 1990.

³³ Voir Annexe 4 "Coûts de la matière sèche irriguée ou non et production".

productivité de plus en plus importants sur grandes cultures, ainsi qu'une stabilité du revenu d'une année sur l'autre.

Les diverses "spéculations" sur la réforme de la P.A.C. ont sans doute joué un rôle dans le développement récent de l'irrigation. Les exploitants en grandes cultures qui espéraient bénéficier de rendements de référence "cultures irriguées" plus favorables dans les départements où ils sont différenciés ont sans doute accéléré leurs décisions d'investissement (la différenciation des rendements est issue d'une décision départementale engagée en août 92; les surfaces éligibles à l'aide "cultures irriguées" devant être déclarées irriguées avant le 1er août 92). Cependant, l'ampleur de cette spéculation reste difficilement appréciable et varie certainement beaucoup d'un département à l'autre.

En revanche, il est certain que les sécheresses consécutives subies par les agriculteurs français produisirent un impact important sur l'augmentation relativement brutale de la surface équipée. Les récentes années sèches eurent deux conséquences principales sur l'irrigation en France : d'une part, l'augmentation brutale du rythme d'équipement en irrigation dans les régions où cette technique se développait déjà, et, d'autre part, la diminution de la part du maïs dans la sole irriguée totale au profit d'autres cultures valorisant bien l'irrigation tout en étant moins sensible au stress hydrique. Ainsi sont apparues de nouvelles grandes cultures irriguées comme le tournesol, le pois ou le soja dans le sud-ouest, ou bien des cultures dites de diversification comme la myrtille du Cher, le melon de Poitou-Charentes ou l'asperge de Midi-Pyrénées. Ces choix ont été largement fonction :

- du pédoclimat : dans le Sud Ouest, l'option porta sur le soja irrigué ce qui n'est pas réalisable en Beauce,
- de l'existence d'une volonté de diversification à l'échelle départementale voire régionale. Ainsi dans le Cher, un grand nombre d'exploitations se sont lancées dans les cultures spécialisées, légumières, ou vers les fleurs. L'élément moteur de ce bouleversement des traditions était la sécheresse mais aussi la réforme de la P.A.C. qui s'annonçait menaçante pour les gros producteurs de céréales et autres grandes cultures.

Les principales régions qui ont connu un développement important de leurs surfaces irriguées ne sont pas celles qui ont perçu le plus d'aides sous formes de subventions. Il semble donc que l'irrigation puisse être rentable pour un exploitant même sans compter sur les subventions directes apportées par l'Etat ou les collectivités locales. Cela est surtout

vrai dans les régions où l'accès à la ressource en eau était facile et peu cher (Le Centre et le Poitou-Charentes). On comprend alors qu'en période de déficit hydrique généralisé (ce qui a plutôt été le cas ces dernières années), la ressource se fasse rare. Ainsi, certains exploitants agricoles sont-ils actuellement conduits à forer de nouveaux puits, plus profonds pour accéder à l'eau, et pouvoir utiliser leur matériel d'irrigation au mieux.

Finalement, l'irrigation dans une exploitation va bien au-delà de la levée de la contrainte du déficit hydrique estival dans les parcelles irriguées, elle engage l'exploitation dans des changements plus profonds des systèmes de culture et des systèmes de production ; elle se traduit par du travail supplémentaire et des pointes de travaux plus aiguës. Et s'il est possible de définir les régions les plus impliquées dans le développement de l'irrigation, il est difficile de leur attribuer à chacune un type particulier de motivation poussant à la mise en place de l'irrigation, même si certaines tendances peuvent être dégagées.

A travers notre exposé il devient clair que l'irrigation n'est pas simplement une technique permettant l'intensification des méthodes de culture ou la levée de la contrainte du déficit estival. Il s'agit d'une technique qui provoque des modifications structurelles au niveau de l'exploitation, apportant des contraintes de temps de travail, ayant tendance à orienter les spéculations vers les grandes cultures et les cultures à haute valeur ajoutée. L'irrigation a cependant un effet controversé pour ce qui est de l'adaptabilité de l'exploitation aux modifications de l'environnement agricole (variation des prix, changements de politique agricole). Pour certains elle apporterait une plus grande adaptabilité de l'exploitation en ce sens qu'elle ouvre un éventail de cultures possibles plus grand ; pour d'autres³⁴, elle rigidifierait les possibilités d'adaptation de l'exploitation, la rentabilité d'un tel investissement nécessiterait des passages obligés comme par exemple la culture du maïs.

³⁴ Lesaffre, B. et Rieul, L. "La place de l'irrigation dans l'agriculture d'aujourd'hui" Comptes rendus de l'Académie de l'Agriculture de France session d'automne 1992, pp35-50.

1.2. L'IRRIGATION SUR GRANDES CULTURES et LA REFORME DE LA P.A.C.

Jusqu'à ces dernières années, dans le cadre de la Politique Agricole Commune, les grandes cultures bénéficiaient de prix intérieurs spécifiques et d'un système de prélèvements-restitutions qui affranchissaient largement les exploitants de la C.E.E. de la réalité des cours mondiaux. Cette politique initiée dans un contexte déficitaire en produits agricoles a permis à la Communauté d'atteindre l'autosuffisance, et même de devenir excédentaire pour certains produits dont les céréales. Ce débordement des objectifs initiaux est imputable, pour partie, au mode de soutien par les prix qui génère une course aux rendements, l'aide accordée aux exploitants étant proportionnelle à la quantité produite. La réforme de la P.A.C. de mai 1992 fait donc suite à de nombreuses années d'excédents structurels et d'alourdissement du budget du F.E.O.G.A. garantie, alourdissement lié à une augmentation du volume des restitutions à payer pour écouler les excédents sur le marché international. Les objectifs principaux de la réforme s'appuient sur la transformation du mode de soutien à l'agriculture. Il s'agit de découpler les aides de la production effective, en les calculant de façon forfaitaire par rapport à la surface mise en culture. Les effets escomptés sont une stagnation des rendements ainsi qu'une consommation accrue de céréales dans l'industrie de l'alimentation animale à la faveur de la baisse de leurs prix. Dans un même temps, pour renforcer cette tendance et tenter de combler un peu plus l'écart entre l'offre et la demande, une politique de restriction de l'offre est appliquée via un gel des terres obligatoire.

Au sein des grandes cultures, le cas le plus préoccupant en termes d'excédents structurels est celui des céréales. Elles sont, en quelque sorte, le référentiel du nouveau système d'aides. Le montant des aides aux oléagineux et protéagineux est calculé par rapport à elles, de façon à ne favoriser aucun de ces trois grands types de culture. Les modifications du marché des oléagineux sont cependant intervenues un an avant celles des céréales, et ceci à cause du Panel³⁵ Oléagineux I dans lequel le mécanisme de soutien des oléagineux de la C.E.E. a été formellement condamné. Un second Panel Oléagineux a cependant été lancé par les Américains qui considéraient que la réforme appliquée au régime oléagineux ne répondait pas entièrement aux exigences du premier règlement. Le Panel Oléagineux II s'est soldé par l'instauration d'une Surface Maximale Garantie pour les oléagineux de 5.128.000 d'hectares dans la C.E.E. assortie d'un gel spécifique minimum incompressible de 10% de cette surface, alors que la surface effective d'oléagineux en 92 était de 5.554.000 hectares.

³⁵ Un Panel: règlement d'un contentieux devant le G.A.T.T. pouvant conduire à des mesures de rétorsions économiques si "l'inculpé" ne modifie pas son comportement.

L'abandon de l'ancien mode de soutien se caractérise donc pour les céréales par la baisse du prix de soutien (une préférence communautaire de 45 écus par tonne est cependant conservée) : les prix indicatifs sont ainsi ramenés à 130 écus/tonne pour la récolte 93, 120 écus/tonne pour la récolte 94 et enfin 110 écus/tonne pour la récolte 95. Pour les protéagineux, il n'y a pas de fixation des prix institutionnels, leur prix est fonction des prix de la protéine sur le marché de l'alimentation animale et notamment du tourteau de soja. Enfin, pour les oléagineux, le système de soutien qui était jusqu'à présent réglé sur le mode des "deficiency paiements" distribués par les transformateurs étant abandonné, le prix donné aux agriculteurs pour leurs oléagineux sera le prix mondial. Le prix de référence prévisionnel est maintenu à 129 F/quintal par rapport à son niveau de la récolte 92. Le montant de l'aide communautaire sera révisé en fonction des variations des prix observés par rapport au prix de référence prévisionnel si le différentiel est supérieur à 8% dans un sens ou dans l'autre.

La répartition et le calcul des aides à l'hectare, bien que simples dans les textes officiels de la Communauté deviennent complexes lorsqu'il s'agit de les appliquer à l'échelle nationale. A ce propos, il est donc nécessaire dans un premier temps de rappeler les paramètres, parfois propres à chaque état-membre, et qui régiront la mise en oeuvre de la réforme.

1.2.1. Le cadre général de la réforme sur les grandes cultures

Initialement, l'ensemble des céréales, des protéagineux et des oléagineux devait être traité de façon similaire par la réforme ; des exceptions ont cependant été faites, dans certains cas, pour le maïs ou les cultures irriguées. Dans ses modalités d'application, la réforme considère des surfaces définissant des "quotas" de superficies pouvant être aidées et des rendements de référence à partir desquels les aides à l'hectare pourront être calculées. Les surfaces peuvent être de deux types : ce seront des surfaces dites de base ou bien des surfaces dites plafond (terme réservé aux surfaces limitant les aides aux cultures irriguées).

1.2.1.1. Les surfaces de base

La Communauté décerne à chaque pays membre une enveloppe budgétaire, pour les aides directes à distribuer, proportionnelles à la surface de référence de ce pays. La France dispose d'un montant, associé aux 13,523 millions d'hectares que représente sa surface de référence. L'enveloppe budgétaire globale a cependant été scindée en plusieurs sous-enveloppes, chacune étant attachée à une surface de base. Il en existe treize : la

première est nationale et concerne les céréales en général et les oléoprotéagineux, les 12 autres sont des surfaces départementales liées au maïs³⁶. La différenciation d'une surface de base maïs dans un département est facultative et permet de traiter cette culture à part en prenant en compte, pour le calcul du montant exact des aides, un rendement spécifique maïs. Sa mise en oeuvre dépend de décisions prises au niveau départemental par concertation entre les organisations professionnelles et la D.D.A.F..

Les surfaces de base sont donc réparties comme suit sur le document 8.

Document 8 : Origines des surfaces de base

LES SURFACES DE BASE

Surface de référence Nationale 13,523 Millions d'ha		
Surface totale céréales + oléoprotéagineux dans les départements ne différenciant pas le maïs	Surface totale céréales sauf maïs + oléoprotéagineux dans les départements différenciant le maïs	Surfaces en maïs des départements différenciant des bases maïs
Une Surface de base S.C.O.P. Nationale 12,945 millions d'ha		12 Surfaces de base Maïs, une par département ayant opté pour la différenciation du maïs 577 844 ha

De façon générale, les surfaces de base sont calculées sur une base historique : la moyenne des surfaces de 1989 à 1991. Pour la surface S.C.O.P., il s'agit de la moyenne des surfaces en céréales en grain, céréales ensilées, oléagineux et protéagineux (non compris pois de conserve) à laquelle on ajoute le gel quinquennal et les semences. Pour les surfaces de base maïs il s'agit de la moyenne des surfaces maïs grain, maïs ensilé, maïs semence, irriguées ou cultivées en sec.

Chaque agriculteur se doit de déclarer les superficies qu'il escompte cultiver, en spécifiant le type de culture. Si la somme de ces demandes individuelles dépasse les surfaces de référence historique, les exploitants agricoles s'exposeront à des sanctions.

³⁶ Pour le détail par département, voir extrait du règlement C.E.E. n°845/93 de la Commission du 7/04/93 fixant les superficies de base régionales applicables dans le cadre du régime de soutien aux producteurs de certaines cultures arables.

1.2.1.2. La surface plafond irrigation

La distinction de surfaces plafond irriguées est facultative et relève, comme les surfaces de base maïs, d'une décision départementale. Elle conditionne l'accès à une aide spécifique sous forme d'un rendement de référence spécifique aux cultures irriguées³⁷. Ainsi, à titre d'exemple, dans les départements où une base maïs a été différenciée, l'utilisation d'une surface plafond irriguée peut conduire à différents cas de figure : soit la prise en compte d'un rendement maïs irrigué seul, auquel cas la surface plafond est incluse dans la surface de base maïs, soit à deux rendements irrigués, un pour le maïs et l'autre pour les "autres céréales", ce qui conduit à définir deux surfaces plafond irriguées l'une incluse dans la surface de base maïs et l'autre incluse dans la surface de base nationale.

Ces surfaces ne sont pas calculées à partir de moyennes sur les surfaces de référence 89-90-91 comme les surfaces de bases. Elles sont évaluées à partir des superficies en céréales et en protéagineux réellement irriguées en 1992 auxquelles s'ajoutent les superficies dont l'irrigation a été prévue avant le 1er août 92. Ces surfaces plafond sont des surfaces départementales. Les superficies nouvellement irriguées au cours des campagnes suivantes à partir d'investissements datant au plus tard du 1er août 92 viendront compléter les surfaces plafonds calculées pour la campagne 93/94.

Les seules cultures pouvant faire l'objet d'une aide à l'irrigation dans le cadre de la réforme de la P.A.C. sont les céréales et les protéagineux dans certains cas. Cependant, à l'issue de négociations récentes, on a créé une enveloppe particulière pour le soja irrigué dans le sud-ouest de la France (Zone II). Dans les départements où le maïs est traité séparément, les protéagineux ne peuvent briguer les aides aux cultures irriguées même si elles existent pour les céréales (ex : la Dordogne).

L'ensemble de ces aides, différenciées selon la culture, est conditionné par des critères d'éligibilité mis en place par les départements. Parmi ceux ci on peut compter le paiement de la redevance aux Agences de Bassin, la justification d'une irrigation minimale, ou bien les périodes durant lesquelles l'agriculteur a recours à l'irrigation (certains départements n'accordent d'aides à l'irrigation que si l'apport d'eau est postérieur au 1er juin).

1.2.1.3. Les rendements de référence

Les rendements de référence déterminent le montant de l'aide à l'hectare pour les grandes cultures. La diversité des surfaces de référence évoquée précédemment conduit à

³⁷ Se rapporter au règlement C.E.E.n° 1113/93 de la Commission du 6 mai 1993 établissant les règles spécifiques aux paiements compensatoires pour certaines cultures arables irriguées, J.O. des Communautés Européennes du 7/05/93.

une différenciation des rendements de référence : quatre rendements différents peuvent être ainsi définis par département, comme le montre le document 9.

Les cas I, II, III, IV, V sont définis à partir des différents cas de différenciation de surfaces de base rencontrées dans les départements, sans tenir compte des particularités du système oléagineux. Ainsi on peut différencier :

Cas I : Les régions Champagne Ardennes, Lorraine, Nord Pas-de-Calais, Basse et Haute Normandie, Bretagne, ainsi que de quelques départements comme les Alpes maritimes, le Vaucluse, la Haute-Saône, l'Yonne ou la Côte-d'Or.

Cas II : C'est le cas le plus général, comme dans les régions Centre, Pays de la Loire, Poitou-Charentes, Picardie (sauf l'Oise), Limousin (hormis la Corrèze), Midi-Pyrénées (sauf les Hautes-Pyrénées), Languedoc-Roussillon (sauf la Lozère) et Rhône Alpe (sauf la Savoie).

Cas III : La Gironde, les Landes, les Pyrénées-Atlantiques, les Hautes-Pyrénées, la Savoie et la région Alsace.

Cas IV : C'est le cas des départements suivants : la Corrèze, les Bouches-du-Rhône et les Hautes-Alpes.

Cas V : C'est le cas de la Dordogne uniquement.

Document 9 : Correspondances entre les surfaces différenciées et les rendements de référence.

	Cas I	Cas II	Cas III	Cas IV	Cas V
Surfaces de référence définies :					
- Une surface de base maïs	non	non	oui	oui	oui
- Une surface plafond irrigation incluse dans la surface S.C.O.P.	non	oui	non	non	oui
- Une surface plafond irrigation incluse dans la surface maïs du départ.					
Les rendements correspondants :					
- toutes céréales	C, Ci, M, Mi P et Pi	non	C, Ci, P et Pi	non	non
- toutes céréales non irriguées	non	C, M et P	non	non	C, P et Pi
- toutes céréales irriguées	non	Ci, Mi et Pi	non	non	non
- toutes céréales sauf maïs	non	non	non	C,Ci,P,Pi	non
- maïs non irrigué	non	non	M	non	M
- maïs irrigué	non	non	Mi	non	Mi
- tous maïs	non	non	non	M et Mi	non
- toutes céréales irriguées sauf maïs	non	non	non	non	Ci
-rendement indemnisation du gel	oui	oui	oui	oui	oui

Légende :

- C : toutes céréales sauf maïs
 Ci : toutes céréales (sauf maïs) irriguées
 P : protéagineux non irrigués
 Pi : protéagineux irrigués
 M : maïs
 Mi : maïs irrigué

Les rendements de référence³⁸ sont tous calculés sur le même modèle. On prend la moyenne départementale des rendements de la ou de l'ensemble des cultures en question sur la période 86-90, on pondère par le rendement moyen national qui est de 58,67 q/ha en toutes céréales de la surface SCOP, ou de 77,47 q/ha en maïs (pour les départements ayant opté pour la différenciation), selon le coefficient suivant : 2/3 rendement départemental, 1/3 rendement national. Cette pondération conduit à accroître le niveau des primes des départements se situant en dessous de la moyenne nationale au détriment des départements qui ont un niveau de rendement plus élevé.

Il n'existe pas de rendement de référence particulier pour les oléagineux, les aides sont calculées à partir des résultats céréaliers. Cependant, l'échelle départementale n'a pas été retenue comme référence. La régionalisation a été effectuée selon trois zones³⁹ au sein desquelles un rendement de référence a été établi. Ainsi on peut discerner directement

³⁸ Voir Annexe 5 pour les différentes valeurs des rendements de référence par département

³⁹ Voir Annexe 6 La carte de régionalisations des paiements compensatoires pour les oléagineux.

trois niveaux d'aides en France qui ne coïncident pas avec les 5 cas déjà définis ; le recouvrement s'effectue comme suit, ce qui conduirait à prendre neuf sous-cas en compte :

Document 10 : Correspondances entre les Cas types de la réforme sur les céréales et protéagineux et les zones d'attribution de l'aide aux oléagineux.

	Cas I	Cas II	Cas III	Cas IV	Cas V
Zone I	oui	oui	oui	oui	
Zone II		oui	oui		oui
Zone III		oui		oui	

A tous ces rendements, dont l'existence est liée directement à des surfaces de références, s'ajoute un rendement de référence dit d'indemnisation au gel qui permet le calcul des aides au gel et des primes "petit producteur"⁴⁰. Il est calculé en prenant un rendement toutes céréales (2/3 rendement de référence départemental toutes céréales + 1/3 rendement national [59,7 q/ha]) ; le rendement national tient compte de toutes les céréales y compris le maïs, des départements ayant opté pour une différenciation du maïs ; c'est là que réside la différence entre le rendement indemnisation au gel et le rendement toutes céréales des départements du cas I.

1.2.2. Application de la réforme aux producteurs professionnels ou régime général

1.2.2.1. Le gel des terres

Le régime d'aides est conditionné par un gel de 15% du total surfaces cultures aidées plus surfaces gelées (demande d'aide compensatoire + demande d'indemnisation de gel). Il est toutefois possible de ne demander des aides que pour une partie de l'exploitation, et de produire sur le reste des céréales, oléagineux ou protéagineux au prix de soutien ou de marché. Le gel de 15% des terres ne se fera alors que sur la superficie des cultures aidées et gelées. Le gel est lié aux surfaces de bases en vigueur ; ainsi en cas de différenciation d'une surface de base maïs, le gel devra se faire de façon spécifique : l'exploitant devra geler 15% de la surface qu'il désire affecter au maïs d'une part, puis geler 15% du reste des surfaces aidées et gelées au titre des céréales autres que maïs, oléagineux ou protéagineux; la spécification ne porte pas sur le caractère irrigué.

⁴⁰ Le producteur peut demander ce régime si la surface qu'il déclare en grandes cultures multipliée par le rendement de référence "toutes céréales" (rendement d'indemnisation du gel) est inférieur à 92 tonnes.

Cette indemnisation est fixe et ne variera pas au cours des campagnes d'application de la réforme⁴¹. La compensation pour le gel⁴² pour 1993/1994/1995 sera alors de : (52 écu/tonne x rendement indemnisation gel).

1.2.2.2. Les aides compensatoires

Les aides compensatoires sont distribuées aux producteurs du régime général qui ont appliqué la clause de gel et aux exploitants bénéficiant du régime "petits producteurs". Ces aides sont distribuées à l'hectare cultivé et déclaré, et ne dépendent pas de la quantité réellement produite. Ces aides seront croissantes pour les céréales sur les trois campagnes d'application de la réforme, compensant en cela la décroissance des prix de soutien. Pour les céréales et protéagineux, leur calcul se fait à partir d'un même rendement de référence adéquat que l'on multipliera par un forfait. Pour les céréales il sera de 19,74 F/q, 27,63 F/q et de 35,53 F/q pour les récoltes 93, 94 et 95 respectivement. Pour les protéagineux il sera de 51,32 F/q sur les trois récoltes, et sera appliqué au rendement toutes céréales (sec ou irrigué le cas échéant).

Document 11 : Les paiements compensatoires (en francs) par hectare de céréales

Rendements de référence (q/ha)	40	50	60	70	80	90
Récolte 1993 19,74 F/q	789,6	987	1184,4	1381,8	1579,2	1776,6
Récolte 1994 27,63 F/q	1105,2	1381,8	1657,8	1934,1	2210,4	2486,7
Récolte 1995 35,53 F/q	1421,2	1776,5	2131,8	2487,1	2842,4	3197,7

Document 12 : Les paiements compensatoires (en francs) par hectare de protéagineux

Rendements de référence (q/ha)	40	50	60	70	80	90
Récolte 93-94-95 51,32 F/q	2052,8	2566	3079,2	3592,4	4105,6	4618,8

Les aides compensatoires pour les oléagineux ne sont pas calculées par département. Elles ont été calculées de façon à tenter de maintenir un rapport de prix plus ou moins constant entre les oléagineux et les céréales. La relation prix d'équilibre a été choisie de 2,1 à 1 en faveur des oléagineux. Le calcul de l'aide aux oléagineux se fait en prenant pour référence le rendement régional des céréales comme suit.

⁴¹ Notons que le montant de la prime au gel des terres a été augmenté de 27% par décision du conseil des ministres de l'agriculture européens dans le cadre de la discussion sur "le paquet prix" qui s'est achevée le 28/05/93.

⁴² Voir Annexe 7: Carte de répartition des primes au gel des terres

Document 13 : Illustration du calcul du montant de référence communautaire pour l'aide aux oléagineux et de sa régionalisation pour la récolte 92.

Montant de référence⁴³ :

Prix prévu des céréales sur le marché mondial	: 100 écus/t
Aide compensatoire pour les céréales	: 55 écus/t
Equivalent prix des céréales C.E.E.	: 100 + 55 = 155 écus/t
Relation prix d'équilibre	: 2,1 à 1
Equivalent prix des oléagineux C.E.E.	: 155 x 2,1 = 325,5 écus/t
Prix prévu des oléagineux sur le marché mondial	: 163 écus/t
Aide compensatoire pour les oléagineux	: 325,5 - 163 = 162,5 écus/t
Rendement communautaire moyen pour les oléagineux	: 2,36 t/ha
Aide de référence pour les oléagineux	: 162,5 x 2,36 = 383,5 écus/ha
	soit 3.032 F/ha

Régionalisation⁴⁴ :

$$\text{Aide régionale en France} = \frac{3,032 \text{ F} \times \text{rendements céréales de la région}}{\text{rendement céréales moyen C.E.E. (4,6 T/ha)}}$$

Ainsi pour la récolte 93 on observera les primes suivantes.

Document 14 : Montant des aides compensatoires aux oléagineux pour la récolte 93⁴⁵ :

Zone I	: 3 734 F/ha
Zone II	: 3 482 F/ha
-Soja sec	: 2 926 F/ha
-Soja irrigué	: 5 370 F/ha
Zone III	: 2 736 F/ha

Le montant des aides à l'hectare a cependant été modifié par rapport à la récolte 92⁴⁶ pour deux raisons : la baisse de l'équivalent prix des céréales de la Communauté Européenne qui passe de 155 écus/t à 150 écus/t ainsi que l'effet de la pondération 2/3 départemental et 1/3 national. Par ailleurs, le montant est revu annuellement à la hausse ou à la baisse à la faveur des évolutions du prix du marché.

1.2.3. Le cas particulier des petits producteurs

⁴³ Extrait d'une communication de la Commission au Conseil et au Parlement Européen "Evolution et avenir de la politique agricole commune" COM(91) 258 final du 12 juillet 1991 p40.

⁴⁴ Extrait de "Cultiver notre énergie pour gagner" Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux, Congrès National La Rochelle les 12 et 13 Mai 1993 p22

⁴⁵ Extrait de "Cultiver notre énergie pour gagner" Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux, Congrès National La Rochelle les 12 et 13 Mai 1993 p30

⁴⁶ Voir "La réforme de la P.A.C., Mise en oeuvre en France: 3, Les modalités d'application" dans la revue de l'association des chambres d'agriculture, supplément au n°809, Mars 93.

La première caractéristique du régime "petit producteur" est l'exonération totale de gel, même s'il s'agit du gel extraordinaire imposé suite au dépassement d'une surface de base⁴⁷. L'exploitant qui bénéficie de ce régime reçoit une aide calculée sur la base du rendement de référence toutes céréales utilisé pour le calcul de l'aide au gel, quel que soit son assolement : oléagineux, protéagineux, maïs⁴⁸. En revanche, dans les départements ayant opté pour une différenciation cultures sèches/cultures irriguées, le petit producteur pourra bénéficier de l'aide spécifique aux cultures irriguées. Pour être petit producteur, il faut que la superficie déclarée de céréales et d'oléoprotéagineux corresponde à une production théorique (et non réelle) inférieure ou égale à 920 quintaux de céréales. Cette production théorique est calculée à partir du rendement indemnisation au gel, des rendements secs/irrigués le cas échéant, et des surfaces pour lesquelles un paiement compensatoire est demandé. Dans certains cas, si le volume théorique de production dépasse légèrement 920 quintaux, on peut avoir intérêt à se déclarer petit producteur. Pour cela, il suffit de demander une aide sur la surface correspondant à 920 quintaux de production, et de cultiver le reste sans aides compensatoires, en ne bénéficiant que du prix de soutien.

Ainsi on retrouve deux types de situation en fonction des différenciations effectuées par le département⁴⁹.

-s'il n'y a qu'un unique rendement toutes céréales, ou bien différenciation d'une base maïs le rendement de référence à prendre en compte pour être petit producteur sera le rendement indemnisation du gel. La condition pour être petit producteur sera alors :

$$(rdt. indemnisation du gel) \times (superficie toutes céréales et oléoprotéagineux) < 92 \text{ tonnes}$$

-s'il y a différenciation entre cultures sèches et irriguées, sans différenciation d'une base maïs, les rendements de référence à prendre en compte pour être petit producteur seront les rendements indemnisation du gel, céréales irriguées et céréales non irriguées. Les conditions pour être petit producteur seront alors :

$$(rdt. cultures irriguées) \times (superficie en maïs irrigué et autres céréales irriguées) = a$$

⁴⁷ Voir Annexe 8: "Les sanctions possibles en cas de dépassement des surfaces de référence dans le cadre de la réforme de la P.A.C."

⁴⁸ Ceci, même si une base maïs est différenciée dans son département

⁴⁹ Quelques exemples de calcul des primes au gel et des aides compensatoires pour petits producteurs ainsi que pour les producteurs professionnels dans des départements types sont exposés en Annexe 9.

$(\text{rdt. cultures non irriguées}) \times (\text{superficie en maïs, autres céréales non irriguées et oléagineux}) = b$

et enfin, $a + b < 92 \text{ tonnes}$

1.2.4. Conclusion

Les modalités d'application de la réforme de la P.A.C. sont complexes et soulèvent de nombreuses questions quant à leur impact sur l'agriculture française. Ces interrogations se retrouvent de manière aiguë pour les grandes cultures irriguées. Elles risquent d'entraîner des bouleversements aussi bien au niveau de l'exploitant, dans son assolement par exemple, qu'au niveau interdépartemental (orientation des départements en fonction du niveau relatif des aides entre les différents types de cultures).

Une distorsion de la concurrence entre exploitants :

En premier lieu, il convient d'étudier les conséquences de la départementalisation des aides. La mise en place de rendements de référence départementaux contribue à "geler" les performances relatives des exploitants des différents départements. Cependant, on peut penser que l'effet majeur de la départementalisation réside dans les niveaux de différenciation des rendements de référence. Ainsi, un département comme la Somme, dispose d'un rendement irrigué (84,4 Qx/ha), alors que la Côte d'Or dont le taux d'équipement est supérieur (deux fois plus d'exploitants équipés que dans la Somme) n'en a pas (rendement de référence 55,6 Qx/ha). Il apparaît alors une distorsion de concurrence importante entre les exploitants irriguants en grande culture de ces deux départements. Le même type de remarque peut être fait entre les départements méridionaux où la culture de soja nécessite l'irrigation, disposant d'une prime irriguée comme le Gers⁵⁰ (prime soja irrigué 5370 francs /ha, et ceux comme la Drôme n'en disposant pas (prime inférieure de 2000 francs/ha environ).

Cette distorsion de concurrence entre les exploitants de différents départements risque d'entraîner des spécialisations départementales importantes. Ainsi, en Côte d'Or les exploitants ayant une surface équipée en irrigation vont-ils abandonner les grandes cultures irriguées pour consacrer leur matériel à la betterave par exemple. Dans la Drôme, un rendement irrigué étant défini pour les céréales, les surfaces anciennement en soja irrigué vont être reconverties en maïs. D'une façon générale, les exploitants vont avoir tendance à orienter leur production en fonction des spéculations offertes par la réforme dans leur département, ou bien à cultiver des produits ne dépendant pas ou peu de la P.A.C..

⁵⁰ En général tous les départements du sud-ouest

Un facteur supplémentaire vient encourager cette délocalisation des productions : l'abandon des oléagineux irrigués (sauf le soja irrigué en zone 2). En effet, les modalités d'application de la réforme sur le territoire français ne considèrent pas d'aide spécifique pour les oléagineux irrigués. Le tournesol irrigué qui représentait près de 90000ha soit 6% de la sole irriguée française en 1988 (chiffre qui a certainement augmenté depuis 5 ans), risque donc de disparaître au profit du maïs ou du soja dans la zone 2.

Se pose alors le problème des transferts de production, entre grandes cultures. Dans les régions d'élevage cette question est complexe. En effet, certaines cultures comme le maïs ensilage peuvent être comptées dans les surfaces de base céréalières de vente ou dans la surface fourragère de l'exploitation. Dans ce cas, il appartient au producteur de faire un choix entre ces deux surfaces lors de sa déclaration d'assolement. En effet, l'affectation de cultures de maïs, par exemple, dans les surfaces fourragères les exclut du régime des paiements compensatoires mais permet, en contrepartie, de diminuer le chargement qui conditionne l'obtention d'aides dans le secteur de l'élevage.

Effets directs sur la demande en eau

La réforme de la P.A.C. en fixant des surfaces plafond aux aides irriguées devrait entraîner une diminution du rythme d'équipement en irrigation des exploitants agricoles⁵¹ en grandes cultures. L'accroissement de la demande en eau à des fins d'irrigation serait donc freiné. Cependant la réforme présente plusieurs effets pervers qui pourraient contrecarrer cette évolution.

Le remplacement éventuel du tournesol par du maïs irrigué a un effet pervers au niveau de la demande en eau. En effet, le tournesol étant une culture moins sensible au stress hydrique que le maïs, la consommation d'eau à l'hectare va augmenter. Les risques de déficit, dans des régions où les conflits d'usage sont importants vont donc s'accroître avec la réforme.

Un second effet pervers tient à la définition des surfaces plafond irrigation. Ainsi, si toutes les surfaces irriguées en 1992 auxquelles on ajoute les surfaces dont l'équipement était prévu avant le 1er août 92 sont primables, les exploitants vont avoir intérêt à irriguer l'intégralité de leur surface équipée de façon à capter le maximum d'aides possibles. La quantité d'eau pompée par l'irrigation devrait donc augmenter d'autant plus que pour déclarer une surface irriguée il est nécessaire de justifier d'une irrigation minimum (un des critères d'éligibilité des cultures irriguées). Il est cependant difficile d'évaluer exactement l'impact de cet effet pervers. En effet, si le prix de l'eau n'est pas véritablement une

⁵¹ Ceci fait l'objet de l'étude menée dans le chapitre 2..

contrainte pour l'exploitant⁵², il faut tout de même tenir compte de la contrainte de travail imposée par l'irrigation d'une surface trop importante. Il est ainsi probable que certaines terres déclarées irriguées ne le soient que peu en réalité. Et ceci d'autant plus que la réforme apporte, un effet d'assurance vis à vis du risque climatique.

Atténuation du risque climatique

Intuitivement⁵³, on peut aisément comprendre que la distribution d'aides directes à l'hectare ait un effet sur le comportement de l'exploitant agricole vis à vis du risque climatique. En effet, quelles que soient les conditions météorologiques, l'agriculteur est assuré de percevoir un montant d'aide proportionnel au rendement de référence de son département. Or l'irrigation est une technique qui initialement a pour objet de contrecarrer les déficits hydriques que pourraient subir les cultures. La réforme vient donc concurrencer l'irrigation comme facteur de diminution du risque climatique.

Une gestion difficile

Enfin, la gestion départementale des surfaces plafond, ou des surfaces de base maïs, sera difficile. Il faut en effet noter que si la surface plafond est bloquée au niveau départemental, les surfaces déclarées individuelles ne le sont pas. Il y aura donc une gestion collective départementale de l'aide irriguée. Cette gestion risque d'être difficile, au moins dans un premier temps, car rien n'empêche un exploitant d'équiper de nouvelles terres tout en demandant les "aides irriguées". Si cette attitude se généralise on observera un dépassement de la surface plafond, qui se traduira par des sanctions au niveau départemental. L'ensemble des exploitants cultivant des cultures irriguées dans le département subira donc une raréfaction de ces aides, proportionnelle au dépassement observé. Une telle situation pourrait donc conduire les exploitants à anticiper les sanctions en "gonflant" leur déclaration.

Tous ces facteurs font que la réforme représente un véritable choc dans l'économie agricole. Outre des variations de revenus, elle impose aux exploitants un nouvel environnement économique qui va entraîner des modifications importantes des assolements et des comportements en général.

⁵² Le prix de l'eau est faible par rapport aux investissements nécessaires à l'équipement en irrigation (aux alentours de 150 francs/ha en réseau individuel dans le Bassin Loire Bretagne, contre environ 2000 francs/ha d'amortissements de l'équipement en irrigation en comptant le matériel de surface mais aussi le forage et l'amenée d'eau).

⁵³ Une analyse plus fine pourrait être effectuée à partir d'une fonction de type Just et Pope voir Annexe 12.

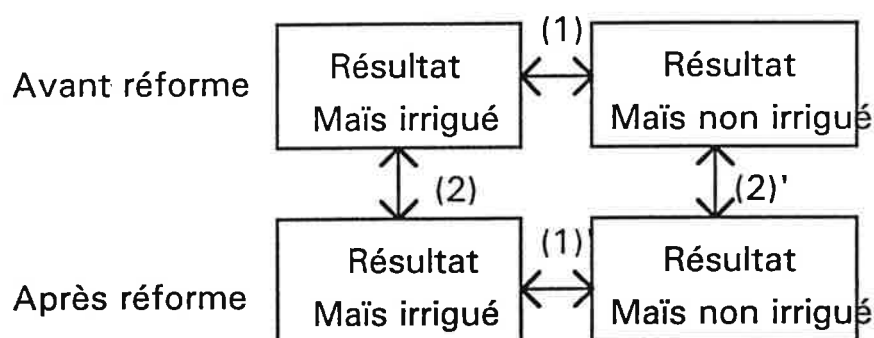
Chapitre 2. Un modèle microéconomique simple

2.1. LES INSTRUMENTS DISPONIBLES

Plusieurs méthodologies peuvent être a priori employées pour mettre en évidence l'évolution de la rentabilité économique de l'irrigation entre l'avant et l'après-réforme. Deux instruments sont présentés ici : la méthode des bilans et une modélisation microéconomique qui retiendra finalement davantage notre attention.

2.1.1. Utilisation de bilans économiques

La méthodologie des bilans économiques repose sur la connaissance des comptes d'exploitation des agriculteurs irriguants et non irriguants. Il s'agit alors de comparer les résultats¹ dégagés par les exploitants pour chaque type de culture, en séparant les irriguants des non irriguants. Puis, dans un second temps on simule une situation après réforme de la P.A.C. en appliquant aux données passées les nouvelles structures d'aides. Par exemple, les comparaisons de type (1) et (1)' mettent en évidence la rentabilité de l'irrigation pour une exploitation, alors que les comparaisons de type (2) et (2)' évaluent l'impact relatif de la réforme de la P.A.C. sur les cultures irriguées et non irriguées.



¹ Une étude se limitant à l'observation de la marge brute ne saurait être réellement intéressante puisque la majeure partie des coûts occasionnés par l'irrigation sont des coûts fixes.

Pour obtenir un résultat par type de culture en séparant le cas irrigué de celui non irrigué, un certain nombre de données sont nécessaires:

- le produit brut par culture en séparant les cultures irriguées des non irriguées,
- les charges affectées par culture en séparant les cultures irriguées des non irriguées,²
- les charges fixes par hectare en distinguant les hectares équipés des non équipés.

Les possibilités offertes par la base de données RICA permettent d'obtenir le produit brut par culture. En revanche il est impossible de disposer de charges affectées par cultures, ni même de marges brutes³.

Il faut donc avoir recours à un autre type de source, plus détaillé. La sonde mise en place par l'I.N.R.A. Grignon⁴ permet, pour les régions Centre et Midi -Pyrénées, de disposer de données sur les marges brutes par cultures. Cette sonde fournit une information sur deux niveaux:

- les comptes de résultats et bilans complets des exploitations en comparant les exploitations disposant de systèmes irrigués et celles n'en possédant pas.
- un calcul détaillé de la marge brute à l'hectare par grand type de culture (irrigué/non irrigué), sur un échantillon plus restreint.

Il devient alors possible d'établir un résultat par culture en déduisant les charges fixes des comptes de résultats et en les incluant dans les tableaux de marges brutes⁵. Cependant, une telle approche ne peut être entièrement satisfaisante à plusieurs égards :

- l'échantillon sur lequel les charges fixes sont calculables n'a pas exactement la même taille que celui servant au calcul de la marge brute à l'hectare.
- pour les irrigués, les charges fixes obtenues sont la moyenne des charges fixes attribuables aux hectares irrigués mais aussi aux hectares non irrigués. Un calcul supplémentaire est donc nécessaire pour tenter d'approcher le montant exact des charges fixes à l'hectare irrigué qui interviennent dans la comparaison irrigué/non irrigué de la manière la plus exacte possible.

² A défaut d'avoir le produit brut et les charges par culture, on pourrait se contenter de la marge brute par culture.

³ Il existe bien des données sur des marges brutes, mais le niveau de précision est faible. Ainsi on pourrait disposer au mieux d'une marge brute "végétaux".

⁴ Voir Carles et Chitrit "Situation en grande culture à la veille d'une réforme de la Politique Agricole" Station d'économie et de sociologie rurale, Grignon 90.

⁵ Voir en Annexe 10 "Bilans économiques appliqués à différentes cultures dans les régions Midi-Pyrénées et Centre".

- on suppose que les charges fixes d'un hectare irrigué sont les mêmes quel que soit le type de cultures irriguées sur la surface considérée.

Un inconvénient supplémentaire lié au caractère exceptionnel de l'année étudiée vient se greffer aux inexactitudes présentées ci-dessus. Le facteur sécheresse intervient de manière sensible sur les cultures de maïs sans irrigation. En effet, les rendements de maïs sec ont été particulièrement faibles sur l'année 1990 (16,4 Qx/ha contre 82,1 Qx/ha pour les hectares irrigués). L'étude des bilans sur plusieurs années, de façon à prendre en compte l'aléa climatique, permettrait une analyse plus rigoureuse.

D'autre part, le scénario "après réforme" (situation en 1996) a été appliqué sur la base des données 90. Pour cela, plusieurs hypothèses ont été posées. Elles se révèlent assez contraignantes:

- bien que la sonde soit géographiquement répartie sur toute la région Midi - Pyrénées nous avons considéré des rendements de référence uniques, c'est à dire supposer que toutes les exploitations étaient situées dans le même département : le Lot et Garonne (département ayant uniquement différencié une surface plafond irrigation).

- suite au choc exogène que représente la réforme de la P.A.C., l'exploitant ne modifiera pas la structure de ses facteurs de production (contexte statique). Ce qui permet une application des nouvelles dispositions de la réforme à des cas extraits du passé.

En fait, il y aurait peut-être moyen de contourner les problèmes liés à l'insuffisance des données, en estimant avec des outils économétriques une fonction de coût par culture à partir des données RICA. Mais, quoi qu'il en soit, il apparaît que la méthodologie des bilans économiques est loin d'être satisfaisante aussi bien pour représenter la réforme, que sur le plan des données disponibles. Une telle étude ne saurait révéler à elle seule l'intérêt de l'irrigation pour un exploitant agricole. En effet, les bilans ne peuvent tenir compte d'un des facteurs primordiaux de la motivation des exploitants pour l'irrigation : La diminution de la variabilité des rendements (le caractère assurance sécheresse de l'irrigation).

Une méthodologie permettant l'évaluation de l'impact de la réforme sur la demande en irrigation de l'exploitant a été mise en oeuvre en supposant que ce dernier sera conduit à ajuster certains de ses facteurs de production.

2.1.2. *Modèle dual, paramétrique, monoproduit*

L'utilisation d'un modèle microéconomique de maximisation du profit présente des avantages par rapport à la méthode précédemment présentée. Il est ici possible de

comparer une situation avant réforme et une situation après réforme, où l'exploitant a la possibilité d'ajuster ses facteurs de production.

Pour intégrer au mieux les modalités de ces ajustements, le modèle doit représenter le plus fidèlement possible le processus d'optimisation de l'exploitant. A ce propos, la maximisation du profit représente un cas extrême : cette hypothèse sera assouplie lors du développement de la modélisation en considérant plusieurs termes d'ajustement. La spécification paramétrique sera par ailleurs adaptée au problème posé par l'irrigation (une estimation de ce modèle pourrait avoir lieu dans une seconde étape).

Le modèle intègre les modifications du soutien public communautaire. En associant celles-ci au processus d'optimisation du profit de l'exploitant, nous pourrions évaluer, la variation de quantité optimale de terre irriguée avant et après réforme en fonction de sa technologie. Ainsi nous pourrions approcher l'intérêt des exploitants à investir dans de nouveaux équipements en irrigation.

Les modifications intervenant entre les situations avant et après réforme sont en fait de trois ordres :

- 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 et les producteurs professionnels au travers de leur quantité théorique de production (supérieure ou inférieure à 92 Tonnes). Au sein du modèle, il faudra donc séparer ces deux cas puisque dans le premier, l'exploitant n'est pas soumis au gel (aucune diminution de la surface effectivement cultivée).
- l'apparition du gel des terres pour les exploitants ayant choisi le régime d'aide général, et donc la diminution de la surface cultivée qui passe de T à ρT (avec ρ le pourcentage de terre non gelée). Les modalités de prise en compte du gel dans le modèle et la valeur de ρ dépendent de l'option choisie : gel fixe ou gel tournant sur six ans.
- l'apparition d'aides à l'hectares compensant le gel ainsi que la chute des prix pour les cultures irriguées et non irriguées. Ces aides prennent la forme présentée dans le document suivant.

Document 16 : Forme des aides directes de la nouvelle P.A.C.

Aides compensatoires	Pour les terres gelées	Pour les terres irriguées	Pour les terres cultivées en sec
Forme de l'aide	$R_{gel} 1,27 \cdot (P_0 - P_1) T (1-p)$	$R_{sec} (P_0 - P_1) T_{sec}$	$R_{sec} (P_0 - P_1) T_{sec}$
Définition des arguments	R_{gel} : rdt indemn. gel, $(1-p)$. T: terre gelée, 1,27.($P_0 - P_1$): prime.	T_i , terres irriguées. (gel décompté) R_i : rdt. irrigué $(P_0 - P_1)$: prime	T_{sec} , terre en sec (gel décompté) R_{sec} : rdt. sec $(P_0 - P_1)$: la prime

Le caractère départemental de la réforme de la P.A.C. considérant des rendements différenciés ou non selon les cas, conduit directement à un modèle départementalisé. Ainsi plusieurs cas seraient envisageables. Nous nous concentrerons ici sur le cas d'un département appartenant au cas II⁶, le Loir et Cher.

2.1.2.1. Modèle monoproduit dual

Nous adoptons initialement une technologie agricole monoproduit, certes réductrice de la réalité étudiée, mais qui peut se justifier dans le cas d'une monoproduction céréalière. Au sein d'un même département, les types de grandes cultures intéressées par l'irrigation sont peu nombreux (pour le Loir et Cher il s'agit principalement du maïs).

Au sein du modèle, la technologie est représentée de manière duale par une fonction de coût. La modélisation du comportement des agriculteurs irriguants s'appuie donc sur un seuil d'efficacité allocative : celui-ci se traduit par la formalisation de sa technologie en terme d'une fonction de coût restreint dont les arguments se trouvent être en premier lieu :

- 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 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 à une forme fonctionnelle simple de type Cobb -Douglas. Dès lors, elle s'écrit encore :

⁶ Voir document 11.

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

La constante A, inclut les autres facteurs de production quasi -fixes tels le capital et pourra se spécifier ensuite suivant une fonction du prix des facteurs variables ; α , β et γ représentent les élasticités respectives du coût par rapport aux différents arguments y, T et θ .

2.1.2.2. Plusieurs horizons temporels

Le modèle doit prendre en compte le caractère quasi -fixe de certains facteurs tels 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,...

On doit cependant définir 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, se fera 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 parfaitement efficaces aussi bien techniquement qu'allocativement avant le choc que représente la réforme. Ce postulat est évidemment réducteur et s'inscrit dans une optique "optimiste" (Vermersch et al., 1992) . Il serait intéressant de compléter ce modèle paramétrique par une approche non paramétrique qui intégrerait des situations d'inefficacité technique ou allocative.

Ainsi, après la réforme, nous étudierons en premier lieu une situation qualifiée de court terme où les facteurs terre et part de la terre irriguée seront considérés comme fixes, l'exploitant n'ayant la possibilité ni d'acheter ni d'équiper de nouvelles terres. Dans une deuxième étape, nous considérerons une situation dite de moyen terme où l'exploitant pourra ajuster de façon optimale sa part de terre irriguée en équipant de nouvelles surfaces, mais ne pourra acheter de la terre supplémentaire. 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 en lien avec l'application de la réforme de la P.A.C.. En effet, la quantité 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". Il ne peut, en revanche, équiper de nouvelles terres.

Document 17 : Les horizons temporels et les différents cas d'étude

Avant Réforme $(y_o^*, \theta_o^*, T_o^*)$			
Après réforme $(y^*, \bar{\theta}, \bar{T})$ Court Terme <i>(programme 1)</i>	Après réforme (y^*, θ^*, \bar{T}) Moyen Terme <i>(programme 2)</i>	Après réforme (y^*, θ^*, T^*) Long Terme Cas 1 <i>(programme 3)</i>	Après réforme (y^*, θ^*, T^*) Long Terme Cas 2 <i>(programme 4)</i>
-Pas d'achat de terre -Pas d'équipement de terres supplémentaires	-Pas d'achat de terre -Possibilité d'équiper de nouvelles terres sans toucher d'aides supplémentaires	-Possibilité d'achat de terres non équipées seulement -Possibilité d'équiper de nouvelles terres sans toucher d'aides supplémentaires	-Possibilité d'acheter de la terre, en percevant les aides "irriguées" si elle était déjà équipée -Pas d'équipement de terres supplémentaires

2.1.2.3. Hypothèses préalables sur la technologie

La fonction de coût restreint est issue du programme suivant:

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

• Le vecteur x désigne l'ensemble des facteurs variables auxquels on associe le vecteur prix p_x , alors qu' 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 toute 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 suivante⁷ :

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

Cette dernière mesure correspond à des économies d'échelle de court terme⁸ ; cela étant, moyennant la connaissance de $CR(p_x, y, z)$, il est possible de déterminer une mesure des économies d'échelle de long terme⁹.

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:

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

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

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

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

⁷ Voir Vermersch D. [1989], "Economie et technologie des systèmes céréaliers: une approche duale et économétrique" Deuxième partie, troisième chapitre, section 3: Les économies d'échelle, mesure duale des rendements d'échelle pp140-154.

⁸ L'expression court terme est utilisée ici dans le cas où l'ensemble des facteurs ne peut s'ajuster de manière optimale durant la période d'observation.

⁹ Vermersch, [1990].

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

Ce qui, une fois introduit dans [5], nous donne la condition suivante:

$$[7] \quad 1 - \alpha - \beta < 0 .$$

En présence de facteurs fixes, Caves, Christensen et Swanson (1981) s'en tiennent à une autre mesure dérivée directement de $CR(y, T, \theta)$, supposant une variation équiproportionnelle 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 à 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]:

$$[8] \quad \beta > \gamma$$

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:

$$[9] \quad 1 - \alpha - \beta - \gamma < 0 .$$

2.2. LA MODELISATION DU COMPORTEMENT DES IRRIGUANTS FACE A LA REFORME DE LA P.A.C.

2.2.1. Modèle départemental : Le Loir et Cher¹⁰

L'application du modèle présenté dans la section précédente porte essentiellement sur un type de département tel que le Loir et Cher. Département fortement agricole situé dans la région Centre, il est nettement orienté vers les grandes cultures (les OTEX céréales

¹⁰ Les données sont issues du R.G.A. 88 départemental, ou d'Agreste "Irrigation et drainage en France" Analyse et études N°13, décembre 1991, 31p.

et céréales et autres grandes cultures représentent 48% des exploitations à temps complet et 65% de la S.A.U. départementale). L'irrigation a une place importante dans ce département : ainsi 13% de la S.A.U. 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 dans la mesure où 98% des exploitations équipées utilisent l'aspersion. La ressource en eau est surtout individuelle puisque 74% des exploitations équipées disposent d'un forage (60%) ou d'une retenue d'eau pour l'irrigation (14%).

Les différents types de cultures irriguées dans le Loir et Cher sont les suivantes :

Document 18 : Type de cultures irriguées dans le Loir et Cher

Type de cultures irriguées	Surface irriguée ¹¹
Fourrages et prairies permanentes	800 ha
Légumes frais	4 -5000ha
Maïs	10 -15000ha
Tournesol, Soja, betterave et tabac	8000 ha
Blé tendre, orge et escourgeon	4 -5000 ha
Pois	?

Source : d'après R.G.A. 88

Les grandes cultures dominent les assolement irrigués. En fait, nous pouvons alors distinguer :

- deux cultures d'été susceptibles d'être irriguées : le maïs et le tournesol
- deux cultures d'hiver dont l'irrigation est complémentaire des cultures d'été : pois et céréales à paille.

¹¹ Il s'agit d'estimations.

Modalités de la réforme de la P.A.C.

Les modalités d'application de la réforme de la P.A.C. dans le Loir et Cher peuvent être présentées dans le document suivant.

Document 19 : Calcul des aides compensatoires dans le département du Loir et Cher

	Rendement de réf.(q/ha)	Paiements comp. en 93 en (F/ha)	Paiements comp. en 94 en (F/ha)	Paiements comp. en 95 en (F/ha)
-Pour les céréales				
sec	57,7	1138	1594	2051
irriguées	80	1578	2210	2842
-Pour les protéagineux				
sec	57,7	2961	2961	2961
irrigué	80	4105	4105	4105
Pour les oléagineux		3734	?	?
Pour les superficies gelées au titre du gel obligatoire	59,4	2680	2680	2680
-Pour les petits producteurs				
<u>les non irriguants</u>				
C.O.P. ¹² (surf. max. "petit producteur" 15,5 ha)				
<u>les irriguants</u> ¹³	59,4	1172	1641	2110
céréales et protéagineux irrigués	80	1578	2210	2842
oléagineux, protéagineux et céréales en sec	57,7	1138	1594	2051

De plus, il apparaît qu'une grande majorité des terres relève du régime général. En effet, les exploitations de moins de 15 ha ne cultivent que 2% des terres en grandes cultures dans tout le département, même si elles représentent 25% des exploitations faisant des céréales et 7% des exploitations faisant des oléagineux. Le cas le plus général sera donc celui des exploitants soumis au régime général.

Raisons du choix de ce département

Le Loir et Cher est un département représentatif. Il s'agit d'un département ayant 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; il ne manque que l'Aquitaine).

¹² C.O.P.: Céréales, Oléagineux et Protéagineux

¹³ La superficie maximale des petits producteurs est variable pour ceux qui irriguent, puisque la production théorique leur permettant de ne pas geler, est dans ce cas calculée à partir des rendements irrigués et secs. La superficie est dans ce cas inférieure à 15,5 ha, surface correspondant aux petits producteurs n'irriguant pas.

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.

Enfin, ce département présente un grand intérêt en terme d'étude de la rentabilité publique. En effet, il abrite actuellement un projet de barrage de grande envergure, le barrage de Chambonchard, destiné en grande partie à faciliter l'irrigation.

2.2.2. Hypothèses de comportement des exploitants

- L'adhésion aux nouveaux régimes

Dans le cadre de la réforme de la P.A.C., l'exploitant agricole a la possibilité d'adhérer ou non aux nouveaux régimes qui lui sont proposés. Ainsi, certains agriculteurs pourraient choisir de produire au prix de soutien sans recevoir aucune aide compensatoire¹⁴. De même, certains pourraient opter pour une situation mixte déclarant une partie de leur exploitation au titre du régime général¹⁵ et produisant sans aides sur l'autre partie. Dans notre modèle nous avons considéré uniquement deux cas de figure : la situation du petit producteur qui a une production théorique de moins de 92 tonnes en comptabilisant toute sa surface disponible, et la situation de l'exploitant qui déclare toute sa terre au titre du régime général.

- Gel fixe

L'application de la réforme laisse, à l'exploitant adhérant au régime général, le choix d'opter entre un gel rotatif sur 6 ans d'un taux de 15% et un gel dit fixe (la même terre doit être gelée 6 années consécutives) mais d'un taux de 20%. Si le matériel de surface est transportable d'une parcelle à l'autre, il apparaît que l'infrastructure d'amenée d'eau, elle, est liée à la terre et représente la plus grande part des coûts associés à l'irrigation¹⁶. Dans ces conditions, il paraît peu probable¹⁷ qu'un exploitant accepte de laisser une terre équipée en jachère.

¹⁴ Le cas le plus probable serait celui d'un exploitant dépassant de peu les 92 tonnes de production théorique. Il pourrait alors déclarer une partie seulement de son exploitation de façon à bénéficier du régime petit producteur, cultivant l'autre partie sans aides, mais aussi sans gel.

¹⁵ Ils devraient geler 15% de la surface déclarée et percevraient en échange les aides au gel ainsi que les aides compensatoires.

¹⁶ Voir Annexe 1 "Fiche Technique n°1".

¹⁷ Le refus de geler des terres équipées relèvera sans doute autant d'un raisonnement économique que de considérations purement psychologiques.

Lorsqu'un exploitant cherche à satisfaire ces deux contraintes (gel tournant et gel uniquement sur terre non équipée), on aboutit à une condition sur le rapport entre la quantité de terre irriguée et la quantité de terre totale extrêmement faible. Or, dans la réalité, ce rapport est rarement respecté en raison des coûts fixes importants que génère, en général, l'installation en irrigation.

On est donc conduit à faire l'hypothèse selon laquelle la grande majeure partie des exploitants irriguants en grande culture optera pour le gel fixe à un taux de 20%.

- Equiper équivaut à irriguer

La réforme de la P.A.C. définit des surfaces plafond irrigation qui déterminent le volume d'aide assignable par département aux cultures irriguées ; elles sont censées représenter la surface irriguée en 1992 à laquelle on pourra adjoindre les surfaces dont l'équipement aura été prévu avant le 1er août 1992. Nous supposons donc, que pour capter le maximum d'aide, l'exploitant déclare irriguées toutes ses terres équipées.

- Solidarité entre exploitants

Pour les cultures irriguées, un autre problème se pose. En effet, la quantité de terre primable au titre des aides aux cultures irriguées étant plafonnée au niveau départemental et non par exploitation, en fonction de la quantité de terre anciennement irriguée, rien ne laisse préjuger de la réaction individuelle de chaque agriculteur. Une hypothèse somme toute réaliste conduirait à supposer que chaque exploitant "gonflera" sa déclaration de terres irriguées de façon à internaliser les futures sanctions liées à un dépassement probable de la surface plafond au niveau départemental. Cependant, nous considérerons dans ce modèle qu'une certaine solidarité entre les exploitants d'un même département les poussera à ne pas augmenter, dans leur déclaration, leur surface primable. Cette hypothèse conduit un exploitant à ne demander des "aides irriguées" que si la terre qu'il irrigue était déjà équipée avant le 1er Août 1992. Ce qui, bien sûr, ne l'empêche pas dans la suite d'équiper de nouvelles surfaces.

- Le modèle se place en avenir certain

Il s'agit d'une hypothèse simplificatrice que nous prenons dans un premier temps, puisque l'irrigation est un instrument de maîtrise de l'aléa climatique.

- L'existence d'une rente attachée à la terre irriguée dans une optique de long terme

Selon notre hypothèse de solidarité entre les exploitants, les transactions sur des terres anciennement équipées peuvent être associées à des transferts de "quotas" d'aides aux cultures irriguées. Ainsi, on sous entend l'existence de deux prix possibles pour la terre :

- un prix w_T pour une terre non équipée,
- un prix w_{t_i} pour une terre équipée, que l'on peut décomposer comme suit :

$$[10] \quad w_{t_i} = w_T + I,$$

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

2.2.3. Différents scénarios

2.2.3.1 Modèle avant réforme

Chaque situation doit être 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 peut s'expliquer au travers de la maximisation du profit restreint suivant :

programme 0 avant réforme :

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

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

$$[12] \quad T_0^* = \left[\frac{1}{A} \left(\frac{p_0}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{w_T}{\beta - \gamma} \right)^{1-\alpha-\gamma} \left(\frac{-w_\theta}{\gamma} \right)^\gamma \right]^{\frac{-1}{1-\alpha-\beta}}$$

$$[13] \quad y_0^* = \left[A \left(\frac{p_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} \left(\frac{w_T}{\beta - \gamma} \right)^{\gamma-\beta} \left(\frac{-w_\theta}{\gamma} \right)^{-\gamma} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}$$

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

2.2.3.2. Comportement des exploitants après réforme, à court terme

La présentation précédente de l'irrigation dans le Loir -et -Cher montre que les petits producteurs sont beaucoup moins nombreux que les producteurs professionnels. De plus, le cas du petit producteur peut être déduit du régime général en enlevant le facteur ρ et en supprimant l'aide au gel qui l'accompagne. Nous réduisons donc le modèle à l'étude du régime général, et proposons une application au cas du petit producteur en conclusion.

La situation avant réforme est comparée avec 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.

Premier programme, après réforme :

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

Pour obtenir le profit, il suffit de rajouter les aides créées par la réforme qui ne dépendent que de T_0^* , du rendement de référence et de θ_0 . La condition du premier ordre en y permet alors de déterminer un niveau optimal de production qui est :

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

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 :

$$[17] \quad y_1^* < y_0^*$$

2.2.3.3. Comportement des exploitants après réforme, à moyen terme

La situation avant la réforme est comparée avec une autre situation, après réforme, de moyen terme 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 :

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

Pour obtenir le profit, il suffit d'ajouter les aides créées par la réforme qui ne dépendent que de T, du rendement de référence et de θ_0 (Cf. hypothèse sur la solidarité

entre exploitants d'un même département). Ceci conduit à la définition du doublet optimal. (y_2^*, θ_2^*) tel que :

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

$$[20] \quad y_2^* = \left[\frac{p_I^{(1-\gamma)} (-w_\theta)^\gamma}{A\alpha^{(1-\gamma)} \gamma^\gamma} (\rho T_0^*)^{(\gamma-\beta)} \right]^{\frac{-1}{1-\alpha-\gamma}}$$

Il devient alors possible de comparer les niveaux optimaux de terre irriguée avant et après réforme en comparant les parts de terre irriguée dans la mesure où 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 baisse :

$$[21] \quad \theta_0^* \geq \theta_2^*$$

• Or, dans la pratique, il est peu probable 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.

2.2.3.4. Comportement des exploitants après réforme, à long terme

Dans le modèle, la dotation foncière se caractérise par la quantité de terre disponible ainsi que par la part de cette surface équipée pour l'irrigation. On suppose l'ajustement possible tout d'abord sur la part irriguée puis sur la quantité totale de terre. Il ne suffit donc plus de comparer les θ pour appréhender l'évolution des terres irriguées, l'étude des θT à long terme est nécessaire (θT étant, par construction, la quantité de terre irriguée sur l'exploitation). A long terme, plusieurs cas sont envisagés.

Troisième programme :

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

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

Par cette formulation il devient possible 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 P.A.C., 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 $(y_3^*, \theta_3^*, T_3^*)$:

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

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

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

Le quatrième programme aboutit à la définition du triplet optimal $(y_4^*, \theta_4^*, T_4^*)$.

Ce triplet est obtenu en considérant le programme suivant :

$$\begin{aligned} \text{Max}_{(y, \theta, T)} \quad & p_1 y - CR(y, \rho T, \theta) - w_T (T - \theta T) - w_{t_i} \theta T - w_\theta \theta T \\ & + R_{\text{sec}} (P_0 - P_1) T (1,27(1-\rho)) + R_{\text{sec}} (P_0 - P_1) \rho (T - \theta T) + R_i (P_0 - P_1) \theta T \end{aligned}$$

qui devient après simplifications Quatrième programme :

$$[26] \quad \begin{aligned} \text{Max}_{(y, \theta, T)} \quad & p_1 y - CR(y, \rho T, \theta) - \theta T \Delta - T \Omega \\ \text{avec:} \quad & \begin{cases} \Delta = w_\theta + I - (P_0 - P_1)(R_i - \rho R_{\text{sec}}) \\ \Omega = w_T - R_{\text{sec}} (P_0 - P_1)(\rho + 1,27(1-\rho)) \end{cases} \end{aligned}$$

Par cette formulation, on définit un nouveau prix de l'équipement en irrigation à l'hectare Δ , comme nous avons défini un nouveau prix de la Terre Ω lors de la mise en place du troisième programme. Dans ce cas les aides spécifiques aux cultures irriguées apportées par la réforme de la P.A.C., 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 sur le programme [26] conduit aux résultats suivants :

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

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

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

Dans cette optique de long terme, les quantités de terre totale ou irriguée optimales avant et après réforme ne sont pas aisément comparables 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 $\phi_{\text{irrigation}}$. La méthodologie employée repose sur une approximation faite à partir de la différentielle totale de l'expression de du facteur étudié¹⁸. Une telle étude peut être répétée pour les comparaisons¹⁹ de $\theta_0^* T_0^*$ et $\theta_3^* T_3^*$, ou encore de $\theta_0^* T_0^*$ et $\theta_4^* T_4^*$.

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

$$[30] \quad \frac{\Delta T_i}{T_i} \approx \phi_{\text{prix}} + \phi_{\text{gel}} + \phi_{\text{foncier}} + \phi_{\text{irrigation}}$$

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.

¹⁸ Voir Annexe 11: "Méthodes utilisées pour comparer les quantités de terres optimales".

¹⁹ Les comparaisons entre T_0^* et T_4^* d'une part, et T_0^* et T_3^* d'autre part sont aussi présentées en Annexe 11.

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

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

Ainsi, cette fois -ci on aura :

φ_{prix} est négatif, φ_{gel} est négatif, φ_{foncier} est négatif, $\varphi_{\text{irrigation}}$ dont le signe dépend de I comme suit :

$$[32] \quad \varphi_{\text{irrigation}} \geq 0, \text{ si } (p_0 - p_1)(R_i - \rho R_{\text{sec}}) \geq I$$

Rappelons que I est la rente induite par l'aide spéciale irrigation. Ainsi, le signe de $\varphi_{\text{irrigation}}$ dépend de la valeur de I dans la mesure où $\varphi_{\text{irrigation}} \geq 0, \text{ si } (p_0 - p_1)(R_i - \rho R_{\text{sec}}) \geq I$. 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 est 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.

2.2.3.5. Le cas particulier du petit producteur

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 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 du foncier Ω 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.

2.2.4. Exploitation des résultats

2.2.4.1. Arrêt des équipements en irrigation

Les résultats issus des situations de moyen terme et de long terme (1er cas) ont pour objet la révélation de l'intérêt de l'exploitant à équiper de nouvelles terres tout en sachant qu'il ne peut bénéficier des aides spécifiques aux cultures irriguées. Dans ces deux

cas, quelle que soit le niveau technologique de l'agriculteur, nous montrons que 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 dans la mesure où ils reposent sur l'hypothèse forte selon laquelle, avant réforme, l'exploitant était dans une situation d'allocation optimale de tous ses facteurs 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 P.A.C. Ainsi, certains agriculteurs pourraient se tourner vers l'irrigation de la betterave sucrière, de la pomme de terre, ou des cultures à haute valeur ajoutée. Ces modifications d'assolement permettraient donc aussi d'expliquer les variations négatives de quantité de terre irriguée.

2.2.4.2. Création d'un marché des terres 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'investissement 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 P.A.C.

Nous montrons, alors que le signe de $\Delta T_i/T_i$ dépend des caractéristiques techniques de l'exploitation, $(\alpha, \beta, \gamma)^{20}$, voire du capital humain qui y est associé. Ainsi, $\Delta T_i/T_i$ pourra être positif pour un agriculteur et négatif pour un autre.

On peut alors justifier l'existence d'un marché des terres irriguées induit par la réforme de la P.A.C., dans la mesure où le signe de $\Delta T_i/T_i$ dépend directement du niveau technologique de l'exploitant. Certains auront intérêt à acheter de la terre pour atteindre un système allocatif optimal, alors que d'autres présenteront des intérêts contraires. Ces considérations justifient alors l'existence de I , la rente que nous avons introduite dans le prix de la terre équipée. La valeur de cette rente dépendra alors des bénéfices retirés par l'acquisition d'un nouvel hectare équipé, et surtout par l'acquisition de l'aide irriguée qui lui est associée.

²⁰ Voir les valeurs des effets prix, gel, foncier et irrigation en Annexe 11

Ces derniers résultats reposent sur une des hypothèses de base de notre modèle : l'hypothèse de solidarité entre les exploitants. En effet, il ne faut pas oublier que les surfaces plafond irrigation ne sont pas individuelles, mais départementales. Ainsi, il n'existe pas réellement de quota d'aide attaché à la terre équipée comme dans le cas des quota laitiers. Les résultats que nous obtenons sont donc extrêmement dépendants de l'hypothèse de solidarité entre les exploitants que nous avons prise.

2.2.5. Application à la prise en compte du risque

Nous avons mis en évidence dans les parties précédentes les motivations des exploitants pour l'irrigation. Parmi celles -ci, on pouvait en compter deux majeures :

- l'espérance d'un rendement supérieur permettant de dégager une marge brute plus importante
- la volonté de diminuer les variations de rendements d'une année sur l'autre.

L'irrigation, en apportant une certaine sécurité sur les rendements, contribue efficacement à la diminution du risque agricole sur certaines cultures hautement sensibles au stress hydrique comme le maïs ou le soja. Ainsi semble-t-il essentiel de prendre en compte le risque dans le modèle de façon à pouvoir exprimer cet avantage supplémentaire de l'irrigation.

Jusqu'à présent nous avons considéré que l'exploitant agricole, pour définir l'allocation optimale de ses facteurs de productions (terre, part de la surface irriguée, intrants) maximisait son profit. Cependant, en univers incertain, l'exploitant est maintenant supposé maximiser l'utilité espérée du profit

$E(U(\Pi))$ avec $U(\Pi)$ la fonction objectif de l'exploitant

Pour adapter notre modèle en avenir incertain on pourra utiliser une fonction d'utilité de Von Neumann -Morgenstern pour décrire le programme du producteur :

$$[33] \quad \begin{aligned} \text{Max } E(U(\Pi)) &= \text{Max } U(E(\Pi) - \rho_{\Pi}) \\ &\text{avec } \rho_{\Pi}, \text{ la prime de risque associée au profit net } \Pi. \end{aligned}$$

Cette hypothèse sous entend non seulement trois axiomes définissant la rationalité des agents étudiés, mais aussi une fonction d'objectif U telle que :

pour un agent averse au risque, ce qui est généralement le cas des exploitants agricoles, $U'(x) \geq 0$ et $U''(x) \leq 0$ (U croissante et concave)

Dans le cas d'un petit risque additionnel, on peut montrer de façon locale que la prime de risque est telle que²² :

$$\rho(E(\Pi), \Delta\Pi) \approx -\frac{1}{2} \cdot \sigma_{\Delta\Pi}^2 \cdot \frac{U''(E(\Pi))}{U'(E(\Pi))}$$

[34] avec $a(E(\Pi)) = -\frac{U''(E(\Pi))}{U'(E(\Pi))}$, $\sigma_{\Delta\Pi}^2 = \sigma_{\Pi}^2 = \text{Var}(\Pi)$
et $a(E(\Pi))$, l'Indice Absolu d'Aversion pour le Risque

Ainsi, le programme à résoudre devient :

$$[35] \quad \text{Max } E(U(\Pi)) = \text{Max } U\left[E(\Pi) - \frac{1}{2} a(\Pi) \cdot \text{Var}(\Pi)\right]$$

Ainsi on est conduit à considérer le risque lié à une variation des rendements due au pédoclimat comme un coût que l'exploitant doit supporter, puisque le programme peut s'écrire :

[36]

$$\text{Max } U\left(E(\Pi) - \frac{1}{2} a(\Pi) \cdot \text{Var}(\Pi)\right) = \text{Max } E(\Pi) - \frac{1}{2} a(\Pi) \cdot \text{Var}(\Pi)$$

car U est une fonction croissante par hypothèse.

L'annexe 12 propose une illustration de la prise en compte du risque moyennant l'utilisation d'une fonction de production de Just et Pope.²³

²² Voir Laffont J.J., "Economie de l'incertain et de l'information" Volume 2 du Cours de Théorie micro-économique, Collection "Economie et statistiques avancées", Ed. Economica 306p.

²³ Voir: Carpentier A. "La gestion du risque phytosanitaire dans les systèmes de production intensive: Une approche économétrique" mémoire de D.E.A., INRA-ESR Rennes, septembre 93.

Voir exemple d'application possible en Annexe 12 "Prise en compte du risque par une fonction Just et Pope".

Chapitre 3. Coût privé et coût social de l'irrigation

3.1. INTRODUCTION

Le chapitre 1 a révélé combien l'irrigation est une technique de plus en plus répandue dans l'agriculture française. Entre 1970 et 1990, les surfaces équipées en irrigation sont passées de 1,8% à 7,4% de la Surface Agricole Utilisée qui s'élève à 27 millions d'hectares. L'accroissement annuel des surfaces équipées a pu atteindre 80 000 hectares. Ce développement sans précédent de l'irrigation conduit aujourd'hui à une confrontation intersectorielle entre l'économie agricole et la gestion globale de la ressource en eau. A ce propos, les arbitrages du décideur public s'avèrent largement dépendantes des contingences du moment. Ainsi, la régulation publique de l'agriculture se trouve aujourd'hui profondément modifiée suite à la réforme de la PAC et à l'accord agricole du GATT de décembre 1993. Parallèlement, les sécheresses récentes et successives de 1988 à 1992 ont placé le problème de l'eau au centre des préoccupations publiques ; s'y trouvent mêlés l'impératif d'assurer l'approvisionnement de la population en eau potable, la montée dans l'opinion publique du souci environnemental et l'accroissement de la demande en eau à des fins récréatives.

La prise en compte des différentes valeurs associées aux usages concurrents et complémentaires de la ressource en eau amène ainsi à considérer non seulement le coût privé de l'irrigation mais également le coût social associé. Il s'agit ainsi de distinguer les coûts directement supportés par les agriculteurs par rapport auxquels ils déterminent leur comportement productif, de ceux qui sont à la charge d'autres agents producteurs ou consommateurs, voire de la collectivité toute entière. Une approche comptable des coûts à ajouter et à soustraire du coût privé pour aboutir au coût social suppose de prendre en compte à la fois les aspects liés à la Politique Agricole Commune (PAC) et les aspects liés à la gestion de l'eau en France.

Parmi les principales composantes à rajouter au coût privé de l'irrigation, il convient de noter :

- Les coûts budgétaires de la PAC occasionnés par les gains de productivité issus de l'irrigation ; il s'agit principalement des restitutions aux exportations.
- Les subventions publiques dont bénéficient les agriculteurs pour équiper leur exploitation en matériel d'irrigation.

- Les coûts supportés par les pouvoirs publics pour la création des ressources en eau et des réseaux d'amenée pour l'usage agricole.

- Les coûts d'opportunité de l'eau dans les usages alternatifs, tels que la production d'électricité, la production d'eau potable, les activités touristiques et récréatives...

- Les coûts liés à la dégradation de l'environnement par l'irrigation : salinisation des sols, pollution par les nitrates et les phosphates, assèchement de certains cours d'eau et de certaines nappes.

A l'évidence, d'autres éléments sont à prendre en compte, tel le rôle d'assurance joué par l'irrigation. Il peut venir en déduction du coût privé si l'on considère qu'il évite à l'Etat de lever des impôts type "impôt sécheresse" pour atténuer les effets des aléas climatiques sur le revenu agricole. Mais ce rôle d'assurance de l'irrigation n'existe plus quand des interdictions d'irriguer interviennent lors des sécheresses les plus graves, comme ce fut le cas à plusieurs reprises entre 1988 et 1991. L'ensemble des éléments conduisant au coût social ne peuvent pas faire l'objet d'une évaluation monétaire immédiate. D'autre part, de nombreuses données permettant de les connaître et de les mesurer font défaut.

Ce chapitre, qui s'appuie essentiellement sur un travail bibliographique, montre dans une première section l'importance des aides accordées aux agriculteurs irriguants. La deuxième section insiste sur la gestion de l'eau et l'ampleur des conflits d'usage qui donnent une idée qualitative des coûts d'opportunité de l'eau à usage agricole. La troisième section rappelle différents outils économiques pour une gestion plus satisfaisante de la ressource en eau.

3.2. LE PRIX DE L'EAU : UN ELEMENT DU DISPOSITIF D'AIDE A L'AGRICULTURE

La tarification de l'eau aux agriculteurs comporte plusieurs particularités dans le sens d'une sous-estimation du prix de cette ressource. De plus, de nombreuses subventions conjuguent leurs effets pour diminuer le coût de l'irrigation pour les agriculteurs.

Contrairement aux usagers domestiques et industriels, les irriguants ne paient aucune charge liée à l'assainissement de l'eau qu'ils ont utilisée. Cette charge d'assainissement est de 3F /m³ sur 8 F/m³, le prix national moyen de l'eau pour les autres

usagers. La tarification de l'eau aux agriculteurs est très variable selon les agences de bassin et les modalités d'amenée de l'eau à la parcelle.

3.2.1. La redevance

Le prix payé par l'agriculteur comprend une redevance "prélèvement" versée à l'agence de bassin. Contrairement aux autres usagers, il est dispensé jusqu'à maintenant de la redevance "pollution". Les agriculteurs prélevant dans un lac collinaire, alimenté par les ruissellements, sont également dispensés de la redevance "prélèvement".

Les irriguants non-raccordés à un réseau collectif paient la redevance sur déclaration. La sous-déclaration est donc un problème important. Ainsi, pour la tranche de superficies irriguées de plus de 50 hectares, l'agence de bassin Loire-Bretagne, dans un rapport du 3/10/90, déclarait ne connaître que 49% des irriguants et 33% des superficies effectivement irriguées

Les redevances "prélèvement" s'expriment dans la grande majorité sous forme forfaitaire à l'hectare irrigué. L'agence Adour-Garonne pratique un forfait unique de 0,02682 F/m³ (en 1991) sur une base de 1500 m³/ha. L'agence Loire-Bretagne pratiquait un forfait similaire avec toutefois deux zones: l'une à 550 m³/ha et l'autre à 600 m³/ha. Ces forfaits très simplifiés sont d'une part sous-estimés et d'autre part peu incitatifs pour éviter les gaspillages.

En 1992, l'agence Loire-Bretagne a mis en place un système favorisant le comptage au détriment du forfait. Le forfait lui-même tente de mieux coller aux consommations nettes de l'irrigation en fonction des cultures pratiquées et des caractéristiques pédoclimatiques. Cela conduit en grandes cultures à un forfait maximal de 0,1038 F/m³ pour 1300 m³/ha contre une redevance de 0,0691 F/m³ avec un compteur.

3.2.2. Le prix de l'eau d'irrigation

Quoi qu'il en soit, la redevance "prélèvement", ne dépasse jamais 10% de ce qu'il paie pour fournir 1 m³ d'eau à la plante (coût du travail non compris), comme le montre l'exemple suivant tiré de Ressource en eau et agriculture, Yves le Bars et Alii, 1991.

Un exemple de composition du prix de l'eau

Irrigation collective de grandes cultures (1500 m³/ha) à partir d'un réseau collectif (région Midi-Pyrénées).

Redevance "prélèvement"	0,02 F/m ³
Réalisation de réserves en eau. <i>Ce poste varie beaucoup en fonction des taux et des durées de remboursement des prêts, des taux de subvention (variant de 0 à 80 %) et du mode de mobilisation de la ressource en eau. En particulier, ce taux est nul lors des pompages en rivière non réalimentée.</i> Transport de l'eau jusqu'à la borne d'irrigation. <i>Ce poste est également très variable en fonction des situations et des mode de financement.</i> Coût de fonctionnement du réseau d'irrigation. (énergie et surveillance). <i>Il comprend généralement une partie fixe (surveillance, maintenance et entretien) et une partie variable (énergie). Ce coût doit intégrer le coût de renouvellement (amortissement technique) des installations.</i>	0,40 F/m ³
Transport de l'eau de la borne d'irrigation à la plante. (irrigation par enrouleur automoteur). - charges d'investissement - temps de travail (pour mémoire) - maintenance et provisions de renouvellement.	0,70 F/m ³
Coût supporté par l'agriculteur	de 1,20 F/m ³ à 2,30 F/m ³
Subventions	de 0,50 F/m ³ à 1,50 F/m ³
Coût total (hors coût du temps de travail sur l'exploitation)	de 1,70 F/m ³ à 3,80 F/m ³

Cet exemple simple met en évidence le montant généralement très élevé des subventions accordées par la collectivité pour équiper de nouvelles surfaces.

3.2.3. Les subventions à l'irrigation

L'origine de ces subventions est multiple, tant pour la création des ressources que pour l'équipement des agriculteurs. Elles proviennent de fonds européens, dans le cadre des plans d'amélioration matériel (PAM) et des programmes d'intégration méditerranéens (PIM), du Ministère de l'agriculture, des agences de bassin et des collectivités locales. Ces dernières prennent une importance croissante par rapport à l'Etat.

Pour le 9^e plan (1984-1988), la situation était la suivante:

investissement d'irrigation total	14,4 . 10 ⁹ F
contribution de l'Etat	2,7 . 10 ⁹ F
Départements+Régions	3,5 . 10 ⁹ F

Entre 1981 et 1989, l'aide de l'Etat, bien que constante en valeur absolue, est passée de 45% à 22% en valeur relative tandis que la part des régions et départements passait de 8% à 23%.

Les taux des aides de l'Etat ont dépassé en moyenne 30% dans le Languedoc-Roussillon, la Corse et Midi-Pyrénées. Ils sont inférieurs à 10% dans le Centre et les Pays de Loire. Au contraire, les aides des départements et des Régions dépassent 30% dans le Centre, les Pays de Loire et l'Alsace.

Au cours du 9e plan, 60% des surfaces irrigables ont été équipées sans l'intervention de l'Etat, essentiellement dans le Centre, Pays de Loire, et Poitou-Charente. Dans ces mêmes Régions, ce sont plus de 85% des surfaces équipées qui l'ont été sans aucune subvention, contre 24% seulement en Aquitaine et Midi-Pyrénées.

Néanmoins, depuis 1984, les investissements collectifs ayant reçu une aide de fonds publics ont équipé une superficie plus grande que les investissements individuels.

Part de la surface équipée	1981	1988
par des investissements individuels strictement	63 %	30 %
avec une subvention de l'Etat	35 %	38 %
avec une autre subvention	2 %	32 %
Surface totale équipée	60 000 ha	65 000 ha

Le développement de l'irrigation entre 1975 et 1988 a surtout concerné les cultures bénéficiant alors de la garantie des prix et des débouchés fournie par l'ancienne PAC. Ce sont les céréales, surtout le maïs, et les oléoprotéagineux. Les prairies et cultures permanentes sont les grandes perdantes de ces mutations (voir document 3, chapitre 1).

En revanche, depuis 1988, les légumes et autres cultures spécialisées opèrent un redressement en valeur relative très marqué du fait d'une baisse d'intérêt pour le maïs qui a subi des baisses de prix successives depuis 1986 et a été particulièrement frappé par la sécheresse et les interdictions d'irriguer consécutives. De plus, face à la baisse des prix du maïs, certains céréaliers irriguants se sont diversifiés vers les légumes de plein champ et les fruits rouges, notamment dans la région Centre.

Entre 1975 et 1988, une partie importante des subventions à l'équipement d'irrigation de la part de l'Etat, et plus encore des collectivités locales, ont permis aux agriculteurs d'orienter leurs exploitations vers les productions qui bénéficiaient du Fonds européen d'orientation et de garantie agricoles (FEOGA), notamment des restitutions aux exportations.

L'instauration en 1988 des Quantités Maximales Garanties (QMG) pour les céréales (et en 1986 pour les oléoprotéagineux), qui se traduisaient par des baisses de prix en cas de dépassement d'un quota défini au niveau européen, conduisit à des attitudes

différenciées des différents bailleurs de Fonds vis-à-vis des subventions à l'irrigation. Les QMG ont été instaurées pour freiner l'accroissement du coût du FEOGA pour les contribuables européens.

Mermet (1990) fournit un élément d'explication à la part croissante prise par les collectivités locales dans les subventions à l'irrigation. Rappelons que l'irrigation permet une augmentation des rendements par une intensification en travail et en intrants chimiques qui se traduit, d'une part, par l'accroissement des coûts à l'hectare et d'autre part par la diminution du coût unitaire de production (coût de la tonne de maïs produite par exemple). Au niveau de l'exploitation, dans la mesure où cette augmentation des rendements se traduit par une augmentation du profit, l'intérêt est évident. Au niveau micro régional également du fait du dynamisme économique engendré par une agriculture performante (économies externes marshalliennes). Cependant cette augmentation des rendements a un impact macro-économique. Dans le cadre de l'organisation des marchés des céréales de la PAC en 1990 cela se traduisait par le dépassement des Quantités Maximales Garanties et les sanctions consécutives au niveau communautaire. Ces sanctions touchant toutes les régions de la même manière, Mermet (1990) estimait qu'elles n'annulaient pas l'avantage de l'irrigation en terme de produit brut.

L'avantage de l'irrigation en terme de concurrence inter régionale était donc affirmé. On peut donc dire que les données de cette concurrence inter régionale en faisait un équilibre de Nash. Chaque région se comportait comme si la surproduction était inévitable, En effet, entre les deux options "production" et "rigueur", la solution d'ensemble la plus appropriée était le choix pour toutes les régions de l'option "rigueur". Mais pour une région donnée, que les autres régions choisissent "rigueur" ou "production", la meilleure option était "production" afin d'obtenir un gain maximum si les autres choisissaient "rigueur" et de limiter les dégâts si les autres choisissaient "production".

Ce jeu donne une explication à la part croissante prise par les régions et les départements dans le financement du développement de nouvelles surfaces irriguées.

Au niveau national s'affrontent plusieurs optiques. Du point de vue de la compétitivité de l'agriculture nationale au sein de la Communauté européenne, on retrouve le même schéma de concurrence entre les Etats que celui qui prévaut pour les régions.

On peut cependant considérer qu'entre les Etats-membres de la CEE, la coopération l'emporte et que la maîtrise de la production est un objectif national. Dans ce cas l'Etat devrait chercher à promouvoir les techniques qui améliorent la valeur ajoutée par réduction des coûts à l'hectare plutôt que par accroissement des rendements.

Enfin dans une optique d'équilibre entre les régions, qui est également celle de la CEE, les subventions de l'Etat doivent se porter vers les régions les plus en difficulté. La subvention à l'irrigation à cette fin a souvent été considérée comme élégante dans la mesure où elle évite une intervention directe sur les marchés agricoles.

Considérant la maîtrise de la production, Mermet considérait en 1990 que seuls l'Etat et la Communauté européenne pouvaient imposer à toutes les régions l'option "rigueur", si elle était vraiment plus avantageuse et s'ils en avaient les moyens politiques.

Dans le cadre de la maîtrise de la production, l'irrigation n'est pas le moyen traditionnel de mise en valeur agricole de nouvelles terres mais bien un substitut au facteur terre par le simple jeu du différentiel de rendement. Mermet, à partir de ses calculs dans le département du Cher, montre que l'irrigation conduit à un seuil de viabilité exprimé en hectare plus faible qu'en culture sèche. Cependant, du fait de l'évolution des rapports de prix, l'irrigation ne parvient pas à stopper l'accroissement tendanciel de ce seuil.

Exemples de seuils dans la champagne berrichonne pour les sols argilo-calcaires superficiels:

	1989	1994 (projection faite en 1990)
exploitation sans irrigation	89 ha	136 ha
exploitation avec irrigation	72 ha	107 ha

Or l'irrigation constitue une intensification en travail qui peut conduire rapidement à la saturation de la main d'oeuvre disponible sur l'exploitation. Donc, si l'on considère que les exploitations irriguantes survivent plus fréquemment que les autres, l'irrigation conduit à une déprise agricole plus accentuée, du fait de l'incapacité des irriguants à mettre en valeur les terres des exploitations défunes parce qu'ils buteront sur leur contrainte de main d'oeuvre. Ce raisonnement est particulièrement vrai dans le cas où l'irrigation est un choix rigide, c'est à dire comportant des coûts irréversibles (sunk-costs) importants, à savoir des investissements qui ont une valeur productive dans le cadre de l'exploitation considérée mais qui n'ont plus de valeur vénale.

Cet exemple montre que l'irrigation, en particulier à partir de réseaux collectifs représentant des immobilisations coûteuses et à caractère irréversible, peut-être un frein à la réorientation de l'agriculture vers des systèmes plus extensifs susceptibles de freiner la déprise agricole.

Cet état des lieux partiel du prix de l'eau pour l'irrigation et des subventions à l'équipement de nouvelles surfaces irriguées montrent la difficulté de passer du coût privé

au coût social de l'irrigation. Cette difficulté est accentuée si l'on tente d'intégrer le surcoût infligé à la PAC par le développement de l'irrigation.

Un autre élément prépondérant du coût social de l'irrigation est le coût d'opportunité de l'eau d'irrigation. Une première approche empirique et historique des usages alternatifs de l'eau en France et des tensions suscitées par les récentes sécheresses montre l'urgence de la prise en compte de ce coût d'opportunité pour l'allocation de l'eau et la création de nouvelles ressources.

3.3. LE COUT D'OPPORTUNITE DE L'EAU A USAGE AGRICOLE : LES ENSEIGNEMENTS DES CONFLITS D'USAGE

3.3.1. Prélèvements et consommations d'eau en France

Les prélèvements agricoles sont mal connus car les redevances pour les agriculteurs sont forfaitaires et non proportionnelles comme pour les autres consommateurs. D'autre part, de nombreux agriculteurs se rendent coupables de prélèvements sauvages. L'irrigation constitue par ailleurs une source de variabilité très importante sur les prélèvements et la consommation nette, ceci par le jeu des années sèches et humides.

Le prélèvement est la quantité d'eau pompée dans la nappe ou dans le cours d'eau, tandis que la consommation nette est la différence entre le prélèvement et la quantité d'eau qui retourne dans le réseau hydrographique après usage. Selon les situations, c'est le prélèvement (cas des nappes lentement renouvelables) ou la consommation nette (le plus souvent) qui est le mieux approprié pour rendre compte des compétitions entre usages et permettre une bonne gestion de la ressource. Cette distinction n'est pas anodine quand on compare les coefficients consommation nette /Prélèvement pour les différents consommateurs:

consommateur	production eau potable	irrigation agricole	industrie et énergie
coefficient CN/P	0,35	0,70	0,07

D'après un rapport du Ministère de l'environnement/Direction de l'eau 1992

Pour bien comprendre les compétitions et conflits entre usages il faut également tenir compte de la qualité de l'eau caractérisée par sa température, les matières minérales, organiques et les organismes vivants. L'importance de cet aspect qualitatif sera illustré à propos de la sécheresse 1988-1992.

Entre 1981 et 1990 la structure des prélèvements et des consommations s'est beaucoup modifiée. L'industrie a considérablement réduit ses prélèvements et sa consommation sous l'action des programmes de maîtrise de l'énergie et de lutte contre la pollution. En revanche, la mise en service de nouvelles tranches de centrales nucléaires a accru les prélèvements et la consommation du secteur énergétique. La croissance rapide des surfaces irriguées fait pratiquement de l'agriculture le premier consommateur avec 42% des consommations nettes en 1990 à égalité avec l'eau potable. Le secteur énergétique reste responsable de 59% des prélèvements du fait d'un coefficient CN/P très faible.

Prélèvements et consommations en 1990 en France

	Prélèvements	Consommation nette
Industrie	11,8 %	7,7 %
Centrales thermiq.	59,0 %	6,9 %
Irrigation	13,1 %	42,2 %
Eau potable	16,1 %	43,2 %

D'après un rapport du Ministère de l'environnement/Direction de l'eau 1992

Evolution des prélèvements et des consommations entre 1981 et 1990 en France

	croissance annuelle moyenne des prélèvements	variation des prélèvements sur 10 ans	croissance annuelle moyenne de la consommation	variation de la consommation sur 10 ans
Industrie	- 2,4 %	- 22 %		- 12 %
Centrales thermiq.	+ 1,5 %	+ 16 %	+ 4,1 %	+ 50 %
Irrigation	+ 1,5 %	+ 17 %	+ 4,3 %	+ 50 %
Eau potable	+ 1,3 %	+ 14 %		+ 11 %
Total	+ 0,9%	+ 9 %	+ 2,2 %	+ 24 %

D'après un rapport du Ministère de l'environnement/Direction de l'eau 1992

Les situations sont cependant très contrastées selon les agences de bassin, et les saisons.

Les agences Artois-Picardie, Rhin-Meuse et Seine-Normandie sont encore peu concernées par l'irrigation qui représente une part modeste des prélèvements et reste très mal connue.

L'agence Rhone-Méditerranée-Corse est caractérisée par l'importance des prélèvements des centrales thermiques (65%) et des consommations agricoles (45%) malgré une baisse des prélèvements agricoles due au passage de l'irrigation gravitaire à l'irrigation sous pression (aspersion). L'eau potable y est fournie à 72 % par les nappes souterraines.

Les agences Loire-Bretagne et Adour-Garonne ont en commun des besoins en eau potable en forte hausse, + 20 % en dix ans, et un développement sans précédent des consommations nettes de l'irrigation, +60% et +70% respectivement sur la même période. Or, dans ces deux agences, l'eau potable est produite essentiellement à partir de prélèvements dans les eaux de surfaces: 73% et 60% respectivement. Dès lors des conflits d'usage graves peuvent intervenir avec l'irrigation, alimentée elle aussi par les eaux superficielles ou les nappes peu profondes. Cette évolution a conduit à des interdictions d'irriguer dans ces deux agences, à l'occasion de la sécheresse passée, afin de garantir l'approvisionnement en eau potable. L'agence Adour-Garonne voit l'agriculture représenter le premier poste de prélèvement et les deux-tiers des consommations nettes sur l'année mais jusqu'à 85% des prélèvements en période d'étiage, c'est à dire lorsque le niveau des rivières est au plus bas en été.

Des conflits d'usage moins directs entre agriculture et eau potable, mais aussi entre agriculture et usages récréatifs proviennent de la pollution des eaux tant superficielles que souterraines par les nitrates et les phosphates d'origine agricole. Ils ne mettent pas directement en cause l'agriculture irriguante, mais plutôt l'élevage intensif et les pratiques de surfertilisation en culture irriguée mais aussi en culture sèche.

3.3.2. Une prise de conscience des conflits d'usage : les sécheresses de 1988 à 1992

Le développement considérable des besoins en eau a résulté en d'importants déséquilibres potentiels entre ressources et consommations, déséquilibres mis en évidence de manière particulièrement aiguë lors de ces sécheresses. A partir de 1988, trois étés secs et un hiver sec se sont succédés. Globalement ce furent les quatre années les plus sèches depuis les quarante dernières années. Les moyennes saisonnières se sont écartées de la normale de plus de 150 mm dans l'Ouest, le Centre-Est et le Sud-Est (été 1989), de plus de 100 mm dans le Sud-Ouest deux étés consécutifs (1989 et 1990). Ces moyennes cachent des déficits locaux plus importants : 200 mm à Caen, Niort et Carcassonne, 400 mm à Montélimar en été 1989. De manière plus concrète, si l'on considère que les besoins estivaux en eau d'irrigation s'élèvent habituellement à 1500 m³/ha soit 150 mm sur maïs dans le Poitou-Charente, ils passent à 3500 m³/ha pour un déficit exceptionnel de 200 mm, soit un accroissement de la demande en eau à usage agricole de 130%. Cet exemple simple montre l'effet multiplicateur de l'irrigation sur les conséquences d'une sécheresse.

Afin de préserver l'approvisionnement en eau potable, des restrictions sur différents usages, dont l'irrigation, sont intervenus dans 60 départements en 1989-90, dans 50 départements en 1991 et dans 28 départements, du Centre-Ouest essentiellement, en 1992. De plus des arbitrages inédits ont été effectués :

- Ce furent des lâchages exceptionnelles en provenance de barrages EDF pour soutenir les étiages, pénalisant ainsi la production hydroélectrique hivernale.

- La production de certaines centrales électriques thermiques fut également freinée pour respecter la réglementation sur l'échauffement de l'eau du fait des faibles débits.

- Des autorisations de pompage à des fins d'irrigation furent refusées en 1992 pour préserver la saison touristique (navigation de plaisance) sur le canal du centre.

- Des conflits sont parfois apparus quand des barrages réservoirs prévus pour le soutien d'étiage de canaux navigables, et aménagés a posteriori en plan d'eau récréatifs, ont vu leur niveau tellement baisser que les activités lucratives attachées à l'usage récréatif ont été mis en péril.

Malgré ces adaptations, toutes exceptionnelles et imposées par des instances administratives, les conséquences écologiques de cette sécheresse ont été très importantes. En effet, les faibles débits concentrent la pollution, l'échauffement de l'eau diminue la teneur en oxygène dissous et les longues durées d'ensoleillement favorisent l'eutrophisation. Ces phénomènes ont contribué à réduire les processus d'autoépuration et à augmenter la demande chimique et biologique en oxygène, mettant en péril des centaines de tonnes de poissons.

Ces événements ont montré l'urgence d'une gestion globale de la ressource et coordonnée entre les différents usages. A titre d'illustration, un accord pour dix ans a été signé entre EDF, l'Etat, l'agence Adour-Garonne et les collectivités concernées pour assurer un débit minimal de la Garonne grâce aux réserves EDF.

Les agences de l'eau ont vu leurs moyens doubler, en priorité pour lutter contre la pollution et appliquer les directives européennes, notamment sur les pollutions agricoles. La création de nouvelles ressources a été décidée ou envisagée. Plus généralement, des questions se posent sur la légitimité de certaines demandes en eau. Ce sont par exemple l'irrigation par aspersion lors de fortes chaleurs ou par grand vent, la perte engendrée par des réseaux défectueux ou l'utilisation des réservoirs EDF à des fins uniquement hydroélectriques si ces ressources, déjà disponibles, peuvent être mieux valorisées pour des usages agricoles, récréatifs ou de prévention des catastrophes écologiques. C'est le sens de l'accord signalé plus haut.

Cette gestion globale et coordonnée suppose d'une part des systèmes techniques et institutionnels souples pour répartir en temps réel les ressources disponibles entre les différents usages et d'autre part une méthode de calcul économique pour permettre aux

décideurs d'arbitrer entre les usages en concurrence. Actuellement, la gestion de l'eau en quantité et en qualité est émiettée entre de nombreux centres de décision.

3.3.3. La gestion de l'eau en France

La gestion de l'eau regroupe trois types d'activités :

- fournir de l'eau au robinet
- dépolluer et assainir
- répartir la ressource entre les différents usages.

Les deux premières activités sont sous la responsabilité directe des communes, ou des sociétés privées déléguées ; la troisième concerne l'échelon régional et le bassin, appelé aussi hydrosystème. La commune est l'échelon responsable car c'est la plus vieille institution impliquée dans la gestion de l'eau, et c'est elle qui autorise l'occupation du domaine public pour la réalisation des réseaux. Le monopole communal de la gestion de l'eau est souvent délégué à un opérateur tiers, une société privée qui exploite effectivement la ressource. La distribution d'eau potable est ainsi réalisée à 78 % par le secteur privé. Le secteur privé est dominé par trois géants: la Compagnie Générale des Eaux (40 % du marché délégué), la Lyonnaise des Eaux (17 %) et la SAUR, filiale de Bouygues (9 %). Ces trois sociétés coexistent avec une myriade de plus petites et les services communaux et intercommunaux qui n'ont pas délégué.

Le premier pas pour une gestion plus globale et plus cohérente de la ressource en eau est la loi sur l'eau du 16/12/1964 de laquelle on peut dégager quatre axes principaux:

- l'unité de la ressource en eau dans chaque bassin hydraulique est reconnue,
- une valeur est reconnue à l'eau,
- la recherche d'une meilleure gestion de l'eau doit se faire sur le mode consensuel dans le cadre d'un partage des pouvoirs entre élus, usagers et administrations,
- la priorité est donnée à la lutte contre la pollution.

La loi sur l'eau a donné naissance à un organe exécutif, l'Agence Financière de Bassin et à un "parlement de l'eau", le Comité de Bassin, dans chacun des six bassins ou groupes de bassins versants que compte la France métropolitaine.

Ces organismes ont une composition paritaire reflétant la volonté d'une gestion consensuelle et sont sous la tutelle du Premier Ministre.

L'Agence de Bassin est un établissement public qui perçoit des redevances pour 80 % environ de son budget et bénéficie de subventions et dotations de la part de l'Etat. Si les 25 membres du conseil d'administration sont élus, à l'exception des 8 membres représentant les 8 Ministères de l'Etat concernés, le directeur est nommé par le Premier Ministre et agit sous la double tutelle du Ministère de l'Environnement, pour les aspects techniques, et du Ministère des Finances pour les aspects financiers.

Le Comité de Bassin est également composé d'élus des usagers, des collectivités territoriales, mais aussi d'élus des Milieux socioprofessionnels. Les représentants de l'Etat y sont très minoritaires et ne votent pas. Le Comité de Bassin a un rôle délibératif et consultatif. Il est chargé de faire le lien entre les usagers et les actions menées par l'Agence de Bassin; de plus il approuve le taux de la redevance perçue par l'Agence de Bassin.

L'action des Agences dans le cadre de la loi de 1964 a remporté certains succès:

- l'accroissement de la ressource par interconnexion des réseaux et recyclage.
- la restauration de la qualité de certaines rivières par l'épuration des rejets des collectivités et des industries.

Cependant, les Agences de Bassin ont montré certaines limites et des nombreuses insuffisances.

La loi de 1964 continuait de discriminer les eaux domaniales et les eaux non-domaniales ainsi que les eaux de surface et les eaux souterraines. Les eaux souterraines sont non-domaniales et appropriables, ce qui rend le contrôle des prélèvements et la protection de cette ressource particulièrement difficile.

Les Agences de Bassin n'avaient le droit d'entreprendre que des actions pour lesquelles elles disposaient de ressources spécifiques par les redevances "prélèvement" et "pollution". Cette disposition rendait malaisée la gestion globale des milieux aquatiques, notamment l'entretien des berges et la lutte contre les pollutions diffuses azotée et phosphatée d'origine agricoles, pour lesquels il n'existe pas de redevance.

La police de l'eau, exercée par le préfet, ne reposait pas directement sur les prélèvements ou sur les consommations nettes, mais seulement sur les ouvrages soumis, sous certaines conditions, à autorisation.

Entre 1977 et 1985, la revalorisation des redevances est limitée par le blocage du prix de l'eau par l'Etat.

D'autre part, la décentralisation a noyé les subventions données par l'Etat aux collectivités locales et destinées à la gestion de l'eau dans une enveloppe globale pour les nouveaux équipements, entraînant ainsi un émiettement supplémentaire des responsabilités.

Les conséquences de ces limites à l'action des Agences de Bassin sont :

- L'inefficacité de la police de l'eau, en particulier vis-à-vis des prélèvements et des pollutions de l'agriculture,

- L'incohérence et l'insuffisance des investissements, sur lesquels les Agences ne pouvaient avoir qu'une action incitative.

- L'inefficacité face à l'eutrophisation, due aux pollutions nitratées et phosphatées, qui entraîne des surcoûts dans la production d'eau potable et des dégâts écologiques par asphyxie des cours d'eaux.

- La difficulté d'actions rapides et concertées pour les crues et les sécheresses.

La nouvelle loi sur l'eau du 3/01/1992 prend acte de la solidarité des usagers et de l'impossibilité d'une gestion par usage de la ressource. Le principe retenu est que "chacun paie l'eau à sa valeur dans son site et le pollueur supporte le coût de ses rejets".

Cela se traduit par un renforcement de la police de l'eau exercée par les préfets sur décrets du conseil d'Etat. Les mesures préfectorales peuvent s'étendre à tous les usagers pour limiter ou suspendre leurs prélèvements et à tous les titulaires de droits ou de concessions sur les ressources ou l'accès aux ressources.

Toute facture d'eau devra désormais comporter un terme directement proportionnel au volume d'eau réellement consommé.

Entre autres dispositions, les collectivités locales sont tenues de collecter et de stocker les eaux pluviales dans les zones où la pollution qu'elles apportent nuit gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement.

Une cohérence plus grande est recherchée au niveau des sous-bassins ou de groupements de sous-bassins autour d'un schéma d'aménagement et de gestion des eaux, élaboré et suivi par une commission locale de l'eau, une sorte de sous-comité de bassin composé de représentants des collectivités territoriales (1/2), de représentants de l'Etat (1/4) et de représentants des usagers, des organisations professionnelles et des associations. Si un tel schéma existe, les collectivités territoriales ou leurs groupements peuvent se substituer à l'Etat par un transfert de compétence sur les eaux domaniales pour

l'aménagement, l'entretien et l'exploitation de cette ressource. Ainsi, les droits et devoirs des collectivités territoriales sont renforcés pour une gestion de l'eau plus souple, plus cohérente et plus proche des usagers.

Concernant les pollutions d'origine agricole, la loi de 1992 ne propose rien si ce n'est qu'elle engage le Gouvernement à présenter avant un an les objectifs et les moyens des actions nécessaires à la pollution diffuse de l'eau.

Concernant ces pollutions, une décision gouvernementale du 12 juin 1991 prévoit la signature d'un accord-cadre entre le Ministère de l'Agriculture et le Ministère de l'Environnement visant l'intégration de la profession agricole dans les conseils d'administration des Agences financières de Bassin, devenues Agences de l'Eau en 1992, et dans les Comités de Bassin. Cet accord-cadre vise à rendre l'ensemble de la profession agricole, et pas seulement les irriguants, solidaire des autres usagers de l'eau. Cet accord prévoit un calendrier progressif de mise en place d'aides et de redevances sur les activités d'élevage et agricoles pour lutter contre les pollutions diffuses, en particulier par les nitrates, conformément à la directive européenne du 12 décembre 1991 de protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir des sources agricoles.

On peut donc constater dans les réformes récentes la volonté de traiter tous les usagers sur un pied d'égalité et d'amener l'agriculture à participer activement aux instances de gestion de l'eau afin d'obtenir avec elle des résultats en terme d'économie d'eau et de maîtrise des pollutions aussi encourageants qu'avec l'industrie ou les collectivités locales. Le consensus comme mode de décision est réaffirmé, mais l'Etat accroît ses pouvoirs et ses moyens d'intervention dans les cas de crise. Ce n'est qu'en ces occasions que l'exclusivité d'usage et l'autonomie de gestion de certaines ressources par les titulaires de droits ou concessions, comme EDF ou les sociétés d'aménagement, peuvent être remis en cause.

3.4. METHODOLOGIE POUR UNE GESTION ECONOMIQUE DE L'EAU

Les pratiques actuelles de la gestion de l'eau reflètent différents enjeux économiques et sociaux. L'allocation et la tarification actuelle de l'eau sont des formes de subventions à l'agriculture. L'eau est également un réceptacle naturel de déchets des activités de consommation et de production. C'est de plus en plus le support d'activités récréatives. Par le jeu des aléa climatiques, dont les politiques d'urbanisme n'ont pas toujours tenu compte, l'eau est également une menace pour l'homme par les crues et les

sécheresses. Cette section présente et discute quelques outils économiques susceptibles d'évaluer les politiques de création et de répartition des ressources en eau.

3.4.1. L'analyse coût-bénéfice

La puissance publique intervient à de multiples niveaux de la gestion de l'eau: par la réglementation, par les aides attribuées à la construction de barrages et à l'équipement de nouvelles surfaces irriguées, par l'activité des Etablissements publics d'Aménagement Rural et de production d'électricité, etc...

Dans son cheminement au sein de l'hydrosystème, l'eau est tour à tour un bien privé et tour à tour un bien public. A titre d'exemple, dans un réservoir d'EDF, l'eau destinée à la production d'hydroélectricité est un facteur de production qui est la propriété privée d'EDF. Mais une fois cette eau turbinée, elle rejoint le cours d'une rivière dans laquelle elle a un caractère de bien public permettant la pêche récréative, les baignades voire la navigation. Elle peut à nouveau être appropriée par un réseau d'irrigation ou une unité de production d'eau potable.

Tout projet qui touche à l'eau constitue donc un projet public que les opérateurs directs soient privés ou publics. Il doit donc être soumis à une évaluation en terme d'économie publique.

Drèze et Stern (1987) proposent un modèle général d'analyse coût-bénéfice d'un projet à caractère public. Ils s'appuient sur le calcul du prix fictif (shadow price) des différents biens dont l'offre est modifiée par le dit projet.

Le prix fictif est une mesure de l'impact sur le bien-être social de l'accroissement marginal de l'offre d'un bien par le secteur public. Il peut s'agir par exemple de la création d'une ressource en eau d'un m³ supplémentaire.

On peut également mesurer par son prix fictif l'impact sur le bien-être social de la variation marginale de la réglementation sur la pollution par les nitrates ou de la capacité d'épuration d'un dispositif d'assainissement.

Une fois les prix fictifs calculés, l'analyse coût-bénéfice fournit une règle de décision basée sur un test simple : les seuls projets éligibles sont ceux dont le profit calculé à l'aide de ces prix fictifs est positif. Pour cela, celui qui mène l'évaluation, que nous appellerons le planificateur, doit disposer de deux choses :

- Un modèle pour prédire les conséquences de ces projets,
- Une fonction objectif pour évaluer ces conséquences.

Présentation du modèle :

$s=(s_k)$ désigne le vecteur des prix, taxes et contingentements liés à la réglementation que nous appellerons globalement le système de prix.

$E(s)$ désigne le vecteur des demandes agrégées nettes des agents privés en biens produits par le secteur public.

$z=(z_i)$ est le vecteur de production du secteur public.

Ces vecteurs sont liés dans la relation d'équilibre suivante :

$$(1) \quad E(s) - z = 0$$

On a également les relations suivantes :

$$(2) \quad s \in S \quad S \text{ est l'ensemble des systèmes de prix possibles}$$

$$z \in Z \quad Z \text{ est l'ensemble des plans de production du secteur public possibles}$$

(3) $V: s \mapsto V(s)$ est la fonction de bien-être social, c'est à dire la fonction objectif du planificateur.

Au travers de la relation (1), on a $(s,z) \in S \times Z$ et $V(s) = V(s,z)$. Cela exprime que toute politique passe par le système de prix dans la mesure où il n'y a plus d'externalité entre le secteur public et le secteur privé.

On définit alors une politique Φ de la manière suivante: $\Phi(z) = s$ associe un système de prix à chaque plan de production. L'existence de la fonction Φ traduit la compatibilité du plan de production (z) avec le système de prix.

Une politique réalisable est telle que: $E(s) - z = 0$ et $s \in S$.

Si l'on fait l'hypothèse qu'il existe au moins une politique réalisable, on peut associer à chaque plan de production (z) un niveau de bien-être social $V(\Phi(z))$.

Un plan de production peut être compatible avec plusieurs systèmes de prix. Il faut alors définir une fonction Φ pour chacun d'eux. Cela traduit par exemple le fait que la création d'une même ressource en eau peut être réalisée au travers de systèmes de financement très divers selon les règles et les prix pratiqués pour chaque usager de cette ressource. Les utilités de ces usagers seront donc différentes selon les cas et conduiront à des valeurs différentes de la fonction de bien-être social.

Pour une politique Φ donnée, le vecteur des prix fictifs est défini par $\frac{dV}{dz} = \frac{\delta V}{\delta s} \frac{\delta \Phi}{\delta z}$.

$$\text{avec } dV = \left(\frac{\delta V}{\delta s_1}, \dots, \frac{\delta V}{\delta s_k} \right) \begin{pmatrix} \frac{\delta \Phi_1}{\delta z_1} & \dots & \frac{\delta \Phi_1}{\delta z_i} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\delta \Phi_k}{\delta z_1} & \dots & \frac{\delta \Phi_k}{\delta z_i} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dz_1 \\ \vdots \\ dz_i \end{pmatrix}$$

D'où le vecteur des prix fictifs :

$$v' = \left(\sum_k \frac{\delta V}{\delta s_k} \frac{\delta \Phi_k}{\delta z_1}, \dots, \sum_k \frac{\delta V}{\delta s_k} \frac{\delta \Phi_k}{\delta z_i} \right)$$

Le prix fictif d'un bien est donc la dérivée du bien-être social par rapport à la production de ce bien au travers de la structure des prix, taxes et contingentements fixés par la réglementation.

Une fois le vecteur des prix fictifs connu, la règle de décision vis-à-vis d'un projet dz_j est la suivante : On calcule le profit social fictif (Π_s) du projet à partir du vecteur des prix fictifs et de dz_j :

$$\Pi_s = (v_1, \dots, v_j, \dots, v_i) \begin{pmatrix} dz_1 = 0 \\ \vdots \\ dz_j \neq 0 \\ \vdots \\ dz_i = 0 \end{pmatrix}$$

Le projet dz_j est acceptable si $\Pi_s > 0$.

Dans le cas où il n'existe qu'un seul $s \in S$ pour un z donné, Φ est unique, donc le modèle est complètement déterminé.

Cependant, on a le plus souvent plusieurs politiques réalisables. Si le planificateur a le contrôle total de l'économie, il choisit une politique Φ^* , donc un système de prix $s^* = \Phi^*(z)$ qui maximise la fonction de bien-être social V selon le programme suivant :

Max $V(s)$

$$\begin{cases} E(s) - z = 0 \\ s \in S \end{cases}$$

Si l'on suppose une solution unique à ce programme, on a une fonction $V^*(\Phi^*(z))$ à partir de laquelle on calcule le vecteur de prix fictif $v' = \frac{dV^*}{dz}$.

On peut également calculer les prix fictifs d'autres instruments à la disposition du planificateur que la production d'un bien par le secteur public. Ce peut être par exemple la variation du taux de la redevance pollution ou le changement de la réglementation sur le Débit Minimal Admis de la rivière concernée.

Pour cela, on isole dans le vecteur (s) le sous vecteur (ω) qui sera désormais traité comme un paramètre du modèle. Le nouveau modèle s'écrit :

Max $V(s)$

$$\begin{cases} E(s, \omega) - z = 0 \\ s \in S \end{cases}$$

On obtient donc comme solution $V^*(\omega, z)$. De même que précédemment on peut évaluer les changements dz_j et $d\omega_i$ du plan de production et de la réglementation respectivement à partir des vecteurs de prix fictifs $v' = \frac{dV^*}{dz}$ et $v'' = \frac{dV^*}{d\omega}$.

Cette méthode d'analyse coût-bénéfice par le calcul du profit dual suppose que le planificateur se donne une fonction de bien-être social, c'est-à-dire une fonction d'agrégation des utilités des agents. Il peut donc explicitement favoriser telle ou telle classe d'agents, par exemple les agriculteurs, par le jeu des pondérations des utilités des différents agents au sein de la fonction.

La définition d'une telle fonction de bien-être social est au centre de débats aussi différents que le rôle de l'eau dans la politique de soutien à l'agriculture, le niveau d'assurance des riverains vis-à-vis des risques liés aux variations de débit des rivières ou la place à donner aux demandes en eau à des fins récréatives.

Pour éclairer ces débats, une première étape consiste à simuler un marché de l'eau au niveau de l'hydrosystème concerné par l'équipement de nouvelles surfaces irriguées.

3.4.2. La simulation d'un marché de l'eau

Cette simulation consiste à dériver la demande en eau de chaque usager à partir de sa fonction de production ou de sa fonction d'utilité, à agréger ces demandes en eau et à les confronter à la courbe d'offre d'eau. En considérant que le reste de l'économie est dans des conditions pareto-optimales, l'optimum parétien est obtenu sous certaines conditions au point d'équilibre du marché de l'eau.

Le point d'équilibre détermine donc à quel niveau il faut élever la ressource en eau et donc à quelle taille il faut dimensionner les installations de mobilisation de la ressource ; il détermine également à quel niveau chaque usager sera servi et, le cas échéant, à quelle taille il faut dimensionner les installations d'exploitation de la ressource telles que les réseaux d'irrigation ou de production d'eau potable.

La simulation d'un marché de l'eau a un rapport direct avec l'analyse coût-bénéfice. En effet, l'équilibre du marché correspond au surplus social maximal. Donc, le déplacement de cet équilibre par variation de la ressource ou translation des courbes de demande, peut être évalué directement en terme d'analyse coût-bénéfice.

Dans ce cas, la fonction de bien-être social est la somme des surplus des producteurs et des surplus des consommateurs. L'utilité sociale est mesurée en francs. L'hypothèse qui sous-tend la construction d'une telle fonction de bien-être social est que tous les agents sont traités de la même manière. L'accroissement d'un franc de l'utilité de n'importe quel agent contribue pour un franc à l'accroissement du bien-être social.

Pourquoi choisir le marché concurrentiel comme référence pour les processus d'allocation de l'eau?

Saliba et Bush (1991), à la suite de Howe et alii (1986), affirment que le marché est le meilleur processus d'allocation de l'eau parce qu'il remplit le mieux les six critères suivants:

1) Le processus d'allocation doit être flexible pour permettre à l'eau d'être déplacée d'un lieu à l'autre, d'une saison à l'autre et d'un usage à l'autre en réponse aux changements socio-économiques.

2) Les détenteurs de droits sur l'eau doivent être assurés de leur approvisionnement afin de pouvoir planifier leur activité dans le long terme et effectuer les investissements nécessaires.

3) Les détenteurs de droits sur l'eau doivent choisir d'user ou de transférer ces droits à la suite d'une évaluation complète des coûts et des avantages associés à chaque possibilité.

4) L'intérêt collectif lié à l'eau doit s'intégrer dans le processus d'allocation afin que les décisions d'usage et de transfert des droits sur l'eau ne reflète pas seulement les intérêts privés mais également des enjeux sociaux plus larges.

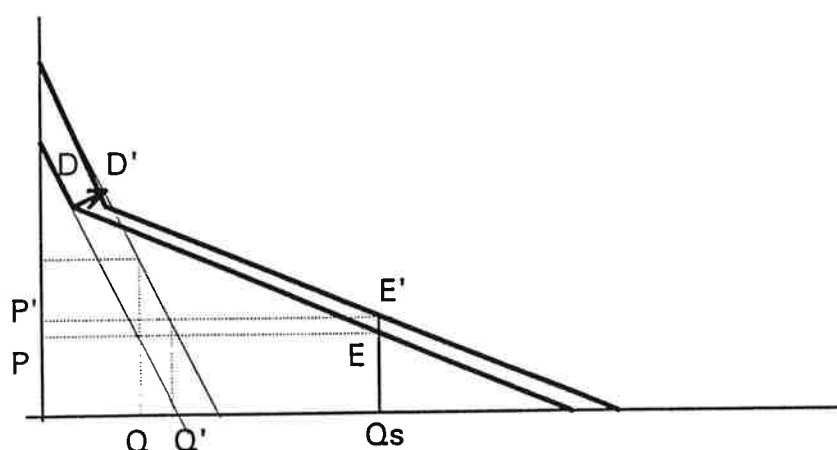
5) Les règles régissant le processus d'allocation doivent être transparentes, et leurs conséquences prévisibles, afin que les usagers puissent ajuster leur comportement dans les meilleures conditions.

6) Les agents tiers et la collectivité ne doivent pas avoir à supporter sans compensation des coûts liés au processus d'allocation de l'eau. Aucun transfert de droits ne doit être imposé de force.

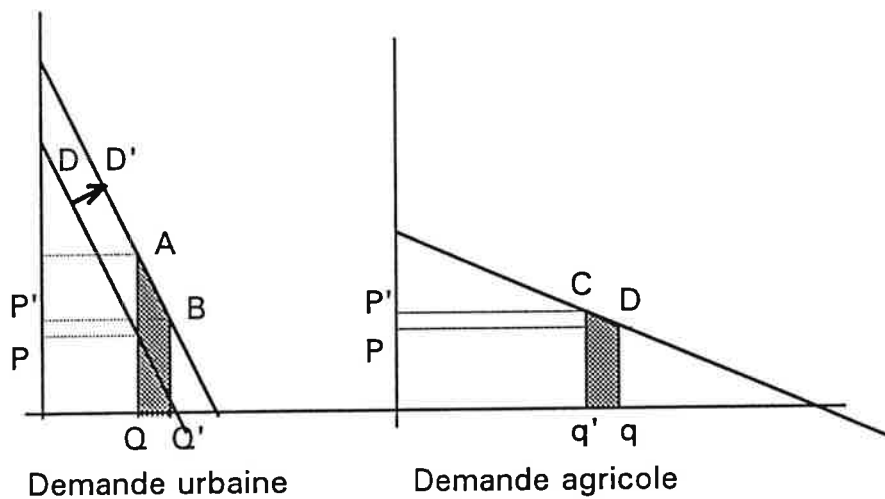
Saliba et Bush illustrent par quel processus et dans quelles conditions les droits sur l'eau peuvent être transférés par un marché concurrentiel:

On suppose deux usages concurrents de l'eau, exercés dans le cadre de droits homogènes et échangeables sans coûts de transaction. Ce sont par exemple une demande urbaine et une demande agricole. La ressource (Q_s) est supposée constante, infiniment rigide aux variations de prix.

La demande agrégée est la somme des deux demandes et l'intersection de la courbe de demande totale avec la courbe d'offre détermine le prix d'équilibre. La demande individuelle liée à chaque usage est déduite de ce prix d'équilibre P (voir figure ci-dessous).



Demande agrégée et déplacement de la demande agrégée par déplacement de la demande urbaine



Supposons maintenant qu'un accroissement de la population urbaine déplace la courbe de demande urbaine de D à D'. La nouvelle courbe de demande agrégée place le nouveau prix d'équilibre en P'. Ce nouveau prix détermine les nouvelles demandes de la ville et de l'agriculture en Q' et en q' respectivement.

Par construction $Q' - Q = q - q'$ est la quantité d'eau dont les droits doivent être transférés de l'agriculture à la ville. L'analyse coût-bénéfice en terme de surplus social montre que la ville est disposée à payer au plus la valeur représentée par la surface QABQ' pour acheter ces droits, et que l'agriculture est prête à les céder à partir d'un montant équivalent à la surface q'CDq.

La différence entre ces deux surfaces constitue l'incitation économique à effectuer le transfert. C'est aussi la variation du surplus social global. Le modèle ne dit pas quel agent capte cette variation de surplus social.

Les problèmes d'agrégation des courbes de demande en eau.

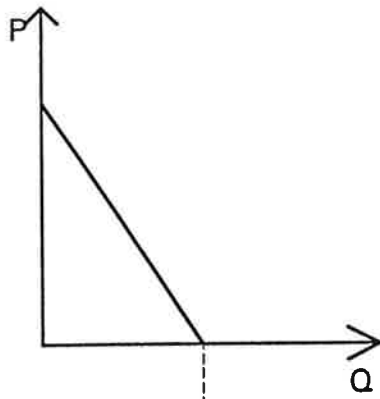
La détermination de la courbe de demande totale, pour l'hydrosystème considéré, pose différents problèmes liés aux relations de substituabilité et de complémentarité entre les usages, à la localisation de ces usages, à la qualité de l'eau, et à la détermination des demandes dérivées en eau.

L'approche en terme de marché de l'allocation de l'eau suppose l'appropriation de l'eau. Comme nous l'avons déjà souligné, l'eau a selon les usages, à la fois un caractère de bien public et un caractère de bien privé. Pour faire fonctionner son marché hypothétique,

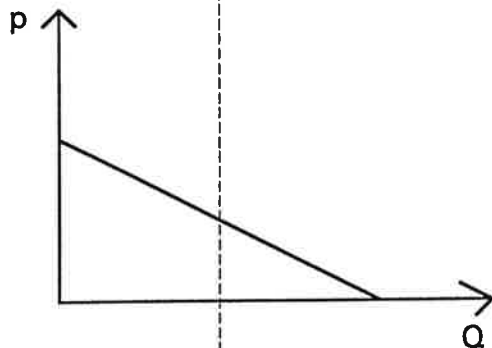
l'économiste sera donc amené à attribuer des droits hypothétiques sur l'eau à certains usagers qui n'en sont pas formellement pourvus en réalité.

Dans l'exemple donné ci-dessus, les usages sont substituables, c'est à dire concurrents pour l'eau. L'eau consommée par l'agriculture ne peut plus l'être par la communauté urbaine et vice-versa. Dans ce cas, la demande agrégée de ces deux usages est la somme des quantités demandées pour chaque niveau de prix.

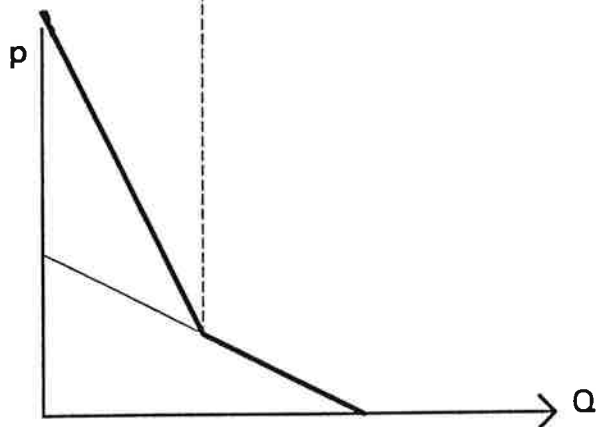
Le canoé-kayak et la pêche, s'ils concernent la même portion de rivière, peuvent apparaître comme des usages complémentaires. L'eau qui permet la navigation sportive sert en même temps de support au développement de la ressource en poisson. L'agrégation de la courbe de demande en eau du club de canoë avec celle de l'association de pêcheurs est donc réalisée en sommant pour chaque quantité demandée, les prix offerts par chacun des deux usagers, comme le montre le schéma de la page suivante..



Demande d'eau pour le canoé



Demande en eau pour la pêche



Demande en eau agrégée entre usages complémentaires: canoé-kayak et pêche

On fait donc l'hypothèse dans ce cas particulier, que toutes les demandes s'expriment, donc que toutes les préférences liées à l'eau sont révélées et qu'il n'y a pas de comportement de passager clandestin.

La localisation relative des usages de l'eau a des conséquences directes sur les complémentarités et les substituabilités. Par exemple, l'irrigation d'un périmètre à partir

d'une rivière est complémentaire des usages tels que la pêche ou la navigation effectuées en amont de la prise d'eau du périmètre; car la partie du débit qui alimente le périmètre sert également de support à ces activités. En revanche, l'irrigation de ce même périmètre est concurrente des usages du même type qui se tiennent en aval de la prise, le débit permettant leur réalisation étant dès lors amputé de la consommation agricole.

Un marché suppose que l'on considère un bien unique et homogène. Or les demandes en eau des différents usages et l'offre d'eau sont exprimées a priori dans des unités différentes, en des lieux différents et à des périodes différentes. Tout ramener à une unité commune, telle que le débit d'extraction de la nappe ou le m³ de capacité de stockage du barrage envisagé demande des études minutieuses et coûteuses faisant intervenir de multiples compétences.

L'hypothèse d'absence de coûts de transaction liés au fonctionnement du marché apparaît dès lors bien fragile, car c'est une fois que toutes les demandes sont exprimées dans une unité commune, en un lieu et à une date uniques, qu'il est possible de déterminer les relations exactes de substituabilité et de complémentarité entre les usages considérés, permettant ainsi aux usagers de savoir avec qui et pour quel montant il est possible d'échanger des droits sur l'eau.

D'autre part, la qualité de l'eau exigée par les différents usages est très variable. Si la pêche ou la production d'eau potable nécessite une eau de bonne qualité, l'irrigation n'est pas aussi exigeante.

Même si on peut établir des relations techniques entre la qualité de l'eau d'une rivière et son débit par le jeu de la dilution sur la concentration de la pollution, il reste que certains usages subissent, à volume égal, des préjudices liés aux variations de la qualité de l'eau causées par d'autres usages. Il s'agit par exemple du réchauffement de l'eau par une centrale thermique qui met en cause la survie ou la reproduction de certains poissons, ou bien de l'eutrophisation de la rivière causée par les pollutions d'origine agricole qui induit des surcoûts dans la production d'eau potable.

En conclusion, le fonctionnement d'un marché concurrentiel de l'eau où ne participent que des usages concurrentiels conduit simplement à l'égalisation des valeurs marginales sociales de l'eau pour chaque usage. Le problème se complique avec la participation d'usages complémentaires. Il s'agit alors de regrouper les usages en classes d'usages complémentaires, concurrentes entre elles pour pouvoir appliquer la règle précédente. Cela suppose des procédures d'agrégation des demandes individuelles complexes.

Le calcul des courbes de demande et des valeurs marginales sociales de l'eau est également perturbé par l'existence d'externalités.

3.4.3. La demande en eau par usage

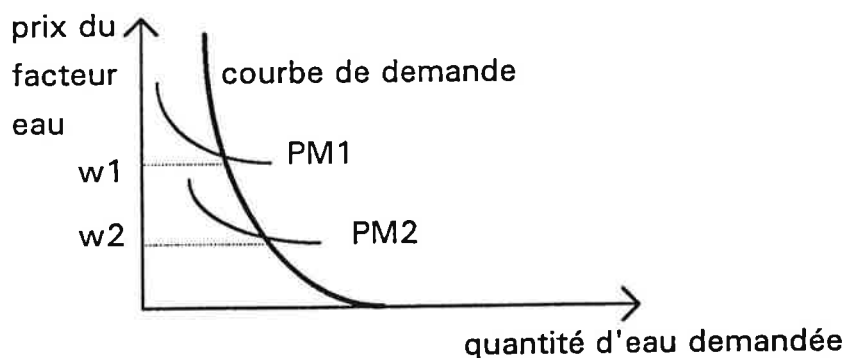
Le fonctionnement d'un marché hypothétique de l'eau peut être abordé par la théorie de l'équilibre du marché d'un facteur de production. Il s'agit donc de calculer la demande en eau de chaque usager assimilé à un producteur pour lequel l'eau constitue un facteur variable.

Dans le cas où l'eau est le seul facteur variable, comme pour la production d'hydroélectricité, la courbe de demande en eau est la courbe de la valeur marginale de l'eau, ou produit marginal de l'eau. Plus la pente de la courbe de demande est forte (en valeur absolue) plus la demande est rigide à une variation de prix.

Si la fonction de production est $y = f(x)$, x étant la quantité du facteur eau, le produit marginal de l'eau est $PMe = p.f'(x)$ où f' est la dérivée de f par rapport à x .

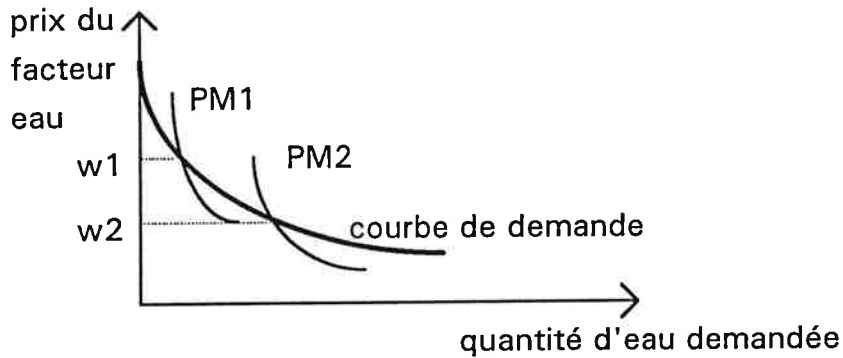
Dans le cas où l'eau n'est pas le seul facteur variable, l'établissement de la courbe de demande est plus complexe. Il faut en effet intervenir plusieurs effets:

- l'effet de substitution intervient seul à production constante. Il déplace la courbe de produit marginal vers la gauche sur le graphique suivant dans le cas d'une diminution du prix de l'eau (de w_1 à w_2 sur la figure ci-dessous), du fait d'une moindre utilisation des autres facteurs.



- l'effet de production s'ajoute à l'effet précédent si l'on se place à coût total fixé. Il induit un déplacement de la courbe de produit marginal vers la droite pour une diminution du prix de l'eau (de w_1 à w_2 sur la figure ci-dessous), car pour le même niveau de dépense,

il y a une utilisation accrue de tous les facteurs et donc une production accrue. Le schéma suivant montre l'effet de production en l'absence de l'effet de substitution (cas où l'eau est un facteur parfaitement complémentaire des autres facteurs).

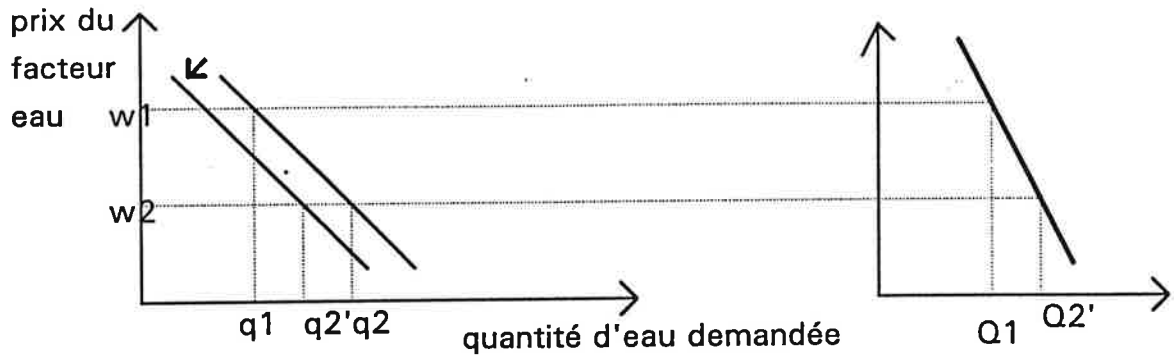


- Enfin, l'effet de la maximisation du profit induit également un déplacement vers la droite de la courbe de produit marginal car l'abaissement du coût marginal de production dû à la baisse du prix de l'eau induit une augmentation supplémentaire de la production pour égaliser le coût marginal de production au prix du produit final.

En définitive, si le premier effet l'emporte sur les deux autres, la courbe de demande en eau aura une pente plus forte que celles des produits marginaux en chacun des points; dans le cas contraire, elle aura une pente moins forte, donc une moindre rigidité à une variation du prix de l'eau. Le cas de l'irrigation, où le facteur eau est plutôt complémentaire des autres facteurs de production, illustre ce dernier cas.

L'agrégation des courbes de demande individuelles ne pose pas de problème tant que les prix des productions des différents usagers ne sont pas modifiés par le niveau d'utilisation de l'eau.

En effet, si l'accroissement de l'irrigation entraînait un accroissement de la production de Maïs tel que le prix du Maïs en soit modifié à la baisse du fait d'un déplacement vers la droite de la courbe d'offre du maïs, les demandes en eau individuelles des producteurs de Maïs seraient ramenées vers la gauche par le jeu de l'effet de maximisation du profit. La demande en eau totale des maïsiculteurs irrigués aurait alors une pente plus forte que chacune des demandes individuelles, comme le montre le schéma ci-dessous.



Déplacement de la courbe individuelle de demande en eau du fait de l'effet de la réduction du prix de l'eau sur la production de maïs. courbe de la demande totale

Du fait du déplacement vers la gauche des demandes individuelles, lié à l'effet de la réduction du prix de l'eau sur la production totale de maïs, on a :

$$Q_1 = \sum q \text{ mais } Q_2' = \sum q_2' \text{ et non } \sum q_2$$

La demande globale serait alors plus rigide aux variations de prix de l'eau que les demandes individuelles.

Chapitre 4. Quelle rentabilité sociale des subventions à l'irrigation ?

4.1. INTRODUCTION

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 affermit 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 diverses aides publiques à l'irrigation ne sont pas sans écueil eu égard aux effets indirects qu'ils occasionnent sur d'autres marchés et notamment sur ceux associés à la ressource en eau et au facteur foncier. S'agissant maintenant d'apprécier la rentabilité sociale tant des subventions futures aux projets d'irrigation que des aides à l'hectare irrigué, une question et un constat peuvent être initialement posés ; ils vont être ensuite les objets d'analyse de ce chapitre.

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

Des travaux antérieurs (Vermersch et al, 1992) ont d'autre part montré que les aides directes à l'hectare inaugurées par la réforme de la PAC pouvaient s'interpréter comme une rente foncière différenciée régionalement ; 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 quotas laitiers. 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 et se fondent 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 son expression de rente foncière associée aux cultures irriguées, intègre un surplus fourni par l'utilisation de la ressource en eau à un coût inférieur à sa valeur sociale. A l'évidence, il apparaît ici une

inefficacité dans l'allocation des ressources qui, de plus, transite par le soutien public à l'agriculture.

4.2. EXTERNALITES; AIDES AUX CULTURES IRRIGUEES ET CHOIX COASIEN DU DECIDEUR PUBLIC

La réforme de la PAC consiste schématiquement en une modification du système des prix relatifs (notamment des outputs agricoles) susceptible d'assainir la situation excédentaire des marchés et de promouvoir une agriculture plus respectueuse de l'environnement. La hiérarchie des prix administrés imposée durant les trente glorieuses agricoles ayant catalysé la plupart des externalités agricoles négatives, la réforme de mai 1992 se prévaut ainsi de constituer également et à moindre frais une politique d'internalisation de ces mêmes effets externes ! Illustration sans détour d'une constatation de l'économiste Coase dans *Problem of social cost* (1960) :

"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 peu convaincante politique 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 pécuniaires¹ à maintenir ou à valoriser. Ceci s'exprime particulièrement dans le cas des cultures irriguées.

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 de l'exploitation agricole, y compris la part soumise au gel des terres ; elles compensent par ailleurs la baisse des prix suivant une moyenne des rendements céréaliers historiques.

Cette baisse des prix ne constitue tout d'abord qu'une faible incitation à l'extensification, l'effet désintensifiant étant en fait contrebalancé par l'obligation du gel de 15% des terres pour les gros producteurs, ce qui signifie une production plus faible sur une surface proportionnellement plus réduite. De manière générale, les mesures de politique agricole visant le gel des terres risquent d'avoir un effet contraire à celui de la taxation des

¹ Pour apprécier la distinction entre externalités technologiques et pécuniaires, voir J.-J. Laffont (1977) : *Effets externes et théorie économique*, monographie du séminaire d'économétrie, éd. du CNRS.

engrais. Elles conduiront 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.

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 permet de geler, au niveau actuel, le degré d'intensification des productions. Dans les régions les mieux loties (rendements historiques de référence élevés), cette rente foncière risque d'être capturée à moyen terme dans les transactions foncières et constituer dès lors 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 (Vermersch et al., 1992). Certes, chacun reconnaît le caractère transitoire de ces aides. Si elles apparaissent aujourd'hui partiellement découplées de l'acte de production agricole intensive, elles se doivent d'être couplées demain aux externalités de 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. Cette alternative apparaît déjà timidement, à titre d'exemple dans les contrats de gestion de l'environnement établis avec les agriculteurs (article 21 du règlement communautaire européen n°2328/91 qui reprend l'article 19 du règlement n°797/85) de même que dans les plans de développement durable² mis en oeuvre sur quelques exploitations agricoles.

Si la plupart des fermes agricoles sont capables de produire de telles externalités, elles n'ont pas forcément les mêmes atouts pour s'en assurer une rémunération : nous rejoignons là les difficultés à faire rencontrer l'offre et la demande d'externalités positives. Dans certaines régions en effet, les dotations en actifs naturels incluent à la fois de possibles valeurs d'usage et des valeurs d'existence liées par exemple à une faune remarquable. Citons le cas des zones humides situées dans la presqu'île du Cotentin en France : leur flore et leur faune sont appréciées par des individus qui vivent très loin de cette région. Ces zones jouent un rôle majeur pour les oiseaux migrateurs et ont été reconnues au titre de la convention de Ramsar³. Dans cet exemple, le paiement accordé

² "Le plan de développement durable a pour objectif d'aider les agriculteurs à trouver un nouvel équilibre économique face au nouveau contexte communautaire et international ainsi qu'à la montée de la demande sociale en matière d'environnement. Il leur est proposé, sur une période de 10 ans, de réorienter leur système d'exploitation vers des modes de productions alliant la maîtrise des productions avec une meilleure prise en compte de l'environnement et de la gestion de l'espace". (Commissariat Général du Plan 1993, France rurale : vers un nouveau contrat Ed La Documentation française, p.93).

³ Convention internationale (1971) visant à protéger les zones humides habitat des oiseaux migrateurs.

aux agriculteurs en vue de pratiques favorables à ces zones humides fait figure partiellement de rente écologique ; par ailleurs, est illustrée ici l'importance du degré de concernement de l'actif naturel qui n'est pas forcément lié à son aire géographique. Pour d'autres espaces agricoles, leur faible dotation en actifs naturels réduit ex ante le potentiel de valorisation.

D'autres mesures visent à réduire les externalités négatives, telle la directive européenne (91/676) qui vise à limiter la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole ; dans les zones où la teneur des eaux en nitrates est critique, les agriculteurs devront réduire progressivement les apports d'azote. De manière générale, ces diverses mesures agri-environnementales s'apparentent à l'une ou l'autre des solutions coasiennes d'internalisation vues précédemment : reconnaissance et rémunération des droits associés aux externalités, modification de ceux attachés aux facteurs de production, le décideur public s'apparentant alors à la "superfirme" décrite dans *Problem of social cost*. La plupart de ces mesures sont par ailleurs antérieures à la réforme de mai 1992 ; qui, en attribuant des droits à produire, ne facilitera pas en réalité l'expression des droits liés aux externalités agricoles.

Les nouvelles formes de soutien public à l'agriculture, inaugurées par la réforme de mai 1992, peuvent s'interpréter comme une attribution de droits à produire implicites différenciés régionalement. De fait, au moyen d'une compensation (prime à l'hectare, prime au gel,...), le décideur public rachète toute ou partie de ce droit à produire. Parallèlement, lorsqu'on observe la faible amplitude des mesures agri-environnementales, force est de constater en première analyse que la reconnaissance des droits à produire de l'agriculteur prévaut sur celle des droits associés aux externalités agricoles. Comme première illustration, les droits à produire représentés par les aides directes de la nouvelle PAC peuvent inclure en sus des droits d'usage pour l'agriculteur sur un actif naturel, à savoir la ressource en eau. C'est le cas de l'aide spécifique aux cultures irriguées : les niveaux d'aide sont plus élevés que pour les céréales cultivées en sec et se fondent sur un prix de l'eau qui sous-estime la valeur sociale de cette ressource naturelle. Autre illustration plus récente : l'accord intervenu entre les organisations professionnelles agricoles et les ministères de l'Agriculture et de l'Environnement sur la définition et l'application du principe "non-pollueur non-payeur" aux exploitations spécialisées en production animale⁴.

Cette antériorité implicite mais patente des droits à produire sur les droits liés aux externalités agricoles (notamment les positives) est pratiquement entérinée par le décideur public. Dans une optique coasienne, la reconnaissance des droits à produire vise

⁴ Le principe s'exprime sous forme d'une aide publique à la modernisation des bâtiments d'élevage et de l'exonération pendant cinq ans de la redevance pollution. (cf JO du 26 Novembre 1993).

probablement à rémunérer et donc à conserver des externalités pécuniaires de production : concentration de certaines productions agricoles, maintien de la compétitivité-coûts,... En d'autres termes, la reconnaissance des externalités environnementales se heurte aux diverses attributions implicites des droits de propriété précédemment évoquées et revendiquées soit par un système de production agricole donné, soit par une filière agro-alimentaire, soit encore par une économie régionale soucieuse de préserver des externalités pécuniaires existantes.

4.3. RENDEMENT OPTIMAL, RENDEMENT DE REFERENCE ET PRIX IMPLICITE DE L'EAU

Le modèle élaboré dans le chapitre II 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 dans cette troisième section.

La fonction de coût restreint, utilisée dans le chapitre II et représentative de la technologie, intègre désormais ω_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 $\bar{\omega}_e$ ⁵ :

$$(1) \quad \text{Max}_y p_0 y - A \bar{\omega}_e y^\alpha T^\beta \quad (1)$$

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

$$(2) \quad y_0^* = \left[\frac{p_0}{A \bar{\omega}_e \alpha T^\beta} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \quad \text{et} \quad r_0^* = \left[\frac{p_0}{A \bar{\omega}_e \alpha T^{\alpha+\beta-1}} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}}$$

de même que le profit de court terme :

$$(3) \quad \Pi(\bar{\omega}_e) = \bar{\omega}_e^{\frac{1}{1-\alpha}} \left[\frac{p_0^\alpha}{A \alpha T^\beta} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \left(1 - \frac{1}{\alpha} \right)$$

Le coût privé unitaire de l'eau pour l'agriculteur $\bar{\omega}_e$ est inférieur à sa valeur sociale unitaire ω_e^s 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 ;

⁵ Le prix de l'eau intervient multiplicativement dans la fonction de coût restreint qui est linéaire homogène par rapport aux prix.

d'autre part, le coût total (coût supporté par l'agriculteur + 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 Politique Agricole Commune 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 :

$$(4) \quad \text{Max}_y p_1 y - A \overline{\omega}_e T^\beta + (p_0 - p_1) r T$$

L'aide directe n'intervenant pas dans le processus d'optimisation, l'expression du rendement optimal est analogue à (2) :

$$(5) \quad r_1^* = \left[\frac{p_1}{A \overline{\omega}_e \alpha T^{\alpha+\beta-1}} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}}$$

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 écrété 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^* ⁶ ; 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 :

$$(6) \quad r_1^* \leq r \leq r_0^*$$

De manière générale, l'expression (5) 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 (5) :

$$(7) \quad \omega_e^r = \frac{p_1}{A \alpha T^{\alpha+\beta-1} r^{\alpha-1}}$$

D'où en reprenant l'inégalité (6), on en déduit :

⁶ 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 $r > r_1^*$.

$$(8) \quad \omega_e^r < \bar{\omega}_e < \omega_e^s$$

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.

4.4. CONCLUSION

Le nouveau soutien public à l'agriculture initialisé par la réforme de mai 1992 constitue une maladresse 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. Certes, ces nouvelles aides ont un caractère transitoire ; elles devront s'écarter à terme d'un caractère de rente foncière et valoriser 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.

Annexe 1

FICHE TECHNIQUE N°1

L'irrigation est une technique permettant d'apporter de l'eau supplémentaire aux plantes. Elle comporte donc plusieurs aspects techniques : l'accès à la ressource en eau, une station de pompage, un réseau de canalisation d'amenée d'eau, et enfin, un système de distribution de l'eau au niveau de la plante. Ces différentes étapes vont conditionner différents types d'irrigation.

La mise à disposition de la ressource

Trois grands types de ressources peuvent être discernés :

- les grandes rivières, nappes puissantes ou grandes retenues; ce type d'approvisionnement permet la prévision des débits disponibles ainsi que la gestion inter-annuelle de la ressource.

- les ouvrages de retenues, dont le remplissage le plus souvent hivernal offre un volume disponible généralement connu au début de la saison sèche; on peut alors à peu près prévoir et gérer la ressource annuellement.

- les petites rivières réalimentées artificiellement ou non et dont le débit est aléatoire, sur lesquelles peu de prévisions sont possibles.

Réseaux collectifs et réseaux individuels

La distinction entre ces deux types de réseaux se fait au niveau de l'accès à la ressource. Dans le cas d'un réseau individuel, l'exploitant dispose d'une source d'eau qu'il est le seul à exploiter. Il doit donc effectuer les investissements nécessaires à la mise en valeur de la ressource (forages par exemple). Ces dispositions entraînent des coûts fixes importants, et un prix de l'eau peu élevé, puisqu'il lui suffit de s'acquitter de la redevance prélèvement auprès de l'Agence de Bassin.

Dans un réseau collectif, plusieurs exploitants utilisent la même ressource. Les investissements sont donc répartis. En fait il existe deux grands types de réseaux collectifs:

- les réseaux "publics", pris en charge par les S.A.R.¹ (sociétés d'économie mixte, comme la Société du Canal de Provence) qui ne sont pas à l'usage exclusif de l'irrigation et ont généralement nécessité de gros investissements en termes de barrages notamment. Le prix de l'eau tient alors compte (plus ou moins) non seulement du coût de l'eau en tant que ressource naturelle, mais encore des coûts liés à l'amortissement des infrastructures mises en place pour la mise à disposition de l'eau (barrages, canalisations d'aménagé jusqu'à l'exploitation).

- les réseaux collectifs issus de syndicats d'agriculteurs le plus souvent, qui exploitent la ressource en eau en commun.

Les techniques d'irrigation

On peut observer trois types de techniques d'irrigation² plus ou moins adaptées chacune à un type de culture:

- l'irrigation de surface, par ruissellement ou submersion contrôlée. Il s'agit d'une technique qui tend à disparaître mais qui concerne encore 12% des surfaces irriguées en France.

- l'aspersion, qui répartit l'eau sous forme de pluie. Il s'agit de la technique utilisée en grandes cultures sur maïs, tournesol ou soja. Elle met la plus part du temps en oeuvre des enrouleurs, mais aussi des pivots ou bien des robots irriguants de plus en plus automatisés, moins exigeants en travail. Cette technique concerne 80% des surfaces irriguées en France.

- l'irrigation localisée (par exemple le goutte à goutte), surtout utilisée pour les cultures sous serre, vergers ou cultures ornementales. L'apport d'eau se fait au niveau de la racine directement, il est, de ce fait, beaucoup plus précis. Cette technique concerne environ 12% des surfaces irriguées en France.

Les coûts d'investissement en irrigation sur grandes cultures

Etant donnée la variété des combinaisons (réseau collectif/réseau individuel, enrouleur/pivot, etc..) envisageables pour appliquer l'irrigation, il est difficile d'évaluer un coût moyen pour cette technique. Et ceci d'autant plus que les particularités propres à chaque exploitation, la topographie, la qualité du sol (limoneux, argileux ou sablonneux), le parcellaire (position ou dispersion des parcelles par rapport à la ressource), influent

¹ Société d'Aménagement Régional

² Voir Benoit Lesaffre et Léopold Rieul "L'Irrigation : Situation actuelle et perspectives", Académie de l'agriculture française, pp35-50.

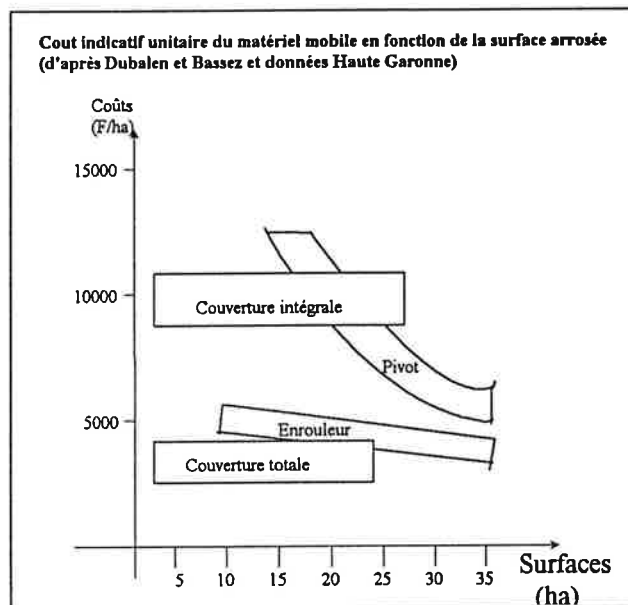
lourdement sur le coût d'installation. Cependant, d'une façon générale les équipements les plus coûteux sont les moins exigeants en main d'oeuvre.

Ainsi on peut proposer les fourchettes de prix suivantes pour l'investissement en équipement au niveau de la parcelle :

enrouleurs 8 à 10 bars 6 à 7 bars automoteur	5000 à 6000 F/ha 6500 à 8000 F/ha 8000 à 11000 F/ha
pivot cercle complet 15 ha 30 ha 60 ha demi-cercle	12000 F/ha 8000F/ha 5500 F/ha + 40%
rampe frontale	9000 à 12000 F/ha

(d'après Daniel Teyssier³)

On peut alors, pour les équipements mobiles, présenter le schéma suivant:



³ Estimations issues de: Daniel Teyssier, [1992] "Index des prix et des normes agricoles 1992-1993" 8ème édition, collection synthèse agricole, pp82-83.

Notion de terre équipée ou irriguée

Les conditions techniques de l'irrigation, permettent de mettre en valeur deux concepts différents : la surface irriguée et la surface équipée.

Seront comptabilisés dans la surface irriguée, les hectares ayant effectivement fait l'objet d'une irrigation l'année du recensement. En revanche, on définira la surface équipée par rapport au matériel disponible sur l'exploitation et non par rapport à son utilisation. Ainsi seront comptabilisés dans la surface équipée les hectares disposant d'un accès à la ressource en eau ainsi que d'une station de pompage, et d'un réseau de canalisation d'amenée de l'eau desservant la parcelle.

Annexe 2

Surfaces et nombre d'exploitants irriguants en France

Type de superficie	1970	1975	1979	1988	1990
<u>Equipée</u>					
nbre d'hectares	767.200	975.100	1.325.000	1.796.000	2.100.000
nbre d'exploitations	139.800	136.200	149.000	136.000	140.000
<u>Irriguée</u>					
nbre d'hectares	539.000	661.000	801.000	1.147.000	1.485.000
nbre d'exploitations	133.000	128.220	131.000	121.000	126.000
Part de la surface équipée en France:	1,8%	2,2%	4,5%	6,3%	7,4%
Part des exploitations équipées en France:	8,4%	10,2%	11,8%	13,4%	15%

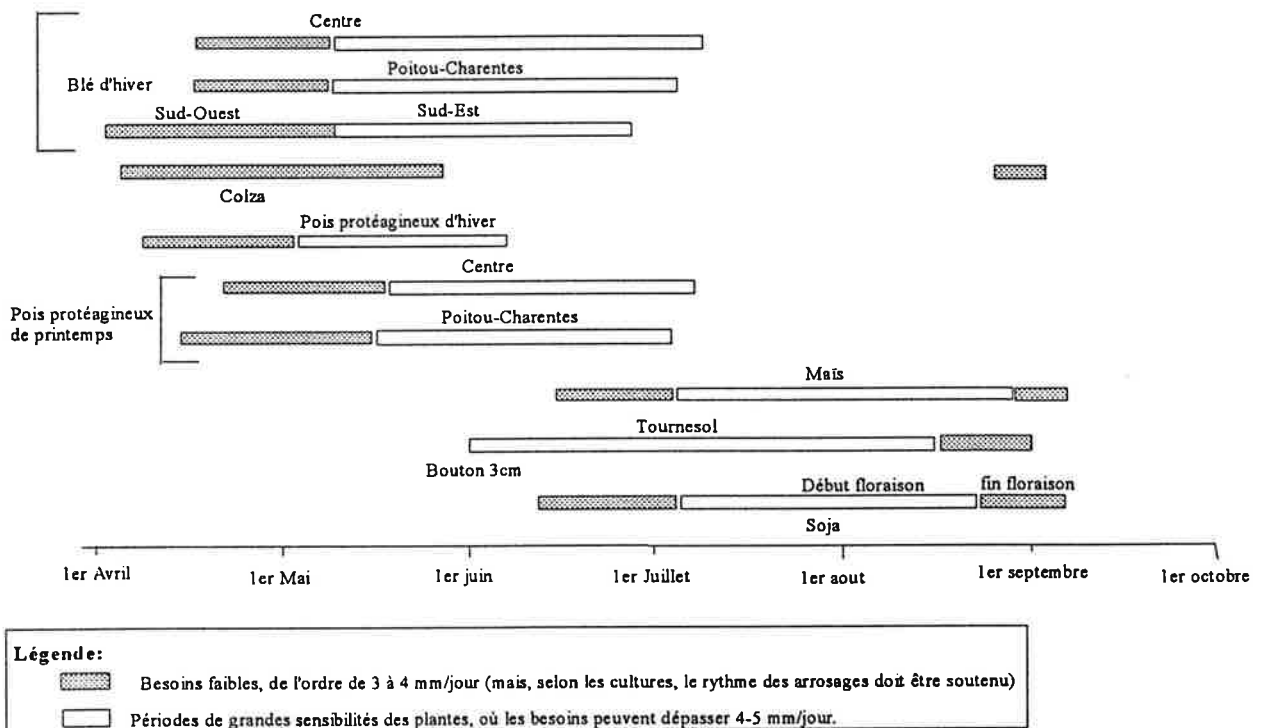
Sources: SCESS-INSEE RGA pour les années 70, 79 et 88; Enquête EPEXA 75; Enquête Structure 1990 pour les données 90 et estimations 92

Annexe 3

FICHE TECHNIQUE N°2

Objectif technique de l'irrigation

L'objectif est de permettre le développement optimal d'une culture en apportant de l'eau supplémentaire en période d'extrême sensibilité au stress hydrique de la plante. En effet, il est possible de définir une période durant laquelle tout stress hydrique entraîne une baisse plus ou moins conséquente de rendement⁴. On peut alors établir un calendrier d'irrigation en fonction de la culture suivie, déterminant les dates entre lesquelles elle ne doit pas manquer d'eau.

Calendrier des périodes de stress hydrique de certaines grandes cultures:

Source: d'après Cultivar⁵

⁴ L'amplitude de la baisse de rendement dépend du type de culture.

⁵ Cultivar Numéro spécial: "irriguer, amateurs s'abstenir", n°267 15 au 31 janvier 1990, pp56-119.

Le choix de la culture à irriguer⁵

Plusieurs types de paramètres rentrent en compte lorsqu'arrive le moment du choix des cultures à irriguer. Un premier type d'argument se base sur l'ampleur de la réponse d'une espèce à l'irrigation, un second sur des caractéristiques purement techniques. Ainsi le choix d'irriguer telle ou telle culture sera fonction de la quantité d'eau que l'on peut mobiliser, de la sécurité de l'approvisionnement, du matériel d'arrosage ainsi que de sa disponibilité par rapport au calendrier d'irrigation.

La rentabilité technique de l'irrigation d'une plante dépend de sa réponse au stress hydrique. Ainsi, si les pertes de rendements ne sont pas trop importantes, l'irrigation sera peu rentable techniquement. De façon générale, c'est le maïs qui valorise le plus sûrement l'irrigation, à condition de respecter les disponibilités en eau et donc de calquer l'itinéraire technique sur cette contrainte. En choisissant correctement les dates et densités de semis, la fertilisation azotée et la fumure de fond, on obtient des résultats intéressants surtout en année sèche où l'on obtient des différences de rendement de +40 à +50qx/ha. En année humide le supplément de rendement se situe autour de 20qx/ha. Le soja valorise l'eau en régularisant les rendements chez les agriculteurs qui contrôlent bien les facteurs de production. On peut compter dans ces conditions sur environ 10qx supplémentaires de façon régulière. Par contre on ne maîtrise pas tout et bien : problèmes phytosanitaires, incidences des températures froides sur la physiologie de la plante. Ces inconnues rendent aléatoires les résultats attendus en irriguant. Quant au tournesol, sa réponse à l'irrigation est incertaine et varie d'une année sur l'autre. Ainsi, en conditions supposées optimales en Midi-Pyrénées, avec une irrigation avant floraison et une autre après, le gain de rendement attendu est de 7,5qx/ha.

Le pois est aussi une espèce susceptible de valoriser des apports supplémentaires d'eau. En 1989, des gains de l'ordre de 20 à 30 qx/ha ont été obtenus en pois de printemps et de 15 à 20 qx/ha en pois d'hiver. Mais surtout il permet de mieux amortir l'installation d'irrigation dans ce sens qu'il rallonge le calendrier d'irrigation, étant complémentaire des cultures d'été comme le maïs, le soja ou le tournesol. D'autre part, dans les régions où la ressource en eau est limitée, le pois de printemps représente une alternative intéressante au maïs par exemple qui est très exigeant.

Pour des exploitants en grandes cultures, d'autres types de production permettent de valoriser l'irrigation sans pour autant nécessiter de gros investissements en matériel supplémentaire : les cultures à haute valeur ajoutée telles que le melon, la fraise ou le tabac, les légumes de plein-champ comme les haricots, la pomme de terre de consommation ou la betterave sucrière et enfin les cultures de contrats comme les semences. Toutes ces cultures offrent une alternative aux exploitants qui peuvent alors

diversifier leurs productions, évitant de polariser trop grandement leur exploitation sur les grandes cultures. Il faut tout de même noter que ces cultures demandent beaucoup de travail, nécessitent de nouvelles compétences techniques et ne s'adaptent pas toujours au système de production de l'exploitation.

Les stratégies d'irrigation à la parcelle⁶

L'agriculteur doit adapter sa stratégie d'apport d'eau au système hydraulique dont il dispose. Lorsque la ressource est connue et disponible à tout moment, elle constitue rarement une contrainte pour l'exploitant. Il définira alors sa stratégie d'irrigation en fonction d'autres contraintes techniques et économiques. Si la ressource est limitée, mais disponible à tout moment (retenues), l'exploitant réservera son eau pour les périodes de sensibilité extrême des plantes, au risque d'un stress hydrique en dehors de ces périodes. Cette stratégie peut-être également appliquée au cas précédent dans une logique d'économie d'eau (cela dépend du prix de l'eau). Enfin, s'il existe un risque sur la ressource ou son débit, l'exploitant irriguera fréquemment de façon à maintenir constamment la réserve utile en eau de son sol saturée.

⁶ Voir Benoît Lesaffre et Léopold Rieul "L'irrigation: Situation Actuelle et Perspectives." Dans revue de l'Académie d'agriculture française, 1992, pp-35-50.

Annexe 4

Coût de la matière sèche irriguée ou non et production

Région: Midi Pyrénées dans le Lot et l'Aveyron (Ségala et Villefranchois)

Exploitations: de petites surfaces (15 à 35 ha) souhaitant intensifier quelques hectares de surfaces fourragère principale, maïs ensilage surtout, et dégager un peu de surface de vente.

Ressource: petit lac collinaire (si site) ou rivière (vallée)

Matériel: souvent d'occasion - petit enrouleur

Coût de l'irrigation (amortissement et fonctionnement): 1200 à 2000 francs/hectares

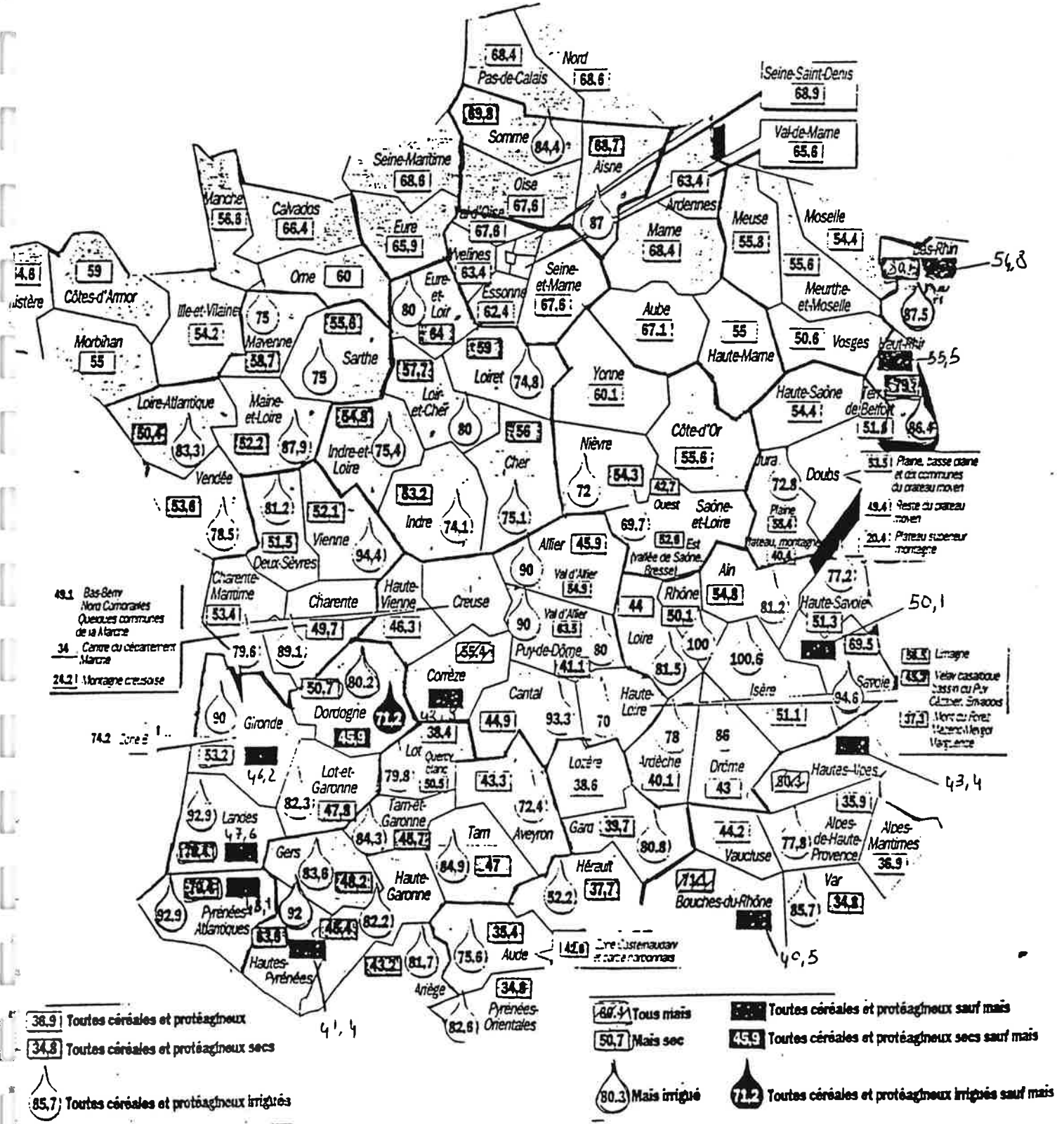
Coût de la Matière Sèche irriguée ou non et production

Maïs ensilage	Irrigué	Non irrigué
Production tMS/ha		
année sèche 1986	10 à 20 t	6 à 8 t
année normale 1987	15 à 20 t	8 à 12 t
Charges opérationnelles/ha		
Engrais	1 100 F	900 F
Semences Phyto.	1 200 F	900 F
Irrigation	1 600 F	
Récolte ensilage	600 F	500 F
Total	4 500 F	2 300 F
Coût /kg MS	(0,23 à 0,30 F)	(0,25 à 0,35 F)

Source: données Centres de gestion

Annexe 5

Cartes des rendements de référence par département⁷

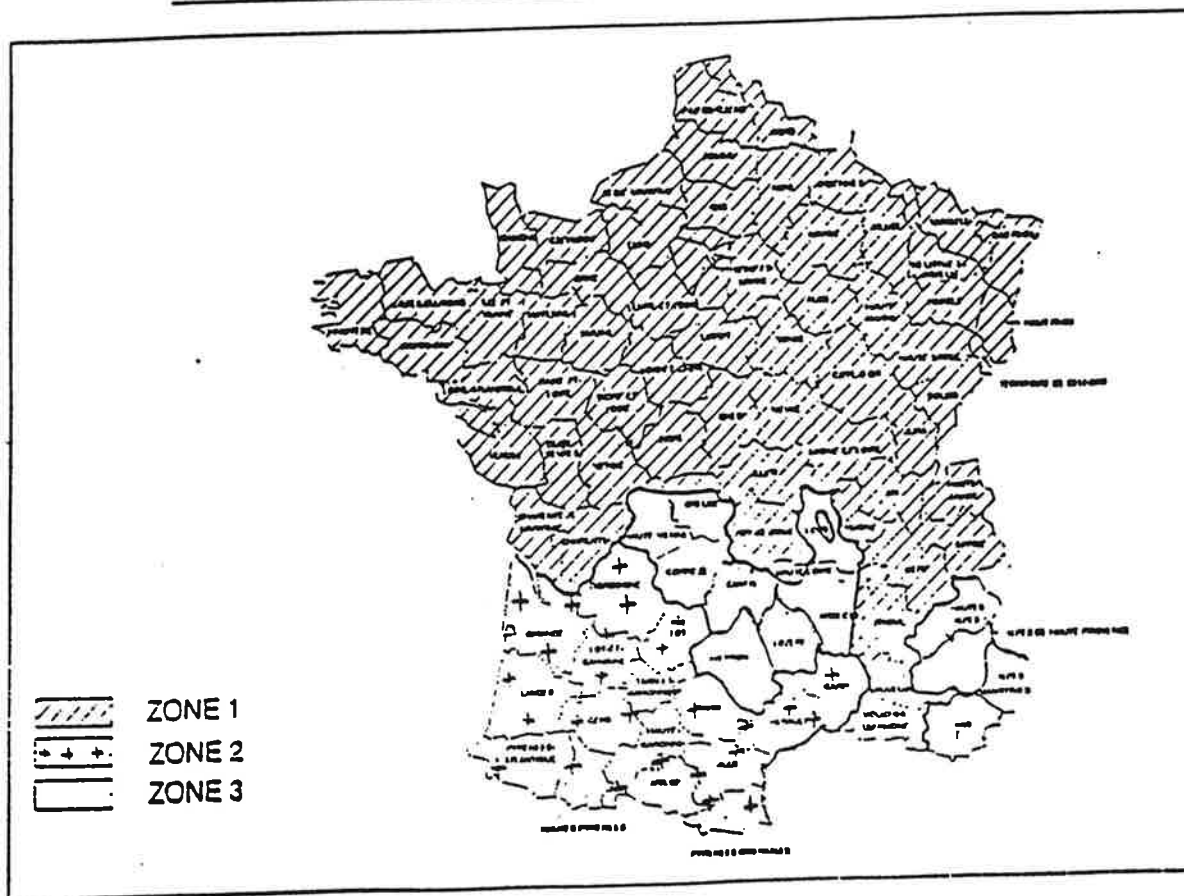


⁷Source: La France Agricole, N°2476 du 6 janvier 1993, p16-17

Annexe 6

Carte de régionalisation des paiements compensatoires pour les oléagineux⁸

GRAINES OLEAGINEUSES REGIONALISATION - RECOLTE 1992

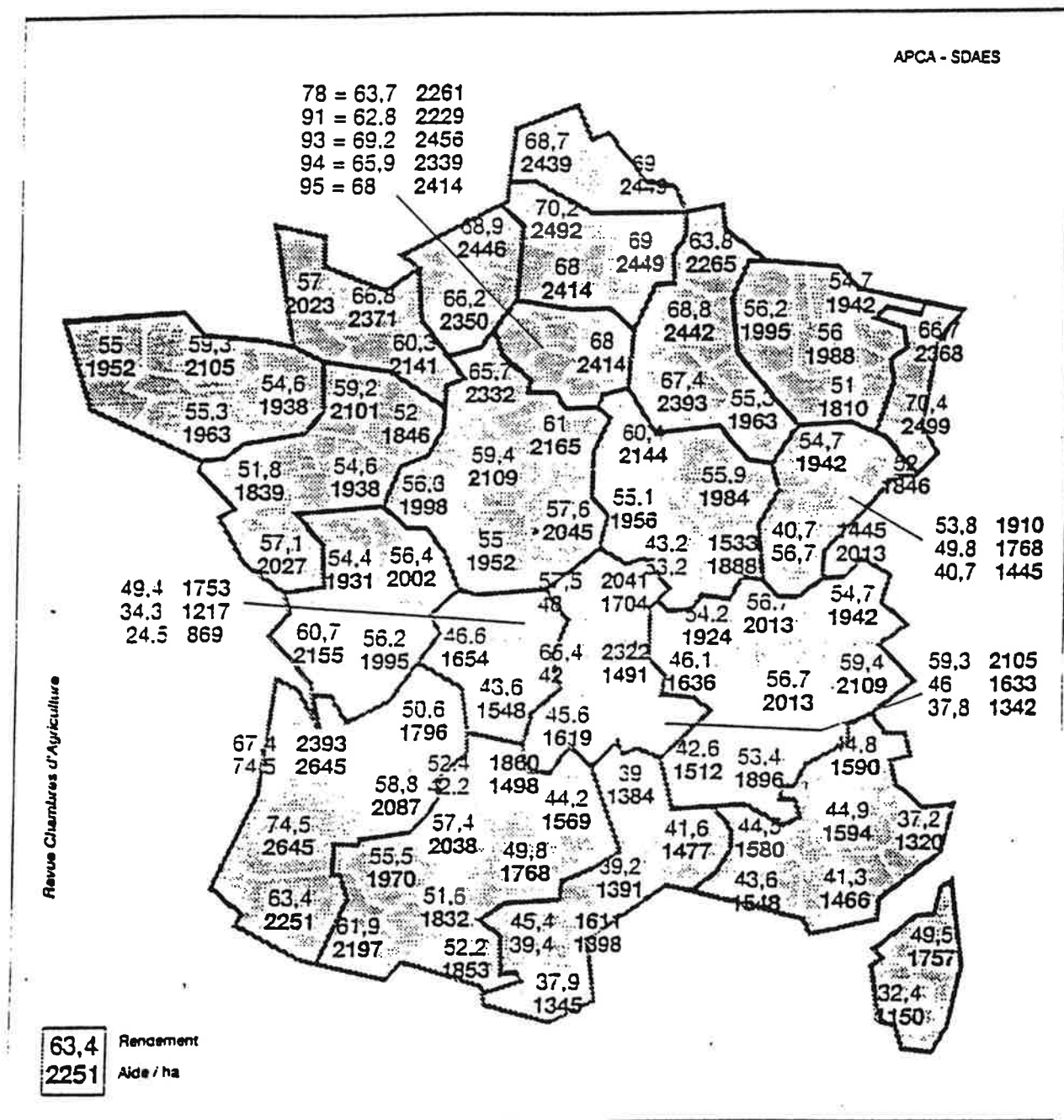


⁸ Source: "Cultiver notre énergie pour gagner" Fédération française des producteurs d'oléagineux et protéagineux, Congrès nationale de La Rochelle 13 et 13 mai 1993.

Annexe 7

Carte de régionalisation des rendements indemnisation gel⁹

Compensation départementale gel des terres F/ha
et rendement indemnisation jachère - q/ha
(au 7 janvier 1993)



⁹ Source: "La réforme de la P.A.C., Mise en oeuvre en France: 3. les modalités d'application", Revue Chambre d'agriculture, supplément an N°809, Mars 93, p26.

Annexe 8

Les sanctions possibles en cas de dépassement des surfaces de référence dans le cadre de la réforme de la P.A.C.

Lors d'un dépassement d'une surface de base il y a d'une part, une réfaction proportionnelle au dépassement de toutes les surfaces éligibles au cours de la même campagne, la sanction étant appliquée à tous les producteurs. D'autre part, on observera un gel extraordinaire proportionnel au dépassement qui sera imposé aux producteurs adhérant au régime général au cours de la campagne suivante et, de surcroît, ce gel sera non rémunéré.

Les surfaces plafond irriguées étant incluses à l'intérieur des différentes surfaces de base en vigueur dans le département, leur mécanisme et donc les modalités de sanctions en cas de dépassement deviennent plus complexes; plusieurs cas sont envisageables.

Premier cas: si la surface de base nationale ou départementale pour le maïs est respectée et si la somme des demandes individuelles des superficies cultivées pour lesquelles ont été demandées des primes aux cultures irriguées (céréales, protéagineux, ou bien maïs dans le cas d'une surface plafond maïs irrigué) est supérieure à la surface plafond irrigation du département. Il y a une raréfaction des superficies irriguées éligibles, proportionnelle au dépassement, appliquée à tous les producteurs du département au cours de la même campagne, mais il n'y a pas de gel extraordinaire sur les surfaces irriguées.

Deuxième cas: si la surface de base nationale ou départementale pour le maïs, et la surface plafond sont dépassées, deux hypothèses :

-le dépassement de la surface plafond est plus faible, la réfaction des surfaces primables irriguées est identique à celle des surfaces non irriguées. Le dépassement de la surface de base sert à calculer les pénalisations pour les irriguants et les non irriguants.

-Ou bien, le dépassement de la surface plafond est plus fort; la réfaction des surfaces primables est proportionnelle au dépassement de chacune des surfaces (dépassement de la surface plafond irriguée pour les surfaces irriguées, dépassement de la surface de base pour les surfaces non irriguées et pour les surfaces gelées).

Document 2: Cas III, exemple du département des Landes.

	Rendement de réf. (q/ha)	Paiements comp. en 93 en (F/ha)	Paiements comp. en 94 en (F/ha)	Paiements comp. en 95 en (F/ha)
-Pour les céréales				
céréales à paille (sec et irrigué)	47,6	939,6	1315,2	1691,3
Maïs irrigué	90	1776,6	2486,7	3197,7
Maïs sec	53,2	1050,2	1469,9	1890,2
-Pour les protéagineux (sec ou irrigué)	47,6	2442,8	2442,8	2442,8
Pour les oléagineux				
Tournesol et Colza sec ou irrigués		3482	?	?
soja sec		2926	?	?
soja irrigué		5370	?	?
-Pour les superficies cultivées en C.O.P. des petits producteurs (surf. max. "petit producteur" 12,34 ha)	74,5	1470	2058	2647
-Pour les superficies gelées au titre du gel obligatoire	74,5	2647	2647	2647

Annexe 10

Bilans économiques appliqués à différentes cultures dans les régions Midi-Pyrénées et Centre

en 1990 sur une sonde de la région Midi-Pyrénées

Culture: Maïs	NON irrigué	irrigué
Nombre d'exploitants en ayant	6	11
Superficie (ha)	4,8	18,2
Rendements (Q/ha)	16,4	82,1
Prix de vente (F/q)	131,3	124,8
Production brute(F/ha)	2082	10226
Charges affectées à l'hectare		
Engrais	762	1142
Semences	500	717
Produits phyto	117	494
Travaux par tiers	21	467
Fournitures et emballages	0	0
Taxes professionnelles	108	589
Total des charges affectées	1508	3409
Amortissements à l'hectare	846	2279,41
dont amortissements du matériel	758	1830,32
Charges financières à l'hectare	321	645,64
Charges exceptionnelles	72	445,90
Total charges réelles	2747	6779,96
Marge brute	574	6817
Résultat maïs par hectare	-665	3446,04

d'après R. Caries, J.J. CHITRIT et G.MILLET Etudes Economiques N°4 Octobre 1992 INRA

Scénario après réforme avec aides du Lot et Garonne

Culture: Maïs	NON irrigué	irrigué
Prix d'intervention en F/ha	79	79
Quantité produite à l'hectare (Rendt X 0,85)	13,94	69,79
Prix d'intervention X quantité produite	1101,26	5513,02
Rendement de référence	47,80	83,60
aides compensatoires pour un hectare irrigué (85% de l'aide)	1443,58	2524,76
Rendement gel	58,80	58,80
aide au gel pour un hectare (15% de l'aide)	397,99	397,99
Total aides directes affectées à un hectare irrigué	1841,57	2922,75
Total produit	2942,83	8435,76
Total charges affectées (85%)	1281,80	2897,65
Total charges fixes	1239,00	3370,96
Total charges réelles à l'hectare	2520,80	6268,61
Résultat maïs à l'hectare	422,03	2167,16

en 1990 sur une sonde de la région Midi-Pyrénées

Culture: Tournesol	NON irrigué	irrigué
Nombre d'exploitants en ayant	25	4
Superficie (ha)	17,5	12,8
Rendements (Q/ha)	16,4	22,4
Prix de vente (F/q)	279,5	275
Production brute(F/ha)	4621	6146
Charges affectées à l'hectare		
Engrais	616	953
Semences	578	482
Produits phyto	374	629
Travaux par tiers	265	348
Fournitures et emballages	0	0
Taxes professionnelles	136	178
Total des charges affectées	1969	2590
Amortissements à l'hectare	846	2279,41
dont amortissements du matériel	758	1830,32
Charges financières à l'hectare	321	645,64
Charges exceptionnelles	72	445,90
Total charges réelles	3208	5960,96
Marge brute	2652	3556
Résultat tournesol par hectare	1413	185,04

d'après R. Carles, J.J. CHITRIT et G.MILLET Etudes Economiques N°4 Octobre 1992 INRA

Scénario après réforme avec aides du Lot et Garonne (en 1996)

si on considère que le niveau d'aide ne variera pas entre les récoltes 93 et 96 pour les oléagineux en prenant 1 écu=7,18F

en prenant un prix moyen de 163 écu/T pour les oléagineux

Culture: Tournesol	NON irrigué	irrigué
Prix en F/ha	117,06	117,06
Quantité produite à l'hectare (Rendt X 0,85)	13,94	19,04
Prix d'intervention X quantité produite	1631,87	2228,89
aides compensatoires pour un hectare irrigué (85% de l'aide)	2959,70	2959,70
Rendement gel	58,80	58,80
aide au gel pour un hectare (15% de l'aide)	397,99	397,99
Total aides directes affectées à un hectare irrigué	3357,69	3357,69
Total produit	4989,55	5586,58
Total charges affectées (85%)	1673,65	2201,50
Total charges fixes	1239,00	3370,96
Total charges réelles à l'hectare	2912,65	5572,46
Résultat Tournesol à l'hectare	2076,90	14,12

en 1990 sur une sonde de la région Midi-Pyrénées

Culture: Soja	NON irrigué	irrigué
Nombre d'exploitants en ayant	3	8
Superficie (ha)	4,2	10,8
Rendements (Q/ha)	13,9	31,1
Prix de vente (F/q)	234	253,9
Production brute(F/ha)	3253	7898
Charges affectées à l'hectare		
Engrais	292	610
Semences	276	861
Produits phyto	343	676
Travaux par tiers	36	541
Fournitures et emballages	0	3
Taxes professionnelles	58	105
Total des charges affectées	1005	2796
Amortissements à l'hectare	846	2279,41
dont amortissements du matériel	758	1830,32
Charges financières à l'hectare	321	645,64
Charges exceptionnelles	72	445,90
Total charges réelles	2244	6166,96
Marge brute	2248	5102
Résultat soja par hectare	1009	1731,04

d'après R. Caries, J.J. CHITRIT et G.MILLET Etudes Economiques N°4 Octobre 1992 INRA

Scénario après réforme avec aides du Lot et Garonne (en 1996)

si on considère que le niveau d'aide ne variera pas entre les récoltes 93 et 96 pour les oléagineux en prenant 1 écu=7,18F

en prenant un prix moyen pour les oléagineux de 163 écu/T

Culture: Soja	NON irrigué	irrigué
Prix en F/ha	117,06	117,06
Quantité produite à l'hectare (Rendt X 0,85)	11,82	26,44
Prix d'intervention X quantité produite	1383,11	3094,58
aides compensatoires pour un hectare "sec" (85% de l'aide)	2487,10	0,00
aides compensatoires pour un hectare irrigué (85% de l'aide)	0,00	4564,50
Rendement gel	58,80	58,80
aide au gel pour un hectare (15% de l'aide)	397,99	397,99
Total aides directes affectées à un hectare	2885,09	4962,49
Total produit	4268,19	8057,06
Total charges affectées (85%)	854,25	2376,60
Total charges fixes	1239,00	3370,96
Total charges réelles à l'hectare	2093,25	5747,56
Résultat Soja à l'hectare	2174,94	2309,51

en 1989 sur une sonde de la région Ile de France-Centre

Culture: Maïs	NON irrigué	irrigué
Nombre d'exploitants en ayant	44	3
Superficie (ha)	12,7	16,5
Rendements (Q/ha)	71,2	99
Prix de vente (F/q)	108	112,5
Production brute(F/ha)	7681	11308
Charges affectées à l'hectare		
Engrais	1300	1532
Semences	844	879
Produits phyto	612	902
Travaux par tiers	298	349
Fournitures et emballages	2	0
Taxes professionnelles	558	735
Total des charges affectées	3614	4397
Amortissements à l'hectare	1253	5698,96
dont amortissements du matériel	1052	1692,29
Charges financières à l'hectare	372	804,87
Charges exceptionnelles	926	0,00
Total charges réelles	6165	10900,84
Marge brute	4067	6911
Résultat maïs par hectare	5143	-3219,84

d'après R. Caries, F.Causseret, J.J. CHITRIT et G.MILLET Notes et Documents N°42 Novembre 1991 INRA

Scénario après réforme avec aides du Loiret

Culture: Maïs	NON irrigué	irrigué
Prix d'intervention en F/ha	79	79
Quantité produite à l'hectare (Rendt X 0,85)	60,52	84,15
Prix d'intervention X quantité produite	4781,08	6647,85
Rendement de référence	59,00	74,80
aides compensatoires pour un hectare irrigué (85% de l'aide)	1781,83	2259,00
Rendement gel	61,00	61,00
aide au gel pour un hectare (15% de l'aide)	397,99	397,99
Total aides directes affectées à un hectare irrigué	2179,82	2656,98
Total produit	6960,90	9304,83
Total charges affectées (85%)	3071,90	3737,45
Total charges fixes	2551,00	6503,84
Total charges réelles à l'hectare	5622,90	10241,29
Résultat maïs à l'hectare	1338,00	-936,45

Annexe 11

Méthodes utilisées pour comparer les quantités de terres optimales¹²

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 [1]:

$$[2] \quad T^*(A\rho, P_{\text{output}}, P_{\text{foncier}}, P_{\text{irrigation}}) = \left[\frac{1}{A\rho^\beta} \left(\frac{P_{\text{output}}}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{P_{\text{foncier}}}{\beta - \gamma} \right)^{1-\alpha-\gamma} \left(\frac{-P_{\text{irrigation}}}{\gamma} \right)^\gamma \right]^{\left(\frac{-1}{1-\alpha-\beta} \right)}$$

La différentielle totale de T* s'écrit:

$$[3] \quad \frac{dT}{T} = \frac{\partial T}{\partial A\rho} dA\rho + \frac{\partial T}{\partial P_{\text{output}}} dP_{\text{output}} + \frac{\partial T}{\partial P_{\text{foncier}}} dP_{\text{foncier}} + \frac{\partial T}{\partial P_{\text{irrigation}}} dP_{\text{irrigation}}$$

soit encore:

$$[4] \quad \frac{dT}{T} \approx -\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dP_{\text{output}}}{P_{\text{output}}} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dA\rho}{A\rho} - \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dP_{\text{foncier}}}{P_{\text{foncier}}} - \frac{\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{dP_{\text{irrigation}}}{P_{\text{irrigation}}}$$

¹² Voir Vermersch D., Boussemart J.P., Dervaux B., Piot I. "Réforme de la politique agricole commune, évolution des rendements céréaliers entre inefficacité technique et prix-efficacité" Economie et Sociologie Rurale, Rennes 1992, Décembre.106p.

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:

$$\frac{\Delta T}{T} \approx \varphi_{\text{prix}} + \varphi_{\text{gel}} + \varphi_{\text{foncier}}$$

$$\text{avec: } \left. \begin{array}{l} \varphi_{\text{prix}}, \text{ l'effet de la variation du prix de l'output.} \\ \varphi_{\text{gel}}, \text{ l'effet de la variation de } T \text{ cultivée (gel).} \\ \varphi_{\text{foncier}}, \text{ l'effet des aides directes incluses dans le coût du foncier.} \end{array} \right| \text{sur } \frac{\Delta T}{T}$$

et,

$$[5] \quad \frac{\Delta T}{T} \approx -\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_1 - p_0}{p_0} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) + \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)R_{\text{sec}}\delta}{w_T}$$

$$\text{avec: } \delta = (\rho + 1,27(1-\rho))$$

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

$$[6] \quad \varphi_{\text{prix}} = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_0 - p_1}{p_1} \text{ est négatif}$$

$$[7] \quad \varphi_{\text{gel}} = \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) \text{ est négatif}$$

$$\text{et } [8] \quad \varphi_{\text{foncier}} = \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)R_{\text{sec}}\delta}{w_T} \text{ est positif}$$

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_T), 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

$$\frac{\Delta T}{T} \approx \phi_{\text{prix}} + \phi_{\text{gel}} + \phi_{\text{foncier}} + \phi_{\text{irrigation}}$$

$$\text{avec: } \left\{ \begin{array}{l} \phi_{\text{prix}}, \text{ l'effet de la variation du prix de l'output.} \\ \phi_{\text{gel}}, \text{ l'effet de la variation de } T \text{ cultivée (gel).} \\ \phi_{\text{foncier}}, \text{ l'effet des aides directes incluses dans le coût du foncier.} \\ \phi_{\text{irrigation}}, \text{ l'effet des aides directes incluses dans le coût de l'irrigation.} \end{array} \right\} \text{ sur } \frac{\Delta T}{T}$$

ce qui revient à dire que:

$$[9] \quad \frac{\Delta T}{T} \approx -\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_1 - p_0}{p_0} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) + \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)R_{\text{sec}}\delta}{w_T} + \frac{\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)(R_i - \rho R_{\text{sec}}) - I}{w_\theta}$$

$$[10] \quad \phi_{\text{prix}} = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_0 - p_1}{p_1} \text{ est négatif}$$

$$[11] \quad \phi_{\text{gel}} = \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) \text{ est négatif}$$

$$[12] \quad \phi_{\text{foncier}} = \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)R_{\text{sec}}\delta}{w_T} \text{ est positif}$$

$$[13] \quad \phi_{\text{irrigation}} = \frac{\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)(R_i - \rho R_{\text{sec}}) - I}{w_\theta} \text{ indéterminé}$$

Ainsi, le signe de $\phi_{\text{irrigation}}$ dépend de la valeur de I dans la mesure où $\phi_{\text{irrigation}} \geq 0$, si $(p_0 - p_1)(R_i - \rho R_{\text{sec}}) \geq I$. 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:

[14]

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

[15]

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

En établissant les mêmes approximations on obtient les résultats suivants.

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

$$[16] \quad \frac{\Delta T_i}{T_i} \approx -\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_1 - p_0}{p_0} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) + \frac{\beta-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)R_{\text{sec}}\delta}{w_T}$$

$$[17] \quad \varphi_{\text{prix}} = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_0 - p_1}{p_1} \text{ est négatif}$$

$$[18] \quad \varphi_{\text{gel}} = \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) \text{ est négatif}$$

$$[19] \quad \varphi_{\text{foncier}} = \frac{\beta-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)R_{\text{sec}}\delta}{w_T} \text{ est négatif}$$

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

$$[20] \quad \frac{\Delta T_i}{T_i} \approx -\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_1 - p_0}{p_0} + \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) + \frac{\beta-\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)R_{\text{sec}}\delta}{w_T} + \frac{1-\alpha-\beta+\gamma}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)(R_i - \rho R_{\text{sec}}) - I}{w_\theta}$$

Ainsi, cette fois-ci on aura:

$$[21] \quad \varphi_{\text{prix}} = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \cdot \frac{p_0 - p_1}{p_1} \text{ est négatif}$$

$$[22] \quad \varphi_{\text{gel}} = \frac{1}{1-\alpha-\beta} \cdot (\rho^\beta - 1) \text{ est négatif}$$

$$[23] \varphi_{\text{foncier}} = \frac{\beta - \gamma}{1 - \alpha - \beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)R_{\text{sec}}\delta}{w_T} \text{ est négatif}$$

$$[24] \varphi_{\text{irrigation}} = \frac{1 - \alpha - \beta + \gamma}{1 - \alpha - \beta} \cdot \frac{(p_0 - p_1)(R_i - \rho R_{\text{sec}}) - I}{w_\theta}$$

Annexe 12

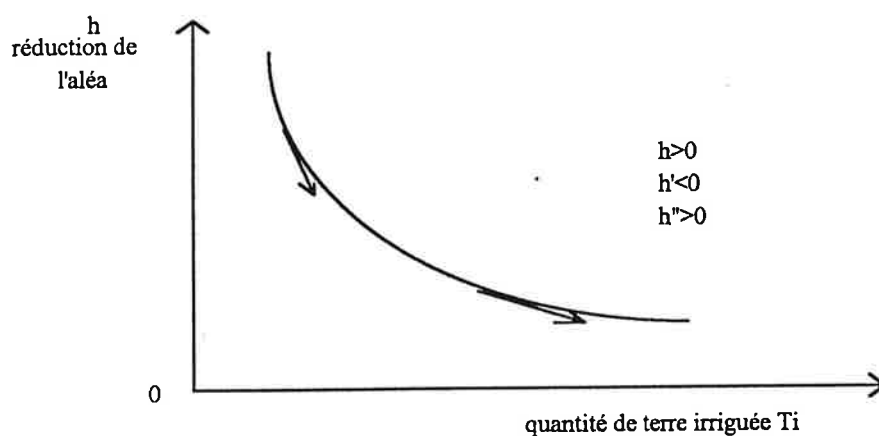
Prise en compte du risque climatique par une fonction de Just et Pope¹³.

La fonction de production Just et Pope permet d'introduire le risque climatique au sein du processus décisionnel de l'exploitant agricole. Ainsi on prend une fonction de production y telle que:

[25] $y = f(T_i) + \varepsilon \cdot h(T_i)$, où T_i est la quantité de terre irriguée, ε représente l'aléa climatique et suit une loi normale centrée réduite.

f représente la fonction de production, elle est par hypothèse croissante et suit des rendements d'échelle décroissants en T_i ($f'(T_i) > 0, f''(T_i) < 0$).

h représente la réduction de l'aléa en fonction T_i telle que:



Cette formulation de la technologie, conduit à considérer, via la fonction h , que le risque est atténué par l'irrigation en plus comme en moins. Cette technique, si elle permet d'atténuer les effets d'une sécheresse, limiterait les performances exceptionnelles en année humide. Ceci reste acceptable dans la mesure où, en année humide, une irrigation trop importante peut être nocive pour les cultures (sur-développement de maladies liées à des champignons comme le Mildiou).

¹³ Nous remercions tout particulièrement Alain Carpentier pour l'aide qu'il nous a apporté dans la rédaction de cette partie.

On peut alors écrire l'espérance et la variance de production en fonction de $f(T_i)$ et $h(T_i)$ comme suit:

$$[26] \quad \begin{cases} E(y) = f(T_i) \\ \text{Var}(y) = h^2(T_i) \end{cases}$$

Comme nous l'avons montré précédemment, l'exploitant, en avenir incertain maximisera l'espérance de son utilité. Ainsi, si l'on prend une forme simple pour la fonction d'utilité telle que $U(\Pi) = -e^{-a \cdot \Pi}$, avec a l'indice absolu d'aversion pour le risque, on pourra écrire que:

$$[27] \quad E(U(\Pi)) = -e^{(-a \cdot (E(\Pi)) - \frac{a}{2} \cdot \text{Var}(\Pi))}$$

Or le profit peut s'écrire:

[28] $\Pi = p \cdot [f(T_i) + \varepsilon \cdot h(T_i)] - w_\theta \cdot T_i$, ainsi on peut exprimer simplement l'espérance et la variance du profit tels que:

$$[29] \quad \begin{cases} E(\Pi) = p \cdot [f(T_i)] - w_\theta \cdot T_i \\ \text{Var}(\Pi) = p^2 \cdot h^2(T_i) \end{cases}$$

De plus, la fonction exponentielle étant une fonction strictement croissante sur \mathfrak{R} , maximiser l'exponentielle d'une fonction revient à maximiser cette fonction. De ce fait on pourra écrire le programme à résoudre comme suit:

[30]

$$\text{Max}_{T_i} E(U(\Pi)) = \text{Max}_{T_i} a \cdot \left[p \cdot f(T_i) - w_\theta \cdot T_i - \frac{a}{2} \cdot p^2 \cdot h^2(T_i) \right]$$

Nous avons montré dans les parties précédentes que la réforme entraînait plusieurs effets sur la variation de la quantité de terre irriguée optimale. Nous allons ici, les regrouper en considérant séparément l'effet gel associé à l'aide aux terres gelées d'une part, et l'effet baisse des prix compensée par des aides dites compensatoires d'autre part.

Application à l'étude de l'effet gel

Après réforme, en ne considérant que le gel des terres, le profit du producteur peut alors s'écrire :

$$[31] \quad \Pi = \rho \cdot p \cdot [f(T_i) + \varepsilon \cdot h(T_i)] - w_\theta \cdot T_i + (1 - \rho) \cdot T \cdot G$$

avec $(1-\rho)$ le taux de gel, T la quantité de terre totale, w_θ l'amortissement annuel du coût de l'équipement d'un hectare et G la prime d'aide au gel.

Cette écriture simplifiée suppose que l'application d'un taux ρ de gel des terre entraînera une diminution proportionnelle de la quantité y produite (ce qui constitue, bien sûr, une hypothèse simplificatrice à l'extrême). Ainsi on obtient :

$$[32] \quad \begin{cases} E(\Pi) = p \cdot \rho \cdot f(T_i) - w_\theta \cdot T_i + (1 - \rho) \cdot T \cdot G \\ \text{Var}(\Pi) = p^2 \cdot \rho^2 \cdot h^2(T_i) \end{cases}$$

Le programme du producteur devient alors:

$$[33] \quad \text{Max}_{T_i} a \cdot \left[p \cdot \rho \cdot f(T_i) - w_\theta \cdot T_i + (1 - \rho) \cdot T \cdot G - \frac{a}{2} \cdot p^2 \cdot \rho^2 \cdot h^2(T_i) \right]$$

On obtient alors une condition du premier ordre en T_i telle que:

$$[34] \quad p \cdot \rho \cdot f'(T_i) - w_\theta - a \cdot p^2 \cdot \rho^2 \cdot h'(T_i) \cdot h(T_i) = 0$$

Pour étudier l'impact du gel sur l'évolution de la quantité optimale de terre irriguée, il convient d'écrire la différentielle totale de cette expression, soit:

$$[35] \quad A \cdot d\rho + B \cdot dT_i = 0$$

$$[36] \quad \text{avec} \left[p \cdot f'(T_i) - 2\rho \cdot a \cdot p^2 \cdot h'(T_i) \cdot h(T_i) \right] = A$$

$$[37] \quad \text{et} \left[\rho \cdot p \cdot f''(T_i) - p^2 \cdot a \cdot \rho^2 \cdot \left[h''(T_i) \cdot h(T_i) + h'^2(T_i) \right] \right] = B$$

Il ressort alors que:

$$[38] \quad \frac{dT_i}{d\rho} = -\frac{B}{A} \text{ avec } B < 0 \text{ et } A > 0, \text{ d'où } \frac{dT_i}{d\rho} > 0$$

Ainsi, plus le taux de gel sera important (ρ faible), plus la quantité de terre irriguée optimale sur l'exploitation aura tendance à baisser.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE DES CHAPITRES 1 ET 2

ACA "La réforme de la P.A.C., Mise en oeuvre en France: 3, Les modalités d'application" dans la revue Chambres d'Agriculture, supplément au n°809, Mars 93.

Actes du colloque Eau et Agriculture, "Leçon d'une sécheresse" Paris, 8 Mars 1990. 247p.

Agreste "Irrigation et drainage en France" Etude N°13 Décembre 1991, Analyses et Etudes, la statistique agricole. 31p.

Agreste "Moins d'un million d'exploitations agricoles en 1990. Enquête sur la structure des exploitations" Etudes N°15 Mai 1992. 68p.

Alméras A. et Peyremorte P., "Evolution Comparée de l'économie d'exploitations de grandes cultures avec ou sans irrigation en région Méditerranéenne" Spécial Irrigation Génie Rural N°12 Décembre 1989 p14-19.

Anthérieu B. et Deschaux P. "Etude économique de cas types d'exploitants passant à l'irrigation" Spécial Irrigation Génie Rural N°12 Décembre 1989 p29-31.

Beyriès P., "Place de l'irrigation dans les systèmes de production des exploitations agricoles du Sud-Ouest" Spécial Irrigation Génie Rural N°12 Décembre 1989 p.20-23.

Boggess W.G., Lynne G.D., et Swaney D.P. "Risk-return assessment of irrigation decisions in humid regions" Southern Journal of Agricultural Economics, Juillet 1983, pp135-143.

Bourdais J.L., Jannot P. et Reau R., "Irrigation revenu et travail: trouver le compromis" Spécial Irrigation Génie Rural N°12 Décembre 1989 p.25-28.

Carayon F. et Amen J.F. "La diversité des situations rencontrées en Midi-Pyrénées pour valoriser l'irrigation" Spécial Irrigation Génie Rural N°12 Décembre 1989 p66-77.

Carles R., J.J.Chitrit, G.Millet "La situation en grande culture: Résultats 1990 du dispositif des sondes Ile de France-Centre et Midi-Pyrénées" Etudes Economiques N°4 Octobre 1992 Economie et Sociologie Rurales Grignon 1992. 82p.

Carles R. et Chitrit J.J. "Situation en grande culture à la veille d'une réforme de la Politique Agricole" Economie et de Sociologie Rurale, Grignon 90.

Carpentier A. "La gestion du risque phytosanitaire dans les systèmes de production intensive: Une approche économétrique" mémoire de D.E.A., INRA-ESR Rennes, septembre 93.

Communication de la Commission au Conseil et au Parlement Européen "Evolution et avenir de la politique agricole commune" COM(91) 258 final du 12 juillet 1991 p40.

Coyle B.T. "Risk eversion and yield uncertainty in duality models of production: a linear mean-variance approach" juillet 1992.

Direction Départementale de l'Agriculture du Loir et Cher, "Références technico-économiques".

Dubois de la Soblonière "Irrigation et gestion des ressources en eau" document de travail Agence de Bassin Loire Bretagne, le 3 octobre 1990, 13p.

F.Fargier "Irrigation rime avec intensification" et "Irriguer, la sécurité" dans Dossier irrigation Cultivar N°267 15 au 31 janvier 1990 p.109-110 et p.56-57.

Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux, Congrès National "Cultiver notre énergie pour gagner", La Rochelle les 12 et 13 Mai 1993 p22

Forestas J.J. "Une décision qui ne se prend pas à la légère" dans Dossier irrigation Cultivar N°267 15 au 31 janvier 1990 p.58.

Fort, J.L. et Reau, R., "Evolution des exploitations agricoles et irrigation en Poitou-Charentes", Revue Chambre d'agriculture, Janvier 93, supplément au N°807, pp34-36.

Goupil de Bouillé, Melchior "Les agences de l'eau", octobre 1993, rapport de D.A.A. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 105p.

Lacroix B. "L'irrigation du maïs: besoins maximum en juillet" dans Dossier irrigation Cultivar N°267 15 au 31 janvier 1990 p.62.

Laffont J.J., "Economie de l'incertain et de l'information" Volume 2 du Cours de Théorie micro-économique, Collection "Economie et statistiques avancées", Ed. Economica 306p.

Lesaffre B. et Rieul L., "La place de l'irrigation dans l'agriculture d'aujourd'hui" Comptes rendus de l'Académie de l'Agriculture de France Vol 78, n°6 1992 p.35-50.

Mangin P., Rapport au Conseil Economique et Social 13 mars 1991, 132p.

Mermet L., Cattan A., Desaignes B., Poux X. "Les besoins en eau à usage agricole dans la vallée du Cher" Rapport final présenté au Secrétariat d'Etat au près du Premier Ministre, chargé de la Prévention des Risques Techniques et Naturels Majeurs DEPPR, 1er octobre 1990, 119p.

Merrien A. "Sur tournesol, l'eau apporte 25% de gain de rendement" dans Dossier irrigation Cultivar N°267 15 au 31 janvier 1990 p.64.

O.C.D.E. "Tarification des services relatifs à l'eau" publication O.C.D.E. 1987, 165p.

Rapport du 42ème Congrès de l'A.G.P.M. "Eau, ressources gestion qualité" 18-19-20 Septembre 1991 Angers. 48p.

Rapport du Conseil Général du G.R.E.F. "Réflexions sur certains aspects techniques et économiques de l'irrigation en France" Septembre 1989. Textes et Annexes 140 + 45p.

Rapport du Conseil Nationale du G.R.E.F. "Réflexions sur certains aspects techniques et économiques de l'irrigation en France 2ème partie: l'avenir des irrigations en France face à la Politique Agricole Commune et aux préoccupations de l'environnement." Février 1990. 52p.

Rieul T. "Le poids de l'agriculture dans la répartition et l'usage de l'eau" Société d'économie rurale - l'agriculture et la gestion des ressources renouvelables-, session de printemps 1991, 14p.

Rieul L., "Conditions et limites d'une irrigation face à la pénurie d'eau. L'irrigation une assurance sécheresse" Revue Génie Rurale N°11 Novembre 1989 p.33-37.

SCEES "L'irrigation dans les exploitations agricoles en 1970" Etude N°143 Octobre 1976, Collections de statistique agricole. 234p.

SCEES "L'irrigation dans les exploitations agricoles en 1975" Etude N°171 Avril 1979, Collections de statistique agricole. 117p.

Teyssier D., "Index des prix et des normes agricoles 1992-1993" 8ème édition, collection synthèse agricole, pp82-83.

Vermersch D., "Economie et technologie des systèmes céréaliers. Une approche duale et économétrique", Economie et Sociologie Rurale, Rennes 89, 379p.

Vermersch D., Boussemart J.P., Dervaux B. et Piot I. "Réforme de la politique agricole commune, évolution des rendements céréaliers, entre inefficacité technique et prix-efficacité" Revue d'Economie et Sociologie Rurales Rennes, Décembre 92, 105p.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE 3.

Microéconomie des externalités

Bonnieux F., Fouet J.P., Rainelli P. et Vermersch D. La prise en compte des externalités et la Politique Agricole Commune. Document interne INRA. 6 pages.

Bromley Daniel W.
. Blackwell Oxford UK & Cambridge USA. 1991. 247 pages.

Coase Ronald. Le problème du coût social. in *Revue française d'économie*. Vol.VII, 4, automne 1992. p153-193.

Ragni Ludovic. Le théorème de Coase: une relecture coasienne. *Revue française d'économie*. Vol.VII, 4, automne 1992. p121-151.

Rainelli Pierre et Vermersch Dominique. Projet d'étude sur le réseau des exploitations agricoles du CEDAPA Janvier 1993. 21 pages.

Vermersch Dominique. Approche néoclassique du développement soutenable: applicabilité à l'économie agricole. INRA-ESR de Rennes. Septembre 1993. 4 pages.

Vermersch Dominique. Internalisation efficiente et agriculture durable. *Economie rurale* 208-209. Mai Juin 1992. p144-148.

Vermersch Dominique. Valorisation économique des fonctions nouvelles en agriculture. INRA unité Environnement et ressources naturelles. Atelier régional et rural 17 Juin 1992. 5 pages

Prix de l'eau et demande en eau

Caswell Margriet, Lichtenberg Erik, and Zilberman David. The Effects of Pricing Policies on Water Conservation and Drainage. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol 72 no 4 (1990). p883-890.

Cesario Frank J. Knetsch Jack L. Economic Benefits of Developing and Improving Small Boat Harbors. *Water Resources Research*. Vol.21, no.9. 1985. p1303-1306.

Desaigues B. et Lesgards V.. L'évaluation contingente des actifs naturels: un exemple d'application. *Revue d'économie politique* 102(1) janvier-février 1992. p99-122.

Daubert John T. and Young Robert A. Recreational Demands for Maintaining Instream Flows: A Contingent Valuation Approach. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol 63 no 4 (1981). p666-684.

Griffin Ronald C. and Shih-Hsun Hsu. The potential for Water Market Efficiency when Instream Flows Have Value. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol 75 may 1993. p292-303.

Howe Charles W., Schurmeier Dennis R., and Douglas Shaw, Jr. Innovative Approaches to Water Allocation: The Potential for Water Markets. *Water Resources Research*. Vol.22 no.4. 1986 p439-445.

Keith Johns E., Martinez Gerstl Gustavo A., Snyder Donald L., and Glover Terence F. Energy and Agriculture in Utah: Responses to Water Shortages. *Western Journal of agricultural Economics*/14(1) 1989. p85-97.

Loaiciga Hugo A. and Marino Miguel A. Risk Analysis for Reservoir Operation. *Water Resources Research*. Vol.22 no.4. 1986 p483-488.

Le Roy T Hansen and J. Arne Hallam. Two-Stage Decision Modeling of the Recreational Demand of Water. *The journal of agricultural economics research*/vol 42, no. 1 (1990). p16-26.

Loomis John B., Sorg Cindy F. and Donnelly Dennis M. Evaluating Regional Demand Models for Estimating Recreation Use and Economic Benefits: A Case Study. *Water Resources Research*. Vol.22 no.4. 1986 p431-438.

McCarl Bruce A. and Ross Mark. The Cost Born by Electricity Consumers under Expanded Irrigation From Columbia River. *Water Resources Research*. Vol.21, no.9. 1985. p1319-1328.

Mueller Michael J. Optimal Groundwater Depletion With Interdependent Nonrenewable and Renewable Resources. *Water Resources Research*. Vol.19, no.5. 1983. p1091-1098.

Point Patrick. Une méthode de détermination de la valeur de l'eau à usage d'irrigation. Le prix fictif de substitution. Application au département des Bouches du Rhône. 5èmes journées de microéconomie appliquées de Toulouse, 9-10 Juin 1988. Laboratoire d'analyse et de recherche économiques, Université de Bordeaux I, Avenue Léon Duguit 33 604 Pessac France. 25 pages.

Powell John R., McClintock Charles and Allee David J. The Impact of Contingent Valuation Information on Water Supply Protection 14 pages 1989 ?

Vreke J. Optimum allocation of surface water management using mathematical optimization. The Winand Staring Center for Integrated Land, Soil and Water Research, P.O. Box 125, 6700 AC Wageningen, The Netherlands. 11pages.

Weinberg Marca, Kling Catherine L., and Wilen James E. Water Markets and Water Quality. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol 75 may 1993. p278-291.

Modélisation du risque

Antle John L. Econometric Estimation of Producers' Risk Attitude. *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 69, no. 3, 1987. p509-522.

Apland Jeffrey, McCarl Bruce A., and Miller William L. Risk and Demand for Supplemental Irrigation: A Case Study in the Corn Belt. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 62, no. 1, 1980. p142-145.

Bosch Darrell J., Eidman Vernon R. Valuing Information When Risk Preferences are Nonneutral: An Application to Irrigation Scheduling . *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 69, no. 3, 1987. p658-668

Jayet Pierre-Alain. L'exploitant agricole et l'aversion au risque. Approximation MOTAD du modèle (E,V) et comportement de court terme dans un ensemble de production simplifié. *Economie et Sociologie Rurales "Méthode et Instruments"* no. 1, Février 1992.

Just Richard E. and Pope Rulon D. Stochastic Specification of Production Fonctions and Economic Implications. *Journal of Econometrics* 7 (1978). p67-86.

Lyon Kenneth S. The Effect on a Change in the Variability of Irrigation Water *Water Resources Research*. Vol.19, no.5. 1983. p1122-1126.

Nelson Carl H. and Loehman Edna T. Further Toward a Theory of Agricultural Insurance. *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 69, no. 3, 1987 p522-531.

Reichard Eric G., Evans John S. Assessing the Value of Hydrogeologic Information for Risk-Based Remedial Action Decisions. *Water Resources Research*. Vol.25, no.7. 1989. p1451-1460.

Analyse coût-bénéfice

Drèze Jean and Stern Nicholas. The Theory of Cost-Benefit Analysis. *Handbook of Public Economics*, vol. II, edited by A. J. Auerbach and M. Feldstein, 1987, Elsevier Scienc Publischeress B.V. (North-Holland).

Henry Claude. La microéconomie comme langage et enjeu de négociations. *Revue économique*-no. 1 janvier 1984. p177-197.

James J. Jacobs and David T Taylor. The increasing role of States in Water management: the Wyoming experience. *Western Journal of agricultural Economics*/14(2) 1989. p261-267.

Kontogeorgakos Dimitrios, Martinos Nikos. Irrigation and Rural Development: An ex Post Social Cost-Benefit Analysis of Tavropos Irrigation Project in Central Greece. *Water Resources Research*, Vol. 27, no.11, 1991. p2819-2823.

Krzysztofowicz Roman. Expected Utility, Benefit, and Loss Criteria for Seasonal Water Supply Planning. *Water Resources Research*, Vol. 22, no.3, 1986. p303-312.

Krzysztofowicz Roman. Optimal Water Supply Planning Based on Seasonal Runoff Forecasts. *Water Resources Research*, Vol. 22, no.3, 1986. p313-321.

Luken Ralph A., Clark Lyman. How Efficient Are National Environmental Standards? A Benefit-cost Analysis of the United States Experience. *Environmental & Resource Economics*, Vol. 1 no. 4, 1991. p385-413.

Nelson Gerald C. and Panggabean Martin. The Costs of Indonesian Sugar Policy: A Policy Analysis Matrix Approach. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 73, no. 3, 1991. p703-712.

Quirk James. Consumer Surplus under Uncertainty: An Application to Dam-Reservoir Projects. *Water Resources Research*, Vol. 21, no.9, 1985. p1307-1312.

Méthode du surplus social et répartition

Dubek Daniel J. and Horner Gerald L. Return Flow Control Policy and Income distribution among Irrigators. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 63, no. 3, 1981. p438-446.

Foster William E., Calvin Linda S., Johns Grace S., Rottscheafer Patricia. Distributional Welfare Implications of an Irrigation Water Subsidy. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 68 no. 4 (1986). p779-786.

Martin William E. Returns to Public Irrigation Development and the Concomitant Costs of Commodity Programs. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 61 no. 5 (1979). p1107-1114.

Microéconomie duale

Connor Jeffery D., Glycer J. David, and Adams Richard M. Some Further Evidence on the Derived Demand for Irrigation Electricity. *Water Resources Research*, Vol. 25, no.7, 1989. p1461-1468.

Taylor C. R. Duality, Optimisation, and microeconomic Theory: Pitfalls for the Applied Researcher. *Western Journal of agricultural Economics/14(2)* 1989. p200-212.

Vermersch D. Caractérisation duale des mouvements d'intensification et de spécialisation au des diverses agricultures de la CEE. Communication au 6ème congrès de l'Association des Economistes agricoles. La Haye, 3-7 septembre 1990.

pollution par les nitrates

Morvan Thierry. Contexte de la fertilisation azotée en Bretagne.

Decau Jean, Pujol Bernard. Contribution des techniques culturales à la lutte contre la pollution nitrique des nappes phréatiques. in Séminaire "altération et restauration de la qualité des eaux continentales" à Port-Leucade (Aude) - 1er et 2 octobre 1992. INRA/Conseil Général de l'Aude.

Bonnieux F. et Rainelli P. Fonction de demande à l'environnement et pollution par les nitrates d'origine agricole. in *Nitrate-Agriculture-Eau International Symposium INA-PG Paris La Défense Nov. 7-8, 1990* Editor: R. Calvet/INRA. p 41 à 52.

Cosserat M., Decau J., Patacq-Crouzet H. et Pujol B. Irrigation fertilisante en sol sablo-caillouteux. Conséquence sur la production et sur la pollution par les nitrates. in *Nitrate-Agriculture-Eau International Symposium INA-PG Paris La Défense Nov. 7-8, 1990* Editor: R. Calvet/INRA. p 257 à 262.

La gestion de l'eau en France

Rapport du Conseil Général du G.R.E.F. "Réflexions sur certains aspects techniques et économiques de l'irrigation en France" Septembre 1989. Textes et Annexes 140 + 45p.

Rapport du Conseil National du G.R.E.F. "Réflexions sur certains aspects techniques et économiques de l'irrigation en France 2ème partie: l'avenir des irrigations en France face à la Politique Agricole Commune et aux préoccupations de l'environnement." Février 1990. 52p.

Rapport du 42ème Congrès de l'A.G.P.M. "Eau, ressources gestion qualité" 18-19-20 Septembre 1991 Angers. 48p.

P.Mangin Rapport au Conseil Economique et Social sur l'Eau, 13 mars 1991.

T.Rieu "Le poids de l'agriculture dans la répartition et l'usage de l'eau" Société d'économie rurale - l'agriculture et la gestion des ressources renouvelables-, session de printemps 1991, 14p.

B.Lesaffre et L.Rieul "La place de l'irrigation dans l'agriculture d'aujourd'hui" Comptes rendus de l'Académie de l'Agriculture de France p.35-50.

"Spécial Irrigation" Génie Rural N°12 Décembre 1989 dont:

- "Etude économique de cas types d'exploitants passant à l'irrigation" B.Anthérieu et P.Deschaux p29-31.
- "Evolution Comparée de l'économie d'exploitations de grandes cultures avec ou sans irrigation en région Méditerranéenne" A.Alméras et P.Peyremorte p14-19.
- "La diversité des situations rencontrées en Midi-Pyrénées pour valoriser l'irrigation" F.Carayon et J.F. Amen p66-77.
- "Place de l'irrigation dans les systèmes de production des exploitations agricoles du Sud-Ouest" P.Beyriès p.20-23.
- "Irrigation revenu et travail: trouver le compromis" J.L.Bourdais, P.Jannot et R.Reau p.25-28.

"Conditions et limites d'une irrigation face à la pénurie d'eau. L'irrigation une assurance sécheresse" L.Rieul Revue Génie Rural N°11 Novembre 1989 p.33-37.

Loi sur l'eau N° 92-3 du 3 janvier 1992. Journal officiel de la république française, Lois et Décrets, Assemblée Nationale, n° 3 du 4 Janvier 1992, pages 187 à 195.

Arrêté du 1^{er} mars 1993 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux rejets de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation. Journal officiel de la république française, 28 mars 1993, pages 5283 à 5302.

Melchior Goupil de Bouillé. Les Agences de l'Eau. Mémoire de DAA d'Economie rurale. ENSA de Rennes-INRA Economie et Sociologie Rurales. Septembre 1993. 105 pages.

Dominique Lorrain, François Valiron, Françoise Sartorio, Yves-Noël Genty, Bernard Barraqué, Michel Desbordes. Dossier: Le nouveau droit et la nouvelle gestion de l'eau. Pouvoirs Locaux N° 8 - Mars 1991 - pages 72 à 100.

CEMAGREF, Actes du colloque Eau et Agriculture, Mars 1990. 247 pages.

Marie-Pierre Arlot et Thierry Rieu. Rapport du groupe de travail Ressources en Eau et Agriculture présidé par Yves Le Bars (CEMAGREF). Ministère de l'Environnement. Février 1991. 22 pages.

M. Dubois de la Sablonnière. Irrigation et Gestion des ressources en eau. Agence de Bassin Loire-Bretagne. Orléans, le 3/10/1990. 13 pages.

Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Journal Agriculture et Environnement. Mars 1993. 12 pages.

Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Journal Agriculture et Environnement. Mars 1992. 16 pages

Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Journal des Agences de l'Eau. Mars 1993. 8 pages.

Dominique Paoli et Thierry Rieu. La Situation de l'Eau en France. Economie et Statistique N° 258-259. Oct. Nov. 1992. pages 95 à 104.

J.-L. Fort et R.Réau. Evolution des exploitations agricoles et irrigation en Poitou-Charentes. Chambres d'Agriculture, supplément au N° 80, Janvier 1993. p 34 à 36.

Benoît Le Galliot. Les économies d'eau. Agence de Bassin Loire-Bretagne le 18/02/1991. 9 pages.

LISTE DES DOCUMENTS

- Document 1 : Evolution des subventions accordées à l'irrigation
- Document 2 : "Evolution de la surface équipée".
- Document 3 : Place de l'irrigation dans l'agriculture française
- Document 4 : Les superficies irriguées selon la nature des cultures
- Document 5 : Superficies nouvellement irriguées entre 1979 et 1988 (en milliers d'hectares)
- Document 6 : Taux de croissance de la surface irriguée entre 1979 et 1988 (en pourcentage)
- Document 7 : Evolution de la part de la superficie irriguée en fonction de la nature de la ressource
- Document: 8 : Variation inter annuelle des marges brutes des cultures en Haute-Garonne
- Document 9 : Origines des surfaces de base
- Document 10 : Correspondances entre les surfaces différenciées et les rendements de référence.
- Document 11 : Correspondances entre les Cas types de la réforme sur les céréales et protéagineux et les zones d'attribution de l'aide aux oléagineux.
- Document 12: Les paiements compensatoires (en francs) par hectare de céréales
- Document 13: Les paiements compensatoires (en francs) par hectare de protéagineux
- Document 14: Illustration du calcul du montant de référence communautaire pour l'aide aux oléagineux et de sa régionalisation pour la récolte 92.
- Document 15 : Montant des aides compensatoires aux oléagineux pour la récolte 93:
- Document 16 : Forme des aides directes de la nouvelle P.A.C.
- Document 17 : Les horizons temporels et les différents cas d'étude
- Document 18 : Type de cultures irriguées dans le Loir et Cher
- Document 19 : Calcul des aides compensatoires dans le département du Loir et Cher

TABLE DES MATIERES

Résumé	2
INTRODUCTION GENERALE	3
CHAPITRE 1. L'IRRIGATION EN FRANCE ET LA REFORME DE LA PAC	7
1.1. L'ETAT DES LIEUX DE L'IRRIGATION EN FRANCE	7
1.1.1. L'irrigation avant 1970	7
1.1.2. L'explosion de l'irrigation, un descriptif	9
1.1.3. Les motivations des exploitants agricoles pour l'irrigation	18
1.1.4. Conclusion	21
1.2. L'IRRIGATION SUR GRANDES CULTURES ET LA REFORME DE LA P.A.C.	24
1.2.1. Le cadre général de la réforme sur les grandes cultures	25
1.2.2. Application de la réforme aux producteurs professionnels ou régime général	30
1.2.3. Le cas particulier des petits producteurs	32
1.2.4. Conclusion	34
CHAPITRE 2. UN MODELE MICROECONOMIQUE SIMPLE	37
2.1. LES INSTRUMENTS DISPONIBLES	37
2.1.1. Utilisation de bilans économiques	37
2.1.2. Modèle dual, paramétrique, monoproduit	39
2.2. LA MODELISATION DU COMPORTEMENT DES IRRIGUANTS FACE A LA REFORME DE LA P.A.C.	45
2.2.1. Modèle départemental: Le Loir et Cher	45
2.2.2. Hypothèses de comportement des exploitants	48
2.2.3. Différents scénarios	50
2.2.4. Exploitation des résultats	55
2.2.5. APPLICATION A LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE	57
CHAPITRE3. COUT PRIVE ET COUT SOCIAL DE L'IRRIGATION	59

3.1. INTRODUCTION	59
3.2. LE PRIX DE L'EAU : UN ELEMENT DU DISPOSITIF D'AIDE A L'AGRICULTURE	60
3.2.1. La redevance	61
3.2.2. Le prix de l'eau d'irrigation	61
3.2.3. Les subventions à l'irrigation	62
3.3. LE COUT D'OPPORTUNITE DE L'EAU A USAGE AGRICOLE : LES ENSEIGNEMENTS DES CONFLITS D'USAGE	66
3.3.1. Prélèvements et consommations d'eau en France	66
3.3.2. Une prise de conscience des conflits d'usage : les sécheresses de 1988 à 1992	68
3.3.3. La gestion de l'eau en France	70
3.4. METHODOLOGIE POUR UNE GESTION ECONOMIQUE DE L'EAU	73
3.4.1. L'analyse coût-bénéfice	74
3.4.2. La simulation d'un marché de l'eau	78
3.4.3. La demande en eau par usage	84
CHAPITRE 4. QUELLE RENTABILITE SOCIALE DES SUBVENTIONS A L'IRRIGATION	87
4.1. INTRODUCTION	87
4.2. EXTERNALITES : AIDES AUX CULTURES IRRIGUEES ET CHOIX COASIEN DU DECIDEUR PUBLIC	88
4.3. RENDEMENT OPTIMAL, RENDEMENT DE REFERENCE ET PRIX IMPLICITE DE L'EAU	91
4.4. CONCLUSION	93
ANNEXES	

ANNEXE 1. FICHE TECHNIQUE N°1	94
ANNEXE 2. SURFACES ET NOMBRE D'EXPLOITANTS IRRIGUANTS EN FRANCE	98
ANNEXE 3. FICHE TECHNIQUE N°2	99
ANNEXE 4. COUT DE LA MATIERE SECHE IRRIGUEE OU NON ET PRODUCTION	102
ANNEXE 5. CARTES DES RENDEMENTS DE REFERENCE PAR DEPARTEMENT	103
ANNEXE 6. CARTE DE REGIONALISATION DES PAIEMENTS COMPENSATOIRES POUR LES OLEAGINEUX	104
ANNEXE 7. CARTE DE REGIONALISATION DES RENDEMENTS INDEMNISATION GEL	105
ANNEXE 8. LES SANCTIONS POSSIBLES EN CAS DE DEPASSEMENT DES SURFACES DE REFERENCE DANS LE CADRE DE LA REFORME DE LA P.A.C.	106
ANNEXE 9. EXEMPLES DE CALCUL DES AIDES COMPENSATOIRES DANS DIFFERENTS DEPARTEMENTS	107
ANNEXE 10. BILANS ECONOMIQUES APPLIQUES A DIFFERENTES CULTURES DANS LES REGIONS MIDI-PYRENNEES ET CENTRE	109
ANNEXE 11. METHODES UTILISEES POUR COMPARER LES QUANTITES DE TERRES OPTIMALES	113
ANNEXE 12. PRISE EN COMPTE DU RISQUE CLIMATIQUE PAR UNE FONCTION DE JUST ET POPE.	118