



HAL
open science

L'instrumentation de la politique agricole commune : conséquences pour la modélisation de l'offre de produits agricoles

Jean-Christophe Bureau, Hervé Guyomard

► **To cite this version:**

Jean-Christophe Bureau, Hervé Guyomard. L'instrumentation de la politique agricole commune : conséquences pour la modélisation de l'offre de produits agricoles. 56. Conférence internationale : Modélisation des marchés agricoles. Produits de base et demi-produits agro-alimentaires, Apr 1997, Montpellier, France. hal-01594104

HAL Id: hal-01594104

<https://hal.science/hal-01594104>

Submitted on 4 Jun 2020

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.



ASSOCIATION D'ECONOMETRIE APPLIQUEE
APPLIED ECONOMETRICS ASSOCIATION

MODELISATION DES MARCHES AGRICOLES

Produits de base et demi-produits agro-alimentaires
Montpellier (France) - Les 10 & 11 avril 1997

L'instrumentation de la Politique Agricole Commune: conséquences pour la modélisation de l'offre de produits agricoles.

Jean-Christophe BUREAU*
Hervé GUYOMARD**

Résumé : Ce texte passe en revue différents problèmes que les complexes instruments de régulation de l'offre agricole mis en oeuvre dans les Organisations Communes de Marché posent aux économètres travaillant sur la Politique Agricole Commune (quotas, gel de terre, paiements à l'hectare, etc.). Sont présentées différentes techniques qui ont été développées par les auteurs pour prendre en compte le gel de terre, l'allocation des surfaces, les quotas et les aides compensatrices mises en place par la réforme de 1992 de la PAC. Les illustrations portent sur le secteur des grandes cultures. Est ensuite présentée la modélisation des substitutions entre groupes de produits, sous ces instruments de gel de terre et de quotas. Celle-ci utilise une spécification à étages sous des hypothèses de séparabilité. Enfin, est présenté un possible traitement économétrique de la décision endogène de l'agriculteur à participer au programme ou à rester en dehors de celui-ci. Les solutions présentées à ces différents problèmes empiriques utilisent la théorie de la dualité et reposent sur des approches paramétriques.

* INRA-ESR Grignon

** INRA-ESR Rennes

L'instrumentation de la Politique Agricole Commune : conséquences pour la modélisation de l'offre de produits agricoles

1. Introduction

Au cours de son histoire, la Politique Agricole Commune (PAC) a dû s'ajuster aux conditions du marché et aux contraintes politiques. Ceci s'est traduit par plusieurs formes d'intervention publique pour réguler la production, différentes selon les périodes et selon les secteurs. La combinaison de plusieurs instruments, qui ont varié dans le temps, pose un défi aux modélisateurs. Alors que le cadre multi-produit, les possibilités de substitutions importantes entre les cultures, les contraintes agronomiques, les variations climatiques posent des problèmes spécifiques dans ce secteur, estimer économétriquement l'offre agricole en Europe sous les complexes mécanismes des Organisations Communes de Marché (OCM) nécessite des outils particuliers.

Les prix administrés, associés à un contrôle des importations par un système de prélèvements et restitutions variables, ont été un premier outil d'intervention publique. Puis, devant la montée des excédents structurels dans les années quatre-vingt, la Communauté Européenne a introduit des formes de régulation de l'offre spécifiques dans certains secteurs. Des quotas, avec la possibilité de produire hors quota au prix mondial, ont ainsi été introduits pour le sucre. Ce système est particulièrement délicat à modéliser dans la mesure où le producteur fait face à un système de trois prix, selon les quantités de betteraves produites dans les quotas "A", "B" et hors quota (voir Bureau et al, 1997 pour une modélisation). En 1984, des quotas individuels ont limité la production laitière. Les quantités sont donc dans ce secteur l'outil principal de gestion de la production. Si les micro-économistes ont développé les outils adéquats, en intégrant en particulier des outputs quasi-fixes dans des fonctions duales, il n'est pas simple d'estimer de telles fonctions sur des séries historiques où la production n'est contingentée que sur une partie des observations. D'autre part, alors que ces contingentements portent sur le lait (fluide), un autre instrument, le prix garanti, porte en fait sur des produits transformés (poudre de lait et beurre) sur lesquels portent l'intervention. Ceci nécessite également des modélisations particulières (voir Bouamra et Réquillart, 1997).

Dans le secteur des grandes cultures, la variation et la complexité des instruments de politique rend également la modélisation délicate. Des taxes de corresponsabilité, des quantités maximum garanties ont été mises en place puis abandonnées; une jachère volontaire rémunérée a été introduite. Ces politiques marquent les séries historiques de prix et quantités sur lesquels les économètres basent leurs estimations. Puis, une réforme fondamentale de la PAC en 1992 a amené la coexistence de plusieurs outils. D'une part, le soutien au prix est conditionné par la participation à un programme de gel de terre, même si les petits producteurs sont exemptés de cette contrainte de gel. Ce gel porte sur une surface agrégée de céréales, oléagineux et protéagineux; cependant l'allocation des surfaces non gelées entre ces cultures reste libre. Les producteurs peuvent refuser de participer au programme et sont libres de ne pas geler, mais sont privés des bénéfices du programme. Enfin, des paiements compensatoires sont accordés en fonction des surfaces individuelles, mais avec une surface plafonnée au niveau agrégé (national en France); ces paiements sont en outre fonction de rendements de référence fixes, ce qui introduit un certain degré de découplage entre le paiement perçu et la quantité produite. Il est bien évident que devant des mécanismes aussi complexes, les économètres doivent affiner leurs outils s'ils veulent représenter de manière réaliste l'offre agricole.

Il n'est pas certain que l'avenir amène une plus grande simplicité des mécanismes de la PAC. L'Accord Agricole de l'Uruguay Round (AAUR) marque la fin d'une époque où les politiques agricoles étaient élaborées assez indépendamment du contexte international, en particulier du GATT (General Agreement on Tariffs and Trade). La Communauté

Européenne avait ainsi pu s'isoler des fluctuations des prix mondiaux pour des productions majeures (céréales, lait). Ce ne sera plus le cas à l'avenir, après la conversion des prélèvements variables et des quotas d'importation en droit de douane fixes. Les fluctuations des cours devront donc davantage être intégrées dans les modèles. Un autre aspect de l'AAUR est qu'il contraint les niveaux et les modalités de l'intervention publique en agriculture par la fixation d'un plafond maximal au soutien interne par produit. Seuls certains instruments sont autorisés pour le soutien des revenus, selon leur classification dans des "boîtes" (verte, bleue et orange), qui est fonction, entre autres, de leur degré de découplage avec la production. A l'avenir, les politiques de soutien interne devrait s'orienter davantage vers des aides qui interfèrent de façon moins directe avec le système des prix et l'offre et les facteurs de production.

Les conséquences pour la modélisation sont cependant incertaines. L'AAUR contraint la PAC en particulier par la réduction des exportations subventionnées, en valeur et en volume. Toutefois, la réponse à de tels engagements extérieurs pourrait se traduire par un ajustement à la baisse des droits à produire (diminution des quotas de production, augmentation du taux de gel des terres,...) tout en maintenant de fortes distorsions de prix. De plus, une poursuite de la réforme de la PAC de 1992 ne supprimerait pas le soutien. Cette réforme a remplacé, pour certains secteurs - oléoprotéagineux, céréales et dans une moindre mesure viande bovine - l'aide aux produits par des aides directes. En d'autres termes, la réforme a diminué le soutien par les prix et a accru le soutien par le budget. Or, même s'ils reposent sur des rendements fixes ou des nombre de têtes de bétail de référence, les paiements directs ne sont jamais complètement découplés de la production, ne serait ce que parce qu'ils maintiennent des agriculteurs en activité. Il est bien difficile de représenter dans un modèle le degré exact avec lequel un paiement direct influe sur la production. Enfin, il est probable que, à l'avenir, les contraintes des accords internationaux, comme les nouvelles pressions de l'opinion publique, amèneront davantage l'Union Européenne à conditionner les aides à l'agriculture à des actions environnementales. Là encore, et la mise en oeuvre du concept tel celui de "cross-compliance" (Baldock et Mitchell 1995) qui conditionnerait les aides à une production à des actions environnementales sur d'autres productions, poserait de nouveaux problèmes pour la modélisation de l'offre.

L'objectif de cet article est de proposer un cadre d'analyse permettant d'intégrer les effets de la nouvelle instrumentation de la PAC - baisse des prix de soutien, aides compensatrices et gel des surfaces - dans les modèles d'offre, et de mesurer les conséquences des différentes variables politiques sur les rendements, les allocations de surface et les offres de produits. Le cadre d'analyse proposé repose sur des approches économétriques, utilisant la théorie de la dualité en économie de la production. Il existe par ailleurs un large champ de recherches utilisant des modèles d'activité, reposant par exemple sur la programmation linéaire et non linéaire. De telles techniques de programmation mathématique sont particulièrement intéressantes pour représenter certains aspects de l'offre agricole (contraintes agronomiques, contingents de production, etc.). Ce champ de recherches connaît actuellement des avancées intéressantes, telles la programmation floue (Lai et Hwang, 1992) ou encore des nouvelles méthodes de calibrage (Howitt, 1992, voir aussi Carles et al, 1997), qui, conjointement à la levée des contraintes informatiques (générateurs de matrices puissants, temps de calculs réduits), renforcent l'intérêt des modèles d'activités. Néanmoins, nous ne les aborderons pas ici, et nous limiterons aux approches paramétriques.

Dans une première section, nous montrons qu'il est possible de développer un cadre analytique permettant d'examiner les impacts des prix, des aides compensatrices par hectare et du gel des terres appliqué sur l'ensemble de la sole céréales et oléagineuse sur les rendements, les offres et les allocations de surface. Dans cette première section, l'attention est centrée sur les seules grandes cultures, céréales et oléoprotéagineux, et l'illustration empirique concerne la France.

Dans une deuxième section, nous montrons que le cadre théorique de la première section basé sur la théorie de la dualité et la modélisation des choix d'allocation de la

surface peut être utilisé pour modéliser l'ensemble des OCM de la PAC. Le modèle développé suppose a priori une structure séparable, à étages, de la technologie agricole agrégée.

Dans une troisième section, nous montrons comment il est possible de modéliser la décision de participation ou non d'un agriculteur au programme de l'OCM de grandes cultures.

2. Prise en compte du gel de terre et des aides compensatrices : Modélisation de l'offre de grandes cultures.

L'OCM des grandes cultures, céréales et oléoprotéagineux, repose sur l'utilisation simultanée de trois instruments : un soutien par les prix (pour les céréales seulement), un soutien par le budget via le versement d'aides compensatrices à l'hectare, et un contrôle direct de l'offre par un gel des surfaces également compensé. Le cadre d'analyse développé ci-dessous permet d'évaluer les conséquences de cette intervention multiforme sur les réponses de l'offre de grandes cultures, en distinguant les effets sur les rendements et les effets sur les allocations de surfaces. Afin de simplifier l'exposition analytique, différentes hypothèses sont posées a priori de façon à centrer l'attention sur les décisions d'allocation des surfaces. Ces hypothèses simplificatrices ne changent pas le principe de la démarche. Une modélisation plus générale est détaillée dans Ball et al. (1993) et Guyomard et al. (1996). Le concept de facteur fixe allouable que nous utilisons est particulièrement explicité dans Just et al. (1983), Shumway et al. (1984), Chambers et Just (1989), Coyle (1993a, 1993b), Jensen et Lind (1993) et Moore et al. (1994). Dans le cadre de la nouvelle PAC, la terre en céréales et en oléoprotéagineux peut en effet être considérée comme un facteur fixe allouable dans la mesure où la surface totale qu'il est possible de cultiver en céréales et en oléoprotéagineux est fixée, mais les allocations de cette surface totale aux différentes cultures sont décidées par l'agriculteur.

i) un cadre simplifié de modélisation

On considère une exploitation agricole de grandes cultures qui dispose d'une surface totale fixée \bar{L} à répartir entre M productions. A l'exception de la terre totale fixée en quantité, tous les autres facteurs de production sont supposés variables. Les technologies de production sont supposées non jointes par rapport aux quantités des inputs variables de sorte qu'il est possible de définir une fonction de production pour chaque output m :

$$(1) \quad y_m = f_m(x_m, l_m),$$

où y_m est le niveau de production de l'output m , x_m le vecteur des quantités des inputs variables utilisées pour la production de la quantité y_m , l_m la surface allouée à la culture m et $f_m(\cdot)$ la fonction de production de l'output m . On suppose que le producteur n'a pas d'influence sur les prix de marchés des produits et des facteurs de production variables. Le programme à résoudre consiste alors à choisir les niveaux des inputs variables et les surfaces allouées à chaque culture de façon à maximiser le profit restreint qui rémunère la terre totale fixée en quantité. Les aides compensatrices par hectare de culture m sont notées a_m ; elles sont fixes, indépendantes des rendements et spécifiques à chaque culture. La prime de gel des surfaces est notée g ; elle est également fixe mais identique quels que soient les hectares gelés. Le programme de maximisation de l'agriculteur peut alors s'écrire comme :

$$(2) \quad \pi(p, w, \bar{L}, a) \equiv \max_{y, x, l} \left[\sum_{m=1}^M p_m \cdot y_m - \sum_{n=1}^N w_n \cdot x_{nm} + \sum_{m=1}^M a_m \cdot l_m ; \sum_{m=1}^M l_m \leq \bar{L} ; y_m = f_m(x_m, l_m) \right]$$

Ce programme peut être décomposé en deux étapes de façon à illustrer le rôle central joué par les allocations de surfaces à chaque culture. Dans une première étape, l'agriculteur considère que la surface consacrée à chaque production est donnée. Il cherche alors les quantités des différents facteurs variables qu'il doit utiliser pour maximiser le profit correspondant à chaque production en résolvant le programme suivant :

$$(3) \quad \pi_m(p_m, w, l_m) \equiv \max_{y_m, x_m} \left[p_m \cdot y_m - \sum_{n=1}^N w_n \cdot x_{nm} ; y_m = f_m(x_m, l_m) \right]$$

Ce programme définit les fonctions de profit individuelles correspondant à chaque production et, par application du lemme de Hotelling, les fonctions d'offre de chaque production pour une surface allouée à cette dernière donnée.

Dans une deuxième étape, la surface totale est répartie entre les diverses productions de façon à maximiser le profit total (2), i.e.,

$$(3) \quad \pi(p, w, \bar{L}, a) + gG \equiv \max_l \left[\sum_{m=1}^M \pi_m(p_m, w, l_m) + \sum_{m=1}^M a_m \cdot l_m ; \sum_{m=1}^M l_m \leq \bar{L} \right] + gG.$$

Les conditions du premier ordre du programme (3) s'écrivent comme :

$$(4a) \quad \partial \pi_m(p_m, w, l_m) / \partial l_m + a_m - \lambda = 0$$

$$(4b) \quad \sum_{m=1}^M l_m = \bar{L},$$

où λ est le multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte de répartition de la surface disponible.

Le système des équations (4) définit implicitement les fonctions des allocations de surface qui dépendent du vecteur prix des produits, du vecteur prix des facteurs variables, du vecteur des aides compensatrices et de la surface totale disponible. La fonction d'offre optimale d'un produit m est alors obtenue en incorporant la fonction d'allocation de surface correspondante définie ci-dessus dans la fonction d'offre du produit déterminée à la première étape, i.e., $y_m(p_m, w, l_m(p, w, a, \bar{L}))$. Même dans le cadre de l'hypothèse simplificatrice où les technologies de production sont non jointes par rapport aux quantités de facteurs variables, il apparaît que la "jointure" vis-à-vis du facteur terre crée une interdépendance dans les fonctions d'offre des productions. Ces dernières dépendent des prix des autres productions et du vecteur des aides compensatrices par hectare via les fonctions d'allocation des surfaces.

La statique comparative des allocations de surface et du prix virtuel de la terre est obtenue en différenciant totalement le système des équations (4a) et (4b), et en résolvant pour $d\lambda$ et dl_m (Guyomard et al., 1996). Les principaux enseignements de cet exercice peuvent être illustrés graphiquement dans le cas particulier où le choix de l'agriculteur se réduit à deux cultures.

ii) illustration graphique dans le cas de deux cultures

Le mécanisme d'allocation des surfaces entre deux cultures, 1 et 2, est illustré par le graphique 1. La longueur de l'axe horizontal correspond à la surface disponible totale \bar{L} .

L'équilibre initial, choisi pour représenter la situation pré-réformée, correspond au point A où la productivité marginale en valeur de la terre dans la culture 1 est égale à la productivité marginale de la terre en valeur dans la culture 2, et égale au prix dual de la terre commun dans les deux usages, λ^0 . Les quantités de terre allouées aux deux cultures sont alors l_1^0 et l_2^0 , respectivement. On suppose alors que le prix de la culture 1 baisse, de p_1^0 à p_1^1 , et que cette baisse de prix est compensée par une aide directe à l'hectare, a_m . En réponse à la seule baisse du prix du produit 1, l'équilibre de répartition des surfaces se déplace du point A au point B et une surface moindre, l_1^1 , est donc consacrée à la première culture. L'introduction d'une aide compensatrice à l'hectare pour cette culture se traduit par un déplacement parallèle vers le haut, correspondant au montant de l'aide, de la droite représentant la productivité marginale de la terre dans cet usage (i.e., de $\partial \pi_1(p_1^1) / \partial l_1$ à $\partial \pi_1(p_1^1) / \partial l_1 + a_1$). Une surface l_1^1 est maintenant consacrée à la première culture : cette surface est supérieure à l_1^1 ; elle est supérieure, égale ou inférieure à la quantité initiale l_1^0 selon que l'impact sur la surface allouée à la culture 1 de la baisse du prix de cette dernière soit, en valeur absolue, plus petit, égal ou plus grand que l'impact de l'aide compensatrice par hectare. Au point d'équilibre C, les productivités marginales en valeur de la terre dans les deux usages ne sont plus égaux puisque ce point satisfait

$$(5) \quad \partial \pi_1(p_1^1, l_1^1) / \partial l_1 + a_1 = \partial \pi_2(p_2^0, l_2^0) / \partial l_2 = \lambda_2.$$

L'introduction d'une politique de gel des terres réduit la surface totale disponible pour la production des deux cultures, de l_1^1 à l_1^g pour la culture 1 et de l_2^0 à l_2^g pour la culture 2. L'impact du gel est, sur cet exemple, plus important pour la deuxième culture que pour la première car nous avons supposé que la pente de la droite de la productivité marginale en valeur de la terre était, en valeur absolue, plus importante dans le cas de la culture 2.

On vérifie enfin que la baisse du produit 1 ou 2 fait diminuer le prix virtuel de la terre, mais que les aides compensatrices par hectare et le gel des surfaces ont un impact positif sur ce dernier.

(insérer graphique 1)

iii) illustration empirique : application aux secteurs français des grandes cultures

Le cadre théorique développé ci-dessus est appliqué au secteur français des grandes cultures sur la base de données annuelles couvrant la période 1970-1992. Le modèle économétrique utilisé est détaillé dans Baudry (1993) et Guyomard et al. (1996). Précisons simplement le principe de la démarche qui peut être décomposé en trois étapes :

1/ choix d'une forme paramétrique (quadratique normalisée dans notre cas) pour les fonctions de profit spécifiques à chaque produit et dérivation des formes paramétriques des fonctions d'offre de chaque produit, pour une allocation de surface à cette culture donnée;

2/ résolution par rapport aux allocations de surface des conditions du premier ordre (4a) et (4b) correspondant au programme d'optimisation (3) sur la base du choix de la forme paramétrique quadratique normalisée;

3/ estimation simultanée des fonctions d'offre de chaque produit, à allocation de surface donnée, définie à l'étape 1 et des fonctions d'allocation de surface définies à l'étape 2.

Les tableaux 1, 2 et 3 ci-dessous résument la statique comparative des allocations de surface, des offres des produits et des rendements, respectivement, pour l'année 1991 par rapport aux prix, aux aides compensatrices et à la surface totale en céréales et oléagineux. Sans entrer dans les détails, les points suivants méritent cependant d'être soulignés.

Les fonctions des allocations de surface sont des fonctions croissantes du prix propre et des aides compensatrices propres, et des fonctions décroissantes des prix et des aides compensatrices des autres cultures. Elles sont inélastiques, à l'exception du maïs grain qui présente une élasticité prix propre de 1,27. Les relations croisées entre les diverses céréales sont, en général et en valeur absolue, plus importantes que les relations croisées entre les oléagineux. Le maïs grain est un substitut important du blé tendre, en termes de prix et d'aides compensatrices, les prix des cinq autres cultures et les aides compensatrices correspondantes ayant une influence nettement plus faible sur la surface cultivée en blé tendre. Les impacts du prix du blé tendre et de l'aide compensatrice correspondante sur la surface en maïs grain sont également importants, avec une élasticité prix d'environ -0,60 et une quasi-élasticité par rapport à l'aide compensatrice d'environ -0,72. De manière générale, les élasticités des allocations par rapport aux prix du blé tendre et du maïs grain sont élevées en valeur absolue. Les chiffres présentés entre parenthèses dans la dernière colonne du tableau 1 mesurent les impacts d'une variation de un hectare de la surface totale disponible sur les différentes allocations. Une augmentation de un hectare de la surface totale conduit ainsi à une augmentation de 0,68 hectare des surfaces en céréales et de 0,32 hectare des surfaces en oléagineux. Les élasticités des allocations de surface par rapport à la terre totale fournissent la même information.

(insérer tableau 1)

Les fonctions d'offre des sept cultures dépendent positivement du prix propre et négativement des prix des cultures substituables. Elles sont inélastiques, à l'exception du maïs grain (1,63) et du soja (3,70). Les relations prix croisées sont plus fortes, en valeur absolue, à l'intérieur d'un agrégat - céréales ou oléagineux - qu'entre deux éléments de deux agrégats distincts. Les chiffres présentés sur la diagonale principale du tableau 2 sont les élasticités prix propre des offres, à allocation de surface donnée. Conformément au principe de Le Chatelier-Samuelson, elles sont plus faibles que leurs équivalents définis quand les surfaces peuvent s'ajuster. L'offre d'un produit dépend positivement des aides compensatrices propres et négativement des aides compensatrices versées aux cultures substituables. Les réactions des surfaces et des offres aux aides compensatrices sont du même ordre de grandeur. On vérifie enfin que les fonctions d'offre sont homogènes de degré zéro par rapport aux aides compensatrices.

(insérer tableau 2)

Par différence entre les paramètres de réponse des offres du tableau 2 et les paramètres de réponse des allocations de surface du tableau 1, on obtient la statique comparative des rendements aux prix, aux aides compensatrices et à la surface totale en céréales et en oléagineux. Les résultats sont présentés dans le tableau 3. Ils montrent que les rendements sont, à l'exception du soja, inélastiques par rapport aux prix et très peu sensibles aux aides compensatrices.

(insérer tableau 3)

3. Modélisation de l'offre de produits agricoles dans la nouvelle PAC

Le cadre théorique basé sur la théorie de la dualité et la modélisation des choix d'allocation de la surface peut être utilisé pour modéliser l'ensemble des Organisations Communes de Marché (OCM) de la PAC. Il est possible de considérer les grandes cultures comme un agrégat particulier au sein d'une fonction en escalier. Il faut pour ceci supposer une structure homothétiquement séparable de cette fonction générale que nous appellerons Π . Considérons le cas général où q dénote le vecteur des prix de tous les outputs (non contraints en quantité) et de tous les inputs variables z , et où θ est un vecteur qui inclut à la fois les facteurs quasi-fixes, les outputs soumis à des contraintes sur la quantité, et des paramètres représentant le niveau de la technologie, tel le stock de R&D ou le temps. T représente l'ensemble de toutes les combinaisons input-output possibles étant donné l'état de la technologie (on suppose T un ensemble de réels de la dimension appropriée, non vide, fermé et convexe).

$$(6) \quad \Pi(q, \theta) \equiv \max_{z_i} [q \cdot z : (z, \theta) \in T]$$

On suppose également que Π est différentiable et que le Lemme de Hotelling s'applique.

$$(7) \quad z(q, \theta) = \nabla_q \Pi(q, \theta),$$

l'équation (7) donnant ainsi le vecteur des inputs et outputs ajustables optimaux. L'estimation de $\Pi(q, \theta)$ pose de redoutables problèmes si l'on veut spécifier une forme fonctionnelle suffisamment flexible pour tenir compte des substitutions entre les produits et les facteurs. En effet, le nombre de biens élémentaires produits dans le secteur agricole est très élevé et le nombre de paramètres requis par les termes croisés d'une fonction flexible, qui, rappelons le, repose en règle générale sur un développement de Taylor à l'ordre deux, voire trois, serait considérable. Afin de remédier à ce problème, il est nécessaire de supposer que la structure de la production est faiblement séparable en un nombre restreint d'outputs agrégés. L'imposition d'une séparabilité faible sur un sous ensemble d'outputs permet d'écrire la fonction Π comme

$$(8) \quad \Pi(q, \theta) \equiv (Q_1(q_1, \dots, q_k), Q_2, \dots, Q_s),$$

où la variable $Q_1(p_1, \dots, p_k)$ dénote une fonction agrégatrice homogène et Q_1 dénote l'indice de prix obtenu en agrégrant les prix des biens élémentaires par cette fonction. La séparabilité faible de la fonction de profit sur un sous ensemble de prix implique que la technologie est homothétiquement séparable sur les quantités correspondantes. Un agrégat de quantités $Z_1(z_1, \dots, z_k)$ peut donc être défini sans ambiguïté et est homogène de degré un en ses composants. Cette hypothèse est bien entendu très forte car elle impose de sévères restrictions sur l'indépendance des possibilités de substitutions au sein des agrégats et des variables en dehors de l'agrégat. Cependant, ceci assure la cohérence de l'agrégation, c'est à dire que l'agrégat est défini sans ambiguïté¹. L'existence d'un agrégat

¹Pour reprendre un exemple particulièrement éclairant de Hicks (1936), on ne peut pas définir un agrégat "camions" composé de petits et gros camions que l'on peut substituer les uns aux autres pour transporter de la marchandise, ni un indice de prix des "camions", car les substitutions entre camions ne peuvent être définies

homogène en ses composants implique une procédure d'optimisation en deux étapes: le choix d'une combinaison optimale de biens à l'intérieur de l'agrégat, puis le choix d'un niveau de l'agrégat. On peut donc procéder à une estimation d'une fonction à étages (Fuss 1977). Ceci permet d'inclure dans un modèle multi-produit général des spécificités d'un secteur telles celles décrites précédemment pour les grandes cultures. Dans la mesure où la PAC a développé des modes de régulations sensiblement différents selon les secteurs, qui requièrent des outils particuliers, cette hypothèse de séparabilité homothétique, aussi forte soit elle, permet une modélisation ad hoc de l'offre agricole dans l'Union Européenne.

Nous l'avons vu, le paramètre θ dans l'équation (6) permet d'intégrer un grand nombre de variables de commandes, et donc différentes formes de régulation publique. On peut ainsi traiter le cas d'un quota, et détailler la modélisation de l'agrégat "produit laitiers" dans un étage inférieur. Par souci de simplicité, nous limiterons notre exemple à l'outil "gel de terre" sur les grandes cultures, l'agrégat grande culture étant défini en trois catégories, les céréales, les oléo-protéagineux et les autres cultures. La terre non gelée peut donc être allouée librement à ces trois catégories. La fonction de profit agrégée au niveau le plus "haut" de la structure en étages décrite par l'équation (8) peut ainsi être ré-écrite, en intégrant les paramètres pertinents du vecteur θ comme:

$$(9) \quad \Pi(Q, L, a_1, a_2) \equiv \max_Z [Q \cdot Z : (Z, L, a_1, a_2) \in T],$$

où Q note le vecteur des indices de prix des inputs et outputs agrégés Z définis précédemment, parmi lesquels figurent l'agrégat "grande cultures". a_1 et a_2 dénotent la proportion de terre allouée respectivement aux céréales et aux oléo-protéagineux et L est la surface de terre SCOP (Surface Céréales-Oléagineux-Protéagineux hors de la proportion gelée, cette proportion variant selon les années). Dans la mesure où il n'y avait pas de restriction sur l'usage de la terre durant la période d'estimation, c'est à dire avant 1993, et, d'autre part, que le choix de l'allocation de la terre entre les trois cultures (i.e. a_1 , a_2 et a_3) reste libre, il faut utiliser les conditions enveloppes telles décrites plus haut, et intégrer les conditions du premier ordre sur l'allocation de la terre

$$(10) \quad \nabla_Q \Pi(Q, L, a_1, a_2) = 0,$$

en déduire les fonctions d'allocations optimales de la terre et les demandes de facteur dérivées

$$(11) \quad a_i^* = a_i(Q, L), \quad i = 1, 2,$$

$$(12) \quad Z(Q, L) = \nabla_Q \Pi(Q, L, a_1^*, a_2^*) = 0,$$

L'incorporation de ces conditions dans le modèle (9) donne la fonction de profit évaluée à l'allocation optimale de terre. Avec le système d'équations (11) et (12), on obtient une représentation exhaustive de la technologie. Elle permet de modéliser l'offre en présence de gel de terre, même si l'on dispose de données sur une période où le gel de terre n'était pas présent : on suppose alors que l'on est dans une structure de production ontrainte par le gel de terre, mais que les niveaux de gel sont ceux de l'optimum sans contrainte, et sont donc ceux observés durant la période où le programme de gel n'existait pas².

Nous ne développerons pas les détails de l'estimation de la fonction à étages. Les résultats qui suivent sont obtenus par une structure de production quadratique de type "Fuss

généralisée symétrique" proposée par Diewert et Ostensoe (1988). Celle-ci est décrite dans l'équation (13). Des détails sur cette fonction, sur la structure imposée des différents agrégats, et sur la procédure d'estimation peuvent être trouvés dans Ball et al (1993) et dans Bureau et Kalaitzandonakes (1995). Notons simplement que la convexité de la fonction a fonction Π en prix a été imposée par une factorisation de Choleski. c'est à dire que l'on impose que la matrice A soit de la forme $A=LDL'$, avec L qui est une matrice triangulaire unitaire et D une matrice diagonale dans l'équation (13).

$$(13) \quad \Pi(Q, \theta) = 1/2 (\sum_{i=1}^k \alpha_i \theta_i) (\sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k A_{ij} Q_i Q_j / Q_1 + 1/2 (\sum_{i=1}^k \beta_i Q_i) (\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k B_{ij} \theta_j / \theta_1) + (\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k C_{ij} Q_i \theta_j + (\sum_{i=1}^k \beta_i Q_i) (\sum_{j=2}^k B_{ij} \theta_j / \theta_1) + 1/2 (\sum_{i=1}^k B_{ii} \beta_i Q_i / \theta_1)).$$

α, β sont des paramètres quelconques fixés a priori; par contre les éléments de A, B et C doivent être estimés (A est une matrice aux éléments A_{ij} qui est symétrique, tout comme B et C). Les variables Q_i sont des indices de prix des différents agrégats. Ces agrégats sont soit des produits agrégés soit des facteurs variables agrégés. Le tableau 5 décrit la liste de ces agrégats dans l'estimation pratique. Par la suite on distinguera le cas où Q_i se rapporte au prix d'un output ou d'un input. On nommera Q_i comme un indice de prix du produit agrégé P_i , si Z_i est un output agrégé Y_i . Et on nommera Q_i comme un indice de prix du facteur variable agrégé W_i , si Z_i est un input agrégé X_i . Les variables X, Y, P et W qui prennent une majuscule sont donc des vecteurs respectivement de quantités et de prix des biens élémentaires formant l'agrégat, que l'on nommera en utilisant des minuscules. Si l'on se centre sur les aspects de gel de terre, en ignorant quotas, risque et progrès technique pour simplifier, le vecteur θ se limite à $\theta = (L, a_1, a_2)$.

On peut utiliser le lemme de Hotelling pour dériver l'expression des demandes de facteur variables (agrégés) X_i , des offres de produits Y_i et des niveaux optimaux d'allocation de terre a_1 , et a_2 . Les agrégats X_i sont composés d'inputs variables élémentaires (engrais, pesticides, etc.) x_n au prix w_n . Les agrégats Y_i sont composés d'outputs élémentaires y_m au prix p_m . Ces agrégats peuvent être reliés aux quantités et aux prix élémentaires par une fonction agrégatrice. Par exemple, le prix P_s d'un agrégat qui rentre dans l'équation (8) est une fonction du prix des outputs élémentaires composant l'agrégat en question. C'est donc la valeur unitaire de cet agrégat. C'est encore le revenu unitaire d'un agent rationnel, et le prix l'agrégat peut être représenté par une fonction de revenu. Si l'on spécifie également une forme de Diewert-Ostensoe pour les fonctions agrégatrices des biens élémentaires, on a par exemple :

$$(14) \quad P_s(p_1, \dots, p_s) = R(p_1, \dots, p_s) / Z_s(z_1, \dots, z_s) = 1/2 \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k A_{ij}^s p_i p_j / p_1 + \sum_{i=1}^k C_{i1}^s p_i$$

ici k denote le nombre de produits élémentaires entrant dans l'agrégat s . On peut donc estimer économétriquement les paramètres de la fonction agrégatrice qui donne les indices de prix pour les agrégats entrant dans (8) à partir des prix et des valeurs des biens élémentaires composant l'agrégat en question. L'équation (14) est similaire lorsque l'on a affaire au prix d'un agrégat d'inputs W_s . En pratique, pour chaque agrégat s , le système composé de (14)-(16) peut être estimé, afin de construire l'indice de prix $P_{s..}$:

$$(15) \quad \frac{y_i}{Y_s} = -1/2 \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k A_{ij}^s p_i p_j / (p_i')^2 + c_i^s,$$

indépendamment du nombre de chauffeurs, c'est à dire d'un facteur extérieur à l'agrégat. La séparabilité n'est donc pas respectée dans ce cas.

² Notons que l'on peut tout à fait utiliser le même raisonnement avec les quotas laitiers : on spécifie une structure de production contingente, mais sur la période avant 1984, on suppose pour l'estimation que les quotas sont fixés au niveau de production optimal non contingenté. Voir Ball et al. (1993) pour cette procédure.

$$(16) \quad \frac{y_{jst}}{Y_s} = \sum_{j=2}^k A^s_{y_j} p_j / p_1^s + c^s, \quad ,$$

où k est le nombre d'éléments dans l'agrégat Y_s et p_1^s est le prix du premier élément de Y_s .

Dans l'estimation pratique, dont les résultats sont présentés dans les tableaux qui suivent, l'agrégat Y_s est construit comme un indice de Fisher de volume en monnaie de 1985. P_s est l'indice de prix correspondant, base 1 en 1985. Le système (14)-(16) est estimé par la méthode du maximum de vraisemblance, pour chaque pays européen.

Une fois les paramètres estimés pour chaque P_s et pour chaque W_s dans chaque pays européen, en utilisant les données observées $p_1^s, \dots, p_k^s, y_1^s, \dots, y_k^s$ (respectivement $w_1^s, \dots, w_k^s, x_1^s, \dots, x_k^s$ pour les agrégats sur les inputs), les fonctions agrégatrices pour chaque agrégat s sont utilisées pour construire les indices P_s et W_s . On peut donc utiliser ces agrégats pour estimer la fonction (13).

Une propriété des fonctions en escalier est que, bien que les prix des biens élémentaires soient exogènes, le prix de l'agrégat entrant dans (8) ne l'est pas, car le choix de la combinaison d'inputs et d'output détermine le prix de l'agrégat. Le prédicteur du prix P_s (respectivement W_s) de l'agrégat obtenu en simulant (14) avec les valeurs des paramètres de la fonction agrégatrice obtenues par estimation du système (14)-(16) peuvent cependant être utilisés comme variables instrumentales à la place des Q_s dans (13), c'est à dire dans la fonction agrégatrice à l'étage supérieur.

Les résultats qui sont présentés dans le Tableau 4 portent sur la France. Dans cette estimation (détaillée dans la version de Ball et al de 1997), la fonction (13) a été estimée sur un panel de pays européens, avec des dummy variables par pays sur tous les termes du premier ordre et les constantes. Le fait d'avoir supposé des termes au second ordre communs à tous les pays européens contraint les élasticités. Cependant, les données disponibles ne permettaient pas un nombre suffisant de degrés de liberté sans cette hypothèse. Le tableau qui en résulte est donc principalement à titre illustratif. L'estimation de (13) a été menée par une procédure de Zellner itérée, conjointement avec les équations issues de (11) et (12). Etant donné la complexité du système ainsi estimé, les contraintes d'inégalité, et la forte non-linéarité liées à la reparamétrisation en termes de factorisée de Choleski, il a été utilisé une procédure particulière, reposant sur un logiciel d'optimisation mathématique (GAMS/CONOPT), plutôt que des logiciels économétriques. Les détails de la procédure sont présentés dans Ball et al (1993).

L'estimation des étages inférieurs (14)-(16) permettent de calculer les élasticités croisées au sein d'un agrégat. Elles sont données par les équations :

$$(17) \quad \epsilon_{11} = \sum_{j=2}^k \sum_{l=2}^k A^s_{y_j} p_j / p_1^s y_l^s$$

$$(18) \quad \epsilon_{1j} = - \sum_{l=2}^k A^s_{y_l} p_l / p_1^s y_l^s$$

$$(19) \quad \epsilon_{1i} = - \sum_{j=2}^k A^s_{y_j} p_j / p_1^s y_i^s$$

$$(20) \quad \epsilon_{ij} = A^s_{y_j} p_j / p_1^s y_i^s$$

Ces expressions (17)-(20) donnent les élasticités de substitutions entre les biens composant un agrégat, pour un niveau constant de cet agrégat. C'est donc une conception "hicksienne" des élasticités, le long d'une frontière de production. Ces élasticités sont également conditionnelles à l'allocation observée de terre $\theta = (L, a_1, a_2)$. Au niveau supérieur de la frontière, les élasticités entre les agrégats sont données par les expressions (21)-(24). Ce sont celles-ci qui sont données dans les tableaux 4 et 5.

$$(21) \quad E_{11}^s = \left(\sum_{i=1}^S \alpha_i \theta_i \right) \sum_{j=2}^S \sum_{l=2}^S A^s_{y_j} P_j / P_1^s Y_l$$

$$(22) \quad E_{1j}^s = - \left(\sum_{i=1}^S \alpha_i Y_i \right) \sum_{l=2}^S A^s_{y_l} P_l / P_1^s Y_l$$

$$(23) \quad E_{1i}^s = - \left(\sum_{l=2}^S \alpha_l \theta_l \right) \sum_{j=2}^S A^s_{y_j} P_j / P_1^s Y_l$$

$$(24) \quad E_{ij}^s = \left(\sum_{l=1}^S \alpha_l \theta_l \right) A^s_{y_j} P_j / P_1^s Y_l$$

Des expressions des élasticités entre les biens élémentaires lorsque l'on tient compte de la variation en volume de l'agrégat (élasticités "marshalliennes") peuvent être calculées par l'équation (25).

$$(25) \quad \epsilon_{ij}^M = \epsilon_{ij} R_j E_{ss}^s$$

où ϵ_{ij} est donnée par (17)-(20), et où R_j est la part en valeur du $j^{\text{ème}}$ bien dans l'agrégat s et où E_{ss}^s est l'élasticité prix propre de l'agrégat s donné par (21)-(24).

Le Tableau 4 présente les élasticités entre les agrégats, à allocation de la terre constante, c'est à dire sans ajustement des surfaces entre céréales, oléagineux et protéagineux. Le Tableau 5 présente ces mêmes élasticités mais avec ajustement des surfaces.

(Insérer Tableaux 4 et 5)

Les estimations élasticités propres des agrégats céréales et oléo-protéagineux sont faibles (Tableau 4). Cependant, à l'intérieur des agrégats, les élasticités propres des différents composants (par exemple colza) sont plus élevées. En combinant l'effet de substitution et d'expansion, les offres des différents oléo-protéagineux sont donc relativement élastiques. Cependant, d'une manière générale, les résultats obtenus par Ball et al (1993) montrent clairement que les possibilités de substitution entre les différentes cultures composant l'agrégat sont plus importantes que celles entre les différents agrégats. La comparaison entre le tableau 4 et le tableau 5 montre que l'offre est davantage sensible au prix lorsque l'on mesure les élasticités au niveau optimal d'allocation des surfaces entre les productions.

4. Modélisation de la décision de participation au programme

Dans le cadre de la nouvelle PAC, l'agriculteur qui produit l'équivalent de 92 tonnes de céréales ou plus en moyenne communautaire dans la période de référence doit geler un certain pourcentage, fixé annuellement, de sa surface en céréales et en oléagineux pour bénéficier des aides compensatrices sur les hectares cultivés. Dans les sections précédentes, nous avons supposé, implicitement, que les "gros" agriculteurs avaient toujours intérêt à participer au programme de l'OCM des grandes cultures, céréales et oléoprotéagineux, en gelant une partie de leurs surfaces pour bénéficier des aides compensatrices sur les hectares cultivés.

La participation au programme de l'OCM des grandes cultures étant facultative, l'agriculteur peut, en pratique, choisir entre deux options mutuellement exclusives : participer au programme et alors geler le pourcentage requis de sa surface en céréales et oléoprotéagineux et bénéficier des aides compensatrices sur les hectares cultivés, ou ne

pas participer au programme et alors cultiver toute sa surface sans bénéficier des aides compensatrices. La décision de participation au programme de l'OCM des grandes cultures est donc endogène et il est important de modéliser ce choix. Pour décider s'il va ou non participer au programme, l'agriculteur compare simplement les profits (espérés) dans les deux alternatives et choisit l'option qui lui procure le niveau de profit le plus élevé.

Afin de simplifier la présentation, on suppose que l'ensemble des cultures céréalières et oléagineux peut être agrégé en une seule production. A la suite de Roberts et al. (1996), nous définissons les profits d'un non participant et d'un participant par, respectivement :

$$(26) \quad \pi_{np} = p.\theta.\bar{L} - r_{np}.\bar{L}$$

$$(27) \quad \pi_p = p.\theta.(1-\alpha).\bar{L} - r_p.\alpha.\bar{L} + (1-\alpha).g.\bar{L} + \alpha.a.\bar{L}$$

où θ est ici le rendement incertain par hectare, r le coût total par hectare cultivé, et α le taux de gel des terres. Le coût total par hectare cultivé est plus élevé en cas de participation qu'en cas de non participation car les rendements d'échelle sont supposés décroissants. En notant $E(p)$ l'espérance du prix à la production, $cov(p,\theta)$ la covariance entre le prix d'offre et les rendements, et β la part des coûts fixes dans le coût total, la différence entre les deux profits espérés peut s'écrire comme :

$$(28) \quad E(\pi_{np}) - E(\pi_p) = (1-\alpha).E(p).E(\theta).\bar{L} + (1-\alpha).cov(p,\theta).\bar{L} - (1-\alpha).(1-\beta).r_{np}.\bar{L} - (1-\alpha).g.\bar{L} - \alpha.a.\bar{L}$$

L'agriculteur considéré choisira donc de ne pas participer au programme si la différence (28) entre les deux profits espérés est positive. Toutes choses égales par ailleurs, l'équation (28) définit un prix d'offre anticipé plancher au dessus duquel l'agriculteur choisira de ne pas participer au programme. Ce prix plancher est solution en zéro de l'équation (28), i.e., pour un membre de gauche de l'équation égal à zéro. On vérifie alors qu'une diminution du taux de gel, un accroissement de l'aide compensatrice aux hectares cultivés et une augmentation de l'aide compensatrice aux hectares gelés auront tendance à augmenter le prix plancher et donc à rendre la participation au programme plus attractive. Plus le coût total par hectare est élevé, plus le prix plancher est grand. Plus la part des coûts fixes dans le coût total est élevée, plus le prix plancher est faible. En conséquence, un premier agriculteur qui a un coût total par hectare plus élevé qu'un deuxième producteur peut néanmoins avoir un prix plancher plus faible, et donc une probabilité de participation plus faible, si les ordres de grandeur des parts des coûts fixes dans le coût total sont inversés.

Sur la base des paramètres de réforme de la campagne 1993/94, Froud et al (1996) estiment que le prix plancher est d'environ 244 écus par tonne pour les céréaliers spécialisés anglais. A ce niveau de prix plancher, la participation au programme est proche de 100 % pour la campagne 1993/94.

Oude-Lansink et Peerlings (1996) utilisent une approche identique pour estimer le taux de participation au programme dans le cas des producteurs de grandes cultures hollandais. Le raisonnement se situe dans un cadre certain. Avec les paramètres de la réforme de 1992, le taux de participation serait, au total, de 99,5 %. Une diminution des aides compensatrices à l'hectare de 25 % ou des prix d'offre des grandes cultures de 24 %, toutes choses égales par ailleurs, réduirait le taux de participation d'un très faible pourcentage seulement : dans le premier cas, il s'établirait à 98,6 % ; dans le second, à 97,6 %. Ces pourcentages suggèrent que le prix plancher, i.e., le prix auquel l'agriculteur est indifférent entre ne pas participer et participer, est également très élevé aux Pays-Bas, clairement nettement plus élevé que les cours actuels.

5. Eléments de conclusion

La complexité des instruments de régulation de l'offre agricole dans la PAC, l'évolution incessante de ceux-ci sous des pressions combinées de l'environnement économique et budgétaire et des accords internationaux, nécessitent des outils de modélisation très fins. Dans cet article, nous avons décrit quelques méthodes que nous avons utilisées avec un relatif succès dans des modèles qui nous ont servi à simuler des réformes de politique agricole pour des OCM particulières. Ces techniques ne sont pas toujours satisfaisantes. Ainsi, par exemple, dans le cas du sucre, la complexité introduite par le régime de triple prix est telle qu'il a fallu recourir à des modèles de programmation linéaire (PL) comme étape préalable, afin de générer des coûts d'opportunité de la betterave sous les différents niveaux de quotas (Nous avons ensuite utilisé les simulations issues de modèles PL comme pseudo-données dans le calibrage d'une forme paramétrique, voir Bureau et al, 1997). Cependant, les techniques présentées ici montrent que l'estimation économétrique de l'offre est capable de prendre en compte une large gamme d'instruments politiques.

A l'avenir, les engagements de l'AAUR, et les pressions budgétaires sont telles que les économètres devront sans doute se préoccuper davantage des fluctuations des prix, dont les agriculteurs européens étaient jusqu'ici préservés, au moins pour les grandes cultures et la viande. En outre, des travaux plus approfondis sont nécessaires pour prendre en compte correctement les effets des aides directes. Quelle que soit les modalités d'attribution, les aides directes ne sont que partiellement découplées (nulle aide n'est jamais totalement neutre sur l'offre). Il convient aussi de rechercher des façons de prendre en compte dans les modèles des aides conditionnées à la rémunération d'externalités positives qui peuvent affecter la technologie.

Références

- Baldock, D. et Mitchell, K. (1995). Cross compliance with the CAP. Institute for European Environmental Policy, London.
- Ball, E., Bureau, J. C., Eakin, K. and Somwaru, A. (1993). A supply-response framework with acreage restrictions for modelling European agriculture under the new CAP conditions. Paper presented at the workshop: The Technology of Primary Production, Modelling Agricultural Supply Response for Policy Analysis, the State of the Art, Rennes, July 1-2, 1993. Une version largement révisée est à paraître dans *Agricultural Economics* sous le titre "Modelling supply response subject to the land set-aside".
- Bureau, J.C., Guyomard, H., Morin, L., Réquillart, V. (1997). Quotal mobility in the European sugar regime. Forthcoming in *European Review of Agricultural Economics*.
- Bureau, J.C. et Kalaitzandonakes, N. (1995). Measuring effective protection as a superlative index number: An application to European agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(May):279-290.
- Carles, R., Decouvelaere, X., Millet, G., Revel, A., et Sourie, J.C. (1997). Des outils pour analyser les effets des prochaines réformes de la PAC sur les exploitations agricoles. Séminaire "Modélisation des Marchés Agricoles", Association d'Econométrie Appliquée, Société Française d'Economie Rurale et CIRAD. Montpellier, 10 et 11 Avril 1997.
- Chambers, R. G. and Just, R. E. (1989). Estimating multioutput technologies. *American Journal of Agricultural Economics* 71(4): 980-95.
- Coyle, B. (1993a). Allocatable fixed inputs and two-stage aggregation models of multioutput production decisions. *American Journal of Agricultural Economics* 75: 367-76.

Coyle, B. (1993b). On modeling systems of crop acreage demands. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 18(1): 57-69.

Diewert, E.W. et Ostensoe, L. (1988). Flexible functional forms for profit functions and global curvature conditions. In *Dynamic Econometric Modelling*, W.A. Barnett, E.R. Berndt et H. White eds.

Froud, J., Roberts, D. and Fraser, R. W. (1996). Participation in set-aside: What determines the opting-in price? *Journal of Agricultural Economics*, 47(1): 89-98.

Fuss M., (1977). The demand for energy in Canadian manufacturing. *Journal of Econometrics*, 5 (1):89-116.

Guyomard, H., Baudry, M. and Carpentier, A. (1996). Estimating crop supply response in the presence of farm programmes: Application to the CAP. *European Review of Agricultural Economics*, 23(4): 401-21.

Hicks (1936). Theory of Value.

Howitt (1995). Positive mathematical programming. *American Journal of Agricultural Economics* 77: 329-42.

Jensen, J. D. and Lind, K. M. (1993). Price and compensation effects on Danish crop production and land use. *Proceedings of the European Association of Agricultural Economics (Volume D: Aspects of the Common Agricultural Policy)*, Stresa.

Just, R. E., Zilberman, D. and Hochman, E. (1983). Estimation of multicrop production functions. *American Journal of Agricultural Economics* 65(4): 770-80.

Lai, Y.J. et Hwang, C.L. (1992). *Fuzzy mathematical programming. Methods and applications*. Springer Verlag.

Moore, M. R., Gollehon, N. R. and Carey, M. B. (1994). Multicrop production decisions in western irrigated agriculture: the role of water price. *American Journal of Agricultural Economics* 76(4): 859-74.

Oude Lansink, A. and Peerlings, J. (1996). Modelling the new EU cereals and oilseeds regime in the Netherlands. *European Review of Agricultural Economics* 23(2): 161-78.

Bouamra, Z. et Réquillart, V. (1997). Structure verticale de production et intervention publique: application au cas des produits laitiers. Séminaire "Modélisation des Marchés Agricoles", Association d'Econométrie Appliquée, Société Française d'Economie Rurale et CIRAD. Montpellier, 10 et 11 Avril 1997.

Shumway, C. R., Pope, R. D. and Nash, E. K. (1984). Allocatable fixed inputs and jointness in agricultural production: implications for economic modelling. *American Journal of Agricultural Economics* 66(1): 72-78.

Sourie J.C. (1997). Exercice de modélisation en données floues. Choix de variétés de blé en vue d'optimiser une filière de production de blé-éthanol. Document de travail INRA-Economie, Grignon.

Tableau 1. Statique comparative des allocations de surface (France, 1991)

	élasticité prix										quasi-élasticités par rapport aux aides compensatrices (x10 ⁻² francs)										élasticité % terre totale
	autres céréales	blé tendre	maïs grain	orge	colza	tourne sol	soja	numéro ire	autres céréales	Blé tendre	maïs grain	orge	colza	tourne sol	soja	terre totale					
autres céréales	0.5649 (0.235)	-0.3638 (0.140)	-0.8430 (0.519)	-0.0276 (0.024)	-0.0181 (0.0063)	-0.0224 (0.007)	-0.0014 (0.0005)	0.7114 (0.581)	1.4354 (0.23)	-0.4340 (0.09)	-0.7745 (0.12)	-0.1442 (0.04)	-0.0326 (0.006)	-0.0473 (0.009)	-0.0027 (0.0006)	1.2969 (0.021)					
blé tendre	-0.0069 (0.0031)	0.3277 (0.11)	-0.3089 (0.12)	-0.0101 (0.0088)	-0.0066 (0.0020)	-0.0082 (0.002)	-0.0005 (0.0001)	0.0135 (0.23)	-0.0178 (0.003)	0.3487 (0.07)	-0.2838 (0.06)	-0.0528 (0.011)	-0.0120 (0.002)	-0.0173 (0.003)	-0.0010 (0.0001)	0.4752 (0.219)					
maïs grain	-0.0309 (0.014)	-0.5983 (0.24)	1.2680 (0.74)	-0.0454 (0.040)	-0.0298 (0.0085)	-0.0369 (0.011)	-0.0023 (0.0064)	-0.5245 (0.76)	-0.0799 (0.013)	-0.7138 (0.16)	1.1668 (0.16)	-0.2372 (0.58)	-0.0537 (0.005)	-0.0778 (0.007)	-0.0045 (0.0045)	2.1330 (0.362)					
orge	-0.0062 (0.0031)	-0.1193 (0.045)	-0.2765 (0.17)	0.1160 (0.060)	-0.059 (0.0021)	-0.0074 (0.026)	-0.0005 (0.0016)	0.2997 (0.18)	-0.0159 (0.0043)	-0.1423 (0.03)	-0.2540 (0.05)	0.4394 (0.08)	-0.0107 (0.002)	-0.0155 (0.003)	-0.0009 (0.002)	0.4253 (0.072)					
colza	-0.0021 (0.0015)	-0.0887 (0.065)	-0.0365 (0.027)	-0.0284 (0.021)	0.2258 (0.066)	-0.1018 (0.029)	-0.0189 (0.0052)	0.0507 (0.12)	-0.0036 (0.0006)	-0.0945 (0.018)	-0.0347 (0.0066)	-0.0355 (0.0068)	0.3058 (0.05)	-0.1175 (0.026)	-0.0200 (0.0038)	1.2870 (0.093)					
tourmesol	-0.0032 (0.0023)	-0.1369 (0.099)	-0.0563 (0.041)	-0.0438 (0.032)	-0.0594 (0.044)	0.1994 (0.028)	-0.0292 (0.0071)	-0.1294 (0.18)	-0.0056 (0.0065)	-0.1458 (0.017)	-0.0535 (0.006)	-0.0548 (0.006)	-0.0450 (0.034)	0.3356 (0.022)	-0.0309 (0.0038)	1.9863 (0.210)					
soja	-0.0067 (0.0046)	-0.2832 (0.206)	-0.1164 (0.084)	-0.0906 (0.066)	-0.1228 (0.092)	-0.3250 (0.080)	0.8473 (0.16)	0.0973 (0.40)	-0.0116 (0.0013)	-0.3016 (0.036)	-0.1107 (0.013)	-0.1133 (0.013)	-0.0930 (0.07)	-0.3750 (0.06)	1.0051 (0.07)	4.1072 (0.67)					

1. i.e., $(\partial \log \epsilon_i / \partial a_i)$: Allocations de surface en ligne ; prix, aides compensatrices et surface totale en colonne ; élasticité ou quasi-élasticité de l'allocation en ligne par rapport à la variable en colonne. Ecart-type simulés des élasticité et des quasi-élasticité entre parenthèses. Les nombres entre crochets mesurent la variation de la surface allouée à la culture en ligne résultant d'un accroissement de un hectare de la surface totale disponible.

Tableau 2. Statique comparative des offres (France, 1991)

	élasticité prix								quasi-élasticités par rapport aux aides compensatrices ¹ (x10 ⁻² francs)							élasticité % terre
	autres céréales	blé tendre	maïs grain	orge	colza	tourne sol	soja	numéraire	autres céréales	blé tendre	maïs grain	orge	colza	tourne sol	soja	
autres céréales	0.7579 [0.221] (0.59)	-0.3455 (0.19)	-0.8007 (0.60)	-0.0262 (0.0279)	-0.0172 (0.0089)	-0.0213 (0.011)	-0.0013 (0.006)	0.4543 (0.50)	1.3635 (0.569)	-0.4123 (0.18)	-0.7357 (0.31)	-0.1370 (0.068)	-0.03310 (0.013)	-0.0449 (0.019)	-0.0026 (0.0013)	1.2319 (0.53)
blé tendre	-0.0067 (0.0035)	0.7148 [0.393] (0.23)	-0.3033 (0.21)	-0.0099 (0.0092)	-0.0065 (0.0027)	-0.0081 (0.0034)	-0.0005 (0.0021)	-0.3798 (0.21)	-0.0175 (0.0061)	0.3777 (0.13)	-0.2786 (0.099)	-0.0519 (0.018)	-0.0117 (0.0034)	-0.0170 (0.0057)	-0.0010 (0.0033)	0.4665 (0.15)
maïs grain	-0.0322 (0.024)	-0.6239 (0.46)	1.6295 [0.307] (1.64)	-0.0473 (0.056)	-0.0311 (0.021)	-0.0384 (0.026)	-0.0024 (0.0016)	-0.8542 (1.27)	-0.0833 (0.05)	-0.7443 (0.47)	1.2166 (0.73)	-0.2473 (0.18)	-0.0559 (0.033)	-0.0811 (0.048)	-0.0047 (0.0027)	2.2240 (1.31)
orge	-0.0022 (0.0016)	-0.0417 (0.027)	-0.0966 (0.084)	0.3513 [0.311] (0.15)	-0.0021 (0.0013)	-0.0026 (0.0016)	-0.0002 (0.0010)	-0.2059 (0.10)	-0.0056 (0.0032)	-0.0498 (0.027)	-0.0888 (0.049)	0.1536 (0.082)	-0.0037 (0.0021)	-0.0054 (0.003)	-0.0003 (0.0017)	0.1487 (0.08)
colza	-0.0019 (0.0015)	-0.0789 (0.0648)	-0.0325 (0.0266)	-0.0252 (0.021)	0.4178 [0.217] (0.09)	-0.0906 (0.037)	-0.0168 (0.0066)	-0.1719 (0.126)	-0.0032 (0.0011)	-0.0841 (0.0285)	-0.0309 (0.0104)	-0.0316 (0.011)	0.2721 (0.090)	-0.1045 (0.038)	-0.0178 (0.0060)	1.1450 (0.41)
tourne sol	-0.0026 (0.0019)	-0.1114 (0.082)	-0.0458 (0.034)	-0.0356 (0.026)	-0.0483 (0.036)	0.2231 [0.166] (0.070)	-0.0238 (0.0063)	0.0444 (0.17)	-0.0046 (0.0074)	-0.1186 (0.019)	-0.0435 (0.0071)	-0.0446 (0.0073)	-0.0366 (0.028)	0.2729 (0.035)	-0.0251 (0.0042)	1.6153 (0.31)
soja	-0.0083 (0.0062)	-0.3512 (0.26)	-0.1444 (0.109)	-0.1123 (0.084)	-0.1523 (0.116)	-0.4030 (0.123)	3.7008 [3.690] (0.996)	-2.529 (1.02)	-0.0144 (0.0032)	-0.3740 (0.083)	-0.1373 (0.031)	-0.1406 (0.031)	-0.1153 (0.091)	-0.4650 (0.116)	1.2464 (0.24)	5.0934 (1.23)

1. i.e., $(\partial \log y_i / \partial a_k)$: Offres des produits en ligne : prix, aides compensatrices et surface totale en colonne ; élasticités ou quasi-élasticités de la surface en ligne par rapport à la variable en colonne. Ecarts-type simulés des élasticités et des quasi-élasticités entre parenthèses. Les nombres entre crochets sont les élasticités prix évaluées sur la base des fonctions de profit spécifiques à chaque culture, à allocation de surface donnée.

16

Tableau 3. Statique comparative des rendements (France, 1991)

	élasticité prix								quasi-élasticités par rapport aux aides compensatrices ¹ (x10 ⁻² francs)							élasticité % terre
	autres céréales	blé tendre	maïs grain	orge	colza	tourne sol	soja	numéraire	autres céréales	blé tendre	maïs grain	orge	colza	tourne sol	soja	
autres céréales	0.1930 (0.29)	0.0182	0.0423	0.0014	0.0009	0.0011	0.0001	-0.2570 (0.29)	-0.0720	0.0218	0.0388	0.0072	0.0016	0.0024	0.0001	-0.0650
blé tendre	0.0001	0.3871 (0.14)	0.0056	0.0002	0.0001	0.0001	-0	-0.3932 (0.23)	0.0003	-0.0070	0.0052	0.0010	0.0002	0.0003	-0.0001	-0.0086
maïs grain	-0.0013	-0.0255	0.3615 (0.27)	-0.0019	-0.0013	-0.0016	-0.0001	-0.3298 (0.31)	-0.0034	-0.0305	0.0498	-0.0101	-0.0023	-0.0033	-0.0002	0.0911
orge	0.0040	0.0776	0.1798	0.2353 (0.09)	0.0039	0.0048	0.0003	-0.5057 (0.12)	0.0104	0.0926	0.1652	-0.2858	0.0070	0.0101	0.0006	-0.2767
colza	0.0002	0.0098	0.0040	0.0031	0.1921 (0.06)	0.0112	0.0021	-0.2225 (0.10)	0.0004	0.0104	0.0038	0.0039	-0.0338	0.0130	0.0022	-0.1420
tourne sol	0.0006	0.0256	0.0105	0.0082	0.0111	0.0237 (0.0045)	0.0054	-0.0851 (0.11)	0.0010	0.0272	0.0100	0.0102	0.0084	-0.0627	0.0058	-0.3709
soja	-0.0016	-0.0680	-0.0280	-0.0217	-0.0295	-0.0780	2.8535 (0.92)	-2.6267 (0.87)	-0.0028	-0.0724	-0.0266	-0.0272	-0.0223	-0.0900	0.2413	0.9862

1. i.e., $(\partial \log(y_i/l_i) / \partial a_k)$

Ecarts-type simulés entre parenthèses.

17



MODÉLISATION DES MARCHÉS AGRICOLES

Produits de base et demi-produits agro-alimentaires

MODELLING OF AGRICULTURAL MARKETS

Montpellier (France) - Les 10 & 11 avril 1997



REGION
Languedoc
Roussillon





Société Française
d'Economie
Rurale

MODELISATION DES MARCHES AGRICOLES

Montpellier (France)- Les 10 & 11 avril 1997

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRICOLE

Station d'Economie et Sociologie Rurales

DOCUMENTATION

65, Rue de St Briec
35042 RENNES CEDEX
Tél. : 99.28.54.08 et 09

**L'instrumentation de la politique agricole commune :
conséquences pour la modélisation de l'offre de produits agricoles**

*J.C. BUREAU
H. GUYOMARD*



DOCUMENTATION ÉCONOMIE RURALE RENNES



152346