



HAL
open science

Modélisation du complexe agro-alimentaire français dans un cadre d'équilibre général

Alexandre Gohin

► **To cite this version:**

Alexandre Gohin. Modélisation du complexe agro-alimentaire français dans un cadre d'équilibre général. Economies et finances. Université Panthéon-Sorbonne, 1998. Français. NNT: . tel-02841246

HAL Id: tel-02841246

<https://hal.inrae.fr/tel-02841246>

Submitted on 7 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.



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

UNIVERSITE PARIS I - PANTHEON - SORBONNE

SCIENCES ECONOMIQUES - SCIENCES HUMAINES - SCIENCES JURIDIQUES ET POLITIQUES

**MODELISATION DU COMPLEXE AGRO-ALIMENTAIRE
FRANÇAIS DANS UN CADRE D'EQUILIBRE GENERAL**

THESE

pour l'obtention du titre de
DOCTEUR EN SCIENCES ECONOMIQUES

(arrêté du 30 mars 1992)

présentée et soutenue publiquement par

Alexandre GOHIN

Directrice de thèse : Katheline SCHUBERT, Professeur, Université Paris I

Jury :

Olivier BEAUMAIS

Professeur, Université de Metz

Hervé GUYOMARD

Directeur de Recherche, INRA - ESR Rennes

Denis HAIRY

Sous Directeur, Ministère de l'Agriculture

Lionel RAGOT

Professeur, Université du Lille I

Akiko SUWA - EISENMANN

Chargé de Recherche, INRA - ESR Ivry

Octobre 1998

L'Université de Paris I Panthéon - Sorbonne n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

REMERCIEMENTS

Pour les nombreuses recommandations qui m'ont permis de mener à bien cette thèse, j'adresse ma plus vive reconnaissance à Katheline Schubert.

Je remercie les chercheurs de l'équipe Politique Agricole et Modélisation de l'INRA de Rennes, et tout particulièrement Hervé Guyomard, pour leurs conseils et leur encadrement actif depuis le début de mes travaux de recherche.

J'associe à ces remerciements l'ensemble du personnel de l'unité d'économie et de sociologie rurales de l'INRA de Rennes pour son soutien amical et pour l'aide efficace apportée dans la mise au point de ce document.

SOMMAIRE

Introduction générale

Partie 1. - Chapitre 1. La modélisation en équilibre général calculable : principes et modalités d'application au complexe agro-alimentaire français

Partie 2. Description du modèle d'équilibre général calculable centré sur le complexe agro-alimentaire français

Chapitre 2. La désagrégation du modèle

Chapitre 3. L'offre et les technologies de production

Chapitre 4. La demande finale des ménages

Chapitre 5. Les échanges

Chapitre 6. Equilibre des marchés des produits : équations de prix et instruments de la PAC

Chapitre 7. Le bouclage macro-économique du modèle

Partie 3. Simulations

Chapitre 8. Analyse du fonctionnement du modèle

Chapitre 9. Analyse d'une réorientation du mode de soutien du revenu dans le secteur des grandes cultures.

Conclusion générale

Annexes

Références bibliographiques

Introduction générale

La réforme de la Politique Agricole Commune (PAC) de l'Union Européenne (UE) de mai 1992 marque une rupture dans les modalités de soutien des revenus agricoles. Jusqu'à cette date, l'instrument privilégié de la PAC pour soutenir ces revenus était la politique de prix garantis, qui consiste à maintenir un prix intérieur pour les produits agricoles à un niveau supérieur au cours mondial. Pour protéger le marché intérieur de la concurrence potentielle des importations mondiales, cette politique nécessite parallèlement des mesures relatives aux échanges, qui, dans la PAC pré-réformée, prenaient la forme de prélèvements variables à l'importation et de restitutions variables à l'exportation.

Mise en place alors que l'UE était globalement déficitaire pour la plupart des produits agricoles, cette politique de prix garantis a rapidement permis à l'union de parvenir à l'autosuffisance pour les produits agricoles de zone tempérée (céréales, lait, viande bovine, sucre). Mais, au début des années 1980, la PAC devient « victime de son succès » en ce sens qu'après avoir conduit à générer des excédents, elle contribue à gonfler les surplus exportables communautaires. Il en résulte alors des dépenses d'intervention (dépenses de stockage, aides à la consommation intérieure, restitutions variables aux exportations) croissantes pesant toujours plus sur le budget de l'UE et attisant les pressions internes pour une réforme de la PAC. En effet, avec l'apparition d'excédents, cette politique de soutien des revenus agricoles par les prix des produits fait supporter le coût du soutien aux consommateurs, qui se procurent les produits agricoles à un prix supérieur au cours mondial, et également aux contribuables, qui financent les dépenses d'intervention.

Centrée sur les grandes cultures et la viande bovine, la réforme de la PAC de mai 1992 réduit le rôle de la politique de prix garantis dans le soutien des revenus agricoles, par le biais d'un abaissement du niveau de ces prix garantis, au profit d'un système d'aides directes. Ces dernières sont assises sur les facteurs primaires de production (terre et cheptel) et le versement de ces aides directes aux producteurs est soumis à des conditions visant à maîtriser l'offre des produits agricoles (gel des terres, seuil de chargement à l'hectare). Le principe de cette réforme est de faire jouer un rôle accru aux forces du marché, de restaurer un meilleur équilibre entre l'offre et la demande intérieures et de limiter les dépenses d'intervention. Les aides directes assises sur les facteurs primaires de production ont pour but de compenser la perte de revenu des producteurs agricoles, consécutive à la baisse des prix garantis. La réduction du soutien par les prix et l'introduction d'aides directes profitent aux consommateurs, une partie de la charge liée au soutien des prix agricoles ne leur étant plus imposée. Les dépenses budgétaires sont par contre plus élevées mais mieux contrôlées puisque les aides directes sont calculées sur la base de critères historiques et dans la mesure où les éléments d'incertitude (cours mondiaux, taux de change du dollar des

Etats-Unis (EU), niveau des stocks d'intervention), qui ont fortement marqué l'évolution du budget de la PAC pré-réformée, deviennent moins déterminants.

Présentée par la Commission Européenne comme une réponse aux critiques internes de la PAC (notamment celles concernant la croissance des dépenses d'intervention), cette réforme a été par ailleurs fortement influencée par le contexte international, notamment par les négociations commerciales multilatérales menées dans le cadre du GATT (General Agreement on Tariffs and Trade) lors du cycle d'Uruguay.

Les questions agricoles ont souvent fait l'objet de discussions au GATT mais un statut spécial conduisant à l'exception agricole a toujours fini par s'imposer dans les cycles de négociations précédant celui de l'Uruguay. La nouvelle donne internationale des années 1980, caractérisée par les crises de l'agriculture américaine et des marchés internationaux, a attiré l'attention sur les effets de distorsion sur les échanges agricoles mondiaux des politiques agricoles appliquées dans les pays industrialisés. Ce contexte international a poussé certaines parties contractantes au GATT, EU et pays du Groupe de Cairns¹ notamment, à remettre en cause l'exception agricole dans les négociations internationales et à revendiquer une plus grande libéralisation des échanges agricoles mondiaux. Le maintien d'un volet agricole dans ce cycle de négociations s'explique aussi par le fait que les EU et les pays du Groupe de Cairns attendaient de la libéralisation des échanges un gain commercial très important. Les systèmes de restitutions variables à l'exportation et de prélèvements variables à l'importation de la PAC associés à la politique de prix garantis étaient jugés en grande partie responsables de ce contexte international déprimé et par conséquent violemment attaqués par ces pays. La diminution du niveau des prix garantis adoptée lors de la réforme de la PAC a donc été conçue, pour une large part, de façon à apaiser les critiques des partenaires commerciaux de l'UE et à faciliter un accord au GATT.

Un accord a été trouvé en décembre 1993 et signé en avril 1994 à Marrakech. Celui-ci comporte des engagements sur trois volets : libéralisation des politiques de restriction d'accès au marché, diminution des subventions aux exportations et réduction du soutien interne lorsqu'il est lié aux incitations à produire. Même s'il est aujourd'hui généralement admis que les conséquences quantitatives de l'accord agricole de Marrakech seront limitées (à court terme, c'est-à-dire, sur la période 1995/96 - 2000/01 d'application de l'accord, l'impact essentiel devrait résulter de la contrainte de réduction des exportations subventionnées)², les « acquis » de la négociation Uruguay ne doivent pas être sous

¹ Groupe de 14 pays exportateurs de produits agricoles qui, en 1986 à Cairns (Australie), se sont auto-proclamés « exportateurs loyaux ». Il regroupe : l'Argentine, l'Australie, le Brésil, le Canada, le Chili, la Colombie, les Iles Fidji, la Hongrie, l'Indonésie, la Malaisie, la Nouvelle-Zélande, les Philippines, la Thaïlande et l'Uruguay.

² Cf., par exemple, Helmar et al. (1994).

estimés. Cet accord est un pas significatif pour soumettre l'agriculture aux règles générales du GATT. Le cycle Uruguay marque en effet la fin d'une période où les politiques agricoles étaient, à l'exception de quelques concessions ponctuelles, élaborées indépendamment du GATT.

L'accord agricole de Marrakech marque donc le début d'une ère nouvelle dans la conception de l'intervention publique en matière agricole, en soumettant l'agriculture à la discipline générale du GATT par la tarification des mesures de protection à l'entrée, la limitation des exportations subventionnées en volume et en valeur, en fixant un plafond maximal pour les niveaux de soutien interne par produit, et en définissant les instruments autorisés pour soutenir les revenus par leur classification dans des boîtes³. La nouvelle orientation des politiques de soutien interne, en faveur des aides directes qui interfèrent au minimum avec le système des prix et au détriment des instruments de soutien plus couplés, est un des résultats les plus significatifs de la négociation agricole Uruguay.

Le dossier agricole sera, à nouveau, un élément essentiel du prochain cycle des négociations multilatérales au sein de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) dont l'ouverture est prévue en 1999. Les fondamentaux de la négociation Uruguay, c'est-à-dire l'expression d'intérêts commerciaux pour plusieurs pays exportateurs à une plus grande libéralisation du commerce mondial dans les secteurs où ils sont les plus compétitifs sur la scène internationale, seront à nouveau les bases des futures négociations multilatérales. L'instrumentation du cycle Uruguay sera sans doute, à nouveau, utilisée. Il est donc vraisemblable que les objectifs des pays favorables à une plus grande libéralisation des marchés, EU et pays du Groupe de Cairns en particulier, seront de poursuivre la réduction des subventions aux exportations, d'accroître les possibilités d'accès au marché et de diminuer les niveaux de soutien interne. De plus, il est vraisemblable que plusieurs parties contractantes chercheront non seulement à réduire les niveaux des subventions aux exportations, des équivalents tarifaires et du soutien interne, mais aussi, et peut-être surtout, à discipliner les politiques externes et internes en définissant les instruments qu'il sera possible d'utiliser.

La dernière loi agricole américaine, adoptée le 5 avril 1996, préfigure la future position de négociation des EU au sein de l'OMC. Cette loi agricole a pour principal objectif d'assurer une transition vers une agriculture essentiellement régie par les signaux du marché en garantissant aux producteurs un montant fixe de subventions, quels que soient les prix de marché et les quantités produites. En contrepartie, les agriculteurs américains peuvent

³ Les instruments classés dans la boîte verte sont dits découplés au sens du GATT et exemptés des engagements de réduction du soutien interne. Les instruments classés dans la boîte bleue sont, pour l'instant, également

choisir librement leur assolement sans limitation des productions et des facteurs primaires de production utilisés. La principale conséquence de cette nouvelle loi agricole est donc de découpler totalement les aides directes de soutien au revenu des décisions de production des agriculteurs et des conditions de marché. Les EU vont, sans nul doute, argumenter du plus grand découplage de leur politique agricole et de l'orientation confirmée et augmentée de l'agriculture américaine vers le marché lors de leurs négociations bilatérales avec l'UE, lors des règlements de leurs contentieux dans le cadre de l'OMC, et à plus long terme dans le cadre du prochain cycle des négociations multilatérales sous l'égide de l'OMC. Le classement probable des nouvelles aides directes américaines dans la boîte verte signifie que l'exception de la boîte bleue, dont bénéficie les aides directes actuelles de la PAC, sera vraisemblablement remise en cause lors du prochain cycle de négociations multilatérales.

La contrainte de l'accord agricole de Marrakech sur les niveaux des exportations subventionnées, contrainte la plus difficile à respecter pour l'UE, et l'évolution pressentie de la position américaine lors des prochaines négociations sont deux facteurs⁴ qui ont guidé la Commission Européenne dans ses récentes propositions pour une nouvelle réforme de la PAC. Ces propositions, regroupées dans l'Agenda 2000 ou paquet Santer, correspondent globalement à un nouveau pas dans la direction suivie en mai 1992 : réduction de la politique de soutien par les prix au profit d'aides directes assises sur les facteurs primaires de production. Plus précisément, ces propositions constituent un approfondissement des mesures adoptées lors de la réforme de mai 1992 puisqu'elles envisagent des réductions supplémentaires des prix garantis pour les céréales et la viande bovine partiellement compensées par une revalorisation des aides directes. Cette réorientation du soutien est cette fois également appliquée au secteur laitier qui n'avait pas réellement été réformé en 1992.

En imposant une libéralisation progressive des échanges par la réduction des tarifs douaniers et des exportations subventionnées, l'OMC contribue à réduire la possibilité d'organiser la politique agricole autour du seul outil des prix. Ainsi, les aides directes liées aux facteurs primaires de production tendent à se substituer à la politique de soutien des revenus par les prix pour tous les pays participant à l'OMC et donc pour l'UE. Cette réinstrumentation des politiques agricoles, et de la politique agricole européenne en particulier, vers des systèmes d'aides directes assises sur les facteurs primaires de production pour soutenir les revenus agricoles, conduit à une adaptation des outils d'analyse

exemptés de ces engagements. A l'inverse, les instruments classés dans la boîte rouge reconnus couplés au sens du GATT doivent, au titre du volet sur le soutien interne, être considérablement réduits.

⁴ De nombreuses autres contraintes pèsent sur l'évolution de la PAC : élargissement de l'UE aux Pays d'Europe Centrale et Orientale, pression budgétaire interne, meilleure prise en compte des effets externes négatifs et positifs

économique de ces politiques. Les modèles, outils d'évaluation de politique visant à éclairer les décideurs publics, n'échappent pas à cette exigence.

En effet, pour évaluer les effets des politiques agricoles dont l'instrument central n'est plus le prix du produit mais l'aide directe plus ou moins découplée, les modèles ne peuvent plus considérer uniquement les marchés des produits mais doivent simultanément prendre en compte les marchés des produits et des facteurs primaires de production. Les effets des aides directes sur les allocations des facteurs entre les secteurs d'activité, sur les volumes produits, sur les demandes dérivées d'inputs intermédiaires, sur les échanges de produits, ..., ne peuvent bien évidemment être évalués de manière pertinente qu'avec un modèle intégrant à la fois les marchés des facteurs primaires de production et les marchés des produits.

Or il n'existe pas à l'heure actuelle en France un tel modèle qui incorpore explicitement les marchés des produits agricoles et des facteurs primaires de production utilisés par la branche agricole. L'objectif de cette thèse est donc de construire un modèle d'équilibre général calculable centré sur le complexe agro-alimentaire français. Les modèles d'équilibre général calculable (EGC) décrivent l'ensemble d'une économie et prennent en compte simultanément les marchés des produits et des facteurs. Ils sont donc particulièrement adaptés pour évaluer les conséquences du mouvement de réorientation des politiques agricoles.

L'intérêt des modèles d'EGC ne se limite pas à cette seule caractéristique. Fondés sur la tradition walrassienne, ces modèles dérivent explicitement les comportements des agents en matière d'offre et de demande à partir de programmes micro-économiques d'optimisation, calculent les prix relatifs assurant l'équilibre sur tous les marchés, déterminent les allocations sectorielles des facteurs primaires de production dans un cadre cohérent et complètement bouclé (Schubert, 1993). Un intérêt majeur de la modélisation en équilibre général calculable des problèmes agricoles réside par conséquent dans le fait qu'il est possible de prendre en compte toutes les liaisons entre les secteurs agricoles distingués, les secteurs situés en amont et en aval de la branche agricole. Dans un cadre d'équilibre partiel, il est souvent difficile de définir une frontière précise partitionnant les secteurs d'activité et les biens en deux ensembles, avec d'un côté les secteurs d'activité et les biens qu'il convient de considérer en raison des liens étroits qu'ils entretiennent avec le secteur et/ou le bien objet de l'étude, et de l'autre côté les secteurs d'activité et les biens qu'il est possible d'ignorer dans la mesure où les effets du scénario examiné sur ces derniers sont supposés, a priori, négligeables. La prise en compte des liaisons intersectorielles, qui est l'une des

de l'activité agricole dans une perspective de développement durable, pression accrue des consommateurs pour la définition d'une PAC qui reconnaisse leurs intérêts, perspective de développement des marchés mondiaux, etc.

caractéristiques des modèles d'EGC, est d'autant plus intéressante quand il s'agit d'étudier les politiques agricoles que les produits agricoles sont principalement des biens « intermédiaires », c'est-à-dire destinés à être transformés avant d'être consommés par les ménages. Les modèles d'EGC permettent ainsi de considérer l'agriculture dans son environnement économique global.

Prenant en compte l'ensemble des flux d'une économie dans un cadre théoriquement cohérent, les modèles d'EGC permettent une quantification de chacun des effets de réformes des politiques agricoles : effets sur les productions, les consommations finales, les niveaux des exportations, les niveaux des dépenses budgétaires pour soutenir les revenus agricoles, les rémunérations factorielles, les revenus des ménages... Les modèles d'EGC sont donc des outils particulièrement adaptés pour analyser les effets multiples de changements de politique agricole.

Cette thèse est divisée en trois parties.

La première partie, composée uniquement du premier chapitre, rappelle les principes de la modélisation en équilibre général, les différentes phases de construction d'un modèle d'EGC (phase de spécification, phase de chiffrage et phase de résolution) ainsi que les principaux avantages et les principales limites de cette modélisation.

La deuxième partie décrit de manière détaillée le modèle construit. Elle est divisée en six chapitres. Dans le deuxième chapitre, la désagrégation ou dimension du modèle est présentée : désagrégation de l'économie française en secteurs d'activité, en produits, en facteurs primaires de production ; désagrégation des secteurs institutionnels français, distinction des zones d'échange. Le troisième chapitre présente la modélisation du comportement des secteurs d'activité français en ce qui concerne l'offre des produits, les demandes dérivées des inputs intermédiaires et des facteurs primaires de production. Le quatrième chapitre est consacré à l'étude du comportement des ménages français, notamment à la demande finale des produits distingués dans le modèle. La modélisation des échanges des produits avec les zones étrangères distinguées fait l'objet du cinquième chapitre. Le fonctionnement des marchés des produits, ou encore la manière dont est assuré l'équilibre de ces marchés, est expliqué dans le sixième chapitre. La modélisation des instruments de politique agricole portant sur les produits est détaillée dans ce sixième chapitre. Le septième chapitre décrit finalement les règles de bouclage macro-économique du modèle.

Les simulations réalisées avec le modèle sont présentées dans la troisième partie, qui comprend deux chapitres. Le chapitre 8 a pour objectif d'illustrer le fonctionnement du

modèle. Le comportement du modèle est tout d'abord caractérisé à partir d'un scénario dit de référence qui consiste à supprimer toutes les mesures de soutien interne dans le secteur des grandes cultures, en adoptant les règles de bouclage macro-économiques décrites dans la deuxième partie. Cette première analyse du fonctionnement du modèle est complétée par l'étude de la sensibilité des résultats du scénario de référence aux règles de bouclage macro-économiques adoptées. Plus précisément, les changements de politique du scénario de référence sont simulés sous différentes variantes techniques, correspondant à des hypothèses alternatives sur le fonctionnement des marchés des facteurs primaires de production, sur la règle de bouclage du budget du gouvernement. Cet exercice permet alors de juger la dépendance des résultats obtenus dans le scénario de référence aux choix de modélisation retenus et d'approfondir la connaissance du fonctionnement du modèle. La robustesse des résultats obtenus dans le scénario de référence est également éprouvée par la mise en œuvre de tests de sensibilité sur les valeurs de certaines élasticités, qui nous paraissent a priori cruciales pour ce scénario.

L'objectif du chapitre 9 est de dégager des enseignements et quelques recommandations pour la politique agricole. Plus précisément, dans ce chapitre, nous examinons les conséquences de deux politiques alternatives à la politique de prix pour soutenir le revenu des producteurs du secteur des grandes cultures. La première politique consiste à verser une aide directe assise sur le facteur terre dans ce secteur. Ce scénario s'inscrit par conséquent dans la logique de la réforme de la PAC de mai 1992 et des premières propositions de la Commission Européenne pour une future réforme de la PAC. La seconde politique envisagée consiste à soutenir les revenus des producteurs du secteur des grandes cultures par le biais d'un versement d'une aide directe assise sur le facteur travail. Les effets de ces deux politiques alternatives sur les niveaux de production et des échanges des produits de grandes cultures, sur l'utilisation des facteurs primaires de production dans le secteur des grandes cultures, sur les dépenses budgétaires et sur le bien être économique global sont examinés de manière détaillée.

Partie 1 - Chapitre 1.

**La modélisation en équilibre général calculable :
principes et modalités d'application au complexe agro-alimentaire français**

1.0. Introduction du chapitre 1

Depuis le premier modèle d'EGC développé par Johansen (1960), modèle centré sur l'économie norvégienne, et surtout depuis la découverte par Scarf (1967) d'un algorithme permettant la résolution numérique de problèmes spécifiés dans un cadre d'équilibre général, la construction et l'utilisation des modèles d'EGC ont connu un essor considérable. Ces modèles d'EGC ont été développés pour analyser trois grands types de problèmes de politique économique : des problèmes sectoriels, essentiellement pour l'agriculture et l'énergie, des problèmes relatifs aux politiques commerciales et aux échanges internationaux, et des problèmes de réforme de la fiscalité et des finances publiques. Plus récemment, se sont développés des modèles d'EGC centrés sur des questions environnementales (Beaumais et Schubert, 1994 et 1996).

Un modèle d'EGC est bien adapté pour apporter des éléments de réponse aux questions spécifiques pour lesquelles il a été initialement développé. La structure du modèle, en termes de découpage géographique, de désagrégation des secteurs d'activité et des ménages, de choix des formes fonctionnelles à l'offre et à la demande, de représentation explicite des instruments de politique économique, etc., dépend donc, très fortement, de la nature des problèmes posés. De manière générale, la complexité technique d'un modèle a tendance à décroître quand sa dimension, mesurée en termes de zones géographiques distinguées et de secteurs d'activité différenciés, augmente. De multiples facteurs expliquent ce trade-off, notamment les difficultés de résolution numérique, de définition d'une base de données initiale cohérente sous la forme d'une matrice de comptabilité sociale (MCS) et d'interprétation des résultats (François et Shiells, 1994). Il y a, en particulier, un trade-off clair entre l'augmentation du nombre de secteurs d'activité et la modélisation détaillée des caractéristiques technologiques et institutionnelles de ces derniers. Dans notre modèle, centré sur le complexe agro-alimentaire français, neuf secteurs agricoles et six secteurs agro-alimentaires sont distingués. La modélisation des technologies de production dans ces quinze secteurs est précise, incluant la possibilité de structures multi-produits (dans le cas, par exemple, du secteur de l'élevage laitier qui produit simultanément du lait et des bovins vivants) et la possibilité de nombreuses substitutions entre les différents inputs et/ou les différents facteurs primaires de production (dans le cas, par exemple, du secteur industriel de l'alimentation animale où les substitutions entre les différents ingrédients de l'alimentation animale sont représentées), et les principaux instruments de politique économique sont explicitement modélisés. La modélisation des autres secteurs d'activité est plus simple et la modélisation des technologies correspondantes traditionnelle (technologies mono-produits, utilisation des différentes consommations intermédiaires sur la base de coefficients input-output, fonction de valeur ajoutée capital-travail à élasticité constante, etc.).

Le plan de ce chapitre est le suivant. Dans une première section, nous rappelons les principes de la modélisation en équilibre général calculable. Dans une deuxième section, les étapes essentielles de la construction d'un modèle d'EGC sont définies, sur l'exemple précis de notre modèle. Les avantages et les inconvénients de l'approche sont identifiés dans la troisième section.

1.1. Les principes de la modélisation en équilibre général calculable¹

De manière très générale, un modèle d'EGC a pour objectif d'appliquer la structure théorique de l'équilibre général Walrassien (Arrow et Debreu, 1954 ; Arrow et Hahn, 1971 ; etc.), structure théorique définie sur la base d'une représentation abstraite, à des économies réelles. Un modèle d'EGC permet ainsi de représenter le fonctionnement d'une économie de marché où prix et quantités s'ajustent de façon à équilibrer les marchés des produits et des facteurs.

Dans l'esprit, un modèle d'EGC est proche des modèles multi-marchés dans lesquels les décisions des agents réagissent aux variations de prix et les marchés assurent l'équilibre entre les offres et les demandes. Par rapport aux modèles multi-marchés, un modèle d'EGC incorpore cependant différents éléments additionnels macro-économiques, et en particulier la relation entre l'épargne et l'investissement, l'équilibre de la balance des paiements et l'équilibre du budget du gouvernement. Par construction, un modèle d'EGC permet donc de s'affranchir du caractère parfois restrictif de l'analyse en équilibre partiel.

Dans la forme, un modèle d'EGC est un prolongement naturel des modèles dit de Leontief basés sur des coefficients fixes input-output en incorporant les effets de substitution à l'offre et à la demande et en incluant, le plus souvent, différents types de consommateurs.

La modélisation en équilibre général utilise les données d'une année ou période de base, données organisées sous la forme d'une MCS, matrice carrée, équilibrée, et découpée en un certain nombre de comptes (nombre identique de comptes en lignes et en colonnes). Les principaux comptes distingués sont ceux des activités, des biens, des facteurs, des institutions, du capital et du reste du monde. Pour un compte donné, la ligne représente les ressources et la colonne les dépenses correspondantes. Le tableau input-output forme le sous-ensemble de la MCS limité aux comptes des activités et des biens. Les multiplicateurs input-output calculés à partir du tableau input-output permettent d'évaluer les impacts d'une variation de la demande finale en un bien particulier sur tous les autres secteurs d'activité de l'économie. L'extension naturelle de la technique précédente à la MCS toute entière permet

¹ Les principes de la modélisation en équilibre général calculable sont rappelés rapidement ici. Pour plus de détails sur ces principes, voir, par exemple, Shoven et Whalley (1984, 1992), Borges (1986), Robinson (1989), Hertel (1990b), Suwa (1991), Schubert (1993), Sadoulet et de Janvry (1993), Gunning et Keyser (1995).

alors de calculer les multiplicateurs généraux "à prix fixes" (voir, par exemple, Roberts, 1994, pour une application de cette technique au complexe agricole et agro-alimentaire du Royaume-Uni). Une partition des comptes de la MCS en comptes endogènes (le plus souvent, activités, biens, facteurs, et certaines institutions, c'est-à-dire les ménages) et exogènes (institution gouvernementale, capital et reste du monde) permet de déterminer les impacts à prix fixes des variations des éléments des comptes exogènes sur les variables des comptes endogènes. Comme leurs homologues input-output, les multiplicateurs généraux à prix fixes ne "capturent" que les effets de demande de l'économie considérée. Ils sont donc adaptés à des situations Keynésiennes caractérisées par des prix fixes, des capacités productives en excès dans (tous) les secteurs d'activité et l'absence de substitutions à l'offre et à la demande. Ce cadre d'analyse n'est donc adapté pour représenter le fonctionnement réel d'une économie où les ajustements par les prix jouent un rôle majeur et où les possibilités de substitution à l'offre et à la demande sont importantes. La construction d'un modèle où les prix et les quantités sont déterminés simultanément apparaît alors clairement. Tel est l'objet de la modélisation en équilibre général, et en particulier de notre travail centré sur la modélisation en équilibre général du complexe agro-alimentaire français.

1.2. Les étapes de construction d'un modèle d'équilibre général calculable

La construction d'un modèle d'EGC peut être décomposée en trois étapes principales, qui mettent en jeu trois compétences différentes du modélisateur. L'étape de spécification du modèle est essentiellement un travail théorique utilisant les enseignements de la théorie économique. L'étape de chiffrage du modèle consiste à collecter et à harmoniser les données, le plus souvent sous la forme d'une MCS, et à assigner une valeur aux paramètres de comportement. La résolution du modèle, c'est-à-dire la transcription mathématique du modèle théorique dans un langage de programmation et la réalisation des scénarios, est un travail de nature essentiellement informatique. Naturellement, il est nécessaire, au préalable, de définir très précisément les objectifs de la recherche.

1.2.1. L'étape de spécification

L'étape de spécification peut elle-même être décomposée en plusieurs phases, c'est-à-dire le choix d'une couverture sectorielle et géographique, des agents pris en compte et la spécification de leurs comportements, les règles qui permettent d'assurer les équilibres des différents marchés et les bouclages macro-économiques (Sadoulet et de Janvry, 1993). Nous reprenons cette décomposition en l'appliquant à notre modèle.

1.2.1.1. Le choix d'une couverture sectorielle et géographique

Le modèle construit est un modèle d'EGC mono-pays, calibré pour reproduire le fonctionnement de l'économie française et centré sur le complexe agro-alimentaire. Les

données utilisées sont celles de l'année 1990. Le modèle distingue neuf secteurs agricoles et six secteurs agro-alimentaires et deux zones d'exportation, l'Union européenne (UE) et le Reste du Monde (RdM) hors UE.

1.2.1.2. Les comportements des agents

Comme dans la majorité des modèles d'EGC, les producteurs maximisent une fonction de profit et déterminent ainsi, en particulier, les demandes dérivées (Hicksiennes) des facteurs primaires de production et des inputs intermédiaires. Les technologies de production des secteurs agricoles et agro-alimentaires sont spécifiées de façon à rendre compte des possibilités de substitution importantes entre les différents inputs. Les producteurs décident de la destination de leur production, c'est-à-dire du partage entre ventes domestiques et exportations. Ventes domestiques et exportations sont considérées comme des substituts imparfaits. Le traitement de la demande d'importation adressée par la France au reste de l'UE et au RdM hors UE est symétrique sous l'hypothèse de substitution imparfaite entre importations d'origine UE, importations d'origine RdM hors UE et biens d'origine domestique. Cette hypothèse de substitution imparfaite (hypothèse dite d'Armington) à l'offre et à la demande entre biens domestiques et étrangers est aujourd'hui d'usage courant dans les modèles d'EGC (cf., par exemple, Robinson et al., 1990 ; de Melo et Tarr, 1992 ; etc.). Elle permet à la France d'être à la fois importateur et exportateur pour un "même" bien. Concernant les comportements des agents non domestiques, le modèle fait l'hypothèse du petit pays à l'importation et à l'exportation vis-à-vis du RdM pour la majorité des produits. Les prix mondiaux des importations et des exportations en devises de ces produits sont des variables exogènes du modèle, et la France n'a donc pas le pouvoir d'influencer le prix de ses importations d'origine extra-communautaire et le prix de ses exportations vers le RdM hors UE. Par contre, la France est potentiellement un "grand" pays à l'importation et à l'exportation vis-à-vis de l'UE, en particulier pour les produits agricoles et agro-alimentaires. Les fonctions de demande d'importation adressées par la France au reste de l'UE et les fonctions de demande d'exportation adressées par le reste de l'UE à la France ne sont donc pas infiniment élastiques, mais à pente décroissante.

La demande intérieure totale est composée de trois éléments, i) la demande dérivée des secteurs d'activité, ii) la demande finale des secteurs institutionnels domestiques - ménages et gouvernement français, et iii) l'investissement (l'investissement n'est pas désagrégé par secteur institutionnel et il n'y a qu'un seul compte de capital dans la MCS associée au modèle). Les ménages maximisent une fonction d'utilité sous une contrainte budgétaire. Cette dernière correspond à leur revenu disponible, qui est partagé entre épargne et consommation finale des différents biens et services. Les ménages déterminent donc leur panier de consommation en fonction des prix relatifs des différents biens et de leur revenu disponible, hors épargne.

1.2.1.3. Les équilibres

Dans la modélisation en équilibre général, tous les comptes sont endogènes et équilibrés. Certains comptes sont "naturellement" équilibrés : les producteurs vendent leur production, les ménages dépensent leur revenu disponible, l'épargne détermine l'investissement, etc. Pour les autres comptes, il est nécessaire d'assurer la cohérence entre les décisions indépendantes d'offre et de demande. Cette cohérence est assurée par les marchés des produits, des facteurs et des échanges avec l'étranger. Ce sont les prix des produits, les prix des facteurs et les taux de change (il y en a deux puisque le modèle distingue deux zones d'importation et d'exportation) qui sont, en règle générale et de façon standard, les variables endogènes d'équilibre. Le modèle intègre de plus les différentes marges commerciales différenciées selon les utilisations pour passer du stade de la production au stade de la consommation.

En ce qui concerne les marchés des produits, notre modèle permet de représenter des fonctionnements différents des marchés, avec notamment un ajustement par les quantités et une rigidité des prix. Un soin particulier a été apporté à la représentation des nombreux instruments de la Politique Agricole Commune (PAC) : prix garantis, droits de douane à l'importation, restitutions variables à l'exportation, aides compensatrices, quotas de production, etc. A titre d'illustration, dans le cas des céréales et dans le cadre de la PAC réformée, il apparaît nécessaire de représenter, de façon aussi précise que possible, l'intervention politique multi-forme dans ce secteur d'activité en détaillant l'impact de chaque instrument au lieu d'utiliser, comme dans des modèles d'EGC plus anciens, un indicateur synthétique de ce soutien (Equivalent Subvention au Producteur (ESP), par exemple). La volonté explicite de modéliser tous les principaux instruments de politique agricole, et plus généralement de politique économique, repose sur la non-équivalence de ces différents instruments et les limites liées à l'utilisation de mesures synthétiques du soutien dans un modèle d'EGC.

En ce qui concerne les marchés des facteurs primaires de production, plusieurs fonctionnements sont possibles : mobilité parfaite des facteurs entre les secteurs d'activité ou, à l'inverse, mobilité imparfaite. Nous supposons toujours qu'il y a plein emploi de ces facteurs, qui sont offerts principalement par les ménages. Dans l'hypothèse où les facteurs primaires de production sont parfaitement mobiles entre secteurs, les rentabilités de ces derniers sont égales dans tous les secteurs d'activité². Cette hypothèse implique que les résultats doivent alors être interprétés comme des solutions de long-moyen terme. En effet, les modèles d'EGC sont, fondamentalement, des modèles d'équilibre et, dans la grande

² Dans l'hypothèse de mobilité imparfaite, les résultats correspondent à des solutions de court-moyen terme et les rémunérations des facteurs peuvent varier entre secteurs.

majorité des cas, statiques. L'horizon temporel des simulations correspond alors au "temps" nécessaire pour que tous les marchés s'ajustent à un nouvel équilibre à la suite d'un choc sur certaines variables exogènes, politiques (variations des droits de douane à l'importation, etc.) ou non (variations des prix mondiaux en devises à l'importation, etc.). En d'autres termes, il y a donc résorption des déséquilibres sur tous les marchés, mais les effets dynamiques liés au choc exogène (effets sur le progrès technique par exemple) n'ont pas le "temps" d'influencer les niveaux d'équilibre des variables endogènes.

Le modèle comporte trois composantes macro-économiques principales. La première correspond à l'équilibre entre l'épargne et l'investissement, la seconde au budget du gouvernement français, et la troisième à l'équilibre de la balance des paiements. L'investissement est commandé par l'épargne. Le budget du gouvernement est équilibré par sa consommation finale de services. Enfin, l'équilibre de la balance des paiements est assuré par le taux de change réel. La règle de bouclage est donc néoclassique.

1.2.2. L'étape de chiffrage

L'étape de spécification achevée, il est ensuite nécessaire de chiffrer le modèle. Cette deuxième étape peut être décomposée en deux phases: la construction d'une MCS et le calibrage des paramètres de comportement. La première phase consiste à rassembler les données relatives aux différentes variables endogènes et exogènes du modèle sous la forme d'une MCS, c'est-à-dire d'un tableau carré reproduisant toutes les transactions économiques pour l'entité géographique considérée et pour une année particulière (1990 dans notre cas). La construction de cette banque de données est un travail lourd et difficile, notamment parce qu'il est nécessaire de procéder à une harmonisation des valeurs en raison de l'hétérogénéité dans les sources disponibles. Nous rappelons tout d'abord les principes de construction d'une MCS dans le cas particulier où il n'y a que trois secteurs d'activité mono-produit, c'est-à-dire l'agriculture, l'agro-alimentaire et le reste de l'économie, et nous précisons les spécificités de la MCS française construite à l'occasion de ce travail. La MCS détaillée et calibrée pour l'année 1990 est fournie à la fin du chapitre 2 qui est consacré à la présentation de la désagrégation adoptée dans notre modèle.

1.2.2.1. Les matrices de comptabilité sociale

La construction des MCS remonte aux travaux de Stone qui, à la fin des années 1960, a proposé une révision du système de comptabilité nationale (SCN) des Nations Unies de façon à incorporer des statistiques sur la formation du revenu des ménages. Stone souhaitait étudier les problèmes de pauvreté et de distribution des richesses dans les pays en voie de développement, et ainsi élargir le champ des analyses jusqu'alors trop exclusivement centrées sur les questions de croissance économique dans ces pays. La construction des

MCS est donc relativement récente, les premières ne datant que du début des années 1970 (Pyatt et Thorbecke, 1976).

Une MCS peut être considérée comme un outil flexible et synthétique de présentation des comptes économiques d'une nation. La construction d'une MCS ne doit pas être pensée indépendamment des objectifs d'analyses poursuivis dans la mesure où ces derniers conditionnent le degré de détail et d'agrégation de la MCS. Les principes de construction d'une MCS sont présentés, par exemple, dans Pyatt et Round, 1985 (voir, en particulier, le chapitre de King) ; Hanson et Robinson, 1990 ; ou, de manière synthétique et très claire, dans Sadoulet et de Janvry, 1993.

Les principes de construction d'une MCS sont rappelés dans un premier sous-paragraphe, sur l'exemple particulier de la MCS française simplifiée à trois secteurs d'activité mono-produit (agriculture, agro-alimentaire, et ensemble des autres biens et services). Cette MCS réduite est calibrée sur des données françaises de l'année 1990 et est présentée dans le second sous-paragraphe.

1.2.2.1.1. Les MCS : définition et principes de construction

Une MCS retrace les transactions économiques entre les différentes unités spécifiées dans le système de comptabilité nationale, unités regroupées en deux catégories que sont les secteurs d'activité et les secteurs institutionnels.

En pratique, une MCS est un outil de collecte et d'organisation de l'information statistique issue de la comptabilité nationale, outil qui inclut les tableaux traditionnels (tableau entrée sortie (TES) et tableau économique d'ensemble (TEE)) de la comptabilité nationale (Schubert, 1993). La construction d'une MCS reprend donc les principes de la comptabilité nationale, et en particulier le principe selon lequel chaque dépense d'un agent correspond à une recette d'un autre agent.

Plus précisément, une MCS est une matrice carrée divisée en sous matrices appelées comptes. A chaque compte, correspondent une colonne et une ligne qui doivent s'équilibrer. Les lignes peuvent être interprétées comme les "ressources" et les colonnes comme les "dépenses". Le nombre de comptes distingués dans une MCS peut varier selon les études, en fonction des disponibilités des données et des objectifs de la recherche, mais il est le plus souvent égal à six. On distingue en effet les comptes, i) des activités (de production), ii) des biens, iii) des facteurs, iv) des institutions, v) du capital et, vi) de l'étranger. Une activité correspond à un secteur de production et le compte d'une activité reproduit donc, en quelque sorte, la technologie du secteur de production considéré. Cette technologie peut être mono-produit ou multi-produits. Dans le cas où au moins un des secteurs est multi-produits, le nombre de biens peut être supérieur à celui des activités. Le troisième compte est celui des facteurs primaires de production, au nombre de trois dans le cas présent : travail, capital et

terre. Ce compte répartit la valeur ajoutée entre les différents facteurs primaires de production. Le quatrième compte est celui des institutions, au nombre de deux dans le présent travail : les ménages agrégés en seul poste et le gouvernement français³. Ce compte décrit la distribution des revenus selon les facteurs primaires de production détenus par les institutions et la répartition de ce revenu entre consommation finale et épargne. Le cinquième compte est celui du capital et correspond à l'équilibre entre l'épargne et l'investissement. Enfin, le sixième compte est celui du Reste du Monde (RdM). La MCS de notre modèle comprend en outre un compte supplémentaire, celui des marges commerciales qui sont égales à la différence entre la valeur des produits à la demande et la valeur des produits à l'offre.

Les niveaux de désagrégation des comptes sont variables selon les cas. Ils sont naturellement fonction des données disponibles et des objectifs poursuivis. En général, les comptes de capital et du RdM sont plus agrégés que ceux des activités, des biens, ou des institutions (ménages en particulier). C'est également le cas dans la MCS de notre modèle qui est centré sur l'agriculture et l'agro-alimentaire, et les liens entre agriculture et agro-alimentaire, d'où un degré de désagrégation fine de ces deux agrégats dans les comptes activités et biens de la MCS détaillée (*cf.* chapitre 2).

Le tableau 1.1 présente la structure générale de la MCS que nous avons construite. Nous pouvons analyser ce tableau en opérant compte par compte.

³ Dans le chapitre deux, ce secteur institutionnel sera décomposé en deux sous-secteurs institutionnels de façon à distinguer les dépenses publiques européennes des dépenses publiques nationales en faveur du complexe agro-alimentaire français.

TABLEAU 1.1 : Construction et interprétation d'une Matrice de Comptabilité Sociale

		ACTIVITES				BIENS				FACTEURS	INSTITUTIONS		CAPITAL	RESTE DU MONDE	TOTAL
		Agriculture	I.A.A.	Reste	Total	Agriculture	I.A.A.	Reste	Total		Ménages	Gouvernement			
ACTIV.	Agriculture					Ventes totales du produit i par l'activité j						Subventions gouvernementales			TOTAL des recettes de l'activité j
	I.A.A.														
	Reste														
	Total														
BIENS	Agriculture	Consommations intermédiaires (prix d'acquisition) CI de l'activité j Utilisation du bien i									Consom. des ménages	Consommations gouvernementales	FBCF + Variation de stocks	Export. valorisées au prix FOB	TOTAL des utilisations du bien i
	I.A.A.														
	Reste														
	Total														
FACTEURS		Valeur ajoutée = rémunération des facteurs											Remunération facteurs RdM	TOTAL rémunér. des facteurs	
MARGES						Marges								Marges totales = 0	
INSTI	Ménages	Taxes indirectes perçues par le gouvernement				TVA grevant les produits Droits de douane à l'importation				Revenu factoriel des institutions	Transfert de l'institution en colonne vers l'institution en ligne			Transferts RdM vers ménages	Ressources ménages
	Gouvernement														
	Total														
CAPITAL											Epargne ménages	Epargne du gouvernement		Besoin / capacité de financement	Epargne totale
RESTE DU MONDE						Importations valorisées au prix CAF				Revenu factoriel RdM	Transferts ménages vers RdM	Transferts gouvernement vers RdM	FBCF RdM		Recettes RdM
TOTAL		TOTAL des dépenses de l'activité j				TOTAL des offres du bien i				Total Revenu factoriel des institutions	Dépenses ménages	Dépenses gouvernementales	FBCF totale	Dépenses RdM	

i) Les activités de production (lignes et colonnes activités du tableau 1.1) achètent des consommations intermédiaires (cellules biens x activités) et utilisent des facteurs primaires de production (cellules facteurs x activités) pour produire des biens qui seront ou consommés sur le territoire national ou exportés vers l'étranger (cellules activités x biens). La différence entre la production distribuée et les consommations intermédiaires est égale à la valeur ajoutée brute au prix de marché. Pour obtenir la valeur ajoutée brute au coût des facteurs, il faut ajouter les subventions d'exploitation (cellules activités x institutions - gouvernement), enlever les différents impôts indirects liés à la production (cellules gouvernement x activités). On obtient ainsi la valeur ajoutée au coût des facteurs (cellules valeur ajoutée x activités), concept pertinent dans l'optique de la rémunération des facteurs primaires.

ii) La somme des biens produits par les producteurs nationaux (cellules activités x biens) et des importations (cellules RdM x biens), ces dernières augmentées des droits de douane à l'entrée (une partie des chiffres des cellules gouvernement x biens), définit la valeur de l'offre totale au prix du producteur. Cette offre se répartit entre les quatre usages possibles, consommations intermédiaires (cellules biens x activités), consommation finale (cellules biens x institutions), la Formation Brute de Capital Fixe⁴ (cellules biens x compte de capital) et les exportations (cellules biens x RdM). Ces quatre utilisations sont évaluées au prix d'usage du consommateur correspondant. Ce prix inclut les marges commerciales (cellules marges x biens) et, dans le cas de la consommation finale, la TVA grevant les produits qui est la charge du consommateur final (l'autre partie du chiffre des cellules gouvernement x biens).

iii) Les comptes des facteurs de production équilibrent ressources en ligne et emplois en colonne. Pour un facteur primaire donné, les ressources sont liées à la "vente" des services de ce facteur aux activités de production (cellules facteurs x activités), y compris les services de ce facteur dans le RdM (cellules facteurs x RdM). Ces ressources sont ensuite réparties entre les "détenteurs" du facteur considéré, c'est-à-dire les institutions (cellules institutions x facteurs) et le RdM (cellules RdM x facteurs).

iv) Par construction, la somme des marges commerciales en ligne est égale à zéro dans la mesure où le secteur commerce a, par convention, des marges égales à l'opposé des marges des autres secteurs. A ce stade, il n'est pas inutile de détailler un peu plus la construction de ce compte particulier. A cette fin, nous partons de l'équation d'équilibre entre les ressources et les emplois des différents biens et services marchands du TES :

⁴ Les variations de stock sont incluses à la Formation Brute de Capital Fixe.

Production + Importations + Droits de douane + TVA grevant les produits + Marges commerciales = Consommations intermédiaires + Consommation finale + (Formation Brute de Capital Fixe + variations de stocks)⁵ + Exportations

En ressources, la production est évaluée au prix départ usine, hors TVA facturée, c'est-à-dire au prix de marché dans l'optique du producteur, et les importations sont évaluées au prix Coût Assurance Fret (CAF). En emplois, les utilisations domestiques sont évaluées au prix d'acquisition, hors TVA déductible pour les consommations intermédiaires et la FBCF, TVA comprise pour la consommation finale, et les exportations sont évaluées au prix FOB (Free on Board). Les marges commerciales permettent alors de passer du prix optique producteur au prix optique utilisateur.

La MCS isole le secteur d'activité du commerce qui est l'activité consistant à acheter des biens pour les revendre en l'état. En pratique, la production du secteur commerce est mesurée par les marges qu'il prélève en commercialisant les différents biens. Ces marges commerciales sont comprises dans le prix d'acquisition de chaque bien. Dans le TES de l'économie française, on ajoute donc les marges commerciales aux ressources de chaque branche de manière à valoriser les emplois au prix des emplois. Dans la MCS, cela se traduit par l'addition des cellules marges dans la colonne des biens.

Les marges apparaissent donc deux fois dans la MCS : une première fois comme production du secteur commerce, une seconde fois dans les diverses lignes de marges où elles sont ventilées par usage et par bien. L'équilibre des comptes des marges est alors assuré par la convention suivante. On inscrit, avec un signe négatif, la somme des différentes marges, pour un usage donné, au croisement de la colonne du bien commerce et de la ligne de la marge pertinente. On retrouve en colonne, mais en négatif, la production du secteur commerce. Les colonnes des marges commerciales sont donc vierges, par convention.

v) Les ressources des institutions sont présentées en ligne, leurs dépenses en colonne. Outre le revenu des facteurs primaires de production (cellules institutions x facteurs), les institutions reçoivent des transferts des autres institutions (cellules institutions x institutions) et du RdM (cellules institutions x RdM), et, pour le gouvernement, les impôts indirects liés à la production (cellules gouvernement x activités), les droits de douane à l'importation et la TVA grevant les produits (cellules gouvernement x biens). Les postes de dépenses des institutions sont principalement la consommation finale (cellules biens x institutions) et l'épargne brute (cellules compte de capital x institutions). La consommation finale de produits agricoles et agro-alimentaires du gouvernement (cellules biens x institutions) correspond aux

⁵ La parenthèse signifie que ces deux postes sont agrégés dans la MCS.

subventions aux exportations⁶ qui sont distribuées par le gouvernement pour favoriser les exportations de ces produits sur pays tiers. Ces subventions sont bien une dépense du gouvernement et elles augmentent la valeur domestique des exportations, ces dernières étant évaluées au prix FOB. En outre, pour le gouvernement, il y a les subventions d'exploitation (cellules activités x institutions). Naturellement, il faut également tenir compte des transferts versés par les institutions aux autres institutions (cellules institutions x institutions) et au RdM (cellules RdM x institutions).

vi) Le compte de capital équilibre l'épargne brute des institutions (cellules compte de capital x institutions) à son utilisation, c'est-à-dire la Formation Brute de Capital Fixe, nationale (cellules biens x compte de capital) ou étrangère (cellule RdM x compte de capital). La différence représente la capacité ou le besoin de financement de la nation (cellule compte de capital x RdM), c'est-à-dire l'épargne étrangère.

vii) Enfin, le compte du RdM⁷ reproduit la balance des paiements. Les exportations figurent en colonne et sont donc une dépense pour le RdM. De manière symétrique, les importations en ligne sont une ressource pour ce dernier. La balance des paiements équilibre les emplois aux ressources, la variable d'équilibre étant le besoin (ou la capacité) de financement adressée par la France au RdM. Le fait que le déficit de la balance des transactions courantes soit exactement égal à la différence entre l'investissement et l'épargne intérieure découle des principes de la comptabilité nationale (Sadoulet et de Janvry, 1993).

1.2.2.1.2. La MCS de l'économie française à trois secteurs d'activité mono-produit pour l'année 1990

La MCS de l'économie française à trois secteurs d'activité mono-produit (agriculture, agro-alimentaire, et ensemble des autres biens et services) calibrée pour l'année 1990 est présentée dans le tableau 1.2 ci-dessous. Cette matrice permet de "mesurer" le poids économique des branches agricole et agro-alimentaire au sein de l'économie française, pour l'année 1990.

⁶ Ces subventions aux exportations sont liées à la politique agricole, ce qui est expliqué dans le chapitre six.

⁷ Dans la matrice réduite, les pays du reste de l'UE ne sont pas distingués des pays du RdM hors UE. Cette distinction est faite dans le chapitre deux.

Tableau 1.2 : La matrice de comptabilité sociale centrée sur le complexe agro-alimentaire français

	ACTIVITES				BIENS				FACTEURS					MARGES	INSTITUTIONS		CPT DE CAPITAL	RDM	TOTAL
	Agriculture	I.A.A.	Reste	Total	Agriculture	I.A.A.	Reste	Total	Total	Travail	Capital	Terre	Rente		Ménages	Gouvern			
Agriculture					384073			384073							21441				405514
I.A.A.						611548		611548							6801				618447
Reste							10335224	10335224							92451				10427675
Total ACTIVITES					384073	611548	10335224	11330843							120793				11451638
Agriculture	60258	210778	23823	294859										153974	7736	18588	75117	550274	
I.A.A.	45098	85314	80890	211302										597233	7955	-433	105593	921650	
Reste	88358	123475	4618176	4828007										3170468	1170435	1444148	1176989	11790047	
Total BIENS	191712	419567	4722889	5334168										3821675	1186126	1462303	1357699	13261971	
Valeur Ajoutée	205573	173348	5283625	5662546														16443	5678989
Travail	96879	103375	3594508	3794762														16443	3811205
Capital	52855	69973	1689117	1811945														0	1811945
Terre	43540			43540														0	
Rente	12299			12299														0	12299
Marges					113910	183401	-297311	0											0
Ménages									5487416	3793481	1681636	43540	12299	2382573	1556908			367125	9774020
Gouvernement	8229	25532	421161	454922	11177	37673	470654	528504	130309	0	130309			1973778	252785			58865	3399183
CPT. DE CAPITAL														1239229	160738			89589	1489556
RDM					41114	89030	1272480	1402624	17724	17724	0		0	320305	121815	27253			1689721
	405514	618447	10427675	11451638	550274	921850	11790047	13261971	5635449	3811205	1811945	43540	12299	0	9817560	3399183	1489556	1689721	46945056

La valeur ajoutée au coût des facteurs de ces deux branches ne représente qu'une part très faible de la valeur ajoutée totale au coût des facteurs, c'est-à-dire 6,69% (3,63% pour la branche agricole et 3,06% pour la branche agro-alimentaire). L'importance économique des branches agricole et agro-alimentaire est plus élevée quand elle est mesurée en termes d'exportations évaluées au prix FOB (les exportations de produits agricoles et agro-alimentaires représentent près de 13,31% des exportations totales) et, à un moindre degré, en termes d'importations évaluées au prix CAF (les importations de produits agricoles et agro-alimentaires représentent près de 9,28% des importations totales). Le poids économique de ces branches est encore plus élevé quand il est mesuré en termes de commerce net, c'est-à-dire exportations moins importations. Le solde des échanges des produits agricoles et agro-alimentaires est positif pour un montant total de 50,566 milliards de francs alors que celui des échanges des produits du reste de l'économie est négatif pour un montant total de 95,491 milliards de Francs. Le ratio des exportations sur les importations est nettement plus élevé pour les biens agricoles (1,83) que pour les produits agro-alimentaires (1,19), ce qui traduit la spécialisation de l'économie du complexe agricole et agro-alimentaire français dans les exportations de produits de base plutôt que dans celui des produits agricoles transformés.

Les chiffres de la MCS font ressortir l'importance, en termes budgétaires, de l'intervention publique dans le complexe agro-alimentaire français. En effet, les dépenses totales du gouvernement en faveur des branches agricole et agro-alimentaire s'élèvent à 44,033 milliards de francs⁸, alors que les dépenses totales pour toutes les branches s'élèvent à 136,484 milliards de francs. Plus de 32% des aides totales distribuées par le gouvernement aux différents secteurs d'activité sont donc réservées aux deux branches agricole et agro-alimentaire.

L'importance du complexe agro-alimentaire français au sein de l'économie nationale peut également s'apprécier par la part des dépenses des ménages dans les produits agricoles et agro-alimentaires. Les ménages français consacrent près de 20% de leur revenu disponible à la consommation de biens agricoles et agro-alimentaires.

Les dépenses de la branche agricole en consommations intermédiaires non agricoles sont importantes. Elles représentent près de 68% des dépenses totales en consommations intermédiaires de cette branche, pourcentage qui reflète la dépendance de la branche agricole vis-à-vis de son amont.

⁸ Ces dépenses comprennent la "consommation" par le gouvernement des produits agricoles et agro-alimentaires, c'est-à-dire, les subventions aux exportations.

1.2.2.2. Le calibrage des paramètres de comportement

La deuxième phase consiste à calibrer les paramètres de comportement du modèle, par exemple, les élasticités de substitution partielles de Allen au niveau des technologies de production. Cette phase revient, en pratique, à résoudre le modèle à l'envers de façon à retenir des valeurs des paramètres comportementaux inconnus qui permettent de reproduire, en faisant fonctionner le modèle à l'endroit, la MCS ou, en d'autres termes, l'équilibre initial de l'économie considérée. Dans la majorité des cas, l'ensemble des paramètres comportementaux qui satisfait au critère défini ci-dessus n'est pas unique. Le modélisateur doit alors fixer, de manière exogène⁹, les valeurs de certains des paramètres pour réduire la dimension de l'espace des paramètres inconnus et ensuite faire tourner son modèle à l'envers pour déterminer les valeurs uniques des paramètres restants, non déterminés de manière exogène. A l'exception des modèles développés par Jorgenson et ses collaborateurs qui estiment économétriquement tous les paramètres comportementaux inconnus (pour une présentation de ces modèles, voir Schubert, 1993), la méthode de chiffrage des modèles d'EGC est donc, traditionnellement, une méthode déterministe.

1.2.3. L'étape de résolution

De façon aujourd'hui classique, la méthode de résolution que nous avons adoptée consiste à résoudre le modèle sous la forme d'un système d'équations non linéaires correspondant aux conditions du premier ordre de problèmes de maximisation sous contraintes. Le logiciel utilisé est le logiciel GAMS (Brooke et al., 1988) qui permet de résoudre des problèmes d'optimisation non linéaires sous contraintes non linéaires. De plus, il est également possible d'inclure des contraintes à l'inégalité et des équations dites de complémentarité qui autorisent le passage endogène d'un type de fonctionnement de marché (quota de production contraignant, par exemple) à un autre (quota de production non contraignant), et vice versa.

1.3. Avantages et inconvénients de la modélisation en équilibre général calculable

1.3.1. Les propriétés des modèles d'EGC

Indiscutablement, le premier point fort de la modélisation en équilibre général est la solidité et la transparence des fondements micro-économiques au sens où toutes les fonctions d'offre et de demande sont explicitement dérivées des comportements d'optimisation des agents. La structure de l'équilibre général permet ensuite d'intégrer de façon cohérente ces comportements au sens où toutes les relations économiques entre variables sont prises en compte, en excluant toute relation ad hoc, et au sens où toutes les identités comptables macro-économiques sont, par construction, vérifiées. Cette cohérence interne de la

modélisation en équilibre général signifie que le modélisateur est assuré, par exemple, que les ménages ne peuvent pas dépenser (sous forme d'épargne et de consommation finale de biens et de services) plus qu'ils ne gagnent ou que la même unité de travail ne peut pas être employée simultanément dans deux secteurs d'activité. Le respect des identités macro-économiques comptables offre un intérêt additionnel lié à la vérification, par construction, de la loi de Walras dans un modèle d'EGC. Le respect de cette propriété est un moyen de vérification de la "bonne" construction d'un modèle d'EGC dans la mesure où les résultats d'une simulation donnée sont indépendants du marché omis et qu'il est possible de vérifier cette indépendance vis-à-vis de l'équation omise en changeant le marché non considéré explicitement.

La solidité des fondements micro-économiques et la cohérence interne des modèles d'EGC ne s'appliquent pas uniquement dans le cadre strict du paradigme de l'équilibre Walrassien, c'est-à-dire dans une situation de concurrence pure et parfaite sur tous les marchés où prix et quantités s'ajustent simultanément pour assurer l'équilibre. L'introduction d'imperfections de marché est possible et elle ne détruit pas les deux propriétés définies ci-dessus (voir, par exemple, Petit, 1996).

Par construction, un modèle d'équilibre général implique donc que toutes les "composantes" d'un problème sont prises en compte, que tous les effets directs et indirects sont représentés et qu'aucun marché ou agent n'est, en quelque sorte, laissé de côté. Cette exhaustivité a un prix, toutes ces interdépendances impliquant qu'il est souvent difficile de prévoir *ex-ante* les résultats d'une simulation, surtout si celle-ci correspond à un scénario complexe, et elle a conduit certains économistes à considérer les modèles d'EGC comme des boîtes noires. Mais, à nouveau, ce sont les propriétés de solidité des fondements micro-économiques et de cohérence interne qui permettent d'assurer la validité des résultats et d'expliquer, *ex-post*, les résultats et leurs déterminants principaux.

La troisième propriété des modèles d'EGC est liée au fait qu'ils sont précisément calculables et donc qu'ils permettent d'apporter une réponse chiffrée, c'est-à-dire quantifiée, à un problème de politique économique. Comme le note Borges (1986), les modèles, et en particulier les modèles d'EGC, ne servent pas simplement à démontrer le bien fondé d'un argument scientifique ou théorique concernant une décision de politique économique, mais aussi à fournir des informations fondamentales pour la préparation des décisions que les gouvernements doivent prendre.

La quatrième propriété des modèles d'EGC est liée au fait qu'ils permettent d'étudier les conséquences de politiques alternatives sur les allocations des ressources et la répartition

⁹ Sur la base d'estimations économétriques et/ou sur avis d'experts.

des revenus, ainsi que d'évaluer les gains ou pertes de bien-être associés à une politique donnée. Le calcul des mesures de bien-être dans un modèle d'EGC ne pose pas de problèmes particuliers, que ces mesures soient définies sous la forme de variation équivalente (VE) ou de variation compensatrice (VC), alors que le calcul des indicateurs de bien-être dans un cadre d'équilibre partiel, comme la variation de surplus des consommateurs (VSC), requiert des hypothèses contraignantes¹⁰. Le contenu normatif d'un modèle d'EGC peut être rapproché du débat théorique sur la faisabilité d'atteindre, de manière décentralisée, une allocation des ressources optimale au sens de Pareto. D'après les deux théorèmes fondamentaux du bien-être, un équilibre de marché peut, sous certaines conditions, être Pareto optimal et un optimum de Pareto peut, également sous certaines conditions, être obtenu de manière décentralisée. Les hypothèses de ces deux théorèmes ne sont pas, dans la réalité, vérifiées. La réalité correspond à un monde de second rang, caractérisé par de nombreuses imperfections et distorsions. Il est donc impossible, sur le plan théorique, de prévoir si l'élimination d'un certain nombre de distorsions va entraîner un accroissement ou une diminution du bien-être total dans l'économie considérée si les autres distorsions sont maintenues. La modélisation en équilibre général calculable trouve ici une justification additionnelle en apportant une réponse chiffrée à cette question.

1.3.2. Les limites de la modélisation en équilibre général calculable

La modélisation en équilibre général calculable n'est naturellement pas la panacée. Les limites de l'approche sont nombreuses et impliquent qu'elle ne doit être considérée que comme une possibilité de modélisation parmi d'autres, complémentaire des modèles multi-marchés en équilibre partiel ou des modèles macro-économétriques, par exemple. Les limites des modèles d'EGC sont principalement d'ordres empirique et pratique.

Il convient, en premier lieu, de rappeler que la construction d'un modèle d'EGC a pour objectif principal d'apporter des éléments de réponse à certaines questions définies en amont. Le modèle développé à cette fin ne pourra donc pas être utilisé pour étudier des problèmes différents, en nature, de ceux que le modélisateur s'est initialement posé. De plus, la modélisation en équilibre général n'est pas adaptée pour traiter certains problèmes de politique économique comme, par exemple, les politiques de stabilisation des revenus.

La faiblesse des modèles d'EGC la plus fréquemment citée est le manque de validation empirique au sens où il est habituellement impossible d'évaluer jusqu'à quel point le modèle correspond aux données ou retrace l'évolution passée (Borges, 1986). Cette critique s'adresse surtout aux modèles d'EGC statiques (comme notre modèle) qui ne décrivent

¹⁰ Sur ce point, voir Shoven et Whalley (1992). Le calcul de la VSC pose, en particulier, le problème du sentier d'intégration ou, en d'autres termes, le problème de la dépendance de la mesure par rapport à l'ordre dans lequel

qu'une "période de temps". Le problème est moins aigu quand il s'agit de modèles d'EGC dynamiques puisqu'il est alors possible de comparer les résultats fournis par le modèle sur plusieurs périodes et les séries réellement observées (Schubert, 1993). Reste qu'il est toujours impossible de réaliser un test statistique pour "mesurer la distance" entre la solution fournie par le modèle et la réalité.

La méthode déterministe de calibrage des paramètres de comportement décrite précédemment pose également le problème de la sensibilité des résultats aux valeurs des paramètres que le modélisateur doit fixer de manière exogène. De plus, nombreux sont les paramètres pour lesquels le modélisateur ne dispose que d'informations imparfaites et partielles. Des études de sensibilité, réalisées en faisant varier les valeurs de ces paramètres fixés de manière exogène, permettent de remédier, imparfaitement, à cet inconvénient des modèles d'EGC.

Enfin, il est important de souligner les lacunes de la modélisation en équilibre général calculable liées aux modèles qui ont été développés jusqu'à ce jour et, en particulier, au modèle que nous développons ici pour étudier le complexe agro-alimentaire français. Notre modèle est statique et adapté pour donner des éléments de réponse dans "le long terme". Le traitement des anticipations et la spécification des comportements des agents économiques qui ont à prendre des décisions impliquant des choix intertemporels constituent, sans nul doute, un des points faibles des modèles d'EGC développés jusqu'à présent (Borges, 1986), même si des progrès notables ont été réalisés récemment, en particulier à l'occasion du développement de modèles d'EGC centrés sur l'énergie ou appliqués à l'environnement (Beaumais et Schubert, 1996). De même, le traitement du progrès technique est rarement satisfaisant dans les modèles d'EGC. Ce dernier point peut apparaître paradoxal dans la mesure où les modèles d'EGC apportent des réponses à des problèmes économiques sur le long terme où le progrès technique joue un rôle essentiel. Dans le cas particulier de notre modèle, de nombreux inconvénients additionnels pourraient être mentionnés comme, par exemple, le traitement relativement sommaire et contraignant de l'extérieur, etc. Ces inconvénients seront décrits dans les chapitres suivants consacrés à la présentation détaillée de notre modèle, au moment où les hypothèses restrictives seront introduites.

1.4. Conclusion du chapitre 1

Les modèles d'EGC diffèrent des modèles d'équilibre partiel multi-marchés essentiellement par leur caractère exhaustif et des modèles dit de Leontief basés sur des coefficients fixes essentiellement par la prise en compte des substitutions à l'offre et à la demande.

les variations de prix et de revenu sont prises en compte (Just, Hueth et Schmitz, 1982).

La construction d'un modèle d'EGC peut être décomposée en trois étapes principales. Tout d'abord, l'étape de spécification consiste à définir une dimension pour le modèle, à expliciter les comportements des différents agents distingués dans le modèle et définir les règles assurant les équilibres sur les différents marchés. L'étape de chiffrage se décompose en deux phases : construction d'une MCS et calibrage des paramètres de comportement. La phase de construction de la MCS est en général fastidieuse à cause des différences observées entre les chiffres publiés dans les diverses sources disponibles. L'étape de résolution du modèle est de plus en plus facilitée par les développements des logiciels informatiques.

L'intérêt essentiel des modèles d'EGC centrés sur l'agriculture est qu'ils permettent d'étudier toutes les conséquences de scénarios de réforme des politiques agricoles dans un cadre global et cohérent sur un plan théorique. Même si l'importance de la branche agricole française décroît régulièrement en termes de personnes occupées et de contribution au Produit Intérieur Brut, les effets de « spillover » sur les autres secteurs productifs, le poids des échanges de produits agricoles et agro-alimentaires dans la balance commerciale et le coût budgétaire des dépenses en faveur de l'activité agricole justifient l'étude des problèmes agricoles dans un cadre d'équilibre général.

Partie 2

Description du modèle d'équilibre général calculable centré sur le complexe agro-alimentaire français

Chapitre 2.

La désagrégation du modèle

2.0. Introduction du chapitre 2

Par définition, un modèle d'EGC simule le fonctionnement d'une économie de marché où, dans le cas standard, prix et quantités s'ajustent simultanément pour assurer l'équilibre sur tous les marchés. Par définition également, un modèle d'EGC est un modèle appliqué (ou calculable) ; par conséquent, les marchés définis sont limités en nombre. Se pose alors le problème du choix des marchés retenus, explicités par rapport aux autres marchés qui sont regroupés dans ce que nous pourrions appeler un marché « résidu ». Une fois déterminé le nombre de marchés, il faut encore définir les caractéristiques de ceux-ci. Un marché est traditionnellement déterminé par rapport à un produit ou un facteur primaire de production qui est le support ou l'objet des transactions entre les agents économiques (producteurs, consommateurs, détenteurs des facteurs primaires de production, etc.), transactions réalisées dans une région (pays, groupes de pays) pendant une période déterminée. Il faut donc définir, pour chaque marché, les agents opérant sur celui-ci et également les zones et les périodes de transactions. Tous ces choix (nombre de marchés, d'agents, etc.), constituent le problème de la définition d'une désagrégation pour un modèle d'EGC ou encore de la dimension d'un tel modèle.

Le choix du niveau de désagrégation est délicat ; il résulte principalement d'un arbitrage entre le désir de disposer du modèle le plus désagrégé possible pour gagner en réalisme et les coûts de construction d'un gros modèle (Schubert, 1993). En d'autres termes, le niveau de désagrégation d'un modèle d'EGC dépend principalement des objectifs fixés et de la disponibilité des données nécessaires à la mise en œuvre d'un modèle détaillé. La résolution du modèle n'est plus réellement un problème, grâce au développement des outils informatiques¹. De fait, il est difficile de discuter de la désagrégation d'un modèle par rapport à celle d'un autre modèle.

Toutefois, en ce qui concerne les modèles d'EGC centrés sur la branche agricole, Hertel (1990b) souligne que ceux-ci souffrent généralement d'un manque de détail de cette branche ainsi que des branches liées, que ce soient en amont et en aval. Cette critique s'applique, par exemple, au modèle américain de Trela, Whalley et Wigle (1987), dans lequel ne sont distingués que deux produits, le blé et les autres produits de l'économie. Ce cas extrême de désagrégation, avec seulement deux produits, ne permet pas de tenir compte des produits substitués à la consommation du produit isolé, ni de représenter correctement la technologie de production de celui-ci. Cette critique peut également être adressée au récent modèle mondial construit par Fehr et Wiegard (1996) pour examiner les effets d'une libéralisation des politiques agricoles. En effet, la version actuelle de ce modèle inclut onze pays/régions mais

¹ Pour les modèles dynamiques avec des comportements d'anticipation, la résolution reste néanmoins difficile (Schubert, 1993).

ne distingue qu'un seul produit agricole et un seul produit agro-alimentaire. Un tel modèle ne peut donc pas, par exemple, simuler réellement les conséquences de la réforme de la politique agricole américaine, les principaux effets de cette réforme étant attendus au niveau des céréales et au niveau des filières porcines et avicoles (sur ce point voir, par exemple, Bureau et al., 1996). Quant au modèle européen ECAM (European Community Agricultural Model) (Folmer et al., 1995), la branche agricole est relativement bien décomposée avec 24 produits agricoles mais il n'y a pas d'industries agro-alimentaires. Une simple matrice de transition définit les quantités de produits agro-alimentaires obtenues à partir des quantités de produits agricoles. Cela implique notamment qu'il n'y a pas de valeur ajoutée dans le secteur agro-alimentaire. On ne peut pas alors analyser les effets d'une réforme agricole sur la valeur ajoutée des IAA.

Les trois modèles cités en exemple ci-dessus présentent une désagrégation relativement pauvre de la chaîne alimentaire qui ne permet pas de prendre en compte la réalité complexe de cette chaîne. Outre les problèmes déjà mentionnés ci-dessus, la désagrégation adoptée dans ces modèles ne permet pas non plus de représenter explicitement le fonctionnement des instruments de politique agricole. En effet, l'intervention publique peut être définie au niveau de la ferme pour certains produits (cas des céréales dans l'UE) ou au niveau des IAA pour d'autres produits (cas des produits laitiers dans l'UE). La prise en compte de ces deux types d'intervention n'est possible qu'avec une désagrégation fine, à la fois de la branche agricole et des IAA.

Dans ce travail, le choix de la désagrégation est guidé par trois critères principaux. La désagrégation est définie de façon à faciliter l'analyse du complexe agro-alimentaire français. En conséquence, les trois grandes filières (céréales, viandes et lait) sont finement représentées aux différents stades de la chaîne alimentaire (production, transformation, distribution et consommation). La désagrégation envisagée doit également nous permettre de bien représenter le fonctionnement des marchés et, en particulier, le rôle des instruments de la politique agricole, à la fois sur les marchés des produits agricoles et sur les marchés des produits agro-alimentaires. Enfin, la représentation des technologies, plus particulièrement des technologies agricoles, est le dernier critère pris en compte dans le choix du niveau de désagrégation. A cet égard, les principaux inputs intermédiaires et facteurs primaires de production utilisés dans le processus de production agricole sont spécifiés.

Les désagrégations retenues pour les secteurs d'activité² et les produits sont détaillées dans une première section. La deuxième section présente les autres dimensions du modèle (secteurs institutionnels, facteurs primaires de production, zones de production et d'échanges, etc.). La matrice de comptabilité sociale (MCS) correspondant à cette désagrégation est donnée en conclusion de ce chapitre.

2.1. La désagrégation des produits et des secteurs d'activité

Les produits et les secteurs d'activité sont présentés simultanément car certains produits sont offerts par plusieurs secteurs d'activité tandis que certains secteurs d'activité offrent plusieurs produits³. Cette caractéristique de notre désagrégation mérite d'être soulignée. En effet, de nombreux modèles d'EGC considèrent uniquement des secteurs d'activité mono-produit et font donc référence au concept de branche. Les modèles d'EGC utilisant des technologies multi-produits sont nettement moins nombreux ; les modèles EGC où un produit est offert par plusieurs secteurs sont également assez rares. Ce type de désagrégation a toutefois déjà été utilisé. Breckling et *al.* (1986), par exemple, ont spécifié, dans leur modèle d'EGC centré sur la politique agricole européenne plusieurs types d'exploitations offrant le même produit agricole. Ces exploitations sont différenciées selon leur taille. Cette désagrégation permet de comparer les effets d'une modification de la politique agricole sur les petites et les grandes exploitations.

2.1.1. La désagrégation de la branche agricole

La branche agricole française est caractérisée par la présence de nombreuses exploitations (près de 923 000 en 1990⁴) produisant un ensemble hétérogène de biens. La décomposition de cette branche en plusieurs secteurs d'activité fait apparaître les principales productions françaises. Cette décomposition s'appuie sur la typologie définie dans le Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA). La référence à une typologie déjà existante est importante car elle facilite l'interprétation et la discussion des résultats fournis par le modèle, notamment avec les acteurs de la profession.

La désagrégation retenue est présentée dans le tableau 2.1.

² Dans ce travail, on parle indifféremment de producteurs et de secteurs d'activité.

³ C'est d'ailleurs pour cette raison que nous utilisons la notion de secteur d'activité et non de branche. En effet, une branche est définie en référence à un seul produit (sur ce point voir, par exemple, Le compte national de l'Agriculture, Méthodologie de la base 1980, INSEE Méthodes n°3).

⁴ Source : Graph-Agri France (1993).

Tableau 2.1. La désagrégation de la branche agricole

Secteurs d'activité	Produits
Grandes Cultures	Blé tendre, Orge, Maïs grain, Oléagineux, Protéagineux, Autres céréales
Viticulture	Vins
Autres cultures	Autres produits de cultures*
Elevage laitier	Lait, Fourrages, Bovins
Elevage bovin	Bovins, Fourrages
Elevage mixte	Lait, Fourrages, Bovins
Elevage porcin	Porcs
Elevage avicole	Volailles et oeufs
Autres élevages	Autres produits animaux*, Fourrages

* : Les contenus des autres produits de cultures et des autres produits animaux sont précisés ci-dessous.

La désagrégation retenue revient à supposer que la branche agricole comprend 9 secteurs d'activité distincts qui offrent 14 produits agricoles. Ces 9 secteurs d'activité peuvent être répartis en 3 secteurs d'activité « végétale » et 6 secteurs d'activité « animale ». Sur les 14 produits agricoles, il y a 9 produits végétaux et 5 produits animaux. On peut déjà noter que 5 secteurs d'activité sur 9 offrent plusieurs produits, le secteur des grandes cultures produisant jusqu'à 6 biens différents, tandis que 3 produits (Lait, Fourrages, Bovins) sont offerts par plusieurs secteurs. On peut également remarquer la présence de deux secteurs « résiduels » (Autres cultures et Autres élevages) qui regroupent l'ensemble des secteurs non isolés explicitement. Ces secteurs résiduels sont par construction assez hétérogènes. Il est donc difficile de mener une analyse spécifique sur ces secteurs. Ils ne font d'ailleurs pas l'objet d'une étude précise dans ce travail.

Le premier secteur d'activité spécifié est le secteur dénommé « Grandes Cultures » qui est supposé produire du blé tendre, de l'orge, du maïs grain, des oléagineux (principalement du colza et du tournesol), des protéagineux (essentiellement des pois protéagineux) et des autres céréales (avoine, blé dur, etc.). Ce secteur ne correspond pas exactement au secteur des grandes cultures tel qu'il est défini dans le RICA, ce dernier offrant en plus des produits cités ci-dessus d'autres produits végétaux et en particulier des betteraves destinées à la production de sucre. Notre choix est motivé par le fait que, depuis la réforme de la Politique Agricole Commune (PAC) de mai 1992, les céréales, les oléagineux et les protéagineux sont couverts par la même Organisation Commune de Marché (OCM des cultures arables) alors que les autres produits végétaux bénéficient d'autres OCM (les betteraves sont régies par l'OCM sucre). Les trois principales céréales, en termes de production, sont distinguées des autres céréales car leurs « structures » de marché sont différentes. En effet, du point de vue

de l'utilisation intérieure, le blé tendre est principalement utilisé pour l'alimentation humaine, à travers la fabrication de farine, alors que le maïs grain est principalement destiné à l'alimentation animale. De ce fait, un choc sur les secteurs de l'élevage entraînera des effets différents sur le marché du maïs grain et sur le marché du blé tendre. De plus, du point de vue de la demande étrangère, même si les exportations de blé tendre sont essentiellement à destination du reste de l'UE, une part non négligeable est destinée au RdM (plus de 30% en valeur en 1990), ces exportations sur pays tiers impliquant l'utilisation d'importantes subventions à l'exportation (près de 5 milliards de francs en 1990). Au contraire, le maïs est exporté à plus de 90% vers le reste de l'UE, le RdM représentant donc moins de 10% des exportations françaises de maïs.

Le deuxième secteur d'activité distingué est celui de la viticulture qui offre le produit « vins », agrégat des vins de table et des vins de qualité. La distinction entre ces deux types de vins n'est pas envisagée ici comme cela est fait dans le RICA car l'objectif de ce travail ne porte pas directement sur ces produits. Ce secteur d'activité est néanmoins isolé des autres secteurs végétaux pour deux raisons principales. D'une part, les échanges de vins sont largement excédentaires (+ 13 milliards de francs en 1990), contribuant significativement au solde positif des échanges français de produits agricoles et agro-alimentaires. D'autre part, le secteur de la viticulture est celui pour lequel le taux de valeur ajoutée par rapport à la production est le plus élevé. En effet, la valeur ajoutée représente plus de 80% de la valeur de la production et la valeur ajoutée dégagée par unité de travail agricole familial est proche de 450 000 francs par an⁵. Ce secteur est donc, à notre sens, suffisamment différent des autres secteurs regroupés dans le résidu « Autres produits de cultures » pour être isolé.

Le troisième secteur identifié est justement ce secteur des autres cultures qui regroupe les catégories d'exploitations RICA suivantes : maraîchage, fleurs et arboriculture fruitière. Ce secteur d'activité offre les « Autres produits de cultures », c'est-à-dire (par ordre décroissant en termes de valeur de la production) : les fruits et légumes, les betteraves industrielles, les fleurs et plantes et les pommes de terre. Cet agrégat comprend aussi d'autres productions relativement mineures telles que le tabac ou la production de fourrages destinés à être déshydratés. Il comprend aussi tous les produits végétaux importés et qui ne sont pas produits en France ; il s'agit des fruits tropicaux, du thé, du cacao, du café ainsi que des racines et tubercules à haute teneur en amidon (manioc et patates douces). Ce secteur et son produit « Autres produits de cultures » sont très hétérogènes à plusieurs égards. Certains biens sont produits en France alors que d'autres sont uniquement importés. Certains produits bénéficient d'une intervention publique forte alors que cette intervention est faible pour d'autres. Par exemple, le taux de soutien budgétaire, c'est-à-dire la valeur des

⁵ Source : Graph-Agri France (1993).

aides rapportées à la valeur de la livraison, varie de 2,6% pour les fruits et légumes à 68,6% pour le tabac en 1990⁶. Tous ces produits sont regroupés car ils ne font pas l'objet d'une attention particulière dans ce travail.

Viennent ensuite les 6 secteurs animaux qui peuvent être regroupés en trois types d'élevage : les élevages bovins, les élevages hors sol et les autres élevages. Ces 6 secteurs animaux produisent 5 produits animaux et un produit végétal particulier, les fourrages. La distinction des fourrages est une particularité de notre modèle car ceux-ci sont très rarement pris en compte explicitement, même dans les modèles agricoles d'équilibre partiel. A notre connaissance, ces fourrages sont spécifiés dans trois modèles seulement : le modèle d'EGC ECAM déjà mentionné, le modèle d'équilibre partiel « Agribus » construit par Mahé et Munk (1988) et le modèle d'offre agricole MAGALI (Mathieu et Ramanantsoa, 1995). Or, les fourrages sont importants au regard des rations distribuées aux bovins puisqu'ils fournissent plus de la moitié des besoins énergétiques et protéiques de ces animaux (Dronne et *al.*, 1991). Ces fourrages sont rarement explicités dans les modèles car il existe peu de données disponibles sur les quantités produites et consommées. De même, il existe peu d'informations sur les prix puisque les fourrages sont surtout auto-consommés et donc très peu échangés entre les exploitations. Pour résoudre ce problème de disponibilité, nous allons supposer que chaque éleveur produit la quantité de fourrages qu'il désire distribuer à ses animaux. Nous allons également supposer que les secteurs d'activité produisant des fourrages peuvent être décomposés en deux sous-secteurs d'activité⁷. La première sous-activité produit uniquement des fourrages et la deuxième sous-activité produit exclusivement des biens animaux.

Parmi les élevages bovins, il y a tout d'abord l'élevage laitier qui produit du lait, des bovins et des fourrages pour nourrir ces animaux. Ce premier type d'élevage correspond à la catégorie d'exploitations dénommée « Bovins Lait » dans le RICA (Orientation Technico-Economique des Exploitations - OTEX- 41). Ces exploitations sont spécialisées dans la production de lait et la production de bovins n'est qu'une co-production de leur activité laitière principale, via la production de vaches laitières de réforme et la production de veaux laitiers. A contrario, le deuxième type d'élevage, dénommé « Elevage bovin », vend uniquement des bovins et produit des fourrages pour sa propre consommation. Ce deuxième type d'élevage correspond à la catégorie « Bovins Viande » dans la classification RICA (OTEX 42). Enfin, un troisième type d'élevage bovin est distingué et appelé « Elevage mixte ». Il correspond à la catégorie des « Bovins mixtes » dans le RICA. Ce dernier type d'élevage bovin produit

⁶ Source : Les concours publics à l'agriculture (1995).

⁷ Dans la matrice de comptabilité sociale reportée à la fin de ce chapitre, les quatre élevages produisant des fourrages sont tous scindés en deux sous-secteurs d'activité.

exactement les mêmes produits que l'élevage laitier, à savoir du lait, des bovins et des fourrages pour nourrir ces animaux. La différence majeure entre les deux types d'élevages, « Elevage laitier » et « Elevage mixte » est que pour ce dernier, la production de bovins n'est pas seulement une co-production de la production de lait. En effet, les éleveurs mixtes ont choisi de diversifier leurs sources de revenus suite à l'imposition des quotas de production de lait en 1984 en créant une activité de production de bovins sur leur exploitation (création d'un atelier de taurillons, par exemple).

Cette désagrégation des secteurs bovins offre de nombreux avantages. Outre le fait de suivre la classification du RICA et donc de faciliter l'interprétation des résultats de simulations, elle permet également de prendre en compte certaines caractéristiques de l'OCM viande bovine. En effet, la réforme de la PAC de 1992 a réduit le soutien passant par les prix pour la viande bovine ; un système de paiements compensatoires a été mis en place pour compenser la perte de revenu des éleveurs, induite par la baisse des prix. Cependant, ces primes ne sont pas versées à tous les producteurs de bovins. En particulier, les bovins issus de troupeaux laitiers ne sont pas « primables ». Aussi cette exemption ne peut être considérée qu'au travers d'une désagrégation fine des élevages bovins.

La désagrégation adoptée présente cependant deux inconvénients majeurs. D'une part, le troupeau allaitant n'apparaît pas directement. Or la prime à la vache allaitante, instaurée dès 1980, est une forme de soutien du revenu importante pour les éleveurs. Ce troupeau allaitant est détenu pour partie par l'élevage bovin et pour partie par l'élevage mixte. L'autre faiblesse concerne la non distinction, au sein du troupeau bovin, des races laitières et des races à viande. Tout se passe comme si ces deux types de bovins, ainsi que les deux catégories de viande qui en sont issues, sont identiques, ce qui est une hypothèse relativement forte. Une désagrégation plus fine encore des secteurs bovins permettrait de pallier ces deux faiblesses, mais elle impliquerait une inflation du nombre des secteurs d'activité et des produits.

Les élevages hors sol sont subdivisés en élevage porcin, la production de porcs représentant 12% de la valeur de la production animale française, et en élevage avicole qui produisent un agrégat composé de volailles et d'œufs, comptant pour 14% de la valeur de la production animale française. Ces deux types d'élevage sont caractérisés par des coûts d'alimentation importants. Trois raisons essentielles nous ont conduit à distinguer ces deux types d'élevage : leur poids respectif relativement important au sein des productions animales françaises, les différences dans les structures de marché (la France est importateur net pour les porcs, exportateur net pour les volailles en 1990), et finalement l'optique d'une modélisation des substitutions à la consommation entre les viandes porcines et les viandes de volailles.

Enfin, comme précédemment, un secteur d'activité « Autres élevages » regroupe tous les élevages non mentionnés jusqu'à présent. Ce secteur produit essentiellement des ovins et des caprins. Il produit également, dans une moindre mesure, des autres produits animaux, comme les équidés, les lapins, les gibiers et des produits animaux consommables en l'état tel que le miel. Ce secteur résiduel est également hétérogène, mais sa production représente une part relativement faible de la production animale totale française.

Notre désagrégation de la branche agricole en 9 secteurs d'activité offrant 14 produits agricoles distincts est relativement détaillée par rapport aux désagrégations citées en introduction de ce chapitre. Faisant apparaître des produits et secteurs plus « homogènes », cette désagrégation va simplifier par la suite la représentation de la technologie agricole et également la modélisation des instruments de politique agricole.

2.1.2. La désagrégation de la branche agro-alimentaire

La désagrégation adoptée pour la branche agricole, qui conduit à distinguer de nombreux produits, n'exprime tout son intérêt que si parallèlement, la désagrégation du stade de la transformation permet de suivre le cheminement de ces produits agricoles jusqu'au stade de la consommation finale. En d'autres termes, la désagrégation précédente de la branche agricole doit être accompagnée d'une désagrégation suffisante des IAA et des produits agro-alimentaires. La désagrégation retenue pour les IAA et les produits agro-alimentaires est donc la suivante.

Tableau 2.2. La désagrégation de la branche agro-alimentaire

Secteurs d'activité	Produits
Industrie des viandes et conserves	Viande bovine, viande porcine, viande avicole, autres viandes
Industrie laitière	Agrégat beurre - poudre de lait écrémé, autres produits laitiers
Industrie de l'alimentation animale	Aliments composés
Industrie de la transformation des céréales	Produits transformés des céréales
Industrie des corps gras	Huiles, tourteaux d'oléagineux
Autres industries agro-alimentaires	Autres produits agro-alimentaires

La désagrégation adoptée pour la branche agro-alimentaire conduit à distinguer 6 secteurs d'activité et 11 produits agro-alimentaires.

L'industrie des viandes et conserves (correspondant à la branche 35 de la Nomenclature des Activités et des Produits -NAP- niveau 100) transforme en viandes et abats les animaux vivants distingués au niveau des produits agricoles. Cette transformation comprend des activités diverses comme l'abattage des animaux, la découpe des carcasses, la fabrication

de produits à base de viandes ou d'abats (charcuterie), la fabrication de plats préparés et la production de peaux et laines utilisées par l'industrie du cuir et l'industrie textile. Cette industrie est supposée offrir 4 produits, à savoir la viande bovine à partir de bovins vivants, de la viande porcine à partir de porcs, de la viande avicole à partir de volailles et finalement une autre viande obtenue à partir des autres animaux. Cette décomposition en quatre viandes distinctes est intéressante à plusieurs titres. En premier lieu, elle permet de suivre le devenir des animaux vivants. En second lieu, elle permet de tenir compte du régime d'intervention spécifique au secteur de la viande bovine, régime différent de celui appliqué dans les autres secteurs viande. En effet, le secteur de la viande bovine bénéficie d'un certain soutien par les prix, géré au travers d'un système d'achats à l'intervention. Un tel système n'existe pas pour le secteur de la viande de volaille, secteur pour lequel les instruments de politique ne sont appliqués qu'au niveau des échanges. La désagrégation retenue offre enfin la possibilité d'analyser les effets de reports de consommation d'une viande à une autre, tel que celui engendré au détriment de la viande bovine par la crise dite de la « vache folle » en 1996. Il faut néanmoins noter que cette désagrégation des produits ne tient pas compte du degré de transformation et d'élaboration des produits.

L'industrie laitière (correspondant à la branche 36 de la NAP 100) est supposée offrir deux types de produits, un agrégat « beurre - poudre de lait écrémé » et les autres produits laitiers (regroupant principalement les fromages, la poudre de lait entier, les crèmes glacées et les laits liquides). Le choix de cette désagrégation en deux types de produits laitiers a pour objet de faciliter la modélisation de la politique laitière. En effet, le régime de soutien par les prix, qui caractérise l'OCM du lait et des produits laitiers, passe par la fixation de prix institutionnels pour le beurre et la poudre de lait écrémé. Ce régime de soutien par les prix ne concerne donc directement que l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé. Les autres produits laitiers ne bénéficient pas de ce régime.

Le troisième secteur d'activité agro-alimentaire est celui de l'alimentation animale (correspondant à la branche S3908 de la NAP niveau 600). A partir de différentes matières premières (céréales, autres matières riches en énergie et matières riches en protéines), l'industrie de l'alimentation animale offre le produit « Aliments composés ». La prise en compte de cette industrie est importante car elle occupe une place privilégiée au sein du complexe agricole et agro-alimentaire. Cette industrie est en effet à la fois client des secteurs végétaux et fournisseur des secteurs animaux. Elle se situe de ce fait au carrefour de diverses OCM. A l'amont, on trouve principalement l'OCM des cultures arables et à l'aval, les OCM du lait et des produits laitiers, de la viande bovine et des autres viandes. Nous avons supposé que cette industrie n'offrait qu'un seul type d'aliments composés. Cette hypothèse est évidemment restrictive puisque les aliments distribués aux porcs, par exemple, sont différents des aliments distribués aux bovins. Elle a toutefois été adoptée par souci de

simplification d'une part, en raison du manque de données disponibles quant à la répartition des quantités globales de matières premières utilisées dans les différents types d'aliments produits d'autre part.

Le quatrième secteur d'activité agro-alimentaire regroupe toutes les industries de transformation des céréales, autres que l'industrie de l'alimentation animale, c'est-à-dire : meuneries, biscuiteries, semouleries, boulangeries, pâtisseries, malteries, etc. Le produit de ce secteur d'activité est forcément hétérogène puisqu'il est composé, entre autres, de farines, de biscuits, de pâtes, de pain, etc., mais également des co-produits de la transformation des céréales tels que le son de blé ou les résidus d'amidonnerie.

L'industrie des corps gras constitue le cinquième secteur d'activité agro-alimentaire retenu dans le modèle. Cette industrie triture les graines oléagineuses et obtient ainsi deux produits, les huiles et les tourteaux d'oléagineux. Les tourteaux, matières riches en protéines, sont destinés exclusivement à l'alimentation animale et représentent environ 25% du volume total de matières premières utilisées dans la fabrication des aliments composés (Dronne, 1995). Les tourteaux sont largement importés des pays tiers (Brésil pour le tourteau de soja), la production nationale n'assurant que 25% de la consommation nationale.

Enfin, le sixième secteur d'activité agro-alimentaire est un secteur « résiduel » regroupant toutes les autres industries agro-alimentaires, dont l'industrie des boissons, l'industrie des conserves, l'industrie du sucre, etc. Le produit offert par ce secteur d'activité est donc un agrégat très hétérogène, caractéristique des secteurs « résiduels ».

La désagrégation retenue pour la branche et les produits agro-alimentaires est par conséquent cohérente avec la désagrégation adoptée pour la branche et les produits agricoles dans la mesure où elle permet de suivre le processus de transformation de ces produits agricoles.

2.1.3. La désagrégation des autres branches de l'économie

La désagrégation adoptée pour le reste de l'économie est présentée dans le tableau 2.3. ci-dessous.

Tableau 2.3. La désagrégation du reste de l'économie

Secteurs d'activité	Produits
Pêche	Pêche
Industrie chimique de base	Industrie chimique de base
Industrie de la parachimie	Parachimie
Autres industries	Autres biens secondaires
Service	Service
Commerce de détail alimentaire	
Autre commerce	

Dans le reste de l'économie, 7 secteurs d'activité sont spécifiés ; les 5 premiers sont supposés n'offrir qu'un seul produit. Les deux secteurs du commerce sont, par nature, différents.

Tout d'abord, le secteur d'activité primaire de la pêche offre les produits de la pêche. Cette activité mono-produit est spécifiée car ce produit entre dans le panier des biens alimentaires consommés par les ménages français.

Les deux secteurs d'activité suivants sont l'industrie chimique de base et l'industrie de la parachimie. Ces deux industries sont isolées des autres industries de l'économie, étant donné le rôle des produits qu'elles offrent dans le processus de production agricole. En effet, l'industrie chimique de base fournit essentiellement des engrais (azotés, phosphatés, etc.) à la branche agricole. L'industrie de la parachimie, quant à elle, offre à la branche agricole des produits phytosanitaires (insecticides, herbicides et fongicides) et des produits vétérinaires principalement. Ces deux types de produits sont pris en compte explicitement, car leurs consommations intermédiaires dans la branche agricole représentent une part non négligeable des consommations intermédiaires totales de cette branche, avec, en optique livraisons, près de 16%^B pour les engrais et 12% pour les produits de la parachimie en 1990. Ces inputs jouent un rôle important dans le processus de production agricole, en favorisant les rendements. L'utilisation de ces inputs intermédiaires a d'ailleurs permis l'augmentation continue de la production végétale française, malgré une baisse continue des surfaces à usage agricole (Graph Agri France, 1993).

Viennent ensuite deux secteurs d'activité « résiduels », l'un regroupant toutes les industries non mentionnées jusqu'à présent, l'autre toutes les activités de service hormis les activités commerciales. La spécification de ces deux secteurs d'activité n'appelle pas de

^B Source : Les comptes de l'Agriculture Française (1995).

commentaires particuliers, sauf à noter que ces deux secteurs réalisent une grande part de la valeur ajoutée française.

Enfin, au sein du secteur du commerce, nous avons isolé le secteur du commerce de détail alimentaire des autres activités commerciales. Le secteur du commerce de détail alimentaire est supposé réaliser toutes les marges commerciales sur consommation finale de produits alimentaires. Cette activité se procure 15 produits alimentaires au stade de gros et écoule ceux-ci sur le marché intérieur pour la consommation finale : protéagineux, vins, autres produits de culture, œufs, autres produits animaux, viande bovine, viande porcine, viande avicole, autres viandes, agrégat beurre - poudre de lait écrémé, autres produits laitiers, produits transformés des céréales, huiles, autres produits agro-alimentaires, produits de la pêche.

Les autres activités commerciales réalisent l'ensemble des autres marges commerciales, c'est-à-dire les marges sur consommation intermédiaire, sur formation brute de capital fixe et sur exportations pour l'ensemble des produits et également les marges commerciales sur consommation finale des produits non alimentaires. Nous supposons, comme dans la comptabilité nationale, que ce dernier secteur n'offre aucun produit, en appliquant simplement une marge sur la commercialisation des produits.

Finalement, il convient de souligner que la désagrégation des secteurs d'activité adoptée fait intervenir de manière explicite les principaux agents de la chaîne alimentaire française. Seule manque l'activité de services de restauration qui est incluse dans le secteur des services. Même si on peut constater une tendance croissante à la consommation de services de restauration, cette activité n'a pas été spécifiée en raison du manque de données.

2.2. Les autres dimensions du modèle

Le paragraphe précédent décrit l'ensemble des produits retenus dans ce travail, ainsi que les producteurs domestiques de ces produits. Voyons à présent les autres dimensions du modèle.

Nous supposons que tous les produits pris en compte peuvent être échangés avec deux groupes d'agents non domestiques, les agents du reste de l'UE⁹ et les agents du RdM. Cette distinction de deux zones d'échange est nécessaire pour tenir compte de l'appartenance de la France à l'UE et donc des échanges privilégiés entre la France et ses partenaires communautaires. Cette distinction se justifie d'autant plus que ce travail est centré sur les branches agricole et agro-alimentaire, c'est-à-dire les branches pour lesquelles il existe un

⁹ Précisément, il s'agit de l'UE à 12 Etats membres moins la France car le modèle est calibré sur les données de l'année 1990.

marché unique européen depuis la création de la PAC et qui sont donc fortement « impliquées » dans la construction européenne.

De manière classique, nous supposons l'existence de trois facteurs primaires de production : le travail, le capital et la terre. Ces facteurs primaires de production sont détenus et offerts par les secteurs institutionnels domestiques et également par les agents non domestiques présentés ci-dessus. Les services de ces facteurs sont utilisés par les secteurs d'activité. Cette désagrégation des facteurs primaires de production est minimale. Certains modèles d'EGC adoptent, en effet, des désagrégations plus fines pour les facteurs primaires de production. C'est le cas du modèle canadien GET (General Equilibrium Trade) construit par Robidoux et *al.* (1988, 1990), dans lequel trois types de terre sont spécifiés : les terres pour les activités d'élevage (essentiellement les prairies), les terres céréalières et les autres terres cultivables. Ces trois qualités de terre sont utilisées, à divers degrés, par les 8 secteurs d'activité agricole retenus dans le modèle et sont considérées comme des substituts imparfaits dans la production des 8 biens agricoles correspondants. De manière analogue, l'étude de Dicke et *al.* (1989) consacrée aux effets économiques de la politique agricole en Allemagne de l'Ouest distingue le travail qualifié et le travail non qualifié. De nouveau, ces deux types de travail sont considérés comme des substituts imparfaits dans les technologies de production.

La distinction entre différents types de travail est bien évidemment souhaitable. De même, la décomposition du facteur terre en plusieurs qualités de terre, imparfaitement substituables dans les technologies de production agricole, est sans nul doute pertinente. Cependant, nous n'avons pas adopté une telle désagrégation dans notre travail pour deux raisons. D'une part, ces désagrégations se heurtent au problème de disponibilité des données. D'autre part, il est tout de même possible de capter une certaine hétérogénéité des facteurs primaires de production à travers la notion de mobilité plus ou moins parfaite de ces facteurs. Ce point est détaillé dans le septième chapitre.

Nous distinguons trois secteurs institutionnels domestiques, les ménages français et deux secteurs institutionnels publics. Les ressources des ménages français proviennent essentiellement de la rémunération des facteurs primaires de production qu'ils possèdent. Ces ménages dépensent leurs revenus principalement dans la consommation finale de produits. Ces ménages français sont supposés être représentés par un ménage type, ce qui est souvent le cas dans les modèles d'EGC centrés sur l'agriculture. Il faut cependant noter que certains modèles d'EGC « agricoles » distinguent les ménages agricoles des ménages non agricoles. Le modèle américain FPGE (Farm Policy in General Equilibrium), par exemple, construit par Kilkenny (1991) distingue quatre types de ménages, c'est-à-dire les ménages agricoles et trois ménages non agricoles, différenciés selon leur niveau de revenu. De même, Hertel et Tsigas (1991) distinguent les ménages agricoles des ménages non

agricoles. Cette distinction nous semble pertinente uniquement lorsque différentes catégories de travail sont simultanément spécifiés. Comme nous retenons un seul type de travail, nous retenons alors l'hypothèse du ménage représentatif.

Nous avons ensuite deux secteurs institutionnels publics, que nous appelons l'administration française (ou le gouvernement français) et le « FEOGA partie française ». Le rôle de l'administration française est tout d'abord de collecter le produit des taxes (taxes à la production, à la consommation, aux importations, taxes directes, etc.). Une partie de ces taxes est reversée à l'UE, comme les droits de douanes par exemple. L'administration française verse aussi des subventions d'exploitation aux différents secteurs d'activité à partir de fonds nationaux. Il s'agit, par exemple, des subventions au secteur du transport ou du complément national à la prime à la vache allaitante.

Le rôle du secteur institutionnel appelé « FEOGA partie française » est de financer les subventions d'exploitation aux secteurs d'activité agricoles et agro-alimentaires à partir de fonds européens. L'introduction de ce deuxième secteur institutionnel public permet de tenir compte du fait que les concours publics à l'agriculture française sont principalement d'origine européenne. Les dépenses de ce secteur institutionnel sont essentiellement les subventions aux exportations de produits agricoles et de produits agro-alimentaires et les aides directes. Ses recettes sont données par un transfert provenant du reste de l'UE.

La dernière dimension qu'il convient de décrire est celle du temps. Nous nous plaçons dans un cadre statique, c'est-à-dire que nous ne considérons pas le temps nécessaire pour que tous les marchés reviennent à un nouvel équilibre à la suite d'un choc exogène. En d'autres termes, il y a résorption des déséquilibres sur tous les marchés en une « seule période ». Cette hypothèse est évidemment réductrice et il serait probablement très intéressant d'étudier les effets dynamiques liés à un choc exogène. Il existe essentiellement deux manières d'introduire de la dynamique dans les modèles d'EGC. La première consiste à considérer une succession d'équilibres temporaires. Dans ce cas, à chaque période, l'économie est à l'équilibre et les niveaux de certaines variables exogènes sont révisés : démographie, progrès technique exogène, etc. La deuxième manière consiste à spécifier des comportements de maximisation intertemporelle des agents : maximisation de l'utilité intertemporelle des ménages sous leurs contraintes intertemporelles de revenu, détermination de l'investissement optimal des producteurs, etc. Cette seconde approche est bien entendu préférable du point de vue théorique mais nettement plus difficile à mettre en œuvre du point de vue de la spécification et surtout de la résolution du modèle (Schubert, 1993).

2.3. Conclusion du chapitre 2 : la matrice de comptabilité sociale centrée sur le complexe agro-alimentaire français

La matrice de comptabilité sociale correspondant à la désagrégation présentée dans ce chapitre est présentée dans le tableau 2.4. La structure de cette MCS est identique à la structure de la MCS présentée dans le tableau 1.2, dans laquelle nous avons successivement les comptes des activités, des biens, des facteurs, des marges, des institutions, du capital et le compte du RdM. Les différences se situent aux niveaux du nombre de secteurs d'activité, du nombre de biens, du nombre de secteurs institutionnels, domestique et étranger. Ainsi, dans le tableau 2.4, il y a 9 secteurs d'activité agricoles (plus 4 sous-secteurs d'activité liés à la production de fourrages), 6 secteurs d'activité agro-alimentaires et 7 secteurs d'activité du reste de l'économie. Il y a en tout 30 biens, dont 14 produits agricoles, 11 produits agro-alimentaires et 5 produits du reste de l'économie. Au niveau des secteurs institutionnels, le tableau 2.4 distingue l'administration publique française du secteur institutionnel fictif, le FEOGA partie française. Dans le compte du RdM, le reste de l'UE est séparé du RdM hors UE.

Tableau 2.4. La matrice de comptabilité sociale centrée sur le complexe agro-alimentaire français.

ACTIVITES								
	Agriculture					TOTAL	Industrie des viandes	Industrie laitière
	Elevage mixte Fourrage	Elevage avicole	Elevage porcin	Autres élevages	Autres élevages fourrage			
Grandes cultures						0		
Viticulture						0		
Autres cultures						0		
Elevage laitier						0		
Elevage laitier fourrage						0		
Elevage bovin						0		
Elevage bovin fourrage						0		
Elevage mixte						0		
Elevage mixte fourrage						0		
Elevage avicole						0		
Elevage porcin						0		
Autres élevages						0		
Autres élevages fourrage						0		
Total Agriculture	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrie des viandes						0		
Industrie laitière						0		
Industrie alimentation animale						0		
Industrie de la transformation des céréales						0		
Industrie des corps gras						0		
Autres industries alimentaires						0		
Total Industrie Agro-alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0
Pêche						0		
Industrie chimique de base						0		
Industrie de la parachimie						0		
Autres industries						0		
Services						0		
Commerce						0		
Commerce de détail alimentaire						0		
Total Reste de l'économie	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ACTIVITES	0	0	0	0	0	0	0	0
Blé tendre		314	1027	386		5901		
Orge		28	448	278		4084		
Mais grain		1634	1597	424		6301		
Oléagineux						799		
Protéagineux						362		
Autres Céréales		17	70	91		1370		
Vins						0		
Pourrages				3960		31006		
Autres produits de culture						7472		
Lait						0		54670
Bovins						988	42424	
Volailles+Oeufs		1965				1965	18046	334
Porcs						0	21489	
Autres produits animaux						0	8566	
Total produits agricoles	0	3958	3142	5139	0	60258	90525	55004
Viande bovine						0	6735	
Viande avicole						0	483	
Viande porcine						0	15241	
Autres viandes						0	786	
Beurre - poudre de lait écrémé						0		268
Autres produits laitiers			442			442	807	3088
Aliments composés		15218	8634	349		38066		
Produits transformés des céréales		76	63	94		1155		
Tourteaux d'oléagineux		362	296	39		4516		
Huiles						0		
Autres produits agro-alimentaires				405		919	2745	4196
Total produits agro-alimentaires	0	15656	9435	887	0	45098	26807	7552
Pêche						0	0	0
Produits de l'industrie chimique de base	1583				395	20672	61	62
Produits de la parachimie	602	352	437	103	251	15251		
Autres biens secondaires	594	1281	932	716	292	34243	7338	10735
Services	241	391	556	288	113	18180	3649	10604
Total autres produits de l'économie	3020	2024	1925	1107	1051	86356	11048	21401
TOTAL PRODUITS	3020	21638	14502	7133	1051	191712	128380	83957
VALEUR AJOUTEE	3570	3479	5551	4032	2909	205573	35861	23360
Travail	869	1666	3291	2638	832	96879	19827	14171
Capital	435	1813	2260	1394	372	52855	16234	9189
Terre	2266				1705	43540		
Rente quota						12299		
Marges / CI						0		
Marges / CM						0		
Marges / FBC						0		
Marges / EXP						0		
TOTAL MARGES	0	0	0	0	0	0	0	0
Ménages						0		
TVA devant les produits						0		
Impôts liés à la prod. autres que TVA		88	70	31		8229	1264	825
Droits de douane à l'import.						0		
Total gouvernement	0	88	70	31	0	8229	1264	825
FEOGA						0		
TOTAL INSTITUTIONS	0	88	70	31	0	8229	1264	825
COMPTE DE CAPITAL						0		
Reste de l'UE						0		
RdM lors UE						0		
Total RdM	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	6590	25205	20123	11196	3980	405514	165505	108142

Industrie Agro-alimentaire					TOTAL	Pêche	Industrie chimique de base	Industrie de la parachimie
Industrie alimentation animale	Industrie transformation céréales	Industrie des corps gras	Autres industries agro-alimentaires					
Grandes cultures					0			
Viticulture					0			
Autres cultures					0			
Elevage laitier					0			
Elevage laitier fourrage					0			
Elevage bovin					0			
Elevage bovin fourrage					0			
Elevage mixte					0			
Elevage mixte fourrage					0			
Elevage avicole					0			
Elevage porcin					0			
Autres élevages					0			
Autres élevages fourrage					0			
Total Agriculture	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrie des viandes					0			
Industrie laitière					0			
Industrie alimentation animale					0			
Industrie de la transformation des céréales					0			
Industrie des corps gras					0			
Autres industries alimentaires					0			
Total Industrie Agro-alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0
Pêche					0			
Industrie chimique de base					0			
Industrie de la parachimie					0			
Autres industries					0			
Services					0			
Commerce					0			
Commerce de détail alimentaire					0			
Total Reste de l'économie	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ACTIVITES	0	0	0	0	0	0	0	0
Blé tendre	2668	9809			12477			
Orge	543	2182			2705			
Mais grain	2965	2686			5651			
Oléagineux			3963		3963			
Protéagineux	1610			163	1773			
Autres Céréales	713	749		0	1462			
Vins				14332	14332			
Fourrages					0			
Autres produits de culture	1787	372	197	20291	22647		31	89
Lait					54670			
Bovins					42424			
Volailles+Oeufs		239			18619			
Porcs					21489			
Autres produits animaux					8566			
Total produits agricoles	10286	16017	4160	34786	210778	0	31	89
Viande bovine	579		320	386	8020			
Viande avicole	93			195	781			
Viande porcine	293		162	195	15891			
Autres viandes	85			79	950			
Beurre - poudre de lait écrémé	4473	1128		0	5869			
Autres produits laitiers	59	85		948	4987			
Aliments composés					0			
Produits transformés des céréales	4896	6576		1525	12997			1407
Tourteaux d'oléagineux	2639				2639			
Huiles		749	1785	886	3420		1038	1057
Autres produits agro-alimentaires	1992	4481		16346	29760		3983	1619
Total produits agro-alimentaires	15109	13019	2267	20560	85314	0	5021	4083
Pêche	146	0		2903	3049		183	20
Produits de l'industrie chimique de base	144	298	46	920	1531		36594	24766
Produits de la parachimie	13	27		81	121	4	1062	167
Autres biens secondaires	3675	7598	1636	27763	58745	3436	37498	16750
Services	3421	8315	1996	32044	60029	576	22899	20190
Total autres produits de l'économie	7399	16238	3678	63711	123475	4016	98236	61893
TOTAL PRODUITS	32794	45274	10105	119057	419567	4016	103288	66065
VALEUR AJOUTEE	12137	45651	1783	54556	173348	5111	54078	40425
Travail	5342	27381	1237	35617	103375	4377	28027	24675
Capital	6795	18270	546	18939	69973	734	26051	15750
Terre					0			
Reste quota					0			
Marges / CI					0			
Marges / CM					0			
Marges / FBC					0			
Marges / EXP					0			
TOTAL MARGES	0	0	0	0	0	0	0	0
Ménages					0			
TVA grevant les produits					0			
Impôts liés à la prod. autres que TVA	904	1870	551	20118	25532	247	2253	1957
Droits de douane à l'import					0			
Total gouvernement	904	1870	551	20118	25532	247	2253	1957
FEOGA					0			
TOTAL INSTITUTIONS	904	1870	551	20118	25532	247	2253	1957
COMPTE DE CAPITAL					0			
Reste de l'UE					0			
RdM hors UE					0			
Total RdM	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	45835	92795	12439	193731	618447	9374	159619	108447

ACTIVITES									
Reste de l'économie									
	Autres industries	Services	Commerce	Commerce de détail alimentaire	TOTAL	TOTAL	Blé tendre	Orge	Mais grains
Grandes cultures					0	0	36381	11373	15070
Viticulture					0	0			
Autres cultures					0	0			
Elevage laitier					0	0			
Elevage laitier fourrage					0	0			
Elevage bovin					0	0			
Elevage bovin fourrage					0	0			
Elevage mixte					0	0			
Elevage mixte fourrage					0	0			
Elevage avicole					0	0			
Elevage porcin					0	0			
Autres élevages					0	0			
Autres élevages fourrage					0	0			
Total Agriculture	0	0	0	0	0	0	36381	11373	15070
Industrie des viandes					0	0			
Industrie laitière					0	0			
Industrie alimentation animale					0	0			
Industrie de la transformation des céréales					0	0			
Industrie des corps gras					0	0			
Autres industries alimentaires					0	0			
Total Industrie Agro-alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pêche					0	0			
Industrie chimique de base					0	0			
Industrie de la parachimie					0	0			
Autres industries					0	0			
Services					0	0			
Commerce					0	0			
Commerce de détail alimentaire					0	0			
Total Reste de l'économie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ACTIVITES	0	0	0	0	0	0	36381	11373	15070
Blé tendre					0	18378			
Orge					0	6789			
Mais grain					0	11952			
Oléagineux					0	4762			
Protéagineux		72			72	2207			
Autres Céréales					0	2832			
Vins		6635			6635	20967			
Fourrages					0	31006			
Autres produits de culture	3194	10556			13870	43989			
Lait					0	54670			
Bovins					0	43422			
Volailles+Oeufs		584			584	21168			
Porcs					0	21489			
Autres produits animaux		2662			2662	11228			
Total produits agricoles	3194	20509	0	0	23823	294859	0	0	0
Viande bovine	2827	6645			9472	17492			
Viande avicole		3105			3105	3886			
Viande porcine		5706			5706	21597			
Autres viandes	499	1932			2431	3381			
Beurre - poudre de lait écrémé		959			959	6828			
Autres produits laitiers		5873			5873	11302			
Aliments composés					0	38066			
Produits transformés des céréales	3262	6888			11657	25809			
Tourteaux d'oléagineux					0	7155			
Huiles	632	2026			4753	8173			
Autres produits agro-alimentaires	1781	29551			36934	67613			
Total produits agro-alimentaires	9001	62785	0	0	80890	211302	0	0	0
Pêche		2937			3140	6189			
Produits de l'industrie chimique de base	80193	1738			143291	165494			
Produits de la parachimie	30125	28427	107	53	59945	75317			
Autres biens secondaires	1504119	522173	32683	15988	2132647	2225635			
Services	651479	1426570	105722	51717	2279153	2355372			
Total autres produits de l'économie	2265916	1981845	138512	67758	4618176	4828007	0	0	0
TOTAL PRODUITS	2278111	2065139	138512	67758	4722889	5334188	0	0	0
VALEUR AJOUTEE	1473357	3023045	519257	168352	5283825	5662546	0	0	0
Travail	1044223	2075305	324930	92971	3594508	3794762			
Capital	429134	947740	194327	75381	1689117	1811945			
Terre					0	43540			
Rente quota						12299			
Marges / CI					0	0	1591	674	1904
Marges / CM					0	0	0	0	0
Marges / FBC					0	0			
Marges / EXP					0	0	3406	1119	1386
TOTAL MARGES	0	0	0	0	0	0	4997	1793	3300
Ménages					0	0			
TVA grevant les produits					0	0			
Impôts liés à la prod. autres que TVA	145573	176071	84894	10166	421161	454922			
Droits de douane à l'import.					0	0	56	1	325
Total gouvernement	145573	176071	84894	10166	421161	454922	56	1	325
FEOGA					0	0			
TOTAL INSTITUTIONS	145573	176071	84894	10166	421161	454922	56	1	325
COMPTE DE CAPITAL					0	0			
Reste de l'UE					0	0			
RdM hors UE					0	0	66	1	324
Total RdM	0	0	0	0	0	0	66	1	324
TOTAL	3897041	5264255	742663	246276	10427675	11451636	41500	13168	19019

BIENS										
Agriculture										
	Ollagineux	Protéagineux	Autres céréales	Vins	Fourrage	Autres produits de culture	Lait	Bovins	Volailles + oeufs	Porcs
Grandes cultures	7332	3750	5709							
Viticulture				55975						
Autres cultures						63951				
Elevage laitier							36749	10986		
Elevage laitier fourrage					11626					
Elevage bovin								22387		
Elevage bovin fourrage					8830					
Elevage mixte							15546	13611		
Elevage mixte fourrage					6590					
Elevage avicole									25013	
Elevage porcin										19969
Autres élevages										
Autres élevages fourrage					3960					
Total Agriculture	7332	3750	5709	55975	31006	63951	52295	46984	25013	19969
Industrie des viandes										
Industrie laitière										
Industrie alimentation animale										
Industrie de la transformation des céréales										
Industrie des corps gras										
Autres industries alimentaires										
Total Industrie Agro-alimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pêche										
Industrie chimique de base										
Industrie de la parachimie										
Autres industries										
Services										
Commerce										
Commerce de détail alimentaire										
Total Reste de l'économie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ACTIVITES	7332	3750	5709	55975	31006	63951	52295	46984	25013	19969
Blé tendre										
Orge										
Mais grain										
Ollagineux										
Protéagineux										
Autres Céréales										
Vins										
Fourrages										
Autres produits de culture										
Lait										
Bovins										
Volailles+Oeufs										
Porcs										
Autres produits animaux										
Total produits agricoles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viande bovine										
Viande avicole										
Viande porcine										
Autres viandes										
Beurre - poudre de lait écrémé										
Autres produits laitiers										
Aliments composés										
Produits transformés des céréales										
Tourteaux ollagineux										
Huiles										
Autres produits agro-alimentaires										
Total produits agro-alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pêche										
Produits de l'industrie chimique de base										
Produits de la parachimie										
Autres biens secondaires										
Services										
Total autres produits de l'économie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL PRODUITS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VALEUR AJOUTEE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Travail										
Capital										
Terre										
Reste quota										
Marges / CI	1314	19	424	3590		6661	2375	3414	934	644
Marges / CM	0	218	0	13186	0	54980	0	0	3614	0
Marges / FBC		0		0	0	0	0	0	0	0
Marges / EXP	688	1610	284	4606	0	3898	0	593	124	8
TOTAL MARGES	2002	1847	708	21382	0	65539	2375	4007	4672	652
Ménages										
TVA grevant les produits		42		4972	0	5006			331	
Impôts liés à la prod. autres que TVA										
Droits de douane à l'import.	0	3	61	6	0	234	0	4	0	0
Total gouvernement	0	45	61	4978	0	5240	0	4	331	0
FEOGA										
TOTAL INSTITUTIONS	0	45	61	4978	0	5240	0	4	331	0
COMPTE DE CAPITAL										
Reste de l'UE	450	165		1979	0	14901	0	819	375	881
RdM hors UE	860	387	62	99	0	15873	0	175	17	1
Total RdM	1110	552	62	2078	0	30774	0	994	392	882
TOTAL	10444	6194	6540	84413	31006	165504	54670	51989	30408	21503

BIENS										
		Industrie Agro-alimentaire								
Autres produits animaux	TOTAL	Viande bovine	Viande avicole	Viande porcine	Autres viandes	Beurre - poudre de lait écrémé	Autres produits laitiers	Aliments animaux	Produits transformés céréales	
Grandes cultures	79615									
Viticulture	55975									
Autres cultures	63951									
Elevage laitier	47735									
Elevage laitier fourrage	11628									
Elevage bovin	22387									
Elevage bovin fourrage	8830									
Elevage mixte	29157									
Elevage mixte fourrage	6590									
Elevage avicole	25013									
Elevage porcin	19968									
Autres élevages	9265									
Autres élevages fourrage	3960									
Total Agriculture	9265	384073	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrie des viandes	0	0	59096	27794	66198	12417				
Industrie laitière	0	0					24685	82261		
Industrie alimentation animale	0	0							43993	
Industrie de la transformation des céréales	0	0								92305
Industrie des corps gras	0	0								
Autres industries alimentaires	0	0								
Total Industrie Agro-alimentaire	0	0	59096	27794	66198	12417	24685	82261	43993	92305
Pêche	0	0								
Industrie chimique de base	0	0								
Industrie de la parachimie	0	0								
Autres industries	0	0								
Services	0	0								
Commerce	0	0								
Commerce de détail alimentaire	0	0								
Total Reste de l'économie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ACTIVITES	9265	384073	59096	27794	66198	12417	24685	82261	43993	92305
Blé tendre	0	0								
Orge	0	0								
Mais grain	0	0								
Oléagineux	0	0								
Protéagineux	0	0								
Autres Céréales	0	0								
Vins	0	0								
Fourrages	0	0								
Autres produits de culture	0	0								
Lait	0	0								
Bovins	0	0								
Volailles+Oeufs	0	0								
Porcs	0	0								
Autres produits animaux	0	0								
Total produits agricoles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viande bovine	0	0								
Viande avicole	0	0								
Viande porcine	0	0								
Autres viandes	0	0								
Beurre - poudre de lait écrémé	0	0								
Autres produits laitiers	0	0								
Aliments composés	0	0								
Produits transformés des céréales	0	0								
Tourteaux d'oléagineux	0	0								
Huiles	0	0								
Autres produits agro-alimentaires	0	0								
Total produits agro-alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pêche	0	0								
Produits de l'industrie chimique de base	0	0								
Produits de la parachimie	0	0								
Autres biens secondaires	0	0								
Services	0	0								
Total autres produits de l'économie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL PRODUITS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VALEUR AJOUTEE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Travail	0	0								
Capital	0	0								
Terre	0	0								
Reste quota	0	0								
Marges / CI	498	24042	771	218	1141	199	147	1386	1098	362
Marges / CM	94	72092	30121	8180	21450	7685	1358	21515	820	5915
Marges / FBC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marges / EXP	44	17776	1219	70	98	23	457	466	630	426
TOTAL MARGES	636	113910	32111	8468	22689	7907	1962	23387	2549	6703
Ménages	0	0								
TVA grevant les produits	112	10463	2827	1113	2705	788	587	3596	913	3435
Impôts liés à la prod. autres que TVA	0	0								
Droits de douane à l'import.	24	714	155	31	13	5	6	37	4	143
Total gouvernement	136	11177	2982	1144	2718	793	593	3633	917	3578
FEOGA	0	0								
TOTAL INSTITUTIONS	136	11177	2982	1144	2718	793	593	3633	917	3578
COMPTE DE CAPITAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reste de l'UE	1046	20616	10528	500	6927	1053	1858	3933	1494	6541
RdM hors UE	2833	20498	64	789	87	3316	30	665	989	1284
Total RdM	3879	41114	10592	1289	7024	4369	1888	4598	2463	7825
TOTAL	13916	550274	104781	38695	98629	25486	29128	113859	49922	110411

	BIENS				Reste de l'économie					
	Tourteaux oléagineux	Huiles	Autres produits agroalimentaires	TOTAL	Pêche	Produits chimiques de base	Produits de la parachimie	Autres biens secondaires	Services	Commerce
Grandes cultures				0						
Viticulture				0						
Autres cultures				0						
Elevage laitier				0						
Elevage laitier fourrage				0						
Elevage bovin				0						
Elevage bovin fourrage				0						
Elevage mine				0						
Elevage mixte fourrage				0						
Elevage avicole				0						
Elevage porcin				0						
Autres élevages				0						
Autres élevages fourrage				0						
Total Agriculture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrie des viandes				165505						
Industrie laitière				108946						
Industrie alimentation animale				43993						
Industrie de la transformation des céréales				92305						
Industrie des corps gras	1108	11175		12283						
Autres industries alimentaires			190514	190514						
Total Industrie Agro-alimentaire	1108	11175	190514	611546	0	0	0	0	0	0
Pêche				0	9301					
Industrie chimique de base				0		159379				
Industrie de la parachimie				0			108334			
Autres industries				0				3875379		
Services				0					5197385	
Commerce				0						739553
Commerce de détail alimentaire				0						
Total Reste de l'économie	0	0	0	0	9301	159379	108334	3875379	5197385	739553
TOTAL ACTIVITES	1108	11175	190514	611546	9301	159379	108334	3875379	5197385	739553
Bil tendre				0						
Orge				0						
Mais grain				0						
Oléagineux				0						
Protéagineux				0						
Autres Céréales				0						
Vins				0						
Fourrages				0						
Autres produits de culture				0						
Lait				0						
Bovins				0						
Volailles+Oreufs				0						
Porcs				0						
Autres produits animaux				0						
Total produits agricoles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viande bovine				0						
Viande avicole				0						
Viande porcine				0						
Autres viandes				0						
Beurre - poudre de lait écrimé				0						
Autres produits laitiers				0						
Aliments composés				0						
Produits transformés des céréales				0						
Tourteaux oléagineux				0						
Huiles				0						
Autres produits agro-alimentaires				0						
Total produits agro-alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pêche				0						
Produits de l'industrie chimique de base				0						
Produits de la parachimie				0						
Autres biens secondaires				0						
Services				0						
Total autres produits de l'économie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL PRODUITS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VALEUR AJOUTEE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Travail				0						
Capital				0						
Terre				0						
Rente quota				0						
Marges / C)	262	525	7491	13601	1345	8353	7802	156106	0	-211249
Marges / CM		1024	64243	162311	12310	30	24436	404971	0	-430257
Marges / FBC	0	0	0	0	0	0	0	40276	0	-40276
Marges / EXP	68	331	3701	7489	1022	1341	1697	28446	0	-57771
TOTAL MARGES	330	1880	75435	183401	14677	8724	33935	629799	0	-739553
Ménages				0						
TVA grevant les produits		675	19994	36633	821	34	12845	329608	127157	0
Impôts liés à la prod. autres que TVA				0						
Droits de douane à l'import.		17	629	1040	0	507	324	8357	1	0
Total gouvernement	0	692	20623	37673	821	541	13169	337965	127158	0
FEOGA				0						
TOTAL INSTITUTIONS	0	692	20623	37673	821	541	13169	337965	127158	0
COMPTE DE CAPITAL				0						
Reste de l'UE	487	2993	23968	60282	712	83311	21755	585558	64648	0
RdM hors UE	5380	277	15877	28748	6221	26549	7323	431710	64693	0
Total RdM	5867	3270	39845	89030	6933	89860	29078	1017268	129341	0
TOTAL	7305	17017	326417	921650	31732	259504	184516	5860411	5453884	0

			FACTEURS					MARGES
	Commercé de détail alimentaire	TOTAL	TOTAL	Valeur répartie selon :				TOTAL
				ajoutée	Travail	Capital	Terre	
Grandes cultures	0	0	79615	0				0
Viticulture	0	0	55975	0				0
Autres cultures	0	0	63951	0				0
Elevage laitier	0	0	47735	0				0
Elevage laitier fourrage	0	0	11626	0				0
Elevage bovin	0	0	22387	0				0
Elevage bovin fourrage	0	0	8830	0				0
Elevage mixte	0	0	29157	0				0
Elevage mixte fourrage	0	0	6590	0				0
Elevage avicole	0	0	25013	0				0
Elevage porcine	0	0	19969	0				0
Autres élevages	0	0	9265	0				0
Autres élevages fourrage	0	0	3960	0				0
Total Agriculture	0	0	384073	0	0	0	0	0
Industrie des viandes	0	0	165505	0				0
Industrie laitière	0	0	106946	0				0
Industrie alimentation animale	0	0	43993	0				0
Industrie de la transformation des céréales	0	0	92305	0				0
Industrie des corps gras	0	0	12283	0				0
Autres industries alimentaires	0	0	190514	0				0
Total Industrie Agro-alimentaire	0	0	611546	0	0	0	0	0
Pêche	9301	9301	9301	0				0
Industrie chimique de base	159379	159379	159379	0				0
Industrie de la parachimie	108334	108334	108334	0				0
Autres industries	3875379	3875379	3875379	0				0
Services	5197385	5197385	5197385	0				0
Commerce	739553	739553	739553	0				0
Commercé de détail alimentaire	245893	245893	245893	0				0
Total Reste de l'économie	245893	10335224	10335224	0	0	0	0	0
TOTAL ACTIVITES	245893	10335224	11330843	0	0	0	0	0
Blé tendre	0	0	0	0				0
Orge	0	0	0	0				0
Mais grain	0	0	0	0				0
Oléagineux	0	0	0	0				0
Protéagineux	0	0	0	0				0
Autres Céréales	0	0	0	0				0
Vins	0	0	0	0				0
Fourrages	0	0	0	0				0
Autres produits de culture	0	0	0	0				0
Lait	0	0	0	0				0
Bovins	0	0	0	0				0
Volailles-Oeufs	0	0	0	0				0
Porcs	0	0	0	0				0
Autres produits animaux	0	0	0	0				0
Total produits agricoles	0	0	0	0	0	0	0	0
Viande bovine	0	0	0	0				0
Viande avicole	0	0	0	0				0
Viande porcine	0	0	0	0				0
Autres viandes	0	0	0	0				0
Beurre - poudre de lait écrémé	0	0	0	0				0
Autres produits laitiers	0	0	0	0				0
Aliments composés	0	0	0	0				0
Produits transformés des céréales	0	0	0	0				0
Tourteaux d'oléagineux	0	0	0	0				0
Huiles	0	0	0	0				0
Autres produits agro-alimentaires	0	0	0	0				0
Total produits agro-alimentaires	0	0	0	0	0	0	0	0
Pêche	0	0	0	0				0
Produits de l'industrie chimique de base	0	0	0	0				0
Produits de la parachimie	0	0	0	0				0
Autres biens secondaires	0	0	0	0				0
Services	0	0	0	0				0
Total autres produits de l'économie	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL PRODUITS	0	0	0	0	0	0	0	0
VALEUR AJOUTEE	0	0	0	0	0	0	0	0
Travail	0	0	0	0				0
Capital	0	0	0	0				0
Terre	0	0	0	0				0
Rente quota	0	0	0	0				0
Marges / CI		-37643	0	0				0
Marges / CM	-245893	-234403	0	0				0
Marges / FBC		0	0	0				0
Marges / EXP		-25265	0	0				0
TOTAL MARGES	-245893	-297311	0	0	0	0	0	0
Ménages	0	0	5530956	3793481	1681636	43540	12299	0
TVA grevant les produits	0	470465	517561	0				0
Impôts liés à la prod. autres que TVA	0	0	0	0				0
Droits de douane à l'import.	0	9189	10943	130309	130309			0
Total gouvernement	0	479654	528504	130309	0	130309	0	0
FEOGA	0	0	0	0				0
TOTAL INSTITUTIONS	0	479654	528504	5661265	3793481	1811945	43540	12299
COMPTE DE CAPITAL	0	0	0	0				0
Reste de l'UE	0	735984	816862	6751	6751	0	0	0
RdM hors UE	0	536496	585742	10973	10973	0	0	0
Total RdM	0	1272480	1402604	17724	17724	0	0	0
TOTAL	0	11790047	13261971	5678989	3811205	1811945	43540	12299

	INSTITUTIONS							
	Ménages	Gouvernement				TOTAL	FEOGA	TOTAL
		Subvention s d'exploit.	Subventi ons d'export.	Consom- mations	Transferts			
Grandes cultures		1431				1431	8496	9927
Viticulture		1146				1146	1081	2227
Autres cultures		977				977	331	1308
Elevage laitier		1245				1245	1261	2506
Elevage laitier fourrage						0		0
Elevage bovin		1331				1331	1402	2733
Elevage bovin fourrage						0		0
Elevage mixte		432				432	31	463
Elevage mixte fourrage						0		0
Elevage avicole		192				192		192
Elevage porcin		154				154		154
Autres élevages		573				573	1358	1931
Autres élevages fourrage						0		0
Total Agriculture	0	7481	0	0	0	7481	13960	21441
Industrie des viandes						0	0	0
Industrie laitière						0	1198	1198
Industrie alimentation animale						0	1842	1842
Industrie de la transformation des céréales						0	490	490
Industrie des corps gras		0				0	156	156
Autres industries alimentaires		208				208	3009	3217
Total Industrie Agro-alimentaire	0	208	0	0	0	208	6693	6901
Pêche		73				73		73
Industrie chimique de base		240				240		240
Industrie de la parachimie		113				113		113
Autres industries		21662				21662		21662
Services		66870				66870		66870
Commerce		2604				2604	506	3110
Commerce de détail alimentaire		383				383		383
Total Reste de l'économie	0	91945	0	0	0	91945	506	92451
TOTAL ACTIVITES	0	99634	0	0	0	99634	21159	120793
Blé tendre						0	4986	4986
Orge						0	1256	1256
Mais grain						0	966	966
Oligagineux						0		0
Protéagineux		873				0		873
Autres Céréales						0	399	399
Vins		38109				0	64	38173
Fourrages						0		0
Autres produits de culture		105869				0	49	105918
Lait						0		0
Bovins						0		0
Volailles+Oreufs		8581				0	16	8597
Porcs						0		0
Autres produits animaux		542				0		542
Total produits agricoles	153974	0	0	0	0	0	7738	161710
Viande bovine		76395				0	1582	77987
Viande avicole		30082				0	655	30737
Viande porcine		73108				0	28	73136
Autres viandes		21274				0		21274
Beurre - poudre de lait cérémé		14822				0	1323	16145
Autres produits laitiers		90757				0	709	91466
Aliments composés		6798				0		6798
Produits transformés des céréales		72734				0	1843	74577
Tourneaux d'oléagineux						0		0
Huiles		8813				0		8813
Autres produits agro-alimentaires		202450				0	1805	204255
Total produits agro-alimentaires	597233	0	0	0	0	0	7955	605188
Pêche		21818				0		21818
Produits de l'industrie chimique de base		287				0		287
Produits de la parachimie		70329				0		70329
Autres biens secondaires		1421342				0		1421342
Services		1656692		1170435		1170435		2827127
Total autres produits de l'économie	3170468	0	0	1170435	0	1170435	0	4340903
TOTAL PRODUITS	3921675	0	0	1170435	0	1170435	15691	5107801
VALEUR AJOUTEE	0	0	0	0	0	0	0	0
Travail						0		0
Capital						0		0
Terre						0		0
Rente quota						0		0
Marges / C/						0		0
Marges / CM						0		0
Marges / FBC						0		0
Marges / EXP						0		0
TOTAL MARGES	0	0	0	0	0	0	0	0
Ménages	2362573				1556906	1556906		3919479
TVA grevant les produits								0
Impôts liés à la prod. autres que TVA								0
Droits de douane à l'import.	1973778				252785	252785		2226563
Total gouvernement	1973778	0	0	0	252785	252785	0	2226563
FEOGA							0	0
TOTAL INSTITUTIONS	4336351	0	0	0	1809691	1809691	0	6146042
COMPTE DE CAPITAL	1239229				180738	180738		1399967
Reste de l'UE	149079				71168	71168		220247
RdM hors UE	171226				50647	50647		221873
Total RdM	320305	0	0	0	121815	121815	0	442120
TOTAL	9817560	89634	0	1170435	2092244	3362313	36850	13216723

	CPTE DE CAPITAL			RESTE DU MONDE			TOTAL
	Consum.	Var.	TOTAL	Export. biens agricoles			
	de capital	Stocks		Reste de l'UE	RdM Hors UE	TOTAL	
Grandes cultures			0			0	89542
Viticulture			0			0	58202
Autres cultures			0			0	65259
Elevage laitier			0			0	50241
Elevage laitier fourrage			0			0	11626
Elevage bovin			0			0	25120
Elevage bovin fourrage			0			0	8830
Elevage mixte			0			0	29620
Elevage mixte fourrage			0			0	6590
Elevage avicole			0			0	25205
Elevage porcine			0			0	20123
Autres élevages			0			0	11196
Autres élevages fourrage			0			0	3960
Total Agriculture	0	0	0	0	0	0	405514
Industrie des viandes			0			0	165505
Industrie laitière			0			0	108142
Industrie alimentation animale			0			0	45835
Industrie de la transformation des céréales			0			0	92795
Industrie des corps gras			0			0	12439
Autres industries alimentaires			0			0	193731
Total Industrie Agro-alimentaire	0	0	0	0	0	0	618447
Pêche			0			0	9374
Industrie chimique de base			0			0	159619
Industrie de la parachimie			0			0	108447
Autres industries			0			0	3897041
Services			0			0	5264255
Commerce			0			0	742663
Commerce de détail alimentaire			0			0	246276
Total Reste de l'économie	0	0	0	0	0	0	10427675
TOTAL ACTIVITES	0	0	0	0	0	0	11451636
Blé tendre	0	1952	1952	10046	6138	16184	41500
Orge	0	1235	1235	2747	1141	3888	13168
Mais grain	0	-3904	-3904	9039	966	10005	19019
Oléagineux	0	1431	1431	4226	25	4251	10444
Protéagineux	0	1169	1169	1898	47	1945	6194
Autres Céréales	0	1259	1259	1674	378	2050	6540
Vins	0	9579	9579	10067	5627	15694	84413
Fourrages			0			0	31006
Autres produits de culture	5520	-1733	3787	9898	1912	11810	165504
Lait	0	0	0	0	0	0	54670
Bovins	-1201	2715	1514	6975	78	7053	51989
Volailles+Oeufs	0	0	0	449	194	643	30408
Porcs	-16	-142	-158	171	1	172	21503
Autres produits animaux	787	-63	724	1111	311	1422	13916
Total produits agricoles	5090	13498	18588	58301	16816	75117	550274
Viande bovine			0	7941	1361	9302	104781
Viande avicole	-312	-312	-312	2569	1815	4384	38695
Viande porcine	0	0	0	3659	237	3896	98629
Autres viandes	-678	-678	-678	188	1321	1509	25486
Beurre - poudre de lait décafé	-666	-666	-666	4741	2080	6821	29128
Autres produits laitiers	-1687	-1687	-1687	10032	2746	12778	113859
Aliments composés			0	4344	714	5058	49922
Produits transformés des céréales	273	273	273	5738	4014	9752	110411
Tourteaux d'oléagineux			0	150	0	150	7305
Huiles	-2468	-2468	-2468	1406	1093	2499	17017
Autres produits agro-alimentaires	5105	5105	5105	29197	20247	49444	326417
Total produits agro-alimentaires	0	-433	-433	69965	35628	105583	921650
Pêche			0	3125	600	3725	31732
Produits de l'industrie chimique de base	4696	4696	4696	58940	30087	89027	259504
Produits de la parachimie	-1859	-1859	-1859	24155	16574	40729	184516
Autres biens secondaires	1303197	55043	1358240	513228	341966	855194	5860411
Services	83071	83071	83071	80575	107739	188314	5453884
Total autres produits de l'économie	1386268	57880	1444148	680023	498966	1176989	11790047
TOTAL PRODUITS	1391358	70945	1462303	808289	549410	1357699	13261971
VALEUR AJOUTEE	0	0	0	7777	8666	16443	5678989
Travail			0	7777	8666	16443	3811205
Capital			0			0	1811945
Terre			0			0	43540
Rente quota			0			0	12299
Marges / Ct			0			0	0
Marges / CM			0			0	0
Marges / FBC			0			0	0
Marges / EXP			0			0	0
TOTAL MARGES	0	0	0	0	0	0	0
Ménages			0	122406	244719	367125	9817560
TVA grevant les produits			0			0	517561
Impôts liés à la prod. autres que TVA			0			0	454922
Droits de douane à l'import.			0	10011	12004	22015	2389830
Total gouvernement	0	0	0	10011	12004	22015	3362313
FEOGA			0	36850		36850	36850
TOTAL INSTITUTIONS	0	0	0	169267	256723	425990	13216723
COMPTE DE CAPITAL	0	0	0	60022	29587	89589	1488556
Reste de l'UE	1475		1475			0	1045355
RdM hors UE	25778		25778			0	844366
Total RdM	27253	0	27253	0	0	0	1889721
TOTAL	1418611	70945	1489556	1045355	844366	1889721	46988596

Chapitre 3.

L'offre et les technologies de production

3.0. Introduction du chapitre 3

L'objectif de ce chapitre est de décrire les comportements des producteurs distingués dans notre modèle, et par suite de spécifier les fonctions d'offre des produits, les fonctions de demande dérivée des inputs intermédiaires et des facteurs primaires de production.

Fondés sur la tradition walrasienne et donc se référant explicitement à la théorie néoclassique, les producteurs dans les modèles d'EGC sont rationnellement optimisateurs. Ainsi, ils maximisent leur profit, étant donné les contraintes technologiques et les contraintes de marché auxquelles ils font face. Dans ce chapitre, nous nous plaçons dans le cadre de la concurrence pure et parfaite. Nous considérons par conséquent que les contraintes de marché qui s'imposent aux producteurs se traduisent par un système de prix, des produits et des facteurs primaires de production, exogène pour ceux-ci¹.

Si les contraintes de marché s'expriment de la même manière pour tous les producteurs, les contraintes technologiques diffèrent en revanche entre ceux-ci à plusieurs égards. Tout d'abord, certains intrants ne sont pas utilisés dans certains processus de production. Par exemple, la terre est uniquement utilisée dans les technologies « végétales ». De plus, un même intrant peut jouer un rôle différent dans deux technologies. Par exemple, l'input intermédiaire blé est considéré comme une semence dans le secteur d'activité des grandes cultures et est, à cet égard, un input essentiel. Dans les secteurs d'activité des productions animales, le blé est une matière première qui peut être substituée par d'autres matières premières pour l'alimentation des animaux ; l'input blé n'y est donc pas un input essentiel. Ensuite, certains producteurs offrent plusieurs produits, leurs contraintes technologiques ne peuvent donc pas être résumées dans une fonction de production. Enfin, les structures adoptées, notamment en ce qui concerne les séparabilités introduites entre les intrants, sont différentes d'un secteur d'activité à un autre.

L'introduction de séparabilités entre intrants dans les technologies de production est d'usage courant dans les modèles d'EGC car cela permet de réduire le nombre de paramètres nécessaires pour les représenter et de résoudre le programme d'optimisation des producteurs par étapes, en définissant plusieurs sous-programmes d'optimisation (Chambers, 1988). La technologie de production peut alors être illustrée par un arbre de production avec des nids sur plusieurs niveaux, chaque nid reflétant une hypothèse de séparabilité entre intrants. En contrepartie, l'introduction de séparabilités contraint les relations de substitution entre les intrants et par suite les valeurs des élasticités des demandes dérivées de ces intrants par rapport aux prix de ceux-ci (Berndt et Christensen, 1973). Dès lors, un arbitrage doit être réalisé entre la réduction du nombre de paramètres et

¹ Naturellement, ces prix sont déterminés de manière endogène dans le modèle.

les contraintes imposées aux élasticités de demande dérivée des intrants. Cet arbitrage dépend naturellement des informations dont on dispose sur ces élasticités.

Dans ce chapitre, nous allons présenter progressivement les technologies spécifiées pour tous les secteurs d'activité. Nous allons également résoudre les programmes d'optimisation des producteurs et en déduire les fonctions d'offre des produits, les fonctions de demande dérivée des inputs intermédiaires et des facteurs primaires de production.

Ce chapitre est organisé de la façon suivante. Dans une première section, les hypothèses communes à tous les producteurs sont précisées. Dans une deuxième section, nous présentons le cas de base qui est adopté dans 9 secteurs d'activité. Dans une troisième section, nous spécifions des technologies de production pour 9 des 13 secteurs d'activité restants. Dans ces technologies, nous adoptons des séparabilités différentes entre les intrants, notamment pour introduire plus de possibilités de substitution entre ces intrants. Enfin, dans une quatrième section, nous spécifions les technologies de production pour les 6 secteurs d'activité offrant plusieurs produits.

3.1. Les hypothèses

Dans cette section, nous formulons un ensemble d'hypothèses qui s'appliquent à tous les secteurs d'activité.

Hypothèse 1 : Rationalité des producteurs, accès aux marchés des biens et services

Conformément à la théorie néoclassique, les producteurs maximisent leur profit, étant donné les contraintes techniques de production et le système de prix auxquels ils font face. Dans le cadre de la concurrence pure et parfaite adopté dans ce chapitre, les producteurs considèrent tous les prix comme des données : prix des outputs (P_i est le prix de l'output i), prix des inputs intermédiaires ($PCMA_i$ est le prix à la consommation intermédiaire de l'input i) et prix des facteurs primaires de production (W_f est le prix du facteur primaire de production f).

Hypothèse 2 : Libre disposition des intrants

Les inputs intermédiaires ($CI_{i,j}$ est la consommation intermédiaire du produit i par le secteur d'activité j) et les facteurs primaires de production ($X_{f,j}$ est l'utilisation du facteur primaire de production f par le secteur d'activité j) sont supposés variables. Nous nous situons donc dans un cadre de long terme. Par conséquent, les prix de marché des inputs intermédiaires et des facteurs primaires de production entrent explicitement dans le programme d'optimisation des producteurs. Cette hypothèse signifie qu'il n'y a pas de facteurs primaires de production fixes, immobiles dans un secteur d'activité. Il n'y a pas non plus d'intrants

spécifiques à un secteur d'activité, c'est-à-dire que chaque intrant peut être utilisé par plusieurs secteurs d'activité.

Hypothèse 3 : Rendements d'échelle

Les rendements d'échelle de long terme sont constants. De manière équivalente, dans le cas d'un secteur d'activité mono-produit, la fonction de production est homogène de degré un par rapport à l'ensemble des inputs intermédiaires et des facteurs primaires de production. Cette hypothèse entraîne nécessairement l'égalité entre les recettes et les dépenses pour un producteur donné, c'est-à-dire l'annulation du profit. Notons que la constance des rendements d'échelle de long terme implique une élasticité infinie de l'offre d'un produit par rapport à son propre prix. En d'autres termes, lors de la résolution du programme des producteurs, il n'est pas possible de déterminer précisément le volume offert par ceux-ci à partir de la seule connaissance des prix des outputs et des inputs. Sur un graphique classique avec les quantités en abscisse et les prix en ordonnées, la constance des rendements d'échelle constants se traduit par une courbe d'offre horizontale, parallèle à l'axe des abscisses (Varian, 1984).

Hypothèse 4 : Approche primale/duale

Pour rendre un modèle d'EGC opérationnel, il faut spécifier des formes paramétriques pour toutes les fonctions d'offre et de demande, en particulier pour les fonctions d'offre d'outputs et les fonctions de demande dérivée des intrants. On peut alors distinguer deux approches dans le cas de la production (Beaumais, 1995). L'approche primale consiste à spécifier une forme fonctionnelle² pour la technologie de production, puis à résoudre le programme de maximisation du profit par les producteurs, pour en déduire les fonctions de demande dérivée d'intrants. L'approche duale consiste à spécifier une forme fonctionnelle pour la fonction de coût, dont on déduit les demandes optimales des intrants par application du lemme de Shephard.

Dans les modèles d'EGC en concurrence pure et parfaite, le choix entre l'une ou l'autre de ces deux approches est difficile et dépend largement des « goûts » du modélisateur. Par contre, dans les modèles d'EGC en concurrence imparfaite, l'approche duale est privilégiée car elle permet d'écrire plus facilement les conditions d'optimalité des producteurs. En effet, les producteurs tarifient en fonction de leur coût marginal, variable explicite dans l'approche duale et seulement implicite dans l'approche primale. Nous avons choisi d'adopter ici l'approche primale dans la mesure où nous adoptons dans ce chapitre l'hypothèse de concurrence pure et parfaite pour tous les secteurs d'activité.

² Quand des séparabilités entre les intrants sont imposées, une forme fonctionnelle est spécifiée à chaque nid de l'arbre de production.

Hypothèse 5 : Formes paramétriques retenues

Le choix des formes fonctionnelles à chaque nid de l'arbre de production influence fortement les résultats fournis par le modèle. Dans les modèles d'EGC, ce choix est guidé par quatre considérations principales. Tout d'abord, il dépend bien évidemment de la désagrégation retenue pour les produits et les facteurs primaires de production. Ensuite, il dépend du degré de substitution désiré dans les technologies de production. Les formes fonctionnelles choisies doivent également être compatibles avec l'approche théorique³. Enfin, le dernier élément pris en compte est celui de la maniabilité des formes fonctionnelles sur le plan analytique. Ces deux dernières considérations expliquent en grande partie pourquoi les formes Leontief, Cobb Douglas, CES (Constant Elasticity of Substitution) sont majoritairement utilisées⁴ pour représenter les technologies dans les modèles d'EGC (Shoven et Whalley, 1992).

Dans toutes les technologies, nous allons utiliser, à l'instar de la plupart des modèles d'EGC, les formes fonctionnelles Leontief et CES.

3.2. La spécification de base du comportement des producteurs

La technologie de production qui est décrite dans cette section s'applique aux 9 secteurs d'activité suivants : industrie de la transformation des céréales, autres industries alimentaires, secteur d'activité de la pêche, industrie chimique de base, industrie de la parachimie, autres industries, secteur d'activité des services, secteur du commerce de détail alimentaire et Autre commerce. Les deux derniers secteurs ne produisent pas de biens mais des services commerciaux dont la valeur est égale aux marges commerciales (cf. chapitre 6).

Cette section est divisée en deux paragraphes. Dans un premier paragraphe, nous précisons les hypothèses supplémentaires qui sont imposées aux secteurs d'activité mentionnés ci-dessus. Dans un second paragraphe, les équations de demande dérivée d'intrants sont présentées.

³ Les formes fonctionnelles doivent être non décroissante, continue et quasi-concave en tout point.

⁴ Des formes fonctionnelles flexibles, du type Translog, peuvent également être spécifiées, comme par exemple dans Jorgenson et Slesnick (1985). Perroni et Rutherford (1995 et 1996) ont montré que ces dernières ne respectent pas toujours les conditions globales de régularité, en particulier la condition de concavité de la fonction de coût par rapport aux prix des facteurs, lorsque l'approche duale est privilégiée. Cette propriété de régularité globale de la fonction de coût est pourtant cruciale pour la résolution numérique des modèles d'EGC. Ces deux auteurs montrent alors que certaines restrictions doivent être imposées pour que ces formes respectent les conditions globales de régularité (élasticités de substitution partielle d'Allen-Uzawa croisées suffisamment proches de l'unité dans le cas de la Translog).

3.2.1. Les hypothèses supplémentaires

Hypothèse 6 : Mono-production

Les producteurs ne produisent qu'un seul output ($Y_{i,j}$ est la production du bien i par le secteur d'activité j ⁵). Dans ce cas, les contraintes techniques de production peuvent être résumées par une fonction de production qui donne le niveau d'output obtenu à partir d'une certaine combinaison d'inputs intermédiaires et de facteurs primaires de production.

Hypothèse 7 : Taxes et subventions

Les producteurs reçoivent des subventions d'exploitation de la part des secteurs institutionnels publics (administration française et FEOGA partie française). Ils payent des taxes à la production, qui sont perçues par l'administration française. Les taxes à la production sont calculées comme le produit d'un taux de taxe (t_j) par la valeur de la production du secteur d'activité j ($P_i Y_{i,j}$). De même, les subventions d'exploitation reçues de la part des deux secteurs institutionnels publics sont calculées comme le produit d'un taux de subvention ($s_{j,ins}$ est le taux de la subvention d'exploitation versée par le secteur institutionnel ins au secteur d'activité j) par la valeur de la production.

Le prix reçu par le producteur pour son output, taxes à la production déduites et subventions d'exploitation incluses, est égal à :

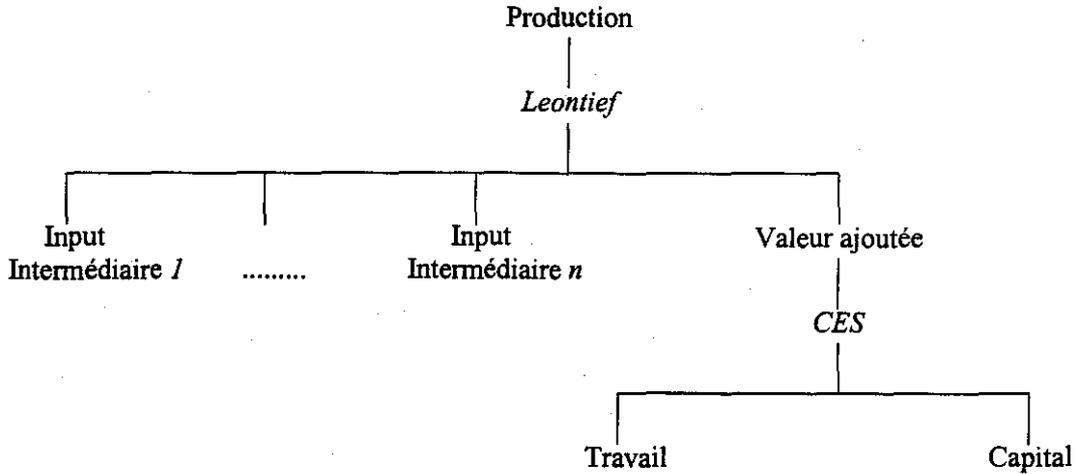
$$P_i (1 - t_j + s_j) \text{ où } s_j = \sum_{ins} s_{j,ins} .$$

Hypothèse 8 : Structure basique de la technologie

Les hypothèses de séparabilité entre intrants ainsi que les formes fonctionnelles adoptées à chaque niveau de la fonction de production sont présentées sur le graphique 3.1.

⁵ Dans cette section, $Y_{i,j} = 0$ quand $i \neq j$.

Graphique 3.1. La structure de base de la technologie de production



La fonction de production est donc caractérisée par une structure arborescente à deux étages. Au premier étage, les producteurs combinent dans des proportions fixes (hypothèse Leontief) des inputs intermédiaires à un facteur agrégé constitué des deux facteurs primaires de production, travail et capital. Au deuxième étage, le travail et le capital sont combinés en utilisant une micro fonction de production CES pour former le facteur agrégé dénommé valeur ajoutée.

Etant donné la forme Leontief du premier niveau de la structure de production, les inputs intermédiaires ne peuvent pas se substituer entre eux, de même qu'ils ne peuvent pas se substituer aux facteurs primaires de production. La structure de production est fortement séparable et il est donc possible de résoudre le programme de maximisation du profit des producteurs à l'aide de deux sous-programmes (Green, 1964) : minimisation du coût de la valeur ajoutée au deuxième niveau de l'arbre de production et maximisation du profit au premier niveau de l'arbre de production.

La forme analytique de la fonction de production reproduite sur le graphique 3.1. est la suivante :

$$Y_{i,j} = \min \left[\frac{CI_{1,j}}{io_{1,j}}, \dots, \frac{CI_{n,j}}{io_{n,j}}, VACF_j = \alpha_j \cdot \left(\sum_f \delta_{f,j} \cdot X_{f,j}^{-\rho_{KL,j}} \right)^{-1/\rho_{KL,j}} \right] \quad (3.1)$$

avec :

- i l'indice du produit i
- j l'indice du secteur d'activité j
- f l'indice des facteurs primaires de production ($f = \text{capital, travail}$)
- n le nombre d'inputs intermédiaires utilisés ($i=1, \dots, n$)
- $Y_{i,j}$ la production du bien i par le secteur d'activité j
- $CI_{i,j}$ la consommation de l'input intermédiaire i par le secteur d'activité j
- $io_{i,j}$ le coefficient input - output de la consommation de l'input intermédiaire i par le secteur d'activité j
- $X_{f,j}$ la quantité du facteur primaire de production f utilisée par le secteur d'activité j
- $VACF_j$ le volume de valeur ajoutée du secteur d'activité j
- α_j le paramètre d'efficience (ou d'échelle) de la fonction CES dans le secteur d'activité j
- $\delta_{f,j}$ les paramètres de distribution pour chaque facteur primaire (leur somme est égale à 1, $\sum_f \delta_{f,j} = 1$) de la fonction CES dans le secteur d'activité j
- $\rho_{KL,j}$ le paramètre de substitution de la fonction CES dans le secteur d'activité j et $\sigma_{KL,j} = 1 / (1 + \rho_{KL,j})$ est l'élasticité de substitution entre le capital et le travail.

3.2.2. Résolution du programme d'optimisation des producteurs

Le programme d'optimisation des producteurs peut finalement s'écrire sous la forme suivante :

$$\max_{CI_{k,j}, X_{f,j}} P_i (1 - t_j + s_j) Y_{i,j} - \sum_{k=1}^n PCMA_k \cdot CI_{k,j} - \sum_f W_f \cdot X_{f,j}$$

sous la contrainte : (3.2)

$$Y_{i,j} = \min \left[\frac{CI_{1,j}}{io_{1,j}}, \dots, \frac{CI_{n,j}}{io_{n,j}}, VACF_j = \alpha_j \cdot \left(\sum_f \delta_{f,j} \cdot X_{f,j}^{-\rho_{KL,j}} \right)^{-1/\rho_{KL,j}} \right]$$

avec :

- P_i le prix de marché du produit i
- t_j le taux de taxe à la production dans le secteur d'activité j

- s_j le taux de subvention d'exploitation dans le secteur d'activité j
 $PCMA_i$ le prix à la consommation intermédiaire de l'input i
 W_f le prix du facteur primaire de production f

Comme indiqué précédemment, la structure adoptée nous permet de résoudre le programme des producteurs en deux étapes. Dans une première étape, nous minimisons le coût de production de l'agrégat valeur ajoutée. Ce premier sous-programme s'écrit de la façon suivante :

$$\min_{X_{f,j}} \sum_f W_f \cdot X_{f,j}$$

sous la contrainte : (3.3)

$$VACF_j = \alpha_j \cdot \left(\sum_f \delta_{f,j} \cdot X_{f,j}^{-\rho_{KL,j}} \right)^{-1/\rho_{KL,j}}$$

Les demandes dérivées des facteurs primaires de production, solutions de ce premier sous-programme, sont :

$$X_{f,j} = \frac{VACF_j}{\alpha_j} \cdot \left(\frac{\delta_{f,j}}{W_f} \right)^{1/\rho_{KL,j}} \cdot \left(\sum_f \delta_{f,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_f^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} \right)^{1/\rho_{KL,j}} \quad (3.4)$$

L'équation (3.4) définit les demandes optimales des deux facteurs primaires de production en fonction des prix de ces facteurs et du volume de la valeur ajoutée. Ces demandes dérivées hicksiennes sont homogènes de degré zéro par rapport aux prix des facteurs. La demande dérivée d'un facteur décroît avec son propre prix ; par suite, elle croît avec le prix de l'autre facteur. Elle croît également avec le volume de la valeur ajoutée. Plus précisément, la demande dérivée hicksienne d'un facteur varie proportionnellement avec le volume de la valeur ajoutée, ce qui découle de l'hypothèse (3) des rendements d'échelle constants.

Le coût de production de l'agrégat valeur ajoutée est :

$$C^j(VACF_j, W_f) = \sum_f W_f \cdot X_{f,j} = \frac{VACF_j}{\alpha_j} \cdot \left(\sum_f \delta_{f,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_f^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} \right)^{1+\rho_{KL,j}/\rho_{KL,j}} \quad (3.5)$$

Grâce à l'hypothèse (3) des rendements d'échelle constants, le coût de production de l'agrégat valeur ajoutée est égal au volume de cet agrégat multiplié par un terme, qui est fonction uniquement des prix des facteurs de production. Ce terme correspond au prix de l'agrégat valeur ajoutée et est noté PVA_j :

$$PVA_j = \frac{1}{\alpha_j} \cdot \left(\sum_f \delta_{f,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_f^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} \right)^{1+\rho_{KL,j}/\rho_{KL,j}} \quad (3.6)$$

Ce prix de l'agrégat valeur ajoutée est utilisé pour résoudre le deuxième sous-programme du producteur, qui s'écrit de la façon suivante :

$$\max_{CI_{k,j}, VACF_j} P_i \cdot (1 - t_j + s_j) \cdot Y_{i,j} - \sum_{k=1}^n PCMA_k \cdot CI_{k,j} - PVA_j \cdot VACF_j$$

sous la contrainte : (3.7)

$$Y_{i,j} = \min \left[\frac{CI_{1,j}}{io_{1,j}}, \dots, \frac{CI_{n,j}}{io_{n,j}}, VACF_j \right]$$

La résolution de ce deuxième sous-programme définit les demandes dérivées optimales des inputs intermédiaires et de l'agrégat valeur ajoutée.

$$CI_{k,j} = io_{k,j} \cdot Y_{i,j} \quad (3.8)$$

$$VACF_j = Y_{i,j} \quad (3.9)$$

L'équation (3.8) définit l'utilisation, en tant que consommation intermédiaire, du bien k par le secteur d'activité j sur la base du coefficient input - output correspondant $io_{k,j}$. Cette équation n'appelle pas de commentaires particuliers, sauf à noter que cette demande dérivée ne dépend pas, par hypothèse, des prix des inputs. Par conséquent, il ne peut pas y avoir de substitutions entre les différents inputs intermédiaires d'une part, entre les inputs intermédiaires et les facteurs primaires de production d'autre part.

L'équation (3.9) définit le volume de la valeur ajoutée comme étant égal au volume de la production. Ce choix de calibrage est complètement arbitraire⁶.

La condition de profit nul dans le secteur d'activité j entraîne l'équation (3.10) :

$$P_i \cdot (1 - t_j + s_j) \cdot Y_{i,j} = \sum_{k=1}^n io_{k,j} \cdot PCMA_k \cdot Y_{i,j} + PVA_j \cdot VACF_j \quad (3.10)$$

Le terme de gauche correspond aux recettes du secteur d'activité considéré, diminuées des taxes à la production et augmentées des subventions d'exploitation. Ces recettes sont égales aux dépenses, réparties en dépenses sous forme de consommations intermédiaires (premier

⁶ Cette règle de calibrage est adoptée par Kilkenny (1991) par exemple.

terme du membre de droite) et sous forme de valeur ajoutée (deuxième terme du membre de droite).

D'après les équations (3.8) et (3.9), l'équation (3.10) peut se réécrire de la façon suivante :

$$P_i \cdot (1 - t_j + s_j) = \sum_{k=1}^n i o_{k,j} \cdot PCMA_k + PVA_j \quad (3.11)$$

Cette dernière équation fournit une relation entre le prix de marché du produit offert par le secteur d'activité j , le prix des inputs intermédiaires utilisés dans ce secteur et le prix de la valeur ajoutée. Une augmentation du prix d'un input intermédiaire, étant donné les prix des autres inputs intermédiaires et les prix des facteurs primaires de production, va entraîner une augmentation du prix du bien offert par le producteur j .

La spécification de base décrite ci-dessus est souvent adoptée dans les modèles d'EGC pour plusieurs raisons. Elle est tout d'abord relativement facile à mettre en œuvre. Elle est de plus parcimonieuse en termes de données et de paramètres nécessaires au calibrage de la fonction de production. En effet, outre les valeurs des transactions dans la matrice de comptabilité sociale (MCS), seule une élasticité de substitution entre les facteurs primaires de production est nécessaire au calibrage des paramètres de la fonction de production⁷. Cette procédure de calibrage n'est pas détaillée ici (sur ce point, voir Shoven et Whalley, 1992). Enfin, l'hypothèse d'utilisation d'inputs intermédiaires dans des proportions fixes facilite la résolution numérique des modèles d'EGC (Ballard et al., 1985).

3.3. L'introduction des possibilités de substitution dans les technologies agricoles et agro-alimentaires

La structure de la technologie de production décrite ci-dessus contraint clairement les relations de substitution entre les différents intrants. Or les possibilités de substitution au sein de l'ensemble des inputs intermédiaires, et entre ces derniers et les facteurs primaires de production (travail, capital et terre), jouent un rôle clef dans les processus de production agricoles et agro-alimentaires. Quelques exemples illustrent cette importance.

Dans les secteurs agricoles d'élevage tout d'abord, une représentation adéquate de la technologie nécessite que la composition des rations animales puisse être modifiée en fonction des évolutions des prix relatifs des différentes matières premières. Plusieurs études économétriques (Surry, 1988 ; Bureau et Danechvar-Kakhki, 1991) confirment l'existence de relations de substitution statistiquement significatives entre les différentes matières premières dans les secteurs d'élevage français.

⁷ Les élasticités de substitution choisies sont présentées à la fin du chapitre.

La même remarque s'applique au secteur agro-alimentaire de l'alimentation animale, sans nul doute avec une plus grande acuité dans la mesure où l'industriel a le choix entre un nombre plus grand de matières premières⁸. Un des effets escomptés de la réforme de la PAC de mai 1992 reposait d'ailleurs sur les possibilités de substitution importantes entre les différents ingrédients utilisés en alimentation animale. La baisse des prix institutionnels des céréales communautaires avait pour objectif premier de favoriser un accroissement de la demande de céréales par l'industrie de l'alimentation animale au détriment des autres ingrédients qui sont, pour une large part, importés (sur ce point, voir, par exemple, Guyomard et al., 1993).

Au niveau des secteurs agricoles végétaux, les inputs d'origine industrielle (engrais et produits de traitement des cultures) sont des inputs substituables aux facteurs primaires de production, travail et terre notamment. Vermersch (1989), par exemple, a estimé économétriquement la technologie de production dans le secteur des grandes cultures en France et a montré l'existence de relations de substitution statistiquement significatives entre les engrais et la terre et également entre les engrais et le travail. C'est ce processus de substitution ou d'accroissement du ratio des consommations intermédiaires industrielles au facteur terre qui est au cœur de ce qu'on a coutume de désigner par l'intensification des processus de production des biens végétaux.

L'objectif de cette section est de modifier la technologie de base pour représenter des possibilités de substitution entre les différents intrants dans les technologies agricoles et agro-alimentaires. Les hypothèses (1)-(7) sont maintenues ; par contre, l'hypothèse (8), imposée dans la section précédente, n'est pas adoptée dans cette section. Cette section est divisée en deux paragraphes. Dans un premier paragraphe, nous expliquons comment les possibilités de substitution entre les différents intrants ont été prises en compte dans les modèles d'EGC centrés sur le secteur agricole. A partir de cette revue de la littérature, nous détaillons, dans un deuxième paragraphe, les choix retenus dans notre modèle.

3.3.1. La modélisation des possibilités de substitution dans les technologies agricoles et agro-alimentaires : revue de la littérature

Dans les modèles d'EGC, les possibilités de substitution entre les intrants sont modélisées différemment, selon que ces possibilités sont introduites dans les technologies des industries agro-alimentaires, dans les technologies des secteurs agricoles végétaux ou dans les technologies des secteurs agricoles animaux. Nous commençons cette revue de la littérature

⁸ Les farines de viande par exemple sont utilisées par l'industrie de l'alimentation animale.

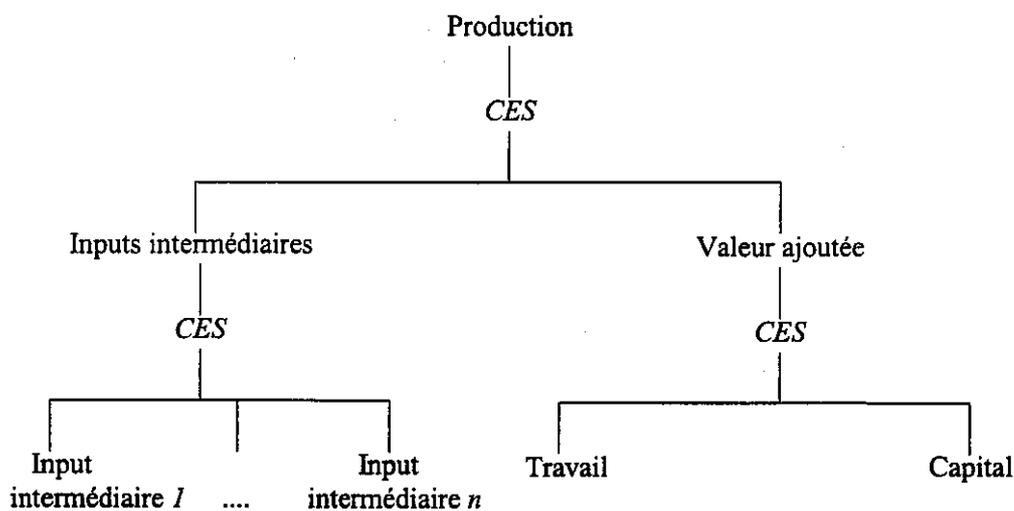
en présentant les spécifications adoptées pour les technologies agro-alimentaires⁹ car celles-ci sont assez « proches » de la spécification de base décrite dans la section précédente. Nous poursuivons avec la présentation des spécifications adoptées pour les technologies animales. Nous présentons finalement les différentes spécifications adoptées pour les technologies végétales. Chaque technologie décrite ci-dessous est illustrée par l'arbre de production correspondant.

3.3.1.1. L'introduction des possibilités de substitution dans les technologies agro-alimentaires

A notre connaissance, les possibilités de substitution entre les différents intrants dans les technologies agro-alimentaires ont été prises en compte dans le modèle d'EGC construit par Peerlings (1993) et dans différents travaux menés par Hertel et ses collaborateurs (Hertel et Tsigas, 1991 ; Peterson, Hertel et Preckel, 1993).

Peerlings suppose qu'il est possible de représenter la relation entre l'ensemble des inputs intermédiaires et l'ensemble des facteurs primaires de production par une fonction CES, située au premier niveau de l'arbre de production (graphique 3.2). Il permet ainsi une substitution entre ces deux agrégats en fonction de leurs prix relatifs.

Graphique 3.2. La structure des technologies agro-alimentaires dans le modèle de Peerlings (1993)

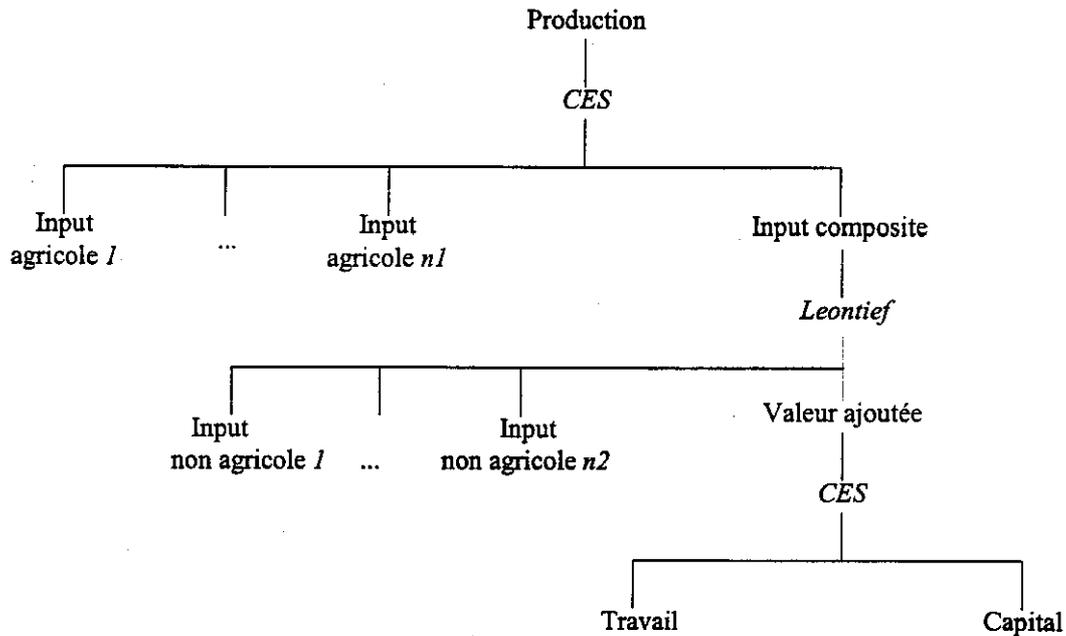


⁹ Les spécifications adoptées pour la technologie de l'industrie agro-alimentaire de l'alimentation animale peuvent être différentes. Hertel et al. (1989a), notamment, ont spécifié une technologie pour cette industrie avec des séparabilités entre intrants identiques aux séparabilités imposées dans les technologies animales.

Les agrégats « Inputs intermédiaires » et « Valeur ajoutée » sont également spécifiés, au second niveau de l'arborescence, comme des fonctions CES. Il y a donc des substitutions possibles entre les différentes consommations intermédiaires appartenant à l'agrégat « Inputs Intermédiaires ». Malgré le triple emploi de la forme CES aux trois noeuds de l'arbre de production, cette représentation contraint les relations de substitution entre un facteur primaire et chaque input intermédiaire à être constantes¹⁰. En particulier, la relation de substitution entre le capital et les biens agricoles est égal à la relation de substitution entre le capital et les biens industriels (énergie).

La spécification adoptée par Peterson et al. (1993) pour représenter les technologies des secteurs d'activité agro-alimentaires dans leur modèle d'EGC appliqué aux Etats-Unis est légèrement différente (graphique 3.3).

Graphique 3.3. La structure des technologies agro-alimentaires dans le modèle de Peterson et al. (1993)



La fonction de production agro-alimentaire est construite en supposant qu'au premier niveau, l'ensemble des inputs agricoles d'une part, un input composite constitué de l'ensemble des inputs non agricoles et des facteurs primaires d'autre part, sont modélisés à l'aide d'une fonction CES. Au deuxième niveau de l'arborescence, les différents inputs intermédiaires non agricoles et l'agrégat constitué des deux facteurs primaires sont supposés non substituables dans le nid qu'ils composent. Au dernier niveau de l'arbre de production, le travail et le capital

¹⁰ Quand elles sont mesurées par les élasticités de substitution de Allen (Berndt et Christensen, 1993).

sont combinés en utilisant une micro fonction de production CES. Contrairement à celle de Peerlings, cette représentation ne contraint pas les relations de substitution entre les inputs agricoles et les facteurs primaires à être égales aux relations de substitution entre les inputs non agricoles et ces facteurs primaires. Le choix d'une forme CES au premier niveau de l'arbre de production permet de reproduire les résultats obtenus avec les modèles d'équilibre partiel développés pour analyser la formation des prix le long de la chaîne alimentaire (Holloway, 1989 ; Wolhgenant, 1989). Cette représentation de la technologie agro-alimentaire contraint toutefois les possibilités de substitution entre les inputs intermédiaires non agricoles et les facteurs primaires (absence de substitution entre énergie et capital par exemple).

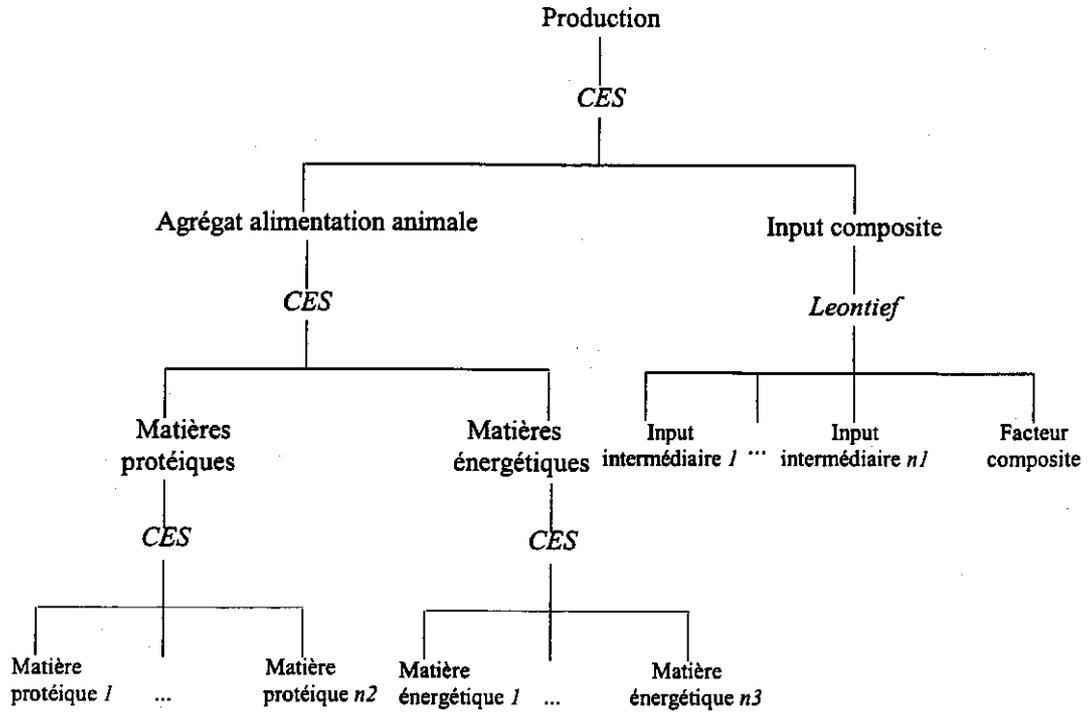
3.3.1.2. L'introduction des possibilités de substitution dans les technologies des productions animales

Les possibilités de substitution entre les différentes matières premières entrant dans les rations animales sont rarement prises en compte dans les technologies des productions animales. Ceci provient notamment du fait que les différentes matières premières ne sont que très rarement désagrégées. Il convient toutefois de noter l'exception constituée par les différents travaux de Hertel et de ses collaborateurs. Le degré de décomposition des produits dans ces travaux permet une représentation adéquate de la technologie d'alimentation des animaux. Nous considérons toujours l'étude de Peterson et *al.* (1993).

Pour nourrir les animaux, les éleveurs utilisent un agrégat « alimentation animale », qui est construit de la façon suivante (graphique 3.4). Au premier niveau de l'arborescence, le choix d'une fonction CES implique que l'agrégat alimentation animale est substituable à l'ensemble des autres inputs intermédiaires et facteurs primaires. Au deuxième niveau de l'arborescence, les éleveurs arbitrent, selon une fonction CES, entre l'ensemble des matières protéiques et l'ensemble des matières énergétiques. Ces deux agrégats sont, au troisième niveau de l'arbre, spécifiés comme des fonctions CES des diverses matières premières. Cette spécification de l'alimentation animale est relativement détaillée par rapport aux autres spécifications usuellement adoptées dans les modèles d'EGC. Cependant, elle n'inclut pas les fourrages qui représentent une part significative du coût total de l'alimentation animale, tout au moins pour les secteurs bovins¹¹.

¹¹ Rappelons qu'en France, ces fourrages apportent plus de la moitié des besoins en énergie et en protéines nécessaires aux élevages bovins (voir chapitre 2).

Graphique 3.4. La structure des technologies animales dans le modèle de Peterson et al. (1993)

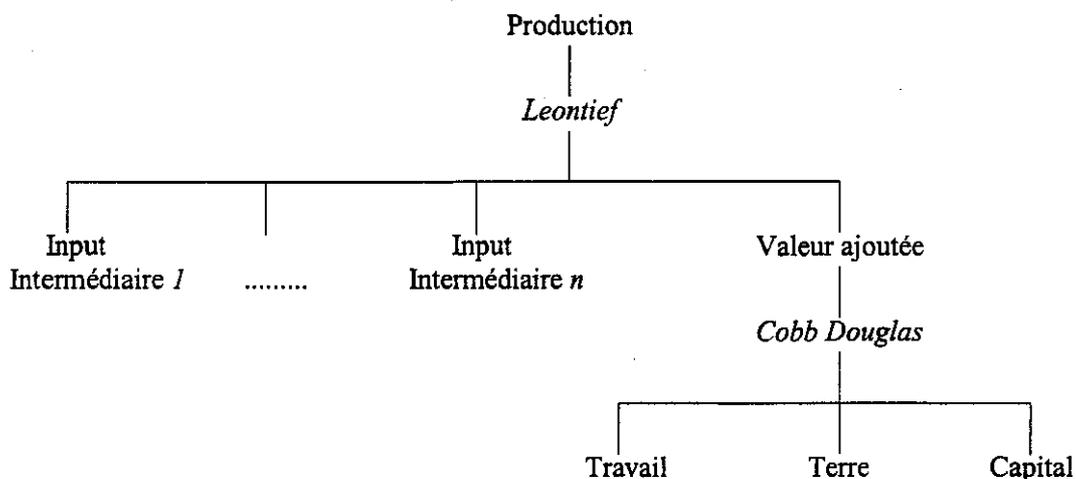


3.3.1.3. L'introduction des possibilités de substitution dans les technologies des productions végétales

Les spécifications développées dans les modèles d'EGC pour représenter les technologies des productions végétales sont variées, en partie à cause de la prise en compte du facteur primaire terre. Dans notre revue de littérature, nous avons recensé cinq spécifications différentes de la technologie végétale.

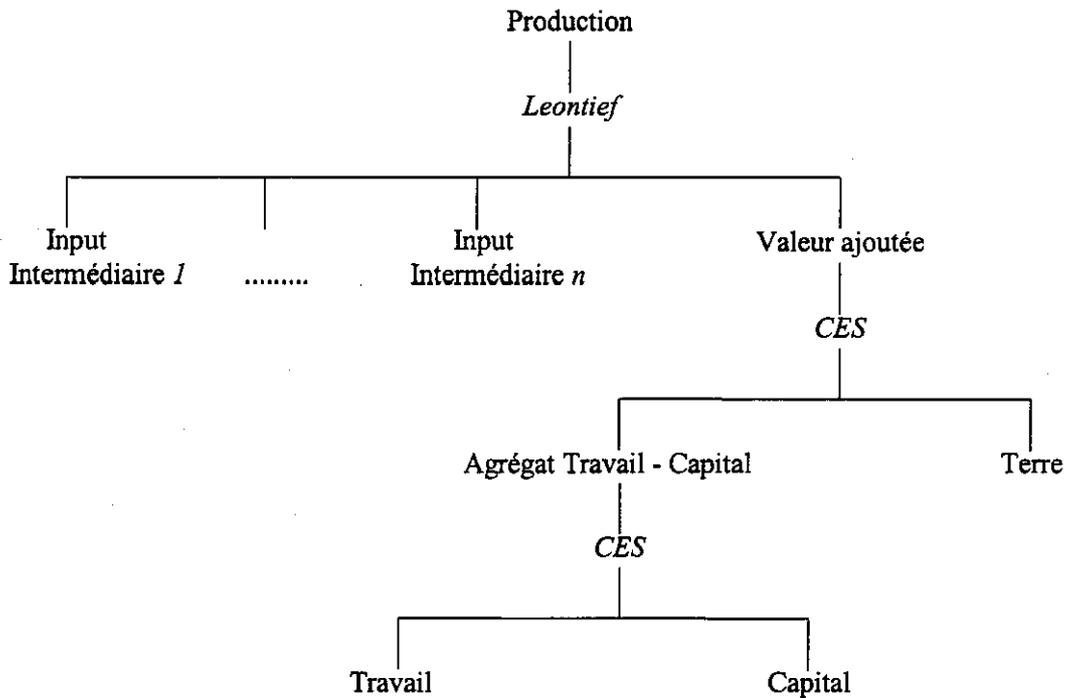
Dans une première spécification (graphique 3.5), adoptée notamment par Kilkenny (1991), Güzel et Kulshreshtha (1995) et par Sayan (1996), la terre est combinée avec les autres facteurs primaires de production, travail et capital, selon une fonction Cobb Douglas. Les trois facteurs primaires de production sont donc situés au même niveau de l'arbre de production. Cette spécification contraint les trois élasticités de substitution de Allen dans le nid à être toutes égales à un.

Graphique 3.5. La structure des technologies végétales dans le modèle de Kilkenny (1991)



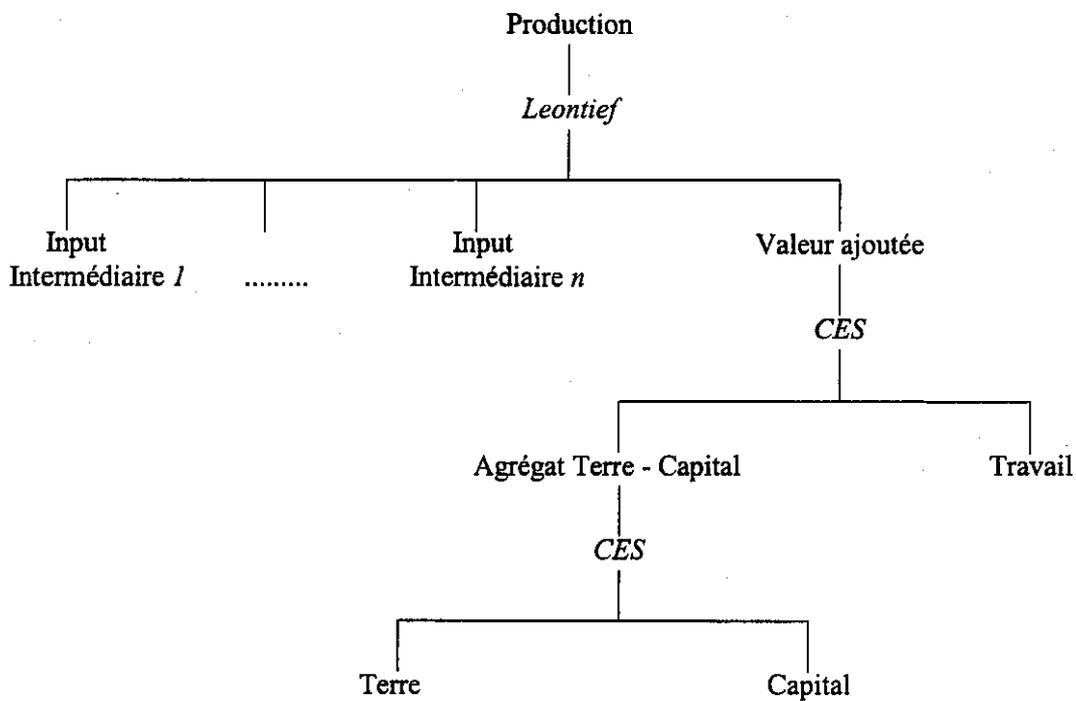
Dans une seconde spécification (graphique 3.6), adoptée par exemple dans le modèle WALRAS (Burniaux et *al.*, 1990) et par Fehr et Wiegard (1996), une hypothèse de séparabilité moins contraignante est adoptée pour ne pas imposer l'égalité à un des élasticités de substitution entre les facteurs primaires de production. Au dernier niveau de l'arbre de production, le travail et le capital sont donc combinés selon une fonction CES pour former un agrégat « travail - capital ». Cet agrégat est ensuite combiné avec la terre en utilisant une fonction CES pour former la valeur ajoutée. Cette spécification est moins restrictive que celle décrite précédemment car elle n'introduit qu'une seule contrainte au niveau des élasticités de substitution de Allen dans le nid travail, capital et terre. L'élasticité de substitution entre le travail et la terre est égale à l'élasticité de substitution entre le capital et la terre.

Graphique 3.6. La structure des technologies végétales dans le modèle WALRAS



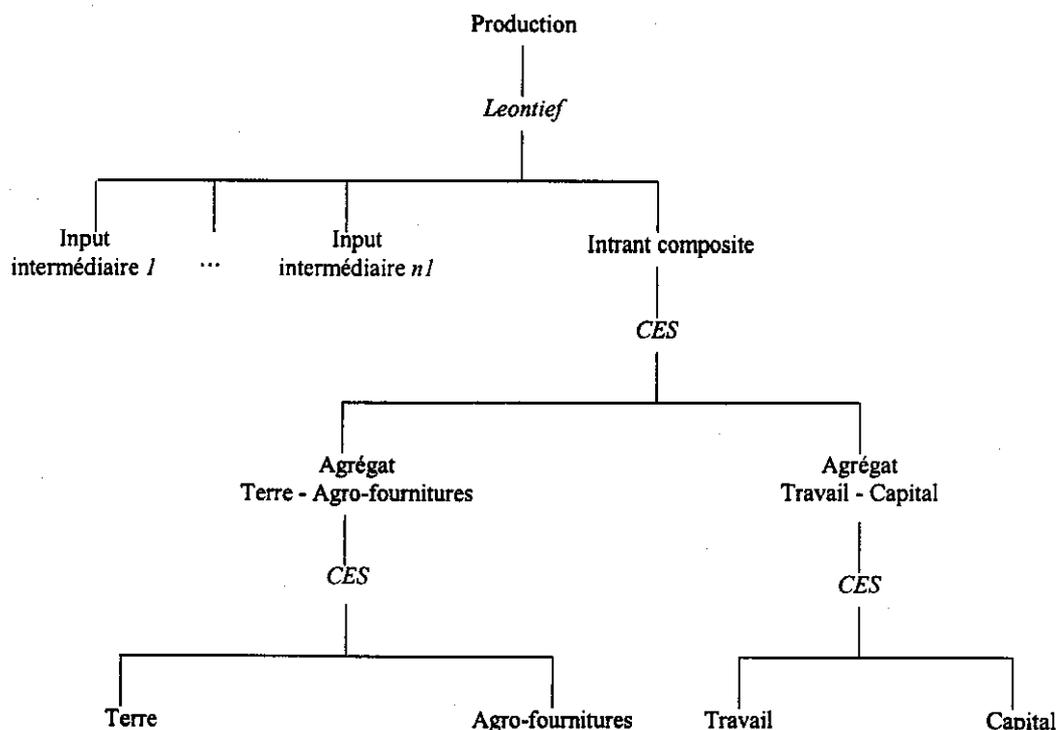
La troisième spécification étudiée (graphique 3.7) est celle de Boyd et Uri (1995), spécification qui s'inspire largement de la précédente. La terre est maintenant combinée avec le capital selon une fonction CES pour former un agrégat « terre - capital ». Cet agrégat est ensuite combiné avec le travail, toujours selon une fonction CES, pour former la valeur ajoutée. Cette spécification impose donc que l'élasticité de substitution entre le travail et la terre soit égale à l'élasticité de substitution entre le travail et le capital dans le nid travail, capital et terre. Le choix entre les deuxième et troisième spécifications dépend naturellement des informations disponibles sur les élasticités de substitution.

Graphique 3.7. La structure des technologies végétales dans le modèle de Boyd et Uri (1995)



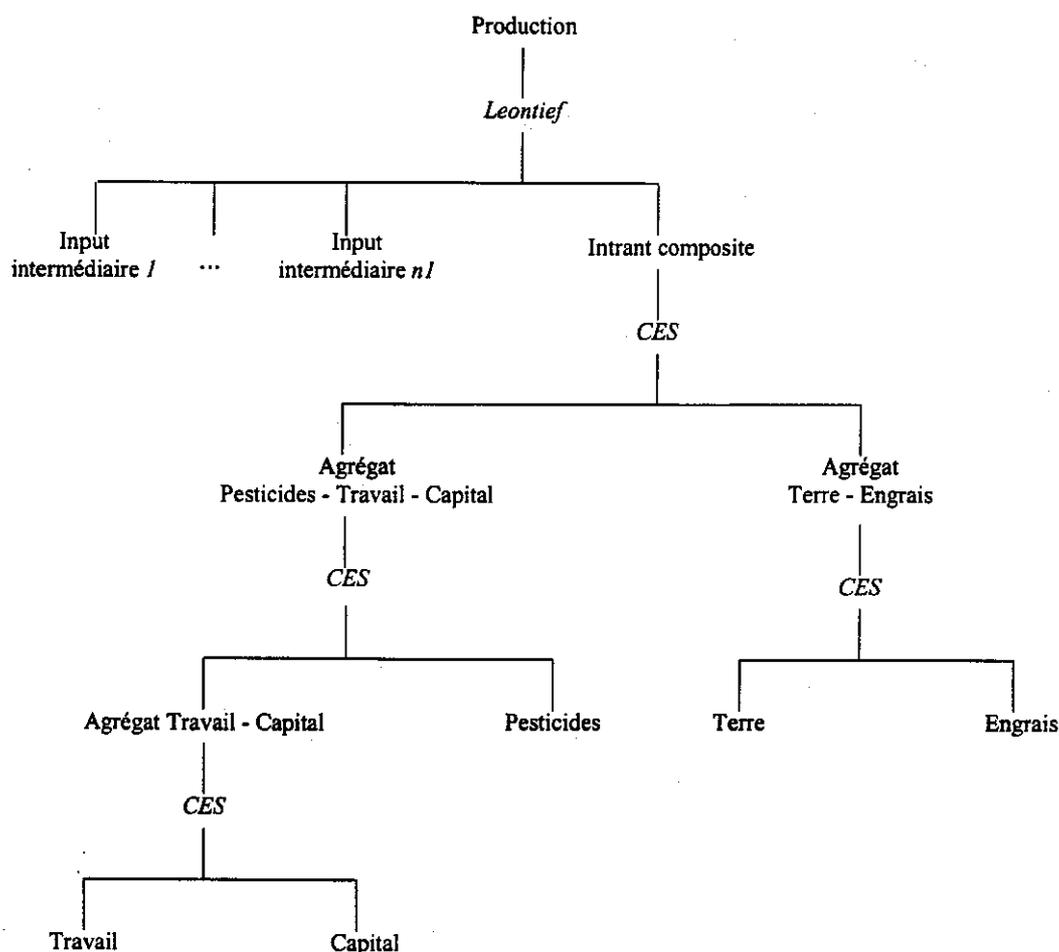
Dans les trois spécifications présentées ci-dessus, les engrais et les pesticides sont traités comme des inputs intermédiaires « ordinaires ». Il n'y a donc pas de possibilités de substitution entre ces derniers et les facteurs primaires de production. La quatrième spécification adoptée (graphique 3.8) dans la littérature permet cette substitution (Peterson, 1989 ; Abler et Shortle, 1992 ; Peterson et *al.*, 1993). Cette spécification suppose que la fonction de production peut être décrite par deux niveaux. Au deuxième niveau, le travail et le capital sont combinés en utilisant une fonction CES. Toujours à ce deuxième niveau, le produit industriel agro-fouritures, somme des produits pesticides et engrais, est combiné avec la terre selon une fonction CES pour former un agrégat « terre - agro-fouritures ». Au premier niveau de l'arbre de production, ce dernier agrégat est combiné avec l'agrégat capital - travail selon une fonction CES.

Graphique 3.8. La structure des technologies végétales dans le modèle de Peterson (1989)



Enfin, la cinquième spécification rencontrée est celle de Rendleman, Reinert et Tobey (1995). Dans cette étude appliquée à l'agriculture américaine, les pesticides sont distingués des engrais. Les technologies végétales sont représentés par un arbre de production à trois niveaux (graphique 3.9). Au troisième niveau de l'arborescence, le travail et le capital sont combinés en utilisant une micro fonction de production CES pour former une « valeur ajoutée ». Au deuxième niveau, cette valeur ajoutée est combinée avec les pesticides selon une fonction CES pour former l'agrégat « pesticides - travail - capital ». Toujours à ce deuxième niveau, une fonction CES agrège la terre et les engrais dans un input composite « engrais - terre ». Enfin, au premier niveau, les deux agrégats précédents et les autres inputs intermédiaires sont combinés selon une fonction CES. Le choix de cette spécification repose sur les estimations économétriques de la technologie de production des biens végétaux aux Etats-Unis par ces auteurs.

Graphique 3.9. La structure des technologies végétales dans le modèle de Rendleman et al. (1995)



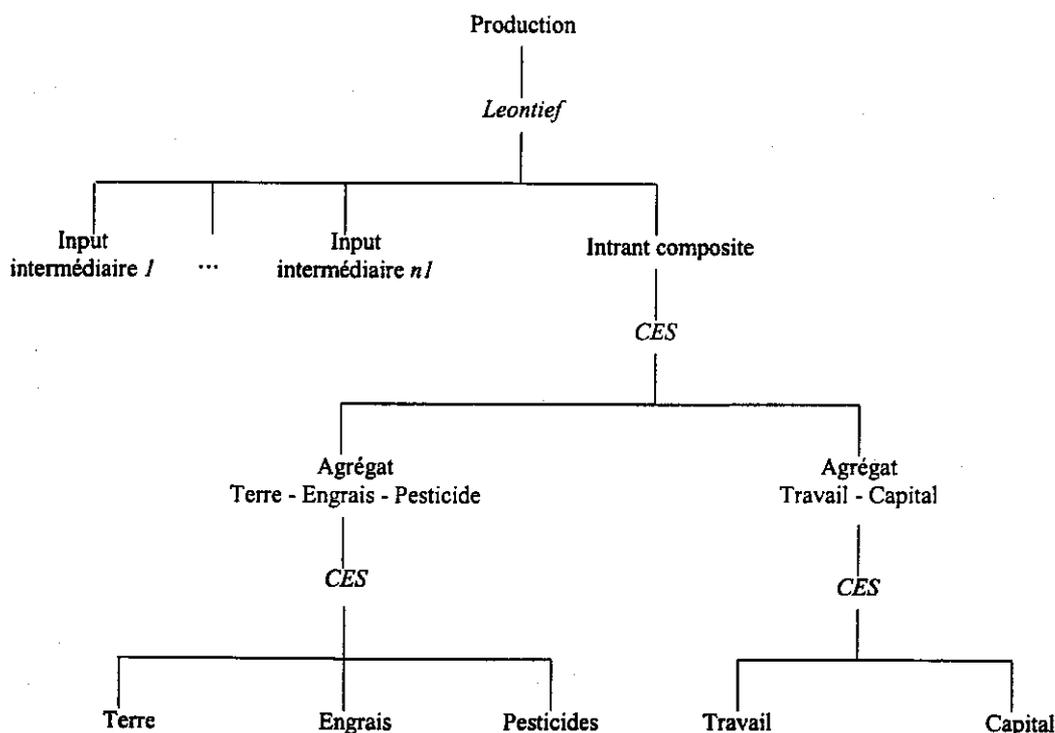
3.3.2. La modélisation des technologies végétales mono-produit

La technologie de production qui est décrite dans ce paragraphe s'applique exactement aux deux secteurs d'activité de la viticulture et des autres cultures¹². Elle s'applique également pour la production des fourrages dans les 4 types d'élevage suivants : élevage laitier, élevage bovin, élevage mixte et autres élevages. Nous avons en effet supposé que ces éleveurs utilisent des fourrages pour nourrir leurs animaux, fourrages qu'ils produisent sur leur exploitation. Tout se passe comme s'il était possible de décomposer l'activité d'un éleveur en deux sous activités, la sous activité fourragère et la sous activité animale. Ce choix implique notamment que le travail d'un éleveur puisse être réparti entre la production animale d'une part, la production de fourrages d'autre part.

Hypothèse 9 : Structure de la technologie dans les secteurs végétaux mono-produit

L'arbre de production des 6 secteurs d'activité « végétale » mono-produit est présenté sur le graphique 3.10.

Graphique 3.10. Représentation de la technologie végétale



¹² La technologie de production du secteur des grandes cultures est présentée dans le paragraphe suivant, en raison de la structure multi-produit de ce secteur.

Au troisième niveau de l'arborescence, le travail et le capital sont combinés selon une fonction CES pour former l'agrégat « travail - capital ». Toujours à ce troisième niveau, la terre, les engrais et les pesticides sont également combinés en utilisant une fonction CES pour définir l'agrégat « terre - engrais - pesticide ». Au deuxième niveau de l'arborescence, les deux agrégats précédemment définis sont combinés selon une fonction CES pour définir un intrant composite. Au premier étage, les producteurs combinent dans des proportions fixes cet intrant composite aux autres inputs intermédiaires.

La spécification représentée par le graphique 3.10, que nous avons adoptée pour les secteurs d'activité « végétale » mono-produit précédemment cités, est donc semblable à la quatrième spécification rencontrée dans la littérature, avec toutefois la distinction entre les engrais et les pesticides. Cependant, contrairement à la cinquième spécification, développée par Rendleman et al. (1995), notre spécification contraint les niveaux des élasticités de substitution de Allen dans le nid terre, engrais et pesticides. L'élasticité de substitution de Allen entre la terre et les engrais est égale à l'élasticité de substitution de Allen entre la terre et les pesticides par exemple. Malheureusement, aucune étude économétrique appliquée aux secteurs des végétaux en France ne nous permet de justifier cette contrainte, ni d'en discuter la validité.

La fonction de production schématisée dans le graphique 3.10 est représentée par la forme paramétrique suivante :

$$Y_{i,j} = \min \left[\frac{CI_{1,j}}{iO_{1,j}}, \dots, \frac{CI_{n1,j}}{iO_{n1,j}}, \left[\delta_{KL,j} \cdot \left(\delta_{K,j} \cdot K_j^{-\rho_{KL,j}} + \delta_{L,j} \cdot L_j^{-\rho_{KL,j}} \right)^{\rho_{VA,j} / \rho_{KL,j}} + \delta_{TEP,j} \cdot \left(\delta_{T,j} \cdot T_j^{-\rho_{TEP,j}} + \delta_{engr,j} \cdot CI_{engr,j}^{-\rho_{TEP,j}} + \delta_{phyt,j} \cdot CI_{phyt,j}^{-\rho_{TEP,j}} \right)^{\rho_{VA,j} / \rho_{TEP,j}} \right]^{-1 / \rho_{VA,j}} \right] \quad (3.12)$$

avec :

- j indice de l'activité : viticulture, autres cultures, sous-activité fourragère de l'élevage laitier, sous-activité fourragère de l'élevage bovin, sous-activité fourragère de l'élevage mixte et sous-activité fourragère des autres élevages ,
- engr, phyt mnémoniques pour les engrais et les produits phytosanitaires, respectivement,
- CIC_j consommation de l'intrant composite par le secteur d'activité j ,
- $\alpha_j, \delta_{KL,j}, \delta_{TEP,j}, \rho_{VA,j}$ paramètres de la fonction CES définie au deuxième niveau de l'arbre de production dans le secteur d'activité j ,

$\delta_{K,j}, \delta_{L,j}, \rho_{KL,j}$	paramètres de la fonction CES combinant le travail et le capital au troisième niveau de l'arbre de production dans le secteur d'activité j ,
$\delta_{T,j}, \delta_{engr,j}, \delta_{phyt,j}, \rho_{TEP,j}$	paramètres de la fonction CES combinant la terre, les engrais et les pesticides au troisième niveau de l'arbre de production dans le secteur d'activité j ,
K_j, L_j, T_j	niveaux d'utilisation des facteurs primaires de production capital, travail et terre dans le secteur d'activité j ,
$CI_{engr,j}, CI_{phyt,j}$	consommations intermédiaires en volume d'engrais et de produits phytosanitaires dans le secteur d'activité j .

Le programme de maximisation du profit du producteur j s'écrit :

$$\max_{CI_{k,j}, X_{f,j}} P_i (1-t_j + s_j) Y_{i,j} - \sum_{k=1}^n PCMA_k \cdot CI_{k,j} - \sum_f W_f \cdot X_{f,j} \quad (3.13)$$

sous la contrainte (3.12).

Les hypothèses de séparabilité entre intrants imposées dans la technologie nous permettent de résoudre ce programme en 4 étapes. Dans le premier sous-programme, nous minimisons le coût de production de l'agrégat « travail - capital » pour un volume donné de cet agrégat noté $VAKL_j$ et étant donné les prix des facteurs primaires.

$$\min_{L_j, K_j} W_L \cdot L_j + W_K \cdot K_j$$

sous la contrainte : (3.14)

$$VAKL_j = \left(\delta_{K,j} \cdot K_j^{-\rho_{KL,j}} + \delta_{L,j} \cdot L_j^{-\rho_{KL,j}} \right)^{-1/\rho_{KL,j}}$$

Ce premier sous-programme permet de déterminer les demandes optimales des deux facteurs primaires, travail et capital, au troisième niveau de l'arborescence.

$$L_j = VAKL_j \cdot \left(\frac{\delta_{L,j}}{W_L} \right)^{1/\rho_{KL,j}} \cdot \left(\delta_{L,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_L^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} + \delta_{K,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_K^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} \right)^{1/\rho_{KL,j}} \quad (3.15)$$

$$K_j = VAKL_j \cdot \left(\frac{\delta_{K,j}}{W_K} \right)^{1/\rho_{KL,j}} \cdot \left(\delta_{L,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_L^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} + \delta_{K,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_K^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} \right)^{1/\rho_{KL,j}} \quad (3.16)$$

Le coût de production de l'agrégat « travail - capital » est :

$$C(VAKL_j, W_K, W_L) = VAKL_j \cdot \left(\delta_{L,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_L^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} + \delta_{K,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_K^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} \right)^{1+\rho_{KL,j}/\rho_{KL,j}} \quad (3.17)$$

De cette fonction de coût, nous déduisons le prix de l'agrégat « travail - capital » $PVAKL_j$:

$$PVAKL_j = \left(\delta_{L,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_L^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} + \delta_{K,j}^{1/\rho_{KL,j}} \cdot W_K^{\rho_{KL,j}/(1+\rho_{KL,j})} \right)^{1+\rho_{KL,j}/\rho_{KL,j}} \quad (3.18)$$

Toujours au troisième niveau de l'arborescence, le deuxième sous-programme permet de déterminer les demandes optimales des engrais, des pesticides et de la terre, étant donné un niveau de l'agrégat « terre - engrais - pesticides » noté $VATEP_j$, le prix de la terre et les prix à la consommation intermédiaire des produits industriels. Ce deuxième sous-programme a la même forme que le premier sous-programme :

$$\min_{T_j, CI_{engr,j}, CI_{phyt,j}} W_T \cdot T_j + PCMA_{engr} \cdot CI_{engr,j} + PCMA_{phyt} \cdot CI_{phyt,j}$$

sous la contrainte : (3.19)

$$VATEP_j = \left(\delta_{T,j} \cdot T_j^{-\rho_{TEP,j}} + \delta_{engr,j} \cdot CI_{engr,j}^{-\rho_{TEP,j}} + \delta_{phyt,j} \cdot CI_{phyt,j}^{-\rho_{TEP,j}} \right)^{-1/\rho_{TEP,j}}$$

Les demandes optimales de terre (équation 3.20), des produits industriels engrais et pesticides (équation 3.21) sont alors :

$$T_j = VATEP_j \cdot \left(\frac{\delta_{T,j}}{W_T} \right)^{1/\rho_{TEP,j}} \cdot \left(\frac{1}{\delta_{T,j}^{1+\rho_{TEP,j}} \cdot W_T^{1+\rho_{TEP,j}} + \delta_{engr,j}^{1+\rho_{TEP,j}} \cdot PCMA_{engr}^{1+\rho_{TEP,j}} + \delta_{phyt,j}^{1+\rho_{TEP,j}} \cdot PCMA_{phyt}^{1+\rho_{TEP,j}}} \right)^{1/\rho_{TEP,j}} \quad (3.20)$$

$$CI_{i,j} = VATEP_j \cdot \left(\frac{\delta_{i,j}}{PCMA_i} \right)^{1/\rho_{TEP,j}}$$

$$\left(\frac{1}{\delta_{T,j}^{1+\rho_{TEP,j}}} \cdot W_T^{1+\rho_{TEP,j}} + \frac{1}{\delta_{engr,j}^{1+\rho_{TEP,j}}} \cdot PCMA_{engr}^{1+\rho_{TEP,j}} + \frac{1}{\delta_{phyt,j}^{1+\rho_{TEP,j}}} \cdot PCMA_{phyt}^{1+\rho_{TEP,j}} \right)^{\frac{1}{\rho_{TEP,j}}}$$

pour $i = engr, phyt$ (3.21)

Le prix de l'agrégat « terre - engrais - pesticides », noté $PVATEP_j$, est donné par l'équation suivante :

$$PVATEP_j = \left(\frac{1}{\delta_{T,j}^{1+\rho_{TEP,j}}} \cdot W_T^{1+\rho_{TEP,j}} + \frac{1}{\delta_{engr,j}^{1+\rho_{TEP,j}}} \cdot PCMA_{engr}^{1+\rho_{TEP,j}} + \frac{1}{\delta_{phyt,j}^{1+\rho_{TEP,j}}} \cdot PCMA_{phyt}^{1+\rho_{TEP,j}} \right)^{\frac{1+\rho_{TEP,j}}{\rho_{TEP,j}}}$$

(3.22)

Au deuxième niveau de l'arbre de production, le coût de production de l'intrant composite est minimisé, étant donné un niveau de cet intrant composite CIC_j et les prix des agrégats situés à ce deuxième niveau (équations 3.18 et 3.22). Le troisième sous-programme s'écrit :

$$\min_{VAKL_j, VATEP_j} PVAKL_j \cdot VAKL_j + PVATEP_j \cdot VATEP_j$$

sous la contrainte : (3.23)

$$CIC_j = \alpha_j \cdot \left[\delta_{KL,j} \cdot VAKL_j^{-\rho_{VA,j}} + \delta_{TEP,j} \cdot VATEP_j^{-\rho_{VA,j}} \right]^{-1/\rho_{VA,j}}$$

Les demandes optimales des agrégats sont :

$$VAKL_j = \frac{CIC_j}{\alpha_j} \cdot \left(\frac{\delta_{KL,j}}{PVAKL_j} \right)^{1/(1+\rho_{VA,j})} \cdot \left(\delta_{KL,j}^{1/(1+\rho_{VA,j})} \cdot PVAKL_j^{\rho_{VA,j}/(1+\rho_{VA,j})} + \delta_{TEP,j}^{1/(1+\rho_{VA,j})} \cdot PVATEP_j^{\rho_{VA,j}/(1+\rho_{VA,j})} \right)^{1/\rho_{VA,j}}$$

(3.24)

$$VATEP_j = \frac{CIC_j}{\alpha_j} \cdot \left(\frac{\delta_{TEP,j}}{PVATEP_j} \right)^{1/(1+\rho_{VA,j})} \cdot \left(\delta_{KL,j}^{1/(1+\rho_{VA,j})} \cdot PVAKL_j^{\rho_{VA,j}/(1+\rho_{VA,j})} + \delta_{TEP,j}^{1/(1+\rho_{VA,j})} \cdot PVATEP_j^{\rho_{VA,j}/(1+\rho_{VA,j})} \right)^{1/\rho_{VA,j}}$$

(3.25)

Le prix de l'intrant composite, noté $PCIC_j$, est fonction des prix $PVAKL_j$ et $PVATEP_j$:

$$PCIC_j = \frac{1}{\alpha_j} \cdot \left(\delta_{KL,j}^{1/(1+\rho_{VA,j})} \cdot PVAKL_j^{\rho_{VA,j}/(1+\rho_{VA,j})} + \delta_{TEP,j}^{1/(1+\rho_{VA,j})} \cdot PVATEP_j^{\rho_{VA,j}/(1+\rho_{VA,j})} \right)^{1/\rho_{VA,j}} \quad (3.26)$$

Enfin, le quatrième sous-programme, correspondant au premier étage de l'arbre de production, consiste à maximiser le profit suivant :

$$\max_{CI_{i,j}} P_i \cdot (1 - t_j + s_j) \cdot Y_{i,j} - \sum_{k \neq \text{enfr, pest}} PCMA_k \cdot CI_{k,j} - PCIC_j \cdot CIC_j$$

sous la contrainte : (3.27)

$$Y_{i,j} = \min \left[\frac{CI_{1,j}}{iO_{1,j}}, \dots, \frac{CI_{n1,j}}{iO_{n1,j}}, CIC_j \right]$$

Ce sous-programme correspond au sous-programme (3.7). Les équations de demande des inputs intermédiaires, autres que les engrais et les pesticides, sont données par (3.8) et la demande d'intrant composite est égal à la production du secteur d'activité considéré :

$$CIC_j = Y_{i,j} \quad (3.28)$$

La condition de profit nul dans le secteur d'activité j implique :

$$P_i (1 - t_j + s_j) = \sum_{k \neq \text{enfr, phyt}} iO_{k,j} \cdot PCMA_k + PCIC_j \quad (3.29)$$

L'équation (3.29) détermine en particulier les prix d'intérêt des fourrages dans les secteurs d'élevage.

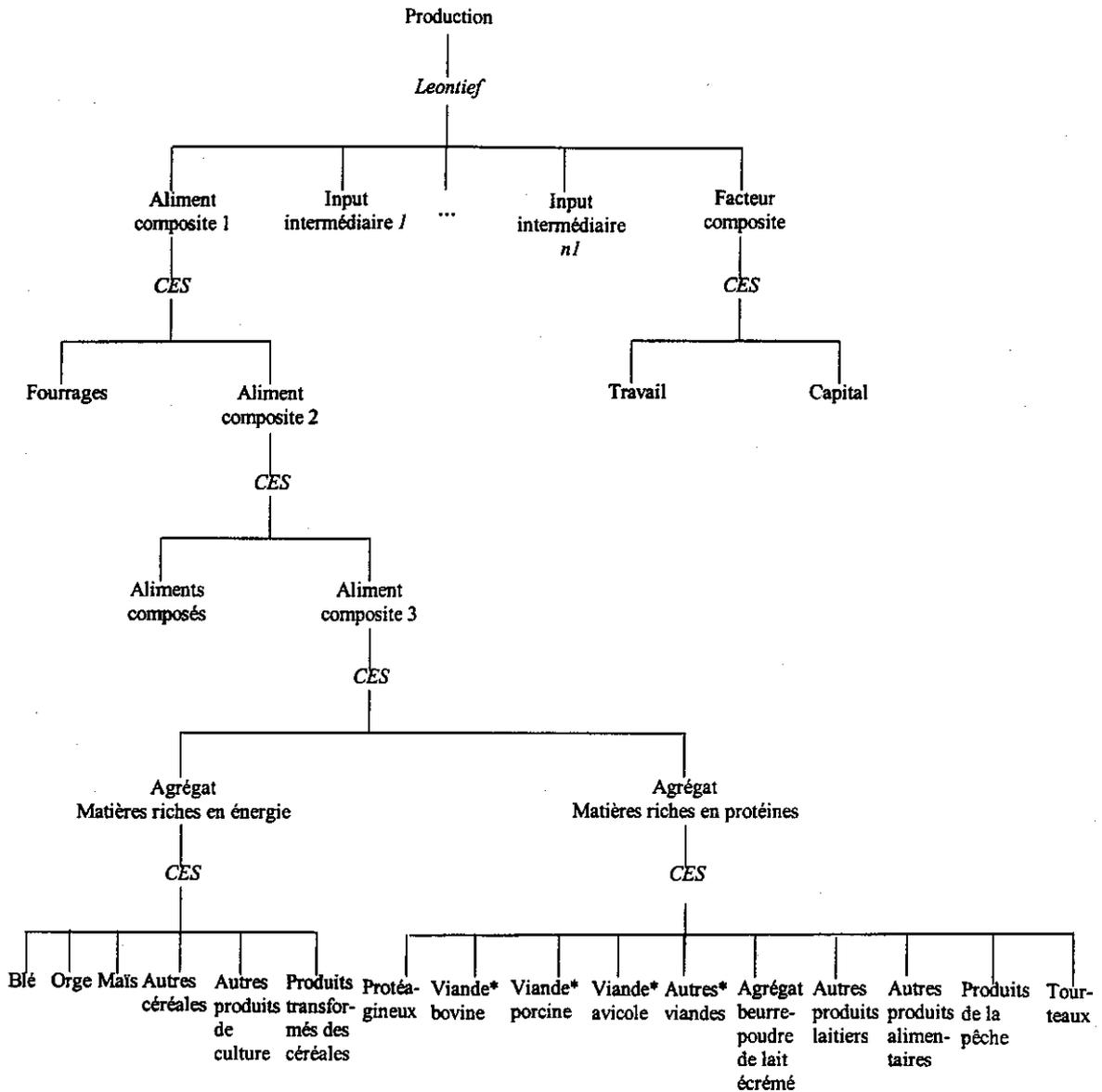
3.3.3. La modélisation des technologies animales mono-produit

La technologie de production, décrite dans ce paragraphe, s'applique exactement aux deux sous-secteurs d'activité suivants : production animale dans le secteur d'élevage bovin et production animale dans le secteur des autres élevages.

Hypothèse 10 : Structure de la technologie dans les secteurs animaux mono-produit

Le graphique 3.11 présente la structure adoptée pour la technologie des deux secteurs d'activité animale mono-produit.

Graphique 3.11. Représentation de la technologie animale mono-produit



* : Un éleveur peut utiliser des farines de viande pour nourrir ses animaux.

Au premier niveau de la structure arborescente, un éleveur combine dans des proportions fixes un facteur composite, différents inputs intermédiaires (produits vétérinaires, autres biens, services) et un ensemble d'ingrédients agrégés dans le bien composite « Aliment composite 1 ». Au deuxième niveau de cette structure, le facteur composite est défini comme une fonction CES du travail et du capital. Toujours au deuxième niveau, l'éleveur arbitre, sur la base d'une fonction CES entre les fourrages qu'il a produits sur son exploitation et les autres ingrédients de l'alimentation animale agrégés dans le bien composite « Aliment composite 2 ». Au troisième niveau de l'arbre de production, l'éleveur choisit entre les

aliments composés fournis par l'industrie de l'alimentation animale et le bien noté « Aliment composite 3 », toujours sur la base d'une fonction CES. Au quatrième niveau, cet aliment composite 3 est obtenu à partir d'un agrégat de matières riches en énergie et un agrégat de matières riches en protéines, ces deux agrégats étant combinés grâce à une fonction CES. Au cinquième niveau, l'agrégat des matières riches en énergie est défini comme une fonction CES de six matières premières : les quatre céréales, les autres produits de culture (essentiellement du manioc) et les produits transformés des céréales (essentiellement du son de blé). Toujours à ce cinquième niveau, l'agrégat des matières riches en protéines est défini comme une fonction CES de 10 matières premières : les graines protéagineuses, les quatre farines de viande, les deux produits laitiers, les tourteaux d'oléagineux, les autres produits agro-alimentaires et les produits de la pêche (farines de poissons). Cette structure de la technologie est donc, par certains points, semblable à celle développée par Peterson et *al.* (cf. 3.3.1.2).

Les technologies de production des élevages porcins et des élevages de volailles correspondent à un cas particulier de la technologie précédente, dans la mesure où pour ces activités il n'y a ni production, ni consommation de fourrages. Les technologies de production des secteurs d'élevages laitier et élevage sont un peu plus complexes car elles correspondent à des activités multi-produits¹³. La technologie de production de l'industrie de l'alimentation animale peut également être considérée comme un cas particulier de la technologie représentée par le graphique 3.11. Il n'y a pas de consommation de fourrages au deuxième niveau, ni de consommation d'aliments composés au troisième niveau de l'arbre de production.

Cette spécification de la technologie de production animale¹⁴ dans les secteurs d'élevage mentionnés précédemment introduit donc de nombreuses possibilités de substitution entre les différentes matières premières distribuées aux animaux. Cette structure nous procure l'opportunité, par exemple, d'évaluer les effets d'une baisse de prix des céréales en tenant compte de la facilité avec laquelle les éleveurs peuvent substituer ces céréales avec les autres ingrédients de l'alimentation animale. Cette possibilité de substitution constitue sans aucun doute un paramètre clé dans l'analyse des effets des politiques agricoles, tels que la réforme de la PAC de mai 1992 ou les propositions de l'Agenda 2000.

¹³ Elles sont présentées dans la section suivante.

¹⁴ La forme paramétrique associée à cette technologie de production, où de nombreuses fonctions CES sont emboîtées, de même que les équations comportementales des producteurs mentionnés dans ce paragraphe, ne sont pas présentées car elles ont l'allure des équations décrites dans le paragraphe précédent. Le principe de résolution du programme de maximisation du profit des éleveurs est d'ailleurs le même : décomposition en plusieurs sous-programmes en commençant aux niveaux inférieurs de l'arbre de production.

3.4. La représentation des technologies multi-produits

Le secteur d'activité « grandes cultures » défini dans le modèle offre six biens : quatre céréales (blé, maïs, orge et un agrégat regroupant les autres céréales secondaires), les oléagineux et les protéagineux. Cinq autres secteurs d'activité sont également caractérisés par un processus de production multi-produits : les deux secteurs agricoles de l'élevage laitier et de l'élevage mixte, qui offrent simultanément du lait et des bovins vivants ; le secteur agro-alimentaire de l'industrie laitière, qui offre simultanément deux biens, un agrégat beurre - poudre de lait écrémé et un agrégat autres produits laitiers, le secteur agro-alimentaire de l'industrie des corps gras qui offre des huiles et des tourteaux d'oléagineux et le secteur agro-alimentaire de l'industrie des viandes, qui offre simultanément quatre types de viandes (la viande bovine, la viande porcine, la viande de volailles et un agrégat regroupant les autres viandes). Supposer que les technologies des secteurs d'activité énumérés ci-dessus sont multi-produits présente deux avantages principaux : un plus grand degré de réalisme et une adéquation entre le modèle et le fonctionnement des instruments actuels de la Politique Agricole Commune.

Deux exemples illustrent clairement ce dernier point. Dans le cadre de l'instrumentation actuelle de l'Organisation Commune de Marché (OCM) des cultures arables, l'obligation pour les producteurs dits professionnels¹ de geler un pourcentage prédéterminé des surfaces s'applique à l'ensemble de la sole en céréales, oléagineux et protéagineux et non pour chaque culture élémentaire. De même, l'OCM des produits laitiers soutient le revenu des producteurs agricoles de lait par l'achat à l'intervention, à des prix garantis, du beurre et de la poudre de lait écrémé alors qu'il n'y a pas de prix garanti pour les autres produits laitiers.

Néanmoins, il est clair que le choix de spécifications technologiques multi-produits pour ces six secteurs d'activité complique la tâche du modélisateur, à la fois au niveau technique (modélisation de technologies multi-produits et multi-facteurs) et au plan empirique (accroissement des paramètres de comportement puisque, outre ceux relatifs aux possibilités de substitution entre inputs, il est maintenant nécessaire de disposer d'informations sur les possibilités de substitution entre outputs, et sur les relations entre les différents inputs et les différents outputs). Comme dans le cas des technologies multi-facteurs et mono-produits présentées dans les sections précédentes, différentes hypothèses de séparabilité permettent de réduire le nombre de paramètres de comportement qu'il est nécessaire d'estimer ou d'imposer (sur la base d'informations statistiques externes ou à dire d'experts) tout en conservant un degré de réalisme « satisfaisant » pour les contraintes technologiques.

¹ C'est-à-dire ceux qui produisent plus de 92 tonnes d'équivalent céréales.

Dans cette section, les hypothèses (1)-(5) sont maintenues. L'hypothèse (6) de mono-production est supprimée pour considérer des technologies multi-produits, qui peuvent être résumées par une fonction de transformation implicite $F(x, y) = 0$.

L'hypothèse (7) concernant les subventions d'exploitation et les taxes à la production est, quant à elle, modifiée. En fait, dans les secteurs d'activité multi-produits, deux modélisations des subventions d'exploitation et des taxes à la production sont possibles. La première modélisation correspond au cas où ces subventions/taxes sont définies par produit, comme, par exemple, les subventions d'exploitation reçues par le secteur d'activité des grandes cultures pour les productions oléagineuses ou protéagineuses. Dans ce cas, les subventions (taxes) augmentent (diminuent) le prix du bien considéré pour le producteur ; celui-ci perçoit $P_i \cdot (1 - t_i + s_i)$ par unité de produit². La seconde modélisation correspond au cas où il n'est pas possible d'affecter les subventions/taxes à un produit mais seulement à un secteur d'activité comme, par exemple, les subventions reçues par les industries agro-alimentaires visant à promouvoir les échanges des produits transformés ou la qualité des productions alimentaires. Dans ce cas, nous supposons que les taxes et subventions s'appliquent aux recettes totales des secteurs d'activité multi-produits. Le montant des taxes est donné par

$$t_j \cdot \left(\sum_i P_i \cdot Y_{i,j} \right) \text{ et le montant des subventions d'exploitation } \left(\sum_{ins} s_{j,ins} \right) \cdot \left(\sum_i P_i \cdot Y_{i,j} \right).$$

3.4.1. La représentation des technologies multi-produits dans les modèles d'EGC : revue de la littérature.

3.4.1.1. Le concept de jointure

Avant de présenter comment les technologies multi-produits sont représentées dans les modèles d'EGC, il n'est pas inutile de préciser le concept de jointure ou plutôt son inverse, le concept de non-jointure. En pratique, quatre types de non-jointure peuvent être définis (Kohli, 1983, 1991)

i) définition de la non-jointure dans les quantités d'inputs

Une technologie est non jointe dans les quantités d'inputs s'il existe des fonctions de production concaves, non négatives, non décroissantes et linéairement homogènes, $f^j(\cdot)$,

² Où t_i ($s_i = \sum_{ins} s_{i,ins}$) représente le taux de taxe (subvention) sur le produit i .

telles que pour tout vecteur d'inputs x et d'outputs y appartenant à l'ensemble des possibilités de production T , il existe $x_{i,j}$ tel que :

$$y_j = f^j(x_{1,j}, \dots, x_{I,j}) \quad \forall j = 1, \dots, J \quad (3.30)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{i,j} = x_i \quad \forall i = 1, \dots, I$$

Une condition nécessaire et suffisante pour la non-jointure dans les quantités d'inputs est que la fonction de coût duale de la technologie s'écrive de la façon suivante :

$$C(y, w) = \sum_{j=1}^J y_j \cdot \phi^j(w)$$

avec $\phi^j(w)$ une fonction non négative, non décroissante, linéairement homogène et concave.

Ce premier type de non-jointure est, sans nul doute, le plus intuitif. Il correspond à une situation où chaque output peut être produit à partir d'une fonction de production propre, les différents facteurs primaires de production pouvant être alloués entre les différents processus de production. La non-jointure dans les quantités d'inputs est très souvent utilisée, essentiellement en raison des simplifications analytiques qu'elle autorise. Elle est, en particulier, la règle dans les modèles d'EGC dès que l'on suppose qu'un secteur d'activité est mono-produit. C'est donc, en particulier, le cas pour les différents secteurs d'activité mono-produits décrits dans les sections précédentes de ce chapitre.

ii) définition de la non-jointure dans les quantités d'outputs

Une technologie est non jointe dans les quantités d'outputs s'il existe des fonctions inverses de production convexes, non négatives, non décroissantes et linéairement homogènes, $g^j(\cdot)$, telles que pour tout $(x, y) \in T$, il existe $y_{i,j}$ tel que :

$$x_j = g^j(y_{1,j}, \dots, y_{I,j}) \quad \forall j = 1, \dots, J \quad (3.31)$$

$$\sum_{j=1}^J y_{i,j} = y_i \quad \forall i = 1, \dots, I$$

Une condition nécessaire et suffisante pour la non-jointure dans les quantités d'outputs est que la fonction de profit s'écrive de la façon suivante :

$$\pi(p, x) = \sum_{i=1}^I x_i \cdot \xi^i(p)$$

avec $\xi^i(p)$ une fonction non négative, non décroissante, linéairement homogène et convexe.

La non-jointure par rapport aux quantités des outputs est également assez intuitive. Elle caractérise une activité qui utilise un seul input qui est « décomposé » en plusieurs outputs. Ce type de non-jointure peut correspondre, par exemple, à l'industrie du raffinage du pétrole, où le pétrole brut est utilisé pour produire de l'essence et du kérosène. Il peut également décrire certaines technologies agricoles comme, par exemple, celle de l'élevage laitier dans la mesure où les vaches laitières produisent simultanément du lait et de la viande.

iii) définition de la non-jointure dans les prix d'outputs

Une technologie est non jointe dans les prix d'outputs s'il existe des fonctions inverses de production convexes, non négatives, non décroissantes et linéairement homogènes, $h^j(\cdot)$, telles que, pour tout $(x, y) \in T$, on a :

$$x_j = h^j(y_1, \dots, y_I) \quad \forall j = 1, \dots, J \quad (3.32)$$

Une condition nécessaire et suffisante pour la non-jointure dans les prix d'outputs est que la fonction de coût duale de la technologie s'écrive de la façon suivante :

$$C(y, w) = \sum_{i=1}^I w_i \cdot \psi^i(y)$$

avec $\psi^i(y)$ une fonction non négative, non décroissante, linéairement homogène et convexe.

La non-jointure par rapport aux prix des outputs décrit une situation où la production de chaque output nécessite que ce dernier passe par un nombre J d'étapes, chaque étape utilisant un facteur de production j et une fonction inverse de production, $x_j = h^j(y)$. Il en résulte que l'offre d'un produit i quelconque est contrainte par la plus petite quantité traitée à une étape de production.

iv) définition de la non-jointure dans les prix d'inputs

Une technologie est non jointe dans les prix d'inputs s'il existe des fonctions de production concaves, non négatives, non décroissantes et linéairement homogènes, $k^i(\cdot)$, telles que pour tout $(x, y) \in T$, on a :

$$y_i = k^i(x_1, \dots, x_J) \quad \forall i = 1, \dots, I \quad (3.33)$$

Une condition nécessaire et suffisante pour la non-jointure dans les prix d'inputs est que la fonction de profit s'écrive de la façon suivante :

$$\pi(p, x) = \sum_{j=1}^J p_j \cdot \zeta^j(x)$$

avec $\zeta^j(x)$ une fonction non négative, non décroissante, linéairement homogène et concave.

Le quatrième type de non-jointure, par rapport aux prix des inputs correspond à une situation où I industries, chacune étant caractérisée par une fonction de production propre, peuvent simultanément utiliser les J inputs : le produit de chaque industrie i est donc contraint par les disponibilités totales des J inputs. Ce quatrième type de non-jointure s'applique, par exemple, dans le cas où tous les inputs considérés sont des biens publics.

3.4.1.2. La représentation des technologies multi-produits

De manière générale, une technologie multi-produits, multi-facteurs peut être décrite par une fonction de transformation régulière $F(x, y) = 0$. Il est théoriquement possible de représenter paramétriquement une technologie multi-produits, multi-facteurs, notamment sous une forme duale à partir d'une fonction de coût multi-produits, multi-facteurs. Le nombre élevé de paramètres inconnus à estimer/calibrer et la disponibilité des données³ vont contraindre le modélisateur à adopter certaines hypothèses pour réduire l'espace informationnel nécessaire. La solution la plus couramment adoptée et également la plus simple à mettre en œuvre, consiste à imposer une séparabilité globale entre inputs et outputs (voir, par exemple, Dixon et al., 1982). Plus précisément, un processus de production multi-produits, multi-facteurs est dit globalement séparable entre inputs et outputs si i) le taux marginal de substitution entre deux inputs quelconques est indépendant de l'agrégat des outputs et ii) le taux marginal de transformation entre deux outputs quelconques est indépendant de l'agrégat des inputs (Kohli, 1991). L'hypothèse de séparabilité globale entre inputs et outputs permet d'écrire la fonction implicite $F(x, y) = 0$ sous la forme $T(y) = G(x)$, avec $T(y)$ l'output composite et $G(x)$ l'input composite.

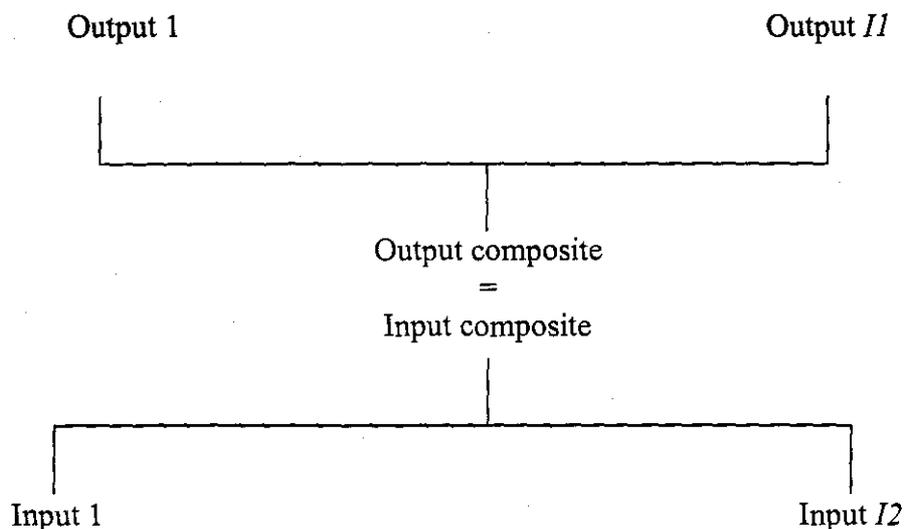
La propriété de séparabilité globale entre inputs et outputs permet d'agréger l'ensemble des outputs de façon cohérente et de représenter la structure multi-produits de la technologie considérée par une fonction de production avec un seul output, composite. Alternativement, il est aussi possible d'agréger l'ensemble des inputs de façon cohérente et de représenter la

³ Ainsi, dans le cas d'une technologie à deux produits, il est nécessaire de connaître les allocations de tous les facteurs entre ces deux produits.

structure multi-facteurs de la technologie considérée par une fonction inverse de production avec un seul input, également composite.

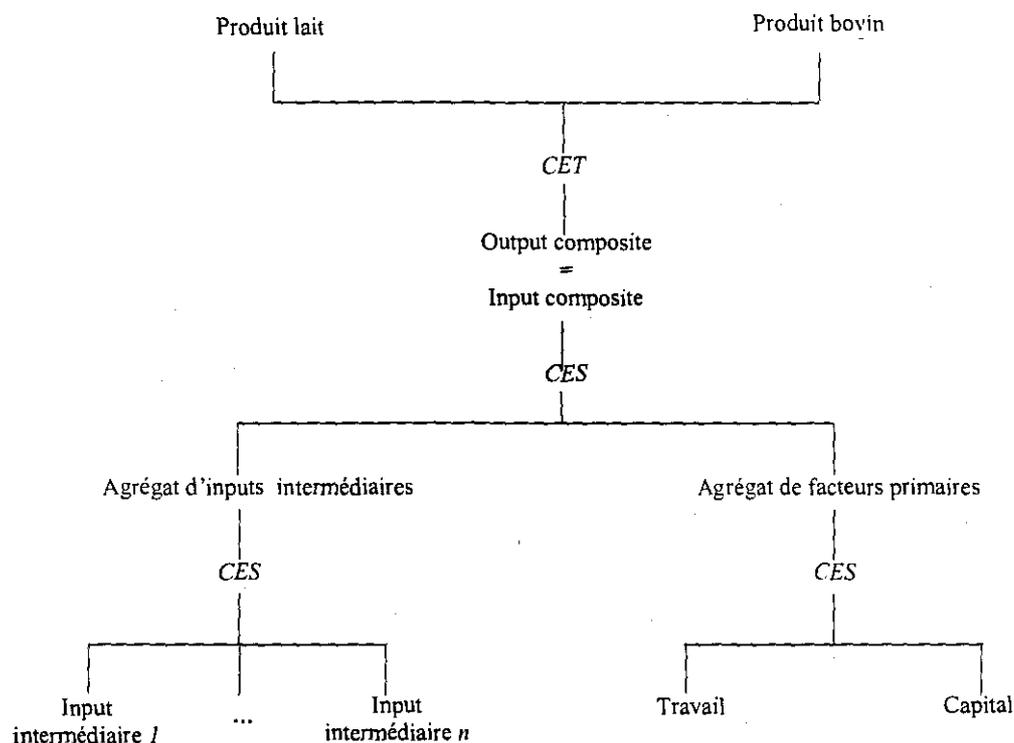
De manière très générale, la structure technologique d'un processus multi-produits, multi-facteurs globalement séparable entre inputs et outputs peut être représentée par une arborescence telle que celle qui est décrite sur le graphique 3.12.

Graphique 3.12. Représentation d'une technologie multi-produits, multi-facteurs globalement séparable entre inputs et outputs



Naturellement, différentes hypothèses de séparabilité entre inputs peuvent être ajoutées pour simplifier (au sens de réduire le nombre de paramètres de comportement) la structure multi-facteurs représentée dans la partie inférieure du graphique 3.12. De même, différentes hypothèses de séparabilité entre outputs peuvent être adoptées pour diminuer le nombre de paramètres de comportement relatifs aux possibilités de substitution entre outputs, c'est-à-dire la structure multi-produits représentée dans la partie supérieure du graphique 3.12. A titre d'illustration, le graphique 3.13 ci-dessous décrit l'arborescence utilisée par Peerlings (1993) pour représenter la technologie des exploitations laitières néerlandaises.

Graphique 3.13. La structure multi-produits, multi-facteurs des exploitations laitières néerlandaises adoptée par Peerlings (1993)



Au niveau inférieur de l'arbre de production, les différents inputs intermédiaires sont agrégés à l'aide d'une fonction CES pour former un agrégat composite d'inputs intermédiaires et les différents facteurs primaires de production sont agrégés, toujours sur la base d'une spécification CES pour former un agrégat composite des inputs primaires. Ces deux inputs composites sont agrégés par une fonction CES pour former un input composite. Ce dernier est ensuite transformé en deux produits, le produit lait et le produit bovin, à l'aide d'une fonction CET (Constant Elasticity of Transformation)⁴.

⁴ La fonction de transformation CET définie dans l'espace des produits pour un niveau d'un input (agrégé) donné est l'analogue de la fonction de production CES définie dans l'espace des facteurs pour un niveau d'un output

(agrégé) donné. De manière générale, elle peut s'écrire sous la forme suivante $X = \alpha t \cdot \left(\sum_{i=1}^I \delta_i \cdot y_i^{\rho t} \right)^{1/\rho t}$ où X

est le niveau de l'input agrégé, $\delta_i, \alpha t$ les paramètres de distribution et d'échelle, y_i le niveau de l'output i , ρt

le paramètre de transformation défini par $\rho t = \frac{1}{\sigma t} + 1$, avec σt l'élasticité de transformation entre deux

outputs quelconques. La spécification CET impose i) l'homogénéité de degré un de X par rapport aux différents outputs, ii) la séparabilité forte entre outputs ce qui implique que le taux marginal de transformation entre deux outputs donnés est indépendant d'un niveau d'un troisième output, quel que soit ce dernier, et iii) la constance de l'élasticité de transformation partielle entre outputs. Comme la fonction de substitution CES, la fonction de

L'hypothèse de séparabilité globale entre inputs et outputs est également adoptée par Peterson (1989) qui spécifie un seul secteur d'activité agricole multi-produits. En pratique, Peterson distingue neuf biens agricoles et les possibilités de substitution entre ces productions pour le secteur d'activité agricole sont modélisées également sur la base d'une fonction de transformation de type CET.

L'hypothèse de séparabilité globale entre inputs et outputs présente deux intérêts principaux : la réduction du nombre de paramètres de comportement et la relative simplicité de mise en œuvre. En effet, sous cette hypothèse, il est possible de décomposer le programme du producteur en deux sous-programmes correspondant à i) la minimisation du coût total pour un niveau de l'output composite donné et ii) la maximisation du revenu total pour un niveau de l'input composite donné. Le premier sous-programme est analogue à celui défini dans le cas des technologies mono-produit, ce qui permet de traiter de façon symétrique, du moins en ce qui concerne les utilisations des inputs, les technologies mono-produit et les technologies multi-produits. Naturellement, comme dans le cas des technologies mono-produit avec rendements d'échelle constants, il est impossible de résoudre dans sa totalité le programme des producteurs en raison de la constance des rendements d'échelle de long terme⁵.

Néanmoins, l'hypothèse de séparabilité globale entre inputs et outputs présente trois inconvénients majeurs. En premier lieu, les choix de production sont dans ce cas indépendants des prix relatifs des facteurs primaires de production. Cette propriété est particulièrement contraignante. Ainsi, dans le modèle de Peterson (1989), elle signifie par exemple que le rapport entre les niveaux de deux productions végétales ne dépend pas du prix des engrais, ce qui est contraire à l'observation, comme le confirment plusieurs études économétriques (cf. par exemple, Ball, 1988). En deuxième lieu, l'hypothèse de séparabilité globale entre inputs et outputs ne permet pas de traiter de manière satisfaisante le problème des inputs utilisés spécifiquement pour la production d'un seul output (par exemple, les semences de blé qui ne sont utilisées que pour la production de blé dans le secteur d'activité des grandes cultures ou les bovins vivants qui ne sont utilisés, dans le secteur agro-alimentaire de l'industrie de la viande, que pour produire de la viande bovine). Enfin, le troisième inconvénient de cette hypothèse est qu'elle ne permet de représenter que très imparfaitement le fonctionnement de certains instruments de la PAC. A titre d'exemple, considérons à nouveau le secteur agricole des grandes cultures. A la différence de

transformation CET présente l'avantage d'être globalement régulière et de ne nécessiter qu'une information « extérieure au modèle » pour être calibrée.

⁵ Les fonctions marshalliennes, c'est-à-dire quand tous les produits et tous les facteurs peuvent s'ajuster à leurs niveaux optimaux, des offres de produits et des demandes dérivées des facteurs primaires ne peuvent être déterminées.

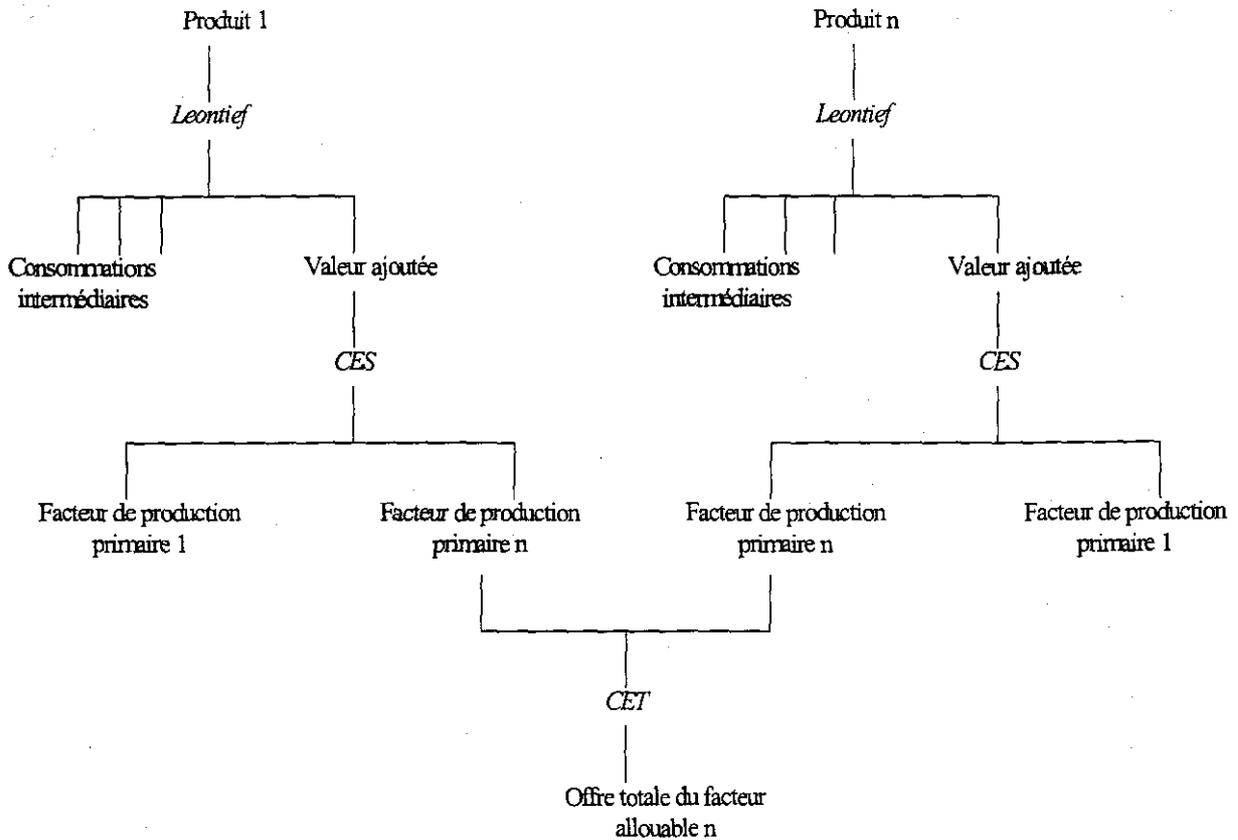
l'instrument de gel des terres qui s'applique au niveau de l'ensemble de la sole en céréales, oléagineux et protéagineux (COP), les aides compensatoires à l'hectare introduites à l'occasion de la réforme de mai 1992 sont spécifiques aux différentes cultures, la prime à l'hectare de blé tendre étant différente de la prime à l'hectare de maïs, elle-même différente de la prime à l'hectare d'oléagineux, par exemple. Une représentation explicite de ces aides compensatoires nécessite de distinguer les surfaces allouées à chaque culture, ce qui n'est pas possible avec l'hypothèse de séparabilité globale entre inputs et outputs. Ces deux derniers inconvénients, le problème des inputs spécifiques et le problème d'une représentation adéquate des instruments actuels de la PAC, nous ont conduit à modifier la spécification traditionnelle des technologies multi-produits d'une manière qui est décrite dans le paragraphe suivant.

Les spécifications multi-produits décrites ci-dessus ont pour souci de rendre compte du fait qu'il peut exister des possibilités de substitution entre outputs, indépendamment des niveaux des inputs. Les technologies sont alors jointes, même si la source de la jointure n'est pas clairement explicitée. Dans le cas du secteur d'activité agricole des grandes cultures, la jointure peut être due à des contraintes agronomiques de rotation qui sont ainsi prises en compte, indirectement dans un cadre pourtant statique. La jointure peut aussi être liée à certains facteurs quasi-publics, comme par exemple le capital humain du producteur qui font que l'expérience acquise pour la culture d'une céréale pourra être utilisée, avec profit, pour la culture d'un oléagineux, par exemple. L'existence d'un ou de plusieurs facteurs fixes allouables est aussi à l'origine d'une jointure des processus de production (voir, par exemple, Leathers, 1991). Supposons ainsi que le facteur terre pouvant être alloué à l'ensemble des cultures céréalières, oléagineuses et protéagineuses soit fixe, soit parce que l'analyse se situe dans le court terme, soit parce que l'autorité publique fixe la surface totale qu'il est possible de cultiver en COP⁶. Alors le processus de production de ce secteur d'activité apparaît joint même si, à long terme et en l'absence d'intervention publique, les technologies de production des six biens distingués sont non joints dans les quantités d'inputs. Si on suppose que la jointure est uniquement due à l'existence d'un facteur fixe allouable, la technologie multi-produits, multi-facteurs peut alors être représentée par une arborescence par le graphique 3.14⁷.

⁶ Ceci est aujourd'hui le cas dans l'UE si on suppose que la contrainte de la surface de base éligible aux paiements compensatoires est contraignante et qu'il n'y a pas de dépassements significatifs de cette surface de base en raison de pénalités dissuasives.

⁷ Cette arborescence correspond à celle adoptée par Hertel et Tsigas (1991), qui distinguent neuf secteurs d'activité agricole liés par une quantité totale en terre. Une spécification similaire est adoptée dans le modèle WALRAS qui distingue deux secteurs d'activité agricoles, les végétaux et les animaux, qui se partagent une quantité totale de terre prédéterminée.

Graphique 3.14. Représentation d'une technologie multi-produits, multi-facteurs dans le cas où la jointure est uniquement due à l'existence d'un facteur fixe allouable

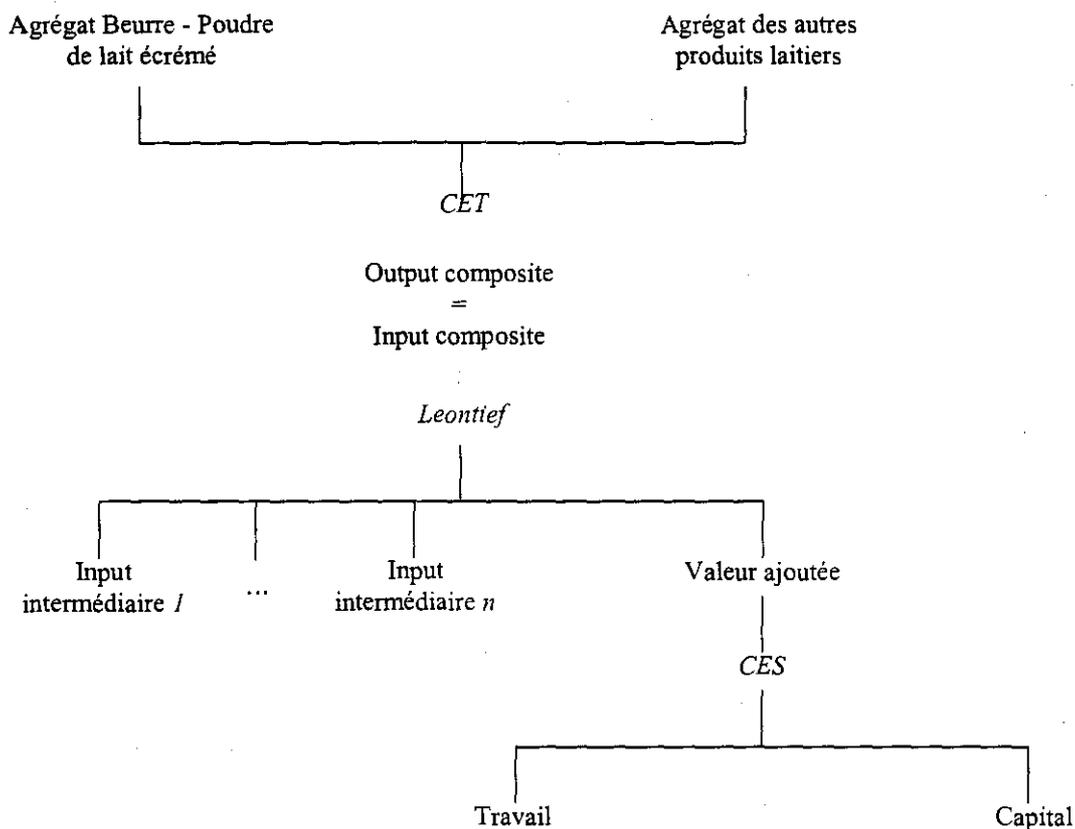


Mis à part le problème lié à la répartition du facteur fixe allouable entre les différentes productions, la spécification représentée par le graphique 3.14 est classique. Un agrégat CES des facteurs primaires de production est combiné, selon des proportions fixes, avec les différents inputs intermédiaires au niveau le plus élevé de la structure à étages. Au niveau le plus bas de l'arborescence, le facteur fixe allouable est réparti entre les différents usages, selon une fonction de transformation CET.

3.4.2. Modélisation de la technologie de production de l'industrie laitière

Le secteur d'activité agro-alimentaire de l'industrie laitière offre deux produits, un agrégat beurre - poudre de lait écrémé et un agrégat regroupant l'ensemble des autres produits laitiers généralement à plus forte valeur ajoutée que le beurre et la poudre de lait écrémé. La technologie de production de l'industrie laitière est décrite par le graphique 3.15 ci-dessous :

Graphique 3.15. La technologie de production de l'industrie laitière



La structure de production décrite par le graphique 3.15 suppose une séparabilité globale entre outputs et inputs. Du côté des facteurs, la spécification est classique et correspond à la spécification de base présentée dans la section 3.2. Au premier niveau de l'arbre, une fonction CES permet donc de combiner les deux facteurs primaires capital et travail pour former un agrégat valeur ajoutée qui est ensuite combiné, sur la base de coefficients fixes, avec les différents inputs intermédiaires pour définir un input composite regroupant tous les inputs. Les deux biens produits, l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé et l'agrégat des autres produits laitiers, sont offerts à partir de cet input composite, égal à l'output composite, en utilisant une fonction de transformation CET.

Le programme d'optimisation de l'industrie laitière correspondant au graphique 3.15 peut s'écrire⁸ :

$$\max_{Y_{bepo,IL}, Y_{plai,IL}, CI_{i,IL}, X_{f,IL}} \left(P_{bepo} \cdot Y_{bepo,IL} + P_{plai} \cdot Y_{plai,IL} \right) \cdot (1 - t_{IL} + s_{IL}) - \sum_i PCMA_i \cdot CI_{i,IL} - \sum_f W_f \cdot X_{f,IL}$$

sous les contraintes : (3.34)

$$a) Y_{IL} = \alpha_{IL} \cdot \left(\delta_{bepo,IL} \cdot Y_{bepo,IL}^{\rho_{IL}} + \delta_{plai,IL} \cdot Y_{plai,IL}^{\rho_{IL}} \right)^{1/\rho_{IL}}$$

$$b) Y_{IL} = \min \left(\frac{CI_{i,IL}}{i_{o,i,IL}}, VACF_{IL} = \alpha_{IL} \cdot \left(\delta_{K,IL} \cdot K_{IL}^{-\rho_{KL,IL}} + \delta_{L,IL} \cdot L_{IL}^{-\rho_{KL,IL}} \right)^{-1/\rho_{KL,IL}} \right)$$

Dans le programme (3.34), le mnémonique *IL* fait référence à l'industrie laitière, *bepo* à l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé et *plai* à l'agrégat des autres produits laitiers. Y_{IL} représente l'input composite construit à partir des inputs intermédiaires et des facteurs primaires de production, qui est égal à l'output composite réparti dans la production des deux biens. La contrainte a) définit la fonction de transformation de type CET de l'output composite dans les deux biens produits et la contrainte b) représente le processus d'agrégation des inputs intermédiaires et des facteurs primaires de production pour former l'input composite.

Le programme (3.34) peut être décomposé en deux sous-programmes de façon à faciliter la résolution analytique. Le premier sous-programme est centré sur la partie supérieure de l'arborescence et correspond à la maximisation du revenu pour un niveau de l'input composite donné Y_{IL} .

$$\max_{Y_{bepo,IL}, Y_{plai,IL}} R = P_{bepo} \cdot Y_{bepo,IL} + P_{plai} \cdot Y_{plai,IL}$$

sous la contrainte : (3.35)

$$Y_{IL} = \alpha_{IL} \cdot \left(\delta_{bepo,IL} \cdot Y_{bepo,IL}^{\rho_{IL}} + \delta_{plai,IL} \cdot Y_{plai,IL}^{\rho_{IL}} \right)^{1/\rho_{IL}}$$

Les conditions du premier ordre associées à ce programme permettent, après quelques manipulations⁹, de définir les offres des deux biens pour un niveau d'output composite donné Y_{IL} . Les expressions présentées ci-dessous correspondent aux écritures adoptées en pratique :

⁸ Les subventions reçues et les taxes acquittées par l'industrie laitière sont fonction de sa recette totale.

⁹ On considère uniquement le cas d'une solution intérieure.

$$Y_{bepo,IL} = \frac{Y_{IL}}{\alpha_{IL}} \cdot \left(\frac{P_{bepo}}{\delta_{bepo,IL}} \right)^{1/\rho_{IL}-1} \cdot \left(\delta_{bepo,IL}^{-1/\rho_{IL}-1} \cdot P_{bepo}^{\rho_{IL}/\rho_{IL}-1} + \delta_{plai,IL}^{-1/\rho_{IL}-1} \cdot P_{plai,IL}^{\rho_{IL}/\rho_{IL}-1} \right)^{-1/\rho_{IL}} \quad (3.36)$$

$$Y_{plai,IL} = \frac{Y_{IL}}{\alpha_{IL}} \cdot \left(\frac{P_{plai}}{\delta_{plai,IL}} \right)^{1/\rho_{IL}-1} \cdot \left(\delta_{bepo,IL}^{-1/\rho_{IL}-1} \cdot P_{bepo}^{\rho_{IL}/\rho_{IL}-1} + \delta_{plai,IL}^{-1/\rho_{IL}-1} \cdot P_{plai,IL}^{\rho_{IL}/\rho_{IL}-1} \right)^{-1/\rho_{IL}} \quad (3.37)$$

L'équation (3.36) définit l'offre de l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé, conditionnellement à une dotation en output composite. On vérifie que l'offre de l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé est homogène de degré un par rapport au niveau de l'output composite (en raison de la constance des rendements d'échelle de long terme) et homogène de degré zéro par rapport aux prix des deux biens produits. Elle dépend positivement de son propre prix et négativement du prix de l'autre bien. L'interprétation de l'équation (3.37) relative à l'offre de l'agrégat des autres produits laitiers est identique.

Le second sous-programme, défini à partir de la partie inférieure de l'arborescence, correspond à la minimisation du coût total de production, pour un niveau d'output composite donné Y_{IL} :

$$\min_{C_{i,IL}, X_{f,IL}} \sum_i PCMA_i \cdot C_{i,IL} + \sum_f W_f \cdot X_{f,IL}$$

sous la contrainte :

(3.38)

$$Y_{IL} = \min \left(\frac{C_{i,IL}}{i_{o,i,IL}}, VACF_{IL} = \alpha_{IL} \cdot \left(\delta_{K,IL} \cdot K_{IL}^{-\rho_{KL,IL}} + \delta_{L,IL} \cdot L_{IL}^{-\rho_{KL,IL}} \right)^{-1/\rho_{KL,IL}} \right)$$

Les conditions du premier ordre du programme (3.38) permettent de définir les demandes dérivées optimales conditionnelles (c'est-à-dire pour un Y_{IL} donné) des inputs intermédiaires et des deux facteurs primaires, capital et travail. Ces équations ont été présentées dans la première section (équations (3.8) et (3.4), respectivement).

La spécification retenue pour représenter la technologie multi-produits, multi-facteurs du secteur d'activité agro-alimentaire de l'industrie laitière est relativement simple puisque basée sur l'hypothèse d'une séparabilité globale entre inputs et outputs. Elle souffre donc naturellement des défauts inhérents à cette hypothèse. Elle bénéficie aussi des avantages

liés à la fonction CET, et en particulier parmi ceux-ci le nombre réduit de paramètres à calibrer¹⁰.

3.4.3. Modélisation de la technologie de production de l'industrie des corps gras, des élevages laitiers et des élevages mixtes.

L'industrie des corps gras offre deux produits, les huiles et les tourteaux d'oléagineux. Les deux secteurs d'activité de l'élevage laitier et de l'élevage mixte offrent deux produits, le lait et des bovins vivants. Pour ces trois secteurs d'activité, nous supposons, à nouveau, une séparabilité globale entre inputs et outputs. Il n'est donc pas nécessaire de détailler la structure de production des deux secteurs d'élevage sous une forme graphique dans la mesure où i) la partie supérieure de l'arbre correspondant aux produits est celle décrite sur le graphique 3.15 en remplaçant l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé par le bien lait et l'agrégat autres produits laitiers par le bien bovins vivants, et ii) la partie inférieure de l'arbre correspondant aux inputs a déjà été décrite dans le cas des secteurs d'activité d'élevage herbivore mono-produits (cf. paragraphe 3.3.3 et graphique 3.11). De même, il n'est pas nécessaire de détailler la structure de production de l'industrie des corps gras qui est identique à celle de l'industrie laitière, excepté le remplacement des produits beurre - poudre de lait écrémé et l'agrégat des autres produits laitiers par les huiles et les tourteaux d'oléagineux.

Il faut cependant signaler que l'élasticité dans la fonction de transformation CET est nulle dans le cas de l'industrie des corps gras. Cette élasticité sera délibérément fixée à une valeur plus faible dans le cas de l'élevage laitier que dans celui de l'élevage mixte. Pour l'élevage laitier, le produit bovins est en effet essentiellement un co-produit de l'activité laitière et les possibilités de substitution entre les deux biens, lait et bovins, sont donc faibles. A la limite, si on choisit une élasticité de transformation égale à zéro, les deux biens seront strictement complémentaires. Pour les éleveurs mixtes, les possibilités de substitution entre les deux biens sont vraisemblablement plus grandes, ce qui se traduira par le choix d'une élasticité de transformation plus élevée.

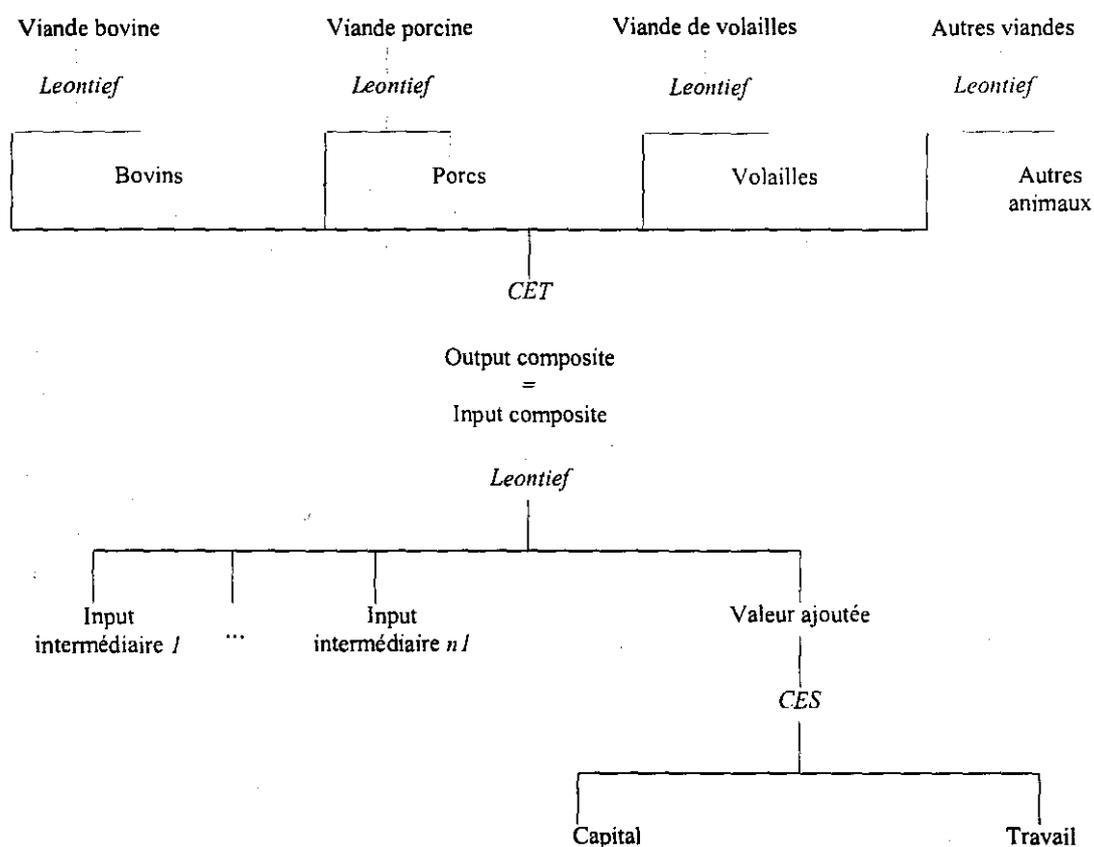
Enfin, il est important de noter que la politique des quotas laitiers appliquée dans l'UE depuis 1984 a pour conséquence de fixer l'offre du bien lait au niveau des quotas si ce dernier est contraignant. Nous reviendrons sur ce point dans le chapitre six consacré à la modélisation des instruments de politique agricole.

¹⁰ Un seul paramètre extérieur est suffisant pour calibrer les paramètres de la fonction de transformation CET et un seul paramètre extérieur est suffisant pour calibrer les paramètres de la fonction de substitution CES entre le capital et le travail.

3.4.5. Modélisation de la technologie de production de l'industrie des viandes

Le secteur d'activité agro-alimentaire de l'industrie de la viande offre quatre catégories de biens, la viande bovine, la viande porcine, la viande de volailles et un agrégat regroupant les autres viandes. Naturellement, une viande d'un type donné ne peut être produite qu'à partir de l'animal vivant correspondant. Cette dépendance est représentée sous la forme d'une liaison à coefficient fixe entre l'animal vivant (par exemple, les bovins) et la viande correspondante. La technologie de production de l'industrie de la viande est décrite par le graphique 3.16.

Graphique 3.16. Représentation de la technologie de production de l'industrie des viandes



La structure de production décrite par le graphique 3.16 suppose une séparabilité « partielle », par opposition à globale, entre tous les outputs et tous les inputs. Le taux marginal de substitution entre deux inputs quelconques n'est plus indépendant de l'agrégat des outputs. De même, le taux marginal de transformation entre deux outputs n'est plus indépendant de l'agrégat des inputs. La fonction de transformation implicite $F(x, y) = 0$ ne peut plus s'écrire sous la forme $T(y) = G(x)$. Cette structure suppose en revanche une

séparabilité globale entre certains inputs, noté x^1 , et l'ensemble des outputs et des autres inputs, noté x^2 . La fonction de transformation implicite s'écrit alors : $T(y, x^2) = G(x^1)$.

La structure inférieure de l'arbre de production est classique, excepté le fait qu'il n'y a pas tous les inputs intermédiaires. L'input composite obtenu peut être alloué dans quatre sous-activités : transformation de l'input intermédiaire bovins en viande bovine, transformation de l'input intermédiaire porcs en viande porcine, transformation de l'input intermédiaire volailles en viande de volailles et transformation de l'input intermédiaire des autres animaux en un agrégat des autres viandes. L'allocation de l'input composite entre ces quatre sous-activités est réalisée par une fonction de transformation CET.

Le programme d'optimisation de l'industrie des viandes correspondant au graphique 3.16 peut s'écrire comme¹¹ :

$$Y_{i,ABBA} \max_{CI_{k,ABBA}, X_{f,ABBA}} \left(\sum_i P_i \cdot Y_{i,ABBA} \right) (1 - t_{ABBA} + s_{ABBA}) - \sum_k PCMA_k \cdot CI_{k,ABBA} - \sum_f W_f \cdot X_{f,ABBA}$$

sous les contraintes : (3.39)

$$a) Y_{ABBA} = \alpha_{ABBA} \cdot \left(\sum_i \delta_{i,ABBA} \cdot Y_{i,ABBA}^{\rho_{i,ABBA}} \right)^{1/\rho_{ABBA}}$$

b)

$$Y_{ABBA} = \min \left(\frac{CI_{k1,ABBA}}{iO_{k1,ABBA}}, VACF_{ABBA} = \alpha_{ABBA} \cdot \left(\delta_{K,ABBA} \cdot K_{ABBA}^{-\rho_{K,ABBA}} + \delta_{L,ABBA} \cdot L_{ABBA}^{-\rho_{L,ABBA}} \right)^{-1/\rho_{K,ABBA}} \right)$$

$$c) CI_{k2,ABBA} = iO_{k2,i,ABBA} \cdot Y_{i,ABBA}$$

Dans le programme (3.39), le mnémonique *ABBA* fait référence à l'industrie des viandes, l'indice *i* aux quatre types de viandes, l'indice *k2* aux animaux vivants et l'indice *k1* aux autres inputs intermédiaires. Y_{ABBA} représente l'input composite construit à partir des inputs intermédiaires *k1* et des facteurs primaires de production, selon la contrainte b). La contrainte a) définit la fonction de transformation de type CET de l'input composite dans les quatre biens. La contrainte c) définit la consommation intermédiaire des animaux vivants *k2* comme un coefficient fixe $iO_{k2,i,ABBA}$ de la production de viande correspondante¹².

¹¹ De nouveau, les subventions reçues et les taxes acquittées par l'industrie des viandes sont fonction de sa recette totale.

¹² $iO_{k2,i,ABBA}$ est nul si, par exemple, *k2* est l'input intermédiaire bovins et *i* le produit viande porcine. Ce coefficient est non nul quand *k2* est l'input intermédiaire bovins et *i* le produit viande bovine.

Le programme (3.39) peut être décomposé en deux sous-programmes. Un premier sous-programme, défini sur la partie inférieure de l'arborescence, correspond à la minimisation du coût de production de l'input composite :

$$\min_{CI_{k1,ABBA}, X_{f,ABBA}} \sum_k PCMA_{k1} \cdot CI_{k1,ABBA} + \sum_f W_f \cdot X_{f,ABBA}$$

sous la contrainte :

(3.40)

$$Y_{ABBA} = \min \left(\frac{CI_{k1,ABBA}}{iO_{k1,ABBA}}, VACF_{ABBA} = \alpha_{ABBA} \cdot \left(\delta_{K,ABBA} \cdot K_{ABBA}^{-\rho_{KL,ABBA}} + \delta_{L,ABBA} \cdot L_{ABBA}^{-\rho_{KL,ABBA}} \right)^{-1/\rho_{KL,ABBA}} \right)$$

Les solutions de ce sous-programme sont données par les équations (3.8) et (3.4).

Le second sous-programme, défini sur la partie supérieure de l'arbre de production, correspond à la maximisation du profit pour un niveau de l'input composite donné Y_{ABBA} :

$$\max_{Y_{i,ABBA}, CI_{k2,ABBA}} \sum_i P_i \cdot Y_{i,ABBA} - \sum_{k2} PCMA_{k2} \cdot CI_{k2,ABBA}$$

sous les contraintes :

(3.41)

$$Y_{ABBA} = \alpha_{ABBA} \cdot \left(\sum_i \delta_{i,ABBA} \cdot Y_{i,ABBA}^{\rho_{ABBA}} \right)^{1/\rho_{ABBA}}$$

$$CI_{k2,ABBA} = iO_{k2,i,ABBA} \cdot Y_{i,ABBA}$$

Comme les inputs intermédiaires animaux vivants sont une proportion fixe de la production de viande correspondante, ce deuxième sous-programme peut se réécrire :

$$\max_{Y_{i,ABBA}} \sum_i \left(P_i - \sum_{k2} iO_{k2,i,ABBA} \cdot PCMA_{k2} \right) \cdot Y_{i,ABBA} = \sum_i PN_i \cdot Y_i$$

sous la contrainte :

(3.42)

$$Y_{ABBA} = \alpha_{ABBA} \cdot \left(\sum_i \delta_{i,ABBA} \cdot Y_{i,ABBA}^{\rho_{ABBA}} \right)^{1/\rho_{ABBA}}$$

avec PN_i le prix « net » de la viande i , c'est-à-dire le prix de marché de la viande diminué du prix à la consommation intermédiaire de l'animal correspondant.

Les offres des quatre viandes pour un niveau d'input composite donné Y_{ABBA} sont alors :

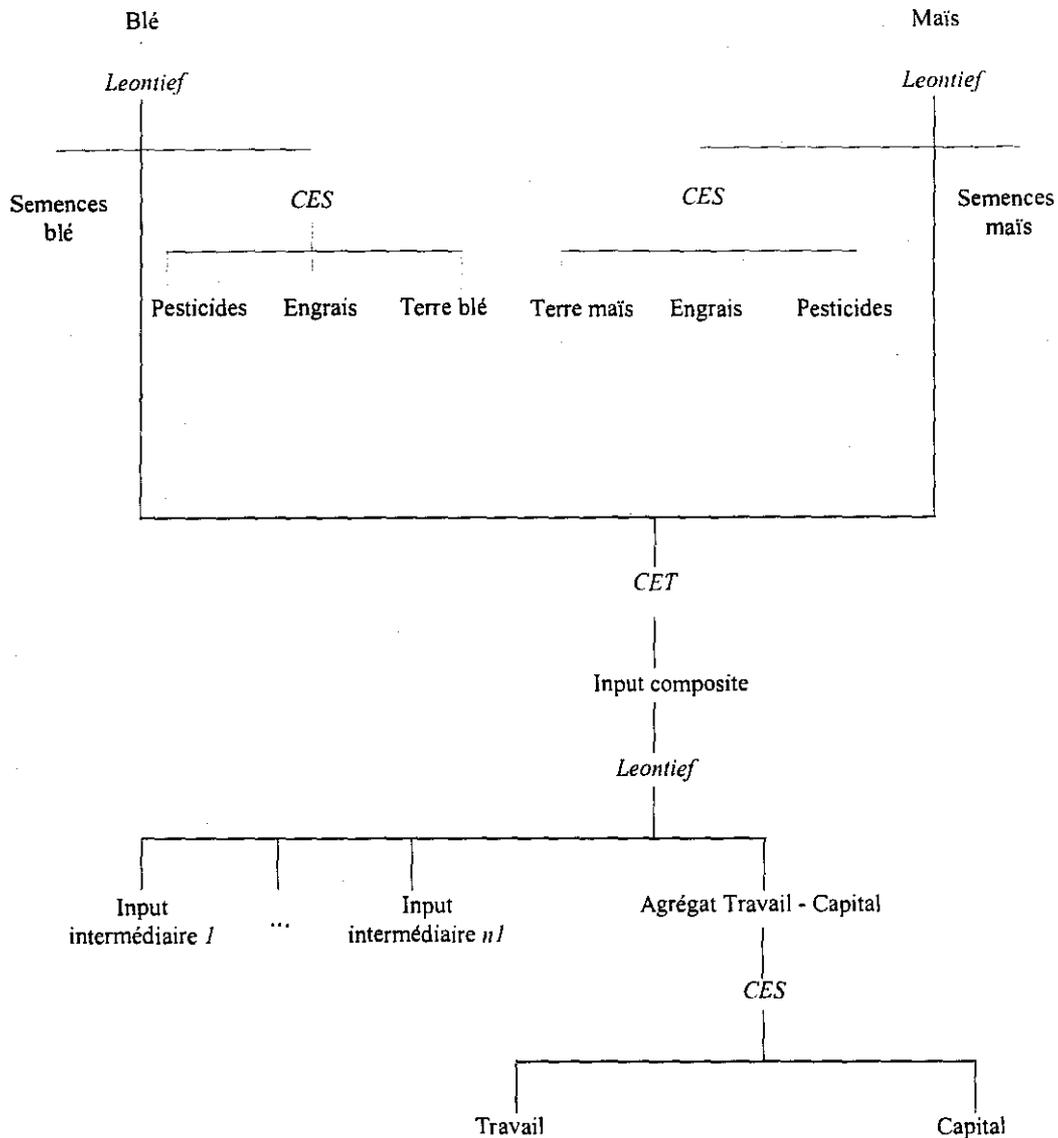
$$Y_{i,ABBA} = \frac{Y_{ABBA}}{\alpha_{ABBA}} \cdot \left(\frac{PN_i}{\delta_{i,ABBA}} \right)^{1/\rho_{ABBA}^{-1}} \cdot \left(\sum_i \delta_{i,ABBA}^{-1/\rho_{ABBA}^{-1}} \cdot PN_i^{\rho_{ABBA}/\rho_{ABBA}^{-1}} \right)^{-1/\rho_{ABBA}} \quad (3.43)$$

L'offre de la viande i est homogène de degré un par rapport au niveau de l'input composite et homogène de degré zéro par rapport aux prix nets de toutes les viandes.

3.4.6. Modélisation de la technologie de production du secteur des grandes cultures

Le secteur d'activité des grandes cultures offre quatre céréales distinctes, des oléagineux et des protéagineux. La technologie de production dans le secteur des grandes cultures est représentée par le graphique 3.17. Par souci de clarté de la figure, nous faisons temporairement l'hypothèse que ce secteur n'offre que deux céréales, du blé et du maïs.

Graphique 3.17. Représentation de la technologie dans le secteur des grandes cultures



La structure de production décrite par le graphique 3.17 n'impose pas une séparabilité globale entre tous les outputs et tous les inputs, pour tenir compte notamment du fait que les semences sont des inputs intermédiaires spécifiques à une culture. Cette spécification nous permet également une représentation adéquate des instruments de l'OCM des cultures arables car les surfaces de terre utilisées pour chaque grande culture sont distinguées.

Cette structure de production peut être décrite de la façon suivante. Au plus bas niveau de l'arbre de production, une fonction CES combine les deux facteurs primaires de production, travail et capital, pour former un agrégat « Travail - Capital ». Au deuxième niveau, cet agrégat est combiné avec les autres inputs intermédiaires, selon des coefficients fixes, pour former un input composite. Cet input composite est alloué, sur la base d'une fonction de

transformation CET, entre différentes cultures (deux sur le graphique 3.17, six dans le modèle). Cette allocation est fonction des marges dégagées par culture, marges égales à la valeur de la production diminuée du coût des semences, des achats d'engrais et de pesticides et de la rémunération du facteur terre. Au plus haut niveau et à gauche de l'arbre de production, l'input composite est combiné, selon des proportions fixes, à l'input intermédiaire semence de blé et un agrégat « Terre - Engrais - Pesticides » pour obtenir le produit blé. L'agrégat « Terre - Engrais - Pesticides » est, comme dans les technologies végétales mono-produit, une fonction CES de la terre, des engrais et des pesticides. Dans la partie supérieure droite, le maïs est obtenu en employant, selon des proportions fixes, des semences de maïs, un agrégat CES formé de terre, d'engrais et de pesticides et de l'input composite.

3.5. Conclusion du chapitre 3

Dans ce chapitre, nous avons décrit les comportements des producteurs à l'offre des produits et à la demande dérivée des inputs intermédiaires et des facteurs primaires de production. De manière usuelle dans les modèles d'EGC, ces producteurs sont supposés maximiser leur profit sous leur contrainte technologique et les contraintes de marché. Ces dernières s'expriment à travers un système de prix exogène pour les producteurs.

Un soin particulier a été apporté à la spécification des technologies de production des différents secteurs d'activité agricoles et agro-alimentaires, en particulier au niveau de la prise en compte des possibilités de substitution entre les inputs intermédiaires, entre les facteurs primaires de production (travail, capital et terre) et entre les inputs intermédiaires et les facteurs primaires de production. Ces possibilités de substitution sont modélisées par des fonctions CES homogène de degré un. Pour limiter le nombre de paramètres nécessaires pour représenter les technologies de production, des hypothèses de séparabilité forte du processus de production sont posées selon une partition spécifique à chaque secteur d'activité. Les technologies de production multi-produits sont modélisées sous l'hypothèse d'une séparabilité globale entre les inputs et les outputs, sauf dans les cas où certains inputs sont spécifiques à un produit.

Les élasticités retenues pour le calibrage des paramètres des technologies de production des différents secteurs d'activité sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3.1. Elasticités de substitution et de transformation des technologies de production des différents secteurs d'activité

Secteurs d'activité	$\sigma_{KL,j}$	σ_j
Viandes et conserves	0,9	0,5
Industrie laitière	0,9	0,5
Industrie de la transformation des céréales	0,9	-
Industrie des corps gras	0,9	0,05
Autres industries agro-alimentaires	0,9	-
Pêche	1,1	-
Industrie chimique de base	1,1	-
Industrie de la parachimie	1,1	-
Autres industries	1,1	-
Services	1,9	-
Commerce de détail alimentaire	1,1	-
Autre commerce	1,1	-

Secteurs d'activité	$\sigma_{KL,j}$	$\sigma_{TEP,j}$	$\sigma_{VA,j}$
Viticulture	0,8	0,3	0,2
Autres cultures	0,8	0,3	0,2
Sous-activité fourragère de l'élevage laitier	0,8	0,3	0,2
Sous-activité fourragère de l'élevage bovin	0,8	0,3	0,2
Sous-activité fourragère de l'élevage mixte	0,8	0,3	0,2
Sous-activité fourragère des autres élevages	0,8	0,3	0,2

Secteurs d'activité	$\sigma_{KL,j}$	σ_j	(1)	(2)
Elevage laitier	0,8	0,1	0,45	0,45
Elevage bovin	0,8	-	0,45	0,45
Elevage mixte	0,8	7	0,45	0,45
Elevage porcin	0,8	-	-	0,45
Elevage avicole	0,8	-	-	0,45
Autres élevages	0,8	-	-	0,45
Alimentation animale	0,9	-	0,45	-

(1) Substitution entre les fourrages et l'aliment composite 2 (cf. graphique 3.11)

(2) Substitution entre les aliments composés et l'aliment composite 3

Secteurs d'activité	(3)	(4)	(5)
Elevage laitier	0,5	1,1	0,9
Elevage bovin	0,5	1,1	0,9
Elevage mixte	0,5	1,1	0,9
Elevage porcin	0,5	1,1	0,9
Elevage avicole	0,5	1,1	0,9
Autres élevages	0,5	1,1	0,9
Alimentation animale	0,8	1,6	1,3

(3) Substitution entre l'agrégat matières riches en énergie et l'agrégat matières riches en protéines

(4) Substitution entre les matières riches en énergie

(5) Substitution entre les matières riches en protéines

Secteur d'activité	$\sigma_{KL,j}$	$\sigma_{TEP,j}$ (6)	σ_j
Grandes cultures	0,8	0,3	0,5

(6) Cette élasticité s'applique aux six sous-activités du secteur des grandes cultures (cf. paragraphe 3.4.6).

Chapitre 4.

La demande finale des ménages

4.0. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons le comportement à la consommation finale des produits et à l'offre des facteurs primaires de production des ménages français. Nous supposons ici qu'il existe un seul type de ménage, représentatif de l'ensemble des ménages français. Dans les modèles d'EGC centrés sur les problèmes relatifs aux réformes de fiscalité (voir, par exemple, Keller, 1979), il est nécessaire de distinguer plusieurs types de ménages, par exemple en fonction des classes de revenu. Cette distinction est moins utile dans le cadre de notre travail.

Ce chapitre est organisé de la façon suivante. Dans la première section, nous présentons les hypothèses adoptées pour décrire le comportement du ménage représentatif. Nous les discutons et les comparons, au regard des hypothèses généralement adoptées dans les modèles d'EGC. Dans une deuxième section, nous présentons les équations décrivant ce comportement. Dans la troisième section, la procédure de calibrage des paramètres de comportement est détaillée. Pour calibrer ces paramètres, nous avons estimé économétriquement les élasticités des demandes par rapport aux prix et au revenu. Ces estimations sont aussi présentées dans la troisième section.

4.1. Les hypothèses

Hypothèse 1 : Rationalité du ménage, accès aux marchés des biens et services

Conformément à la théorie néoclassique, le ménage rationnel maximise son utilité sous sa contrainte budgétaire, le système de prix des produits et des facteurs primaires de production étant donnés. Le ménage est donc preneur de prix sur tous les marchés. La fonction d'utilité du ménage, représentant ses préférences, est supposée non décroissante, continue et quasi-concave par rapport aux niveaux de consommation des biens (Deaton et Muellbauer, 1980).

Hypothèse 2 : Composition du revenu du ménage

Le revenu disponible du ménage pour la consommation de biens et services est composé du revenu des facteurs primaires de production qu'il détient et du solde des transferts entre ce ménage d'une part, les autres secteurs institutionnels domestiques et les agents étrangers d'autre part. Les principaux transferts correspondent, aux prestations sociales versées par le gouvernement français (ressource pour le ménage), aux différents impôts acquittés par le ménage (dépense du ménage). L'objet de ce travail n'est pas d'expliquer la formation de ces

transferts ; aussi, comme d'autres modèles d'EGC sectoriels (*cf.* par exemple, Robinson et *al.*, 1990), nous supposons que ces transferts sont fixes en valeur¹.

Hypothèse 3 : Exogénéité du revenu du ménage

Le stock des facteurs primaires de production détenus par le ménage est supposé fixe. En particulier, l'offre de travail du ménage est fixe ; nous supposons qu'il n'existe pas d'arbitrage entre le travail et le loisir dans les préférences du ménage. Cet arbitrage est pourtant souvent représenté dans les modèles d'EGC. Schubert et Letournel (1991), Cazes et *al.* (1992), Perraudin et Pujol (1991), par exemple, ont adopté une telle spécification dans leurs modèles d'EGC à générations imbriquées, appliqués à la France et développés pour analyser la fiscalité. Cet arbitrage n'est pas introduit dans notre modèle car il est surtout intéressant lorsque l'on étudie en détail le marché du travail et lorsqu'on distingue plusieurs types de ménages et plusieurs catégories de travail. Comme les offres des facteurs primaires de production, les transferts avec les autres secteurs institutionnels et le système de prix sont exogènes pour le ménage, le revenu disponible pour la consommation est également exogène pour le ménage.

Hypothèse 4 : Structure des préférences du ménage

Nous supposons que les biens et services sont séparables au sein des préférences du ménage selon une partition que nous définissons plus bas. Sous ces hypothèses, le ménage alloue son revenu à ses consommations par étapes successives, selon une procédure généralement admise comme étant relativement intuitive (Deaton et Muellbauer, 1980). Les préférences du ménage sur l'ensemble des biens et services peuvent alors être représentées par un arbre d'utilité avec des nids sur plusieurs niveaux. La fonction d'utilité associée à ces préférences peut être décomposée en plusieurs micro fonctions d'utilité, une micro fonction d'utilité étant spécifiée à chaque nid de l'arbre d'utilité. A chacun de ces nids également, correspond un sous-programme d'optimisation du programme général de maximisation des préférences du ménage.

Les modèles d'EGC utilisent largement cette procédure destinée à réduire le nombre de paramètres. Certains modèles spécifient un arbre d'utilité à deux niveaux, le premier niveau ayant trait au choix entre consommation et épargne tandis que le deuxième niveau relève des consommations des différents biens et services (voir Robinson et *al.*, 1990, par exemple). D'autres modèles d'EGC introduisent des niveaux supplémentaires dans l'arbre d'utilité. Peterson (1989), par exemple, définit quatre niveaux. Au premier niveau, le ménage arbitre entre consommation et épargne ; au second niveau, il choisit entre consommation

¹ Cette hypothèse a des conséquences sur les propriétés d'homogénéité du modèle car le revenu disponible du ménage pour la consommation de biens et services n'est pas homogène de degré un par rapport au prix (*cf.*

alimentaire et consommation non alimentaire ; le troisième niveau est consacré aux décisions de consommation des différents biens alimentaires ; enfin, au quatrième et dernier niveau, le ménage arbitre entre les biens alimentaires domestiques et les biens alimentaires importés.

Hypothèse 5 : Formes paramétriques retenues pour les (micro) fonctions d'utilité

Les formes paramétriques des micro fonctions d'utilité utilisées aux différents nids sont les formes de Leontief, de Cobb-Douglas (cas particulier de la CES), déjà rencontrées dans le cas de la production, et la forme de Stone-Geary². Cette dernière est souvent adoptée dans les modèles d'EGC car elle représente des préférences quasi-homothétiques, qui sont généralement définies à partir de la fonction de dépense (Deaton et Muellbauer, 1980). La fonction de dépense, associée à des préférences quasi-homothétiques, est une forme polaire de Gorman, c'est-à-dire qu'elle s'écrit sous la forme :

$$C(w; U) = a(w) + b(w).U \quad (4.1)$$

où U est le niveau d'utilité, w le prix des produits consommés, $a(w)$ et $b(w)$ des fonctions positives, croissantes, linéairement homogènes et concaves.

Les préférences représentées par cette fonction de dépense sont homothétiques quand le terme $a(w)$ est nul. Dans ce cas, l'élasticité revenu de la demande des biens est égale à un (ou encore les parts budgétaires des biens sont indépendantes du revenu). En effet, la fonction d'utilité indirecte $v(w, R)$ s'écrit :

$$v(w, R) = \frac{R}{b(w)} \quad (4.2)$$

et la fonction de demande marshallienne du bien i notée $x_i(w, R)$, obtenue à partir de l'identité de Roy, est :

$$x_i(w, R) = - \frac{\frac{\partial v(w, R)}{\partial w_i}}{\frac{\partial v(w, R)}{\partial R}} = \frac{\frac{\partial b(w)}{\partial w_i}}{b(w)} \cdot R \quad (4.3)$$

L'équation (4.3) montre clairement que lorsque les préférences sont homothétiques, alors l'élasticité revenu de la demande des biens est unitaire.

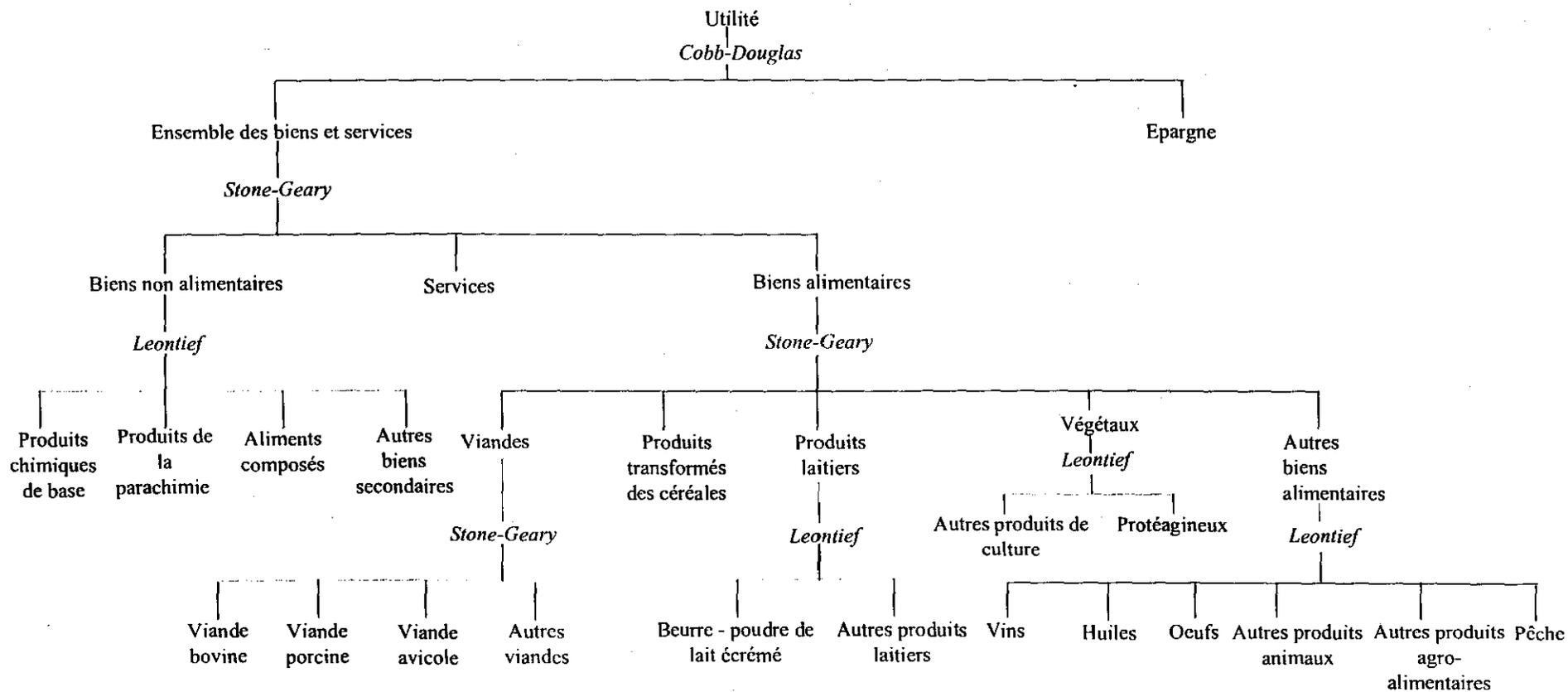
chapitre sept).

² Stone, 1954. Cette forme est présentée dans la section suivante.

L'élasticité revenu de la demande des biens est différente de un lorsque les préférences sont quasi-homothétiques. Cet avantage est important dans le cadre des modèles d'EGC centrés sur l'agriculture car il est généralement admis que, au sein du panier global de consommation (en France et, plus généralement, dans l'ensemble des pays développés), les produits alimentaires dans leur ensemble sont des biens de première nécessité ou, en d'autres termes, l'élasticité revenu de la demande de ces biens est inférieure à l'unité.

La structure adoptée dans notre modèle pour les préférences du ménage représentatif de l'ensemble des ménages français est décrite par l'arbre d'utilité reproduit sur le graphique 4.1.

Graphique 4.1. L'arbre d'utilité des ménages



Au premier niveau de l'arbre d'utilité, les ménages décident, sur la base de la maximisation d'une micro fonction d'utilité de type Cobb-Douglas sous contrainte de revenu total, du montant de leur épargne, le reste de leur revenu étant rendu disponible pour la consommation de biens et services. Le revenu total se répartit donc selon des proportions fixes entre épargne et consommation.

Au second niveau de l'arbre d'utilité, le ménage répartit son revenu hors épargne pour la consommation de trois groupes de biens : celui des biens alimentaires, celui des biens non alimentaires et celui des services. Il est alors supposé maximiser une micro fonction d'utilité de la forme de Stone-Geary.

Au troisième niveau de l'arbre d'utilité, le budget alloué au groupe des biens non alimentaires est réparti pour la consommation de quatre biens : les produits chimiques de base, les produits de la parachimie, les aliments composés distribués aux animaux domestiques et les autres biens secondaires. La micro fonction d'utilité employée pour cette répartition est de la forme de Leontief, les demandes de ces quatre biens sont donc proportionnelles à la demande de l'agrégat correspondant et, par voie de conséquence, elles sont indépendantes des rapports de prix de ces biens. Toujours à ce troisième niveau, le ménage alloue son budget alimentaire aux cinq agrégats du nid des biens alimentaires : les viandes, les produits transformés des céréales, les produits laitiers, les végétaux et les autres produits alimentaires. Cette partition des produits alimentaires en cinq sous ensembles correspond à la partition définie par Fulponi (1989) dans son étude sur la consommation alimentaire (en particulier la consommation de viandes) en France. Les résultats de cette étude ont ainsi pu être initialement utilisés pour calibrer les paramètres de notre micro fonction d'utilité. A cette étape, le ménage est supposé maximiser une micro fonction d'utilité de Stone-Geary.

Au quatrième niveau de l'arbre d'utilité, au sein de l'agrégat des viandes, le ménage décide de sa consommation des quatre types de viandes : celle de viande bovine, celle de viande porcine, celle de viande avicole et celle des autres viandes. Cet arbitrage est également modélisé à partir du programme de maximisation d'une micro fonction d'utilité de Stone-Geary. Le budget des produits laitiers est alloué à la consommation de deux biens : l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé et l'agrégat des autres produits laitiers. Les préférences du ménage pour ces deux biens sont représentées par une micro fonction d'utilité de la forme de Leontief. Le budget des végétaux est partagé entre les autres produits de cultures et les protéagineux selon une micro fonction d'utilité de Leontief. Le budget des autres biens alimentaires est lui aussi réparti sur la base d'un programme de maximisation d'une micro fonction d'utilité de la forme de Leontief. Le groupe des autres biens alimentaires est un ensemble de biens hétérogènes. Il est composé de six biens : les vins, les huiles, les produits de l'aviculture (œufs), les autres produits animaux (essentiellement le miel), les autres produits agro-alimentaires et les produits de la pêche.

Nous avons donc utilisé la micro fonction d'utilité de Stone-Geary, forme fonctionnelle représentant des préférences quasi-homothétiques, à trois niveaux différents de notre arbre d'utilité, pour ne pas trop contraindre les élasticités dépenses des demandes. Dans de nombreux modèles d'EGC, cette forme fonctionnelle est uniquement spécifiée au premier niveau de l'arbre d'utilité. Néanmoins, dans le modèle ECAM (Michalek et Keyser, 1992), les préférences des ménages sont représentées par un arbre d'utilité où, au premier niveau, un système AIDS (Almost Ideal Demand System, Deaton et Muellbauer, 1980) est adopté et au deuxième niveau, une micro fonction d'utilité de Stone-Geary. Dans le modèle d'EGC de Beaumais (1995), construit pour étudier les politiques de l'environnement et appliqué à la France, les préférences des ménages sont représentées par un arbre d'utilité à quatre niveaux. La forme fonctionnelle de Stone-Geary est utilisée pour déterminer l'arbitrage au troisième niveau de cet arbre d'utilité, des fonctions CES modélisant les autres arbitrages.

4.2. Les équations représentant le comportement des consommateurs

Pour résoudre le programme de maximisation des préférences sous contrainte budgétaire du ménage, nous allons procéder par étapes. Les hypothèses de séparabilité adoptées nous permettent en effet de décomposer le programme complet en plusieurs sous-programmes d'optimisation. Ces derniers sont définis au niveau des différents nids de l'arbre d'utilité. Comme dans le cas de la production, nous débutons la résolution du programme au plus bas niveau de la structure. Ainsi, nous déterminons au quatrième niveau de l'arborescence les consommations des différents viandes, étant donné une dépense totale en viandes (paragraphe 4.2.1). Au troisième niveau d'arbre d'utilité, nous déterminons les dépenses allouées aux cinq agrégats définis dans le nid des biens alimentaires ainsi que les demandes de ceux-ci, étant donné une dépense totale en biens alimentaires (paragraphe 4.2.2). Au deuxième niveau de l'arbre d'utilité, nous déterminons les dépenses allouées aux trois agrégats définis dans le nid de l'ensemble des biens et services ainsi que les demandes de ces agrégats, étant donné le revenu disponible à la consommation (paragraphe 4.2.3). Dans le dernier paragraphe, nous définissons la répartition du revenu total du ménage entre l'épargne et la consommation de biens et services.

Dans les autres nids de l'arbre d'utilité (Produits laitiers, Végétaux, Autres biens alimentaires et Biens non alimentaires), il n'existe pas à proprement parler d'arbitrage entre les différents biens appartenant à ces nids. En effet, les micro fonctions d'utilité adoptées pour modéliser la demande au sein de ces nids sont de la forme de Leontief. Les demandes des biens de ces nids sont simplement une part fixe, notée iom_i , pour le bien i , de la demande de l'agrégat correspondant. Par exemple, la demande de vins, compris dans l'agrégat des autres biens alimentaires, est donnée par :

$$QD_{vins} = iom_{vins} \cdot QD_{autresbiens alimentaires} \quad (4.4)$$

avec QD_i , la demande finale du bien ou de l'agrégat i par le ménage représentatif. Par suite, le prix de l'agrégat i , noté PCF_i , est une fonction linéaire du prix des biens k regroupés dans le nid correspondant :

$$PCF_i = \sum_{k \in I} PCF_k \cdot iom_k \quad (4.5)$$

4.2.1. Résolution du sous-programme défini dans le nid des viandes

Le premier sous-programme consiste à maximiser la micro fonction d'utilité de Stone-Geary définie au quatrième niveau de l'arbre d'utilité sur le groupe des viandes sous la contrainte d'une dépense totale en viandes. Les fonctions de demande des viandes conditionnelles à la dépense totale en viandes sont déduites de ce sous-programme. Le problème dual à ce premier sous-programme correspond à la minimisation de la dépense de viandes pour un volume donné de l'agrégat viandes et étant donné les prix des différentes viandes (Deaton et Muellbauer, 1980). La résolution de ce sous-programme dual aboutit aux fonctions de demande hicksienne ou compensée des différentes viandes. Dans les modèles d'EGC, le choix entre ces deux problèmes duaux (minimisation de la dépense et maximisation de la micro fonction d'utilité) dépend largement du modélisateur. En revanche, seuls les paramètres des fonctions de demandes marshalliennes sont économétriquement estimables. En effet, les demandes issues du problème de maximisation de l'utilité dépendent de variables observables (prix et dépense) et donc peuvent être estimées. A l'inverse, les demandes issues du problème de minimisation de la dépense dépendent de variables non observables (quantité de l'agrégat des viandes dans ce travail). Comme nous avons estimé économétriquement les demandes de différents biens alimentaires (cf. section suivante), nous présentons la résolution du problème de maximisation de la micro fonction d'utilité sous la contrainte d'une dépense totale dans l'agrégat des viandes, notée R_{I1} . Celui-ci s'écrit :

$$\max_{QD_{i1}} U_{I1} = \prod_{i1 \in I1} (QD_{i1} - \lambda_{i1})^{\beta_{i1}} \quad (4.6)$$

sous la contrainte :

$$\sum_{i1 \in I1} PCF_{i1} \cdot QD_{i1} = R_{I1}$$

avec

$i1$: viande bovine, viande porcine, viande avicole et autres viandes,

$I1$: agrégat des viandes

λ_{i1} : paramètre de consommation minimale du bien $i1$ dans la micro fonction d'utilité Stone-Geary,

β_{i1} : part marginale de la dépense totale en viandes allouée à la consommation du bien $i1$ (la somme de ces parts est égale à un $\sum_{i1 \in I1} \beta_{i1} = 1$)

U_{i1} : le niveau d'utilité associé à la consommation du groupe des viandes.

Ce sous-programme de maximisation possède les propriétés des programmes standards de maximisation de fonction d'utilité sous contrainte budgétaire³. Les conditions du premier ordre associées à ce premier sous-programme permettent de définir les demandes de viandes conditionnelles aux dépenses totales en viandes :

$$QD_{i1} = \lambda_{i1} + \frac{\beta_{i1}}{PCF_{i1}} \cdot \left(R_{i1} - \sum_{k \in I1} PCF_k \cdot \lambda_k \right) \quad (4.7)$$

Les fonctions de demande données par l'équation (4.7) sont homogènes de degré zéro par rapport aux prix et aux dépenses totales ; elles vérifient les conditions d'additivité et la matrice des termes de substitution est symétrique et semi-définie négative (Johnson et al., 1984). Le système d'équations de dépenses correspondant au système de demande (4.7) peut s'écrire :

$$PCF_{i1} \cdot QD_{i1} = PCF_{i1} \cdot \lambda_{i1} + \beta_{i1} \cdot \left(R_{i1} - \sum_{k \in I1} PCF_k \cdot \lambda_k \right) \quad (4.8)$$

L'équation (4.8) montre que la dépense en bien $i1$ est une fonction linéaire des dépenses totales en viandes, d'où le vocable de système linéaire de dépense (Linear Expenditure System (LES)) pour l'ensemble des dépenses issues d'une fonction d'utilité de Stone-Geary. La dépense en bien $i1$ peut être répartie en deux composantes : une dépense minimale (premier terme du membre de droite) qui est liée à la consommation minimale du bien considéré et une dépense « excédentaire » (second terme). Cette deuxième composante correspond à une part fixe β_{i1} de la dépense excédentaire, c'est-à-dire de la dépense non nécessaire pour la consommation minimale. La fonction d'utilité indirecte V_{i1} , obtenue en remplaçant dans la fonction d'utilité directe les quantités de biens par leurs fonctions de demande marshallienne (4.7), est alors :

$$V_{i1} = \left(R_{i1} - \sum_{i1 \in I1} PCF_{i1} \cdot \lambda_{i1} \right) \cdot \prod_{i1 \in I1} \left(\frac{\beta_{i1}}{PCF_{i1}} \right)^{\beta_{i1}} \quad (4.9)$$

³ La fonction d'utilité est non décroissante, continue et quasi-concave.

Cette fonction d'utilité indirecte est non décroissante par rapport à la dépense totale en viandes, non croissante dans les prix des biens, homogène de degré zéro par rapport aux prix et à la dépense totale en viandes et est quasi-convexe en prix. La fonction de dépense est obtenue à partir de cette fonction d'utilité indirecte et est une forme polaire de Gorman :

$$C_{I1}(PCF_{i1}; U_{I1}) = \sum_{i1 \in I1} PCF_{i1} \cdot \lambda_{i1} + U_{I1} \cdot \prod_{i1 \in I1} \left(\frac{PCF_{i1}}{\beta_{i1}} \right)^{\beta_{i1}} = R_{I1} \quad (4.10)$$

Cette fonction de dépense est non décroissante dans le niveau d'utilité, non décroissante dans les prix des biens, homogène de degré un par rapport aux prix de ces biens et est concave par rapport à ces prix.

4.2.2. Résolution du sous-programme défini dans le nid des biens alimentaires

Le deuxième sous-programme du ménage consiste à maximiser la micro fonction d'utilité de Stone-Geary, définie au troisième niveau de l'arbre d'utilité sur le groupe des biens alimentaires, sous la contrainte d'une dépense totale en biens alimentaires.

$$\max_{QD_{i2}} U_{I2} = \prod_{i2 \in I2} (QD_{i2} - \lambda_{i2})^{\beta_{i2}}$$

sous la contrainte : (4.11)

$$\sum_{i1 \in I1} PCF_{i1} \cdot \lambda_{i1} + U_{I1} \cdot \prod_{i1 \in I1} \left(\frac{PCF_{i1}}{\beta_{i1}} \right)^{\beta_{i1}} + \sum_{\substack{i2 \in I2 \\ i2 \neq I1}} PCF_{i2} \cdot QD_{i2} = R_{I2}$$

avec

$i2$: viandes, produits transformés des céréales, produits laitiers, végétaux et autres biens alimentaires,

$I2$: agrégat des biens alimentaires.

La forme de la contrainte budgétaire dans le sous-programme (4.11) est particulière car la dépense de l'agrégat viandes est donnée par l'équation (4.10). Pour résoudre ce sous-programme, le problème est de définir un prix et une quantité pour l'agrégat viandes. Nous adoptons les solutions retenues par Michalek et Keyser (1992) et Beaumais (1995) pour définir le prix de l'agrégat des viandes en supposant que celui-ci est donné par :

$$PCF_{I1} = \prod_{i1 \in I1} \left(\frac{PCF_{i1}}{\beta_{i1}} \right)^{\beta_{i1}} \quad (4.12)$$

Le prix de l'agrégat viandes est donc une fonction Cobb-Douglas des prix des différentes viandes. En ce qui concerne la quantité de l'agrégat viandes, nous supposons qu'elle est obtenue en divisant la dépense totale en viandes par ce prix⁴ :

$$QD_{I1} = R_{I1} / PCF_{I1} \quad (4.13)$$

Le sous-programme (4.11) peut alors être écrit sous la forme standard :

$$\max_{QD_{I2}} U_{I2} = \prod_{i2 \in I2} (QD_{i2} - \lambda_{i2})^{\beta_{i2}}$$

sous la contrainte : (4.14)

$$\sum_{i2 \in I2} PCF_{i2} \cdot QD_{i2} = R_{I2}$$

Les conditions du premier ordre associées à ce sous-programme permettent de définir les demandes des agrégats définis dans le nid des biens alimentaires :

$$QD_{i2} = \lambda_{i2} + \frac{\beta_{i2}}{PCF_{i2}} \cdot \left(R_{I2} - \sum_{k \in I2} PCF_k \cdot \lambda_k \right) \quad (4.15)$$

Les fonctions de demande (4.15) sont homogènes de degré zéro par rapport aux prix des biens $I2$ et à la dépense totale en biens alimentaires. La dépense totale en viandes, nécessaire pour résoudre le sous-programme précédent, est donnée par :

$$R_{I1} = PCF_{I1} \cdot QD_{I1} = PCF_{I1} \cdot \lambda_{I1} + \beta_{I1} \cdot \left(R_{I2} - \sum_{i2 \in I2} PCF_{i2} \cdot \lambda_{i2} \right) \quad (4.16)$$

Les fonctions d'utilité indirecte et de dépense en biens alimentaires sont :

$$V_{I2} = \left(R_{I2} - \sum_{i2 \in I2} PCF_{i2} \cdot \lambda_{i2} \right) \cdot \prod_{i2 \in I2} \left(\frac{\beta_{i2}}{PCF_{i2}} \right)^{\beta_{i2}} \quad (4.17)$$

$$C_{I2}(PCF_{i2}; U_{I2}) = \sum_{i2 \in I2} PCF_{i2} \cdot \lambda_{i2} + U_{I2} \cdot \prod_{i2 \in I2} \left(\frac{PCF_{i2}}{\beta_{i2}} \right)^{\beta_{i2}} = R_{I2} \quad (4.18)$$

4.2.3. Résolution du sous-programme défini dans le nid de l'ensemble des biens et services

Le troisième sous-programme du ménage consiste à maximiser la micro fonction d'utilité de Stone-Geary, définie au deuxième niveau de l'arbre d'utilité, sous la contrainte du revenu

⁴ Cette solution est la plus simple et celle qui est généralement retenue.

alloué à la consommation. Ce sous-programme est formellement similaire au sous-programme précédent :

$$\max_{QD_{i3}} U_{I3} = \prod_{i3 \in I3} (QD_{i3} - \lambda_{i3})^{\beta_{i3}}$$

sous la contrainte : (4.19)

$$\sum_{i2 \in I2} PCF_{i2} \cdot \lambda_{i2} + U_{I2} \cdot \prod_{i2 \in I2} \left(\frac{PCF_{i2}}{\beta_{i2}} \right)^{\beta_{i2}} + \sum_{\substack{i3 \in I3 \\ i3 \neq I2}} PCF_{i3} \cdot QD_{i3} = R_{I3}$$

avec

$i3$: biens non alimentaires, services et biens alimentaires,

$I3$: ensemble des biens et services.

Pour résoudre ce troisième sous-programme, nous appliquons la procédure de résolution du paragraphe précédent. Le prix de l'agrégat des biens alimentaires est donné par :

$$PCF_{I2} = \prod_{i2 \in I2} \left(\frac{PCF_{i2}}{\beta_{i2}} \right)^{\beta_{i2}} \quad (4.20)$$

et la quantité de l'agrégat des biens alimentaires est égale à la dépense alimentaire divisée par le prix de cet agrégat. Le sous-programme (4.19) s'écrit alors :

$$\max_{QD_{i3}} U_{I3} = \prod_{i3 \in I3} (QD_{i3} - \lambda_{i3})^{\beta_{i3}}$$

sous la contrainte : (4.21)

$$\sum_{i3 \in I3} PCF_{i3} \cdot QD_{i3} = R_{I3}$$

Les conditions du premier ordre associées à ce sous-programme permettent de définir les demandes des agrégats définis dans le nid de l'ensemble des biens et services :

$$QD_{i3} = \lambda_{i3} + \frac{\beta_{i3}}{PCF_{i3}} \cdot \left(R_{I3} - \sum_{k \in I3} PCF_k \cdot \lambda_k \right) \quad (4.22)$$

Les dépenses allouées à l'ensemble des biens alimentaires sont données par :

$$R_{I2} = PCF_{I2} \cdot \lambda_{I2} + \beta_{I2} \cdot \left(R_{I3} - \sum_{i3 \in I3} PCF_{i3} \cdot \lambda_{i3} \right) \quad (4.23)$$

4.2.4. Résolution de l'arbitrage entre épargne et consommation de biens et services

Nous avons supposé, à l'instar de nombreux modèles d'EGC statique, que l'épargne est une proportion fixe (ts) du revenu disponible total (RD) ou, en d'autres termes, que le ménage arbitre entre la consommation de biens et services et l'épargne selon une fonction Cobb-Douglas. Le niveau d'épargne ($EPAR$) est égal à :

$$EPAR = ts.RD \quad (4.24)$$

$$R_{I3} = (1 - ts).RD \quad (4.25)$$

Le revenu disponible pour la consommation finale des biens et services (4.25) correspond à la partie du revenu disponible total du ménage non épargné. Ce dernier (4.26) est obtenu à partir d'une partie⁵ du revenu des facteurs primaires de production (premier terme du membre de droite), du solde des transferts avec les autres secteurs institutionnels (second terme) et finalement du solde des transferts avec les zones d'échange (troisième terme).

$$RD = \sum_f REVFAC_f \cdot \omega_f + \sum_{ins} tr_{ins} + \sum_{oe} tr_{oe} \quad (4.26)$$

avec :

$REVFAC_f$ rémunération factorielle du facteur primaire de production f ,

ω_f part du facteur f détenu par le ménage,

ins indice des secteurs institutionnels ins ,

oe indice des agents non domestiques oe ,

tr_{ins} montant net des transferts financiers entre le ménage et les autres institutions ins ,

tr_{oe} montant net des transferts financiers entre le ménage et les agents non domestiques oe

⁵ Les facteurs primaires de production ne sont pas intégralement détenus par les ménages. Les autres secteurs institutionnels détiennent eux aussi des facteurs primaires.

4.3. Calibrage des paramètres de la fonction d'utilité

4.3.1. Le calibrage des paramètres des fonctions d'utilité de Stone Geary

Le calibrage des paramètres des micro fonctions d'utilité Leontief ne pose pas de problèmes particuliers. Les valeurs des consommations finales reportées dans la matrice de comptabilité sociale suffisent (voir, par exemple, Shoven et Whalley, 1992). Les valeurs des consommations finales sont, en revanche, insuffisantes pour calibrer les différents paramètres des micro fonctions d'utilité de Stone-Geary spécifiées à trois niveaux de l'arbre d'utilité (cf. graphique 4.1). De manière générale, un système LES, dérivé d'une fonction d'utilité de Stone-Geary, spécifié pour un ensemble de I biens s'écrit sous la forme :

$$PCF_i \cdot QD_i = PCF_i \cdot \lambda_i + \beta_i \cdot \left(R - \sum_{k=1}^I PCF_k \cdot \lambda_k \right) \quad \forall i = 1, \dots, I \quad (4.27)$$

Les élasticités revenu, prix propre et prix croisées des demandes appartenant à un système LES sont définies par, respectivement :

$$\varepsilon_{i,R} = \beta_i \cdot \frac{R}{PCF_i \cdot QD_i} \quad (4.28)$$

$$\varepsilon_{i,PCF_i} = -1 + (1 - \beta_i) \cdot \frac{\lambda_i}{QD_i} \quad (4.29)$$

et

$$\varepsilon_{i,PCF_k} = -\beta_i \cdot \frac{PCF_k \cdot \lambda_k}{PCF_i \cdot QD_i} \quad (4.30)$$

L'équation (4.28) montre que la connaissance des élasticités revenu des demandes des biens et des valeurs de consommations finales suffit pour calibrer les paramètres β_i correspondant aux parts budgétaires marginales. Ces valeurs peuvent ensuite être reportées dans les équations (4.29) et il suffit alors de connaître une élasticité prix propre pour calibrer les paramètres λ_i , correspondant aux consommations incompressibles. On se donne, par exemple, l'élasticité prix propre de la demande du bien 1, ce qui nous permet de calibrer le paramètre λ_1 . Les autres paramètres λ_i sont ensuite calibrés en utilisant l'égalité à l'optimum entre le taux marginal de substitution entre deux biens et le rapport des prix de ces biens :

$$\frac{PCF_i}{PCF_1} = \frac{\beta_i \cdot (QD_1 - \lambda_1)}{\beta_1 \cdot (QD_i - \lambda_i)} \quad (4.31)$$

Au total, il apparaît donc que, pour un système LES à 1 biens, la connaissance de 1-1⁶ élasticités revenu et de 1 élasticité prix propre suffit pour calibrer les différents paramètres. Dans le cas particulier de la structure des préférences décrite par le graphique 4.1, il est nécessaire de disposer de :

- 2 élasticités revenu et 1 élasticité prix propre dans le nid correspondant à l'ensemble des biens et services
- 4 élasticités revenu et 1 élasticité prix propre dans le nid correspondant à l'ensemble des biens alimentaires et
- 3 élasticités revenu et 1 élasticité prix propre dans le nid correspondant aux viandes.

La procédure généralement adoptée dans les modèles d'EGC consiste à utiliser des informations extérieures, estimations économétriques ou avis d'experts, pour évaluer les différentes élasticités nécessaires. Cette démarche a été utilisée dans le chapitre précédent pour calibrer les paramètres des fonctions de production et de transformation. Au niveau de la consommation finale des ménages, nous avons préféré estimer les trois systèmes LES de façon à accroître le degré de cohérence du bloc « consommation finale des ménages » de notre modèle. Il était naturellement possible d'utiliser des informations extérieures dans la mesure où de nombreuses études ont été consacrées à l'estimation des élasticités revenu et prix des demandes finales des ménages français. Une telle méthode posait, en pratique, deux types de problèmes. Le premier est lié au fait que le degré de désagrégation et les hypothèses de séparabilité dans ces études ne correspondent pas toujours à la structure arborescente décrite par la figure 4.1. Le second problème est celui des différences entre les études dans les valeurs estimées des élasticités. Ces différences peuvent s'expliquer par de multiples facteurs : sources de données, périodes d'estimation, désagrégation, choix des formes fonctionnelles, procédures d'estimation, etc. Quelques études permettent d'illustrer ce dernier point.

Molina (1995) détermine l'élasticité de la demande alimentaire des ménages français par rapport au revenu disponible pour la consommation sur la base d'un système AIDS en distinguant 6 groupes de biens (alimentation, boissons, habillement et chaussures, énergie, dépenses médicales, autres biens non durables). Le système est estimé par les triples moindres carrés sur des données annuelles (1964-1992) publiées par l'OCDE. Au point moyen de l'échantillon, l'élasticité revenu de la demande alimentaire des ménages français est égale à 0,44. Par ailleurs, Nichèle et Robin (1993) ont estimé un système AIDS sur des données trimestrielles de la comptabilité nationale, couvrant la période 1970-1990. Dix groupes de biens sont distingués dans cette étude, dont le groupe des produits alimentaires,

⁶ Il suffit de connaître 1-1 élasticités revenu en raison de la propriété d'additivité des demandes.

des boissons et du tabac. Utilisant également la méthode d'estimation des triples moindres carrés, ces auteurs estiment que, au point moyen de l'échantillon, l'élasticité de la demande du groupe des produits alimentaires, des boissons et du tabac par rapport au revenu est égale à 0,29. Michalek et Keyser (1992) ont estimé un système de demande de biens alimentaires et non alimentaires pour la France à partir de données annuelles (1970-1985) publiées par la comptabilité nationale, le premier niveau de leur arbre d'utilité étant spécifié sous une forme AIDS. Ils obtiennent une élasticité revenu de la demande alimentaire (hormis les boissons) française de 0,55 pour l'année 1985. Enfin, Fulponi (1989) obtient, pour cette même élasticité, une valeur de 0,36 en spécifiant également un système AIDS au premier étage de son arbre d'utilité et en utilisant des données annuelles de 1959 à 1985 publiées par l'INSEE. Ces quatre études conduisent donc à une élasticité revenu de la consommation alimentaire française qui varie pratiquement du simple au double. Ceci rend le choix d'une valeur particulière par notre modèle relativement difficile.

Les résultats obtenus par diverses études au niveau des groupes de produits alimentaires présentent également un fort degré de variabilité. Fulponi (1989) par exemple estime qu'en 1980, l'élasticité de la demande française de viandes par rapport aux dépenses alimentaires est égale à 1,1 tandis que celle relative à la demande de produits laitiers s'établit à 1,83. Les résultats d'estimation de Carpentier (1991), obtenus à partir d'un modèle AIDS estimé sur des données annuelles couvrant la période 1970-1990 également publiées par l'INSEE, suggèrent quant à eux que la demande française de laitages présentent une forte élasticité par rapport aux dépenses alimentaires (2,2) alors que cette élasticité n'est que de 0,3 pour la demande de viandes fraîches. Il convient cependant d'admettre que, dans ces deux études, les produits considérés ne sont pas exactement tout à fait identiques.

Il ne s'agit pas ici de faire une analyse critique de ces différents résultats ni de les opposer les uns aux autres mais tout simplement de souligner que leur variabilité d'une étude à l'autre rend très délicat le choix de valeurs particulières pour les élasticités de notre modèle. Pour éviter d'être confronté à cet élément d'arbitraire, mais également pour compléter l'information disponible sur ces paramètres, nous avons décidé d'estimer les paramètres nécessaires pour le calibrage de notre fonction d'utilité.

4.3.2. Estimation des systèmes de demande

Nous avons estimé économétriquement les trois systèmes LES des viandes, des biens alimentaires et de l'ensemble des biens et services. Les données utilisées sont des séries annuelles couvrant la période 1970-1992. Elles représentent les dépenses (aux prix courants et aux prix 1980) de consommation à domicile des ménages résidents en France. Elles sont issues de la comptabilité nationale française. Toutes ces dépenses ont été divisées par la population totale française pour enlever l'effet de la démographie sur la consommation ; les

dépenses aux prix courants sont également divisées par un indice général des prix à la consommation pour tenir compte de l'inflation. Un indice de prix à la consommation des différents biens, égal à un en 1980, est obtenu en divisant les dépenses courantes par les dépenses aux prix 1980.

Les modèles économétriques sont structurellement les mêmes pour les trois systèmes, et il est donc possible de centrer l'attention sur celui relatif aux viandes pour décrire la démarche d'estimation adoptée. Les équations de dépense dans les quatre types de viande s'écrivent sous la forme :

$$PCF_{it} \cdot QD_{it} = PCF_{it} \cdot \lambda_t + \beta_i \left(R_t - \sum_j PCF_{jt} \cdot \lambda_t \right) + e_{it} \quad (4.32)$$

où l'indice i est relatif aux types de viande (viande bovine, viande porcine, viande avicole et autres viandes), l'indice t au temps (1970 - 1992), $R_t = \sum_i PCF_{it} \cdot QD_{it}$ et les e_{it} sont les perturbations aléatoires représentant les erreurs de spécification, les effets de variables omises, etc. Nous supposons que les vecteurs de perturbations e_t vérifient :

$$\begin{aligned} E(e_t) &= 0 \quad \forall t \\ E(e_t \cdot e_{t'}) &= \delta_{tt'} \cdot \Omega \end{aligned} \quad (4.33)$$

où $\delta_{tt'}$ est le symbole de Kronecker et Ω la matrice de variance - covariance. Les perturbations sont donc de moyenne nulles ; les perturbations ne sont pas corrélées dans le temps.

Le système estimé doit vérifier un certain nombre de contraintes pour qu'il soit issu de la maximisation d'une fonction d'utilité. Les contraintes sont les suivantes (Phlips, 1974) :

$$\sum_i \beta_i = 1, \quad 0 < \beta_i < 1, \quad QD_i > \lambda_t \quad (4.34)$$

L'égalité à un de la somme des β_i est imposée *ex ante* dans la phase d'estimation. En revanche, les contraintes de positivité et d'infériorité à 1 de ces paramètres sont plus difficiles à imposer *ex ante*. De même, les contraintes de consommation minimale inférieure à la consommation réelle sont difficiles à imposer *ex ante*. Elles ne sont pas prises en compte lors de la phase d'estimation. Elles sont simplement vérifiées *ex post*.

Malgré son nom, le système LES n'est pas linéaire dans les paramètres. Il est donc nécessaire d'utiliser des méthodes d'estimation pour modèles non linéaires. Nous avons ici choisi d'utiliser des méthodes par les moindres carrés. Les dépenses R_t considérées dans le système ne peuvent être considérées comme exogènes. Aussi, le système des équations (4.30) est estimé par la méthode des triples moindres carrés non linéaires. Un trend, les prix

à la période courante, les prix décalés d'une période ainsi que les dépenses de l'année précédente ont été utilisés en tant que variables instrumentales⁷. Ces estimateurs sont convergents.

La propriété d'additivité des systèmes de demande implique que la matrice de variance-covariance Ω est singulière. Une équation est donc supprimée lors de l'estimation du système (4.30). Dans la première estimation relative au groupe des viandes, nous avons supprimé l'équation relative à l'agrégat des autres viandes. Les paramètres de l'équation éliminée sont déduits *a posteriori* à partir des contraintes d'additivité. La valeur des paramètres estimés par la méthode décrite précédemment est indépendante de l'équation omise (Pollak et Wales, 1992).

Les résidus s'étant révélés auto-corrélés à l'ordre un, une procédure de correction de cette auto-corrélation est mise en oeuvre. Notons que, dans un système d'équations, le même coefficient d'auto-corrélation est imposé à chaque équation, en raison des conditions d'additivité (Michalek et Keyser, 1992).

Les résultats d'estimation relatifs au groupe des viandes sont présentés dans le tableau 4.1 ci-dessous.

Tableau 4.1 : Paramètres estimés du système LES défini sur les viandes (t de Student asymptotiques entre parenthèses)

	Viande bovine	Viande avicole	Viande porcine	Autres viandes
λ_i	-73,68 (-0,37)	216,36 (4,39)	351,46 (4,00)	116,49 (3,06)
β_i	0,536 (4,84)	0,096 (3,00)	0,283 (3,36)	0,083 (3,76)
R ²	0,959	0,926	0,988	
DW	1,37	1,89	1,28	

Les coefficients de détermination R², qui fournissent une mesure de la qualité de l'estimation, sont élevés. Ils suggèrent une bonne adéquation des spécifications aux observations. Le

⁷ Le problème de la méthode des variables instrumentales est que les résultats sont sensibles aux choix des instruments (voir, par exemple, Appelbaum, 1982).

coefficient d'auto-corrélation, imposé aux trois équations estimées, est égal à 0,95 et est statistiquement significatif, la statistique de Student associée étant égale à 37,97. Le test de Durbin-Watson ne nous permet pas de conclure quant à l'existence d'auto-corrélation à l'ordre un des résidus du système d'équations transformées pour éliminer l'auto-corrélation d'ordre un des résidus initiaux.

Les résultats d'estimation montrent également que 7 paramètres sur 8 sont statistiquement différents de zéro pour un seuil de 5%. Les paramètres estimés vérifient les conditions requises pour la régularité du système. Les β_i sont tous compris entre 0 et 1 et la consommation minimale est inférieure à la consommation observée pour chaque type de viande. Ces dépenses minimales sont positives ou non significatives, ce qui est plutôt rassurant pour les produits alimentaires.

Il est intéressant de noter que la consommation minimale de viande bovine n'est pas significativement différente de zéro et que le revenu « excédentaire » alloué à la consommation de cette viande représente plus de la moitié de celui-ci.

Les estimations des paramètres β_i et λ_i permettent de calculer les élasticités dépenses et les élasticités prix, directes et croisées, de la demande de chaque viande. Ces élasticités sont calculées au point estimé pour l'année 1990 (Tableau 4.2).

Tableau 4.2. Les élasticités estimées des demandes de viandes

	Viande bovine	Viande avicole	Viande porcine	Autres viandes	Dépenses viandes
Viande bovine	-1,054	-0,149	-0,287	-0,084	1,574
Viande avicole	+0,023	-0,475	-0,107	-0,031	0,590
Viande porcine	+0,029	-0,070	-0,659	-0,038	0,738
Autres viandes	+0,029	-0,071	-0,136	-0,568	0,746

Les élasticités de demande par rapport aux dépenses totales en viandes sont supérieures à un pour la viande bovine et inférieures à un pour les trois autres types de viandes. Parallèlement, la demande de la viande bovine est plus sensible à son propre prix que ne le sont la viande avicole, la viande porcine et les autres viandes. Les paramètres de consommation minimale sont positifs pour les trois derniers types de viandes ; les demandes de ces produits sont alors inélastiques par rapport à leur propre prix (cf. équation 4.29) et les élasticités prix croisées entre ces viandes sont négatives (cf. équation 4.30). A l'inverse, la

consommation minimale de viande bovine n'est pas positive ; la demande de viande bovine est élastique par rapport à son propre prix. Toujours pour l'année 1990, les dépenses minimales relatives au groupe des viandes représentent 33% des dépenses totales en viandes.

Comme indiqué dans le paragraphe 4.2.2, le prix de l'agrégat viandes, nécessaire pour allouer les dépenses alimentaires dans les cinq agrégats alimentaires, est calculé à partir des résultats de cette première estimation (équation 4.12). La quantité de l'agrégat des viandes est obtenue en divisant les dépenses totales par ce prix (équation 4.13). Ce prix estimé et cette quantité déduite sont introduits dans le deuxième système LES estimé, relatif au nid des biens alimentaires. Nous négligeons les problèmes d'erreurs de mesure engendrés par l'emploi de cette procédure. Les résultats d'estimation du système de demande LES défini sur l'ensemble des biens alimentaires (c'est-à-dire au troisième niveau de l'arbre d'utilité) sont présentés dans le tableau 4.3 ci-dessous. Dans ce système, l'équation relative aux autres produits alimentaires est omise lors de l'estimation.

Tableau 4.3. Paramètres estimés du système LES défini sur les biens alimentaires

	Viandes	Produits laitiers	Produits des céréales	Végétaux	Autres produits alimentaires
λ_i	465,85 (8,87)	520,16 (4,73)	686,40 (10,84)	623,36 (7,24)	1301,99 (3,50)
β_i	0,184 (3,72)	0,179 (5,18)	0,002 (0,08)	0,109 (3,13)	0,523 (7,25)
R ²	0,939	0,985	0,985	0,847	
DW	1,07	1,43	2,00	1,54	

Les coefficients de détermination R² sont de nouveau élevés. Le coefficient d'auto-corrélation, imposé aux trois équations estimées, est égal à 0,874 et est statistiquement significatif, la statistique de Student associée étant égale à 20,83. Après cette correction, le test du Durbin-Watson ne nous permet pas de conclure sur la présence d'auto-corrélation à l'ordre un des résidus du système d'équations transformées pour éliminer l'auto-corrélation d'ordre un des résidus initiaux. 9 paramètres estimés sur 10 sont significatifs, au seuil de 5% ; ces paramètres vérifient les conditions de régularité.

Les paramètres de consommation minimale sont tous positifs et significatifs ; en revanche, la part marginale du budget consacré aux produits transformés des céréales (pain, pâtes, etc.) n'est pas statistiquement différente de zéro. Cela implique que la consommation de ces produits transformés des céréales est pratiquement fixée au niveau de la consommation minimale. Le revenu excédentaire est principalement dépensé dans les autres produits alimentaires, agrégat comprenant les boissons et le tabac.

Ces estimations nous permettent le calcul des élasticités prix, directes et croisées, des demandes des différents agrégats alimentaires et également les élasticités de ces demandes par rapport aux dépenses alimentaires totales. Ces élasticités sont calculées au point estimé pour l'année 1990 (Tableau 4.4).

Tableau 4.4. Les élasticités estimées des demandes d'agrégats alimentaires

	Viandes	PCER*	Produits laitiers	Végétaux	AUTRES**	Dépenses alimentaires
Viandes	-0,401	-0,067	-0,047	-0,065	-0,122	0,702
PCER*	-0,004	-0,010	-0,001	-0,002	-0,004	0,021
Produits laitiers	-0,256	-0,127	-0,591	-0,124	-0,229	1,327
Végétaux	-0,156	-0,077	-0,054	-0,382	-0,142	0,811
AUTRES**	-0,275	-0,135	-0,096	-0,132	-0,778	1,416

* : Produits transformés des céréales

** : Autres biens alimentaires

Au sein du nid des biens alimentaires, les viandes, les produits transformés des céréales (dont le pain) et les produits végétaux apparaissent comme des biens nécessaires alors que les produits laitiers et les autres biens alimentaires (dont les boissons) apparaissent comme des biens de luxe. Puisque les paramètres de consommation minimale sont tous positifs, les demandes sont inélastiques par rapport à leur propre prix et les effets croisés sont tous négatifs. Les agrégats alimentaires pris deux à deux sont donc compléments bruts. Les résultats d'estimation obtenus par Fulponi (1989) ou par Carpentier (1991) à partir de système AIDS suggèrent au contraire que certains agrégats alimentaires peuvent être substitués bruts. L'utilisation du système LES au troisième niveau de l'arbre d'utilité du

ménage français semble donc contraignant. En 1990, les dépenses minimales en aliments représentent environ 67% de la dépense totale alimentaire.

Comme précédemment, le prix agrégé du groupe des produits alimentaires (équation 4.20) et la quantité de l'agrégat sont utilisés pour estimer le système de demande au deuxième étage de l'arbre d'utilité. A nouveau, nous négligeons les problèmes d'erreurs de mesure engendrés par l'emploi de cette procédure. Dans la phase d'estimation, l'équation relative aux services est supprimée. Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau 4.5 ci-dessous.

Tableau 4.5. Paramètres estimés du système LES défini sur l'ensemble des biens et services

	Biens alimentaires	Biens non alimentaires	Services
λ_i	1056,9 (8,95)	6263,35 (5,27)	-9630,75 (-0,97)
β_i	0,080 (4,84)	0,223 (3,88)	0,696 (9,59)
R ²	0,988	0,991	
DW	1,57	1,98	

Les coefficients de détermination R² sont élevés. Le coefficient d'auto-corrélation, imposé aux deux équations estimées, est égal à 0,790 et est statistiquement significatif, la statistique de Student associée étant égale à 9,98. Le test du Durbin-Watson ne nous permet pas de rejeter l'hypothèse d'absence d'auto-corrélation à l'ordre un des résidus du système d'équations transformées pour éliminer l'auto-corrélation d'ordre un des résidus initiaux. Cinq paramètres estimés sur six sont significativement différents de zéro au seuil de 5%. Les consommations minimales de services peuvent être considérées comme nulles. Les valeurs des coefficients estimés sont compatibles avec les contraintes issues de la théorie.

Les élasticités prix, directes et croisées, et dépenses des demandes de biens alimentaires, de biens non alimentaires et des services, calculées au point estimé en 1990, sont données dans le tableau 4.6.

Tableau 4.6. Les élasticités estimées des demandes des biens alimentaires, non alimentaires et des services

	Biens alimentaires	Biens non alimentaires	Services	Revenu disponible*
Biens alimentaires	-0,455	-0,063	+0,111	0,407
Biens non alimentaires	-0,068	-0,682	+0,160	0,590
Services	-0,190	-0,253	-1,194	1,637

* : revenu disponible à la consommation de biens et services

Les biens alimentaires sont des biens de première nécessité, l'élasticité de la demande de ces biens par rapport au revenu étant égale 0,407. La valeur de cette élasticité se situe dans la fourchette des valeurs rencontrées dans la littérature (entre 0,29 et 0,55, cf. paragraphe 4.3.1.). La demande de bien alimentaire est inélastique par rapport à son propre prix et est très peu influencée par les prix des biens non alimentaires et des services. Les biens non alimentaires sont également des biens de première nécessité et les services sont des biens de luxe. Une hausse du revenu des ménages entraînera donc un effet de demande plus fort pour le secteur des services que pour les autres secteurs de l'économie.

4.4. Conclusion du chapitre 4

Dans ce chapitre, nous avons développé la spécification du comportement, à la consommation finale des produits et à l'offre des facteurs primaires, du ménage français, représentatif de l'ensemble des ménages français.

L'offre des facteurs primaires de production détenus par ce ménage représentatif est fixe et donc indépendante du programme de maximisation de l'utilité sous contrainte budgétaire.

Les préférences du ménage sont représentées par une fonction d'utilité à structures séparables de telle sorte que le ménage alloue son revenu disponible par étapes successives. Dans un premier temps, il alloue, selon des proportions fixes, son revenu entre l'épargne et la consommation de biens et services. Le revenu disponible à la consommation est ensuite réparti, selon un système linéaire de dépense, entre la consommation de biens alimentaires, la consommation de biens non alimentaires et la consommation de services. Dans un troisième temps, le budget alimentaire est alloué, selon un nouveau système linéaire de dépense, à cinq types de produits alimentaires : les viandes, les produits laitiers, les produits transformés des céréales, les produits végétaux et les autres produits alimentaires. Dans un quatrième et dernier temps, le ménage alloue son budget viande entre quatre types de viandes selon un système linéaire de dépense.

Le triple emploi du système linéaire de dépense a été envisagé pour ne pas trop contraindre les élasticités dépenses des différents produits alimentaires et, par conséquent, tenir compte des caractéristiques de la demande de ces produits. Le calibrage des paramètres de comportement du ménage français repose sur les résultats des estimations économétriques, menées pour accroître le degré de cohérence du bloc consommation finale des ménages du modèle.

Chapitre 5.

Les échanges

5.0. Introduction

L'objet de ce chapitre est de présenter la modélisation des échanges adoptée. Dans les modèles input - output basés sur l'utilisation des multiplicateurs et plus généralement dans les modèles à prix fixes basés sur l'utilisation des multiplicateurs d'une matrice de comptabilité sociale (cf. Sadoulet et de Janvry, 1993), la modélisation des échanges est particulièrement rudimentaire, les exportations étant fixées de façon exogène et les importations étant une proportion fixée de l'offre domestique. Les modèles d'EGC permettent de modéliser les échanges de façon plus réaliste, les exportations et les importations étant notamment des fonctions des prix relatifs respectifs par rapport au prix des biens domestiques. Les biens domestiques et les biens échangés sont des substituts imparfaits.

Une des particularités de notre modèle est de distinguer deux zones d'exportation et d'importation, le reste de l'UE et le RdM hors UE. Pour chaque bien, sont définies deux fonctions d'offre d'exportation, deux fonctions de demande d'exportation, deux fonctions de demande d'importation et deux fonctions d'offre d'importation. Concernant l'offre d'exportation, nous supposons que la production domestique totale peut être vendue sur le marché intérieur, exportée sur le marché du reste de l'UE ou sur le marché du RdM hors UE. Le problème pratique consiste alors à modéliser cet arbitrage. De façon standard, nous supposons que cet arbitrage peut être modélisé sur la base d'une fonction CE_T . Au niveau de la demande d'exportation, le problème posé est celui du petit pays (auquel cas le prix mondial d'un bien vendu par la France sur un marché étranger est fixe) versus grand pays (auquel cas le prix mondial d'un bien vendu par la France sur un marché étranger donné est une fonction décroissante des quantités exportées par la France vers cette zone). Au niveau des importations, les problèmes posés sont symétriques. Concernant la demande d'importation, nous supposons qu'il y a une substitution imparfaite à la demande entre les achats de produits offerts par les producteurs domestiques, les importations d'origine communautaire et les importations du RdM hors UE et qu'il est possible de représenter cet arbitrage sur la base d'une fonction CES. Cette spécification de la demande d'importation correspond à l'hypothèse d'Armington (1969). Au niveau de l'offre d'importation, le problème posé est à nouveau celui de la France petit pays à l'importation versus grand pays à l'importation.

Si une grande majorité des modèles d'EGC traitent les produits importés comme des substituts imparfaits des produits d'origine locale, certains supposent une parfaite substituabilité entre les produits exportés et ceux qui sont vendus sur le marché intérieur. Une telle spécification de l'offre d'exportation a pour conséquence d'amplifier les liens entre les prix à l'exportation et les prix intérieurs (Burniaux et al., 1990). A la suite des travaux de Dervis et al. (1982), de De Melo et Robinson (1989) et de Burniaux et al. (1990), nous supposons une différenciation des produits symétrique pour les importations et les

exportations. Notre spécification de l'offre d'exportation sur la base d'une fonction CET et de la demande d'importation sur la base d'une fonction CES est justifiée par le niveau d'agrégation des biens. En effet, plus la gamme de biens élémentaires regroupés dans un agrégat donné est large, plus le contenu en biens élémentaires de l'agrégat exporté risque d'être différent de celui vendu sur le marché intérieur et plus le contenu en biens élémentaires de l'agrégat importé risque d'être différent de celui offert par les producteurs domestiques. La remarque précédente implique que les élasticités de transformation entre exportations et ventes domestiques, et de substitution entre importations et achats domestiques seront d'autant plus fortes que les agrégats seront homogènes en termes de biens élémentaires représentés.

Le plan de ce chapitre est le suivant. Dans la première section, nous présentons la modélisation des exportations, la demande dans un premier temps et l'offre dans un second temps. Dans la seconde section, nous décrivons la modélisation des importations en suivant le même ordre, c'est-à-dire la demande d'importation en premier lieu, puis l'offre d'importation. Dans une troisième section, nous discutons des avantages et des inconvénients de notre modélisation symétrique des importations et des exportations.

5.1. Modélisation des exportations

5.1.1. La demande d'exportation

Nous supposons que la France est un petit pays à l'exportation sur le marché du RdM hors UE pour tous les biens distingués dans le modèle, excepté quatre : le blé tendre, l'orge, l'agrégat beurre poudre de lait écrémé et l'agrégat des autres produits laitiers car, pour ceux-ci, la France est un acteur important sur le marché mondial. Le prix mondial à l'exportation des produits en devises, $PWE_{i,RdM}$, est donc fixe pour tous les biens, excepté les quatre mentionnés ci-dessus.

Sur le marché du reste de l'UE et sur le marché du RdM pour les quatre biens distingués ci-dessus, nous faisons l'hypothèse que la France est potentiellement un grand pays à l'exportation. Plus précisément, la demande de la part d'une zone d'échange (indexée par oe) pour un bien français i , notée $E_{i,oe}$, est définie comme une fonction à élasticité constante du prix de ce bien, exprimé en devises, c'est-à-dire :

$$E_{i,oe} = \mu_{i,oe} \cdot PWE_{i,oe}^{\mu_{i,oe}^2} \quad (5.1)$$

où $\mu_{i,oe}$ est un paramètre d'échelle et $\mu_{i,oe}^2$ est l'élasticité de la demande d'exportation par la zone oe du bien français i par rapport au prix à l'exportation en devises de ce bien.

Plus ce paramètre $\mu_{i,oe}$ est élevé en valeur absolue, plus la France peut être considérée comme un petit pays sur le marché correspondant ; le niveau des exportations françaises influence très peu le prix du bien. Inversement, plus ce paramètre est faible en valeur absolue, plus la France peut être considérée comme un grand pays sur le marché du produit considéré ; le niveau des exportations françaises influence significativement ce prix. A la limite, quand $\mu_{i,oe}$ est nul, le niveau des exportations est fixé au niveau de base ; le prix des exportations en devises va s'ajuster pour vérifier l'égalité (5.1).

Malgré son caractère ad hoc, cette spécification a le mérite de la simplicité et de la parcimonie puisqu'elle ne nécessite, pour chaque bien, qu'une information extérieure ($\mu_{i,oe}$) dans la phase de calibrage.

5.1.2. L'offre d'exportation

L'hypothèse de substitution imparfaite entre ventes intérieures et exportations, courante dans les modèles d'EGC centré sur un pays, revient à supposer que les ventes de produits domestiques peuvent être décrits par une fonction de transformation à deux biens, le premier étant vendu sur le marché intérieur tandis que le second est exporté. La forme fonctionnelle généralement retenue pour représenter cette fonction de transformation est une fonction CET (Constant Elasticity of Transformation), introduite pour la première fois par Powell et Gruen (1968). L'élasticité de transformation traduit la plus ou moins grande facilité de répartition de la production domestique entre les deux destinations. Ainsi, plus l'élasticité de transformation est grande, plus les produits vendus sur les deux types de marchés peuvent être considérés comme homogènes. A la limite, quand cette élasticité de transformation devient infinie, alors les produits vendus sur les différents marchés sont parfaitement homogènes (voir, par exemple, Dicke et al. (1989)).

L'hypothèse d'une substitution parfaite entre ventes domestiques et exportations est relativement simple à mettre en œuvre et ne nécessite aucune information additionnelle dans la phase de calibrage. Néanmoins, elle aboutit à un processus mécanique de spécialisation de l'économie considérée lorsque l'on fait simultanément l'hypothèse du petit pays et des rendements d'échelle de long terme constants pour les technologies (Dervis et al., 1982). Ce point peut être illustré en considérant l'exemple d'une économie simplifiée à trois secteurs d'activité mono-produits et l'existence de deux facteurs primaires de production dans cette économie. Ces derniers sont disponibles en quantités fixes, parfaitement mobiles entre les trois secteurs et pleinement utilisés par ceux-ci. Les trois biens sont obtenus à partir des deux facteurs primaires de production en utilisant des technologies mono-produits à rendements d'échelle constants ; nous supposons, sans perte de généralités, qu'il n'existe pas de consommations intermédiaires dans les technologies des trois secteurs d'activité. Les

prix d'équilibre des trois produits et des deux facteurs sont reliés par les conditions de nullité des profits dans les trois secteurs d'activité, c'est-à-dire :

$$(P_i - Cm_i(w, r)) \cdot Y_i = 0, \quad i = 1, 2, 3 \quad (5.2)$$

où Y_i représente la production du bien i , P_i le prix du bien i reçu par le producteur domestique, $Cm_i(w, r)$ la fonction de coût marginal de production de ce bien qui dépend des prix des deux facteurs primaires de production, w et r .

Supposons, de plus, que ces biens peuvent être offerts indifféremment sur le marché domestique et sur le marché à l'exportation, c'est-à-dire l'hypothèse d'une substitution parfaite entre ventes domestiques et exportations. Dans ce cas, le prix perçu par le producteur est le même, quelle que soit la destination de son produit. Si on suppose enfin que le pays considéré est un petit pays, c'est-à-dire que les prix mondiaux des biens sont fixes, alors les prix domestiques des biens sont égaux aux prix mondiaux, exprimés en monnaie nationale :

$$P_i = P_i^*, \quad i = 1, 2, 3 \quad (5.3)$$

En reportant (5.3) dans (5.2), on s'aperçoit alors que les prix des facteurs primaires de production dépendent des niveaux des prix mondiaux des produits et des niveaux de production des trois biens de l'économie. Supposons que, dans la situation initiale, les producteurs domestiques offrent des quantités non nulles des trois produits. Dans ce cas, les prix des deux facteurs primaires de production satisfont le système d'équations suivant :

$$Cm_i(w, r) = P_i^*, \quad i = 1, 2, 3 \quad (5.4)$$

Examinons alors les conséquences d'une diminution exogène du prix mondial du produit 1. Cette baisse de prix s'impose aux producteurs domestiques de produit 1, qui vont continuer à produire que s'ils peuvent réduire leurs coûts marginaux de production. Une baisse des coûts marginaux de production est possible si les prix des deux facteurs primaires de production diminuent. Or les prix de ces facteurs ne changent pas car ils sont déterminés, via les conditions de profit nul dans les deux autres secteurs d'activité, par les deux autres prix de produits qui restent inchangés. Ne pouvant baisser les coûts marginaux de production, les producteurs du bien 1 soit réalisent des profits négatifs, soit cessent de produire. A long terme, la production du bien 1 n'est plus possible. Cet exemple illustre le phénomène de spécialisation dans le cas d'une économie à trois biens et deux facteurs primaires de production et lorsque les rendements d'échelle de long terme sont constants, les biens ne sont pas différenciés à l'offre et les prix mondiaux s'imposent sur les marchés intérieurs.

Dans ce travail, nous avons déjà supposé que la France est un petit pays à l'exportation sur les marchés du RdM hors UE pour plusieurs biens. Pour éviter le phénomène de

spécialisation décrit ci-dessus, nous adoptons l'hypothèse selon laquelle les biens produits en France et vendus sur le marché français sont différents des biens produits en France et vendus dans les autres pays de l'UE, eux-mêmes différents des biens produits en France et vendus dans le RdM hors UE.

Les équations d'offre d'exportation française pour un produit i sont solutions du programme de maximisation du revenu des ventes de la production domestique totale Y_i sur les trois destinations possibles sous la contrainte de la fonction de transformation CET :

$$\max_{Y_i, E_{i,UE}, E_{i,RdM}} PD_i \cdot YD_i + PE_{i,UE} \cdot E_{i,UE} + PE_{i,RdM} \cdot E_{i,RdM}$$

sous la contrainte : (5.5)

$$Y_i = \alpha_i \cdot \left(\delta e_i \cdot YD_i^{\rho_i} + \delta e_{i,UE} \cdot E_{i,UE}^{\rho_i} + \delta e_{i,RdM} \cdot E_{i,RdM}^{\rho_i} \right)^{1/\rho_i}$$

avec PD_i le prix du produit i fabriqué localement et offert sur le marché français,

YD_i la production domestique du produit i vendue sur le marché intérieur,

$PE_{i,oe}$ le prix domestique (en franc) des exportations du produit i vers la zone oe ,

$E_{i,oe}$ les exportations du produit i vers la zone oe ,

Y_i la production domestique totale du produit i ,

α_i le paramètre d'échelle de la fonction de transformation CET,

$\delta e_i, \delta e_{i,oe}$ les paramètres de distribution de la fonction de transformation CET¹,

et $\sigma_i = 1 / (\rho_i - 1)$ l'élasticité de transformation de la fonction CET.

Les équations d'offre d'exportation française pour le produit i sont définies à partir des conditions du premier ordre pour une solution intérieure du programme (5.5) :

$$E_{i,UE} = \frac{Y_i}{\alpha_i} \cdot \left(\frac{PE_{i,UE}}{\delta e_{i,UE}} \right)^{\sigma_i} \cdot \left(\delta e_i^{-\sigma_i} \cdot PD_i^{1+\sigma_i} + \delta e_{i,UE}^{-\sigma_i} \cdot PE_{i,UE}^{1+\sigma_i} + \delta e_{i,RdM}^{-\sigma_i} \cdot PE_{i,RdM}^{1+\sigma_i} \right)^{-\sigma_i / (1+\sigma_i)} \quad (5.6)$$

$$E_{i,RdM} = \frac{Y_i}{\alpha_i} \cdot \left(\frac{PE_{i,RdM}}{\delta e_{i,RdM}} \right)^{\sigma_i} \cdot \left(\delta e_i^{-\sigma_i} \cdot PD_i^{1+\sigma_i} + \delta e_{i,UE}^{-\sigma_i} \cdot PE_{i,UE}^{1+\sigma_i} + \delta e_{i,RdM}^{-\sigma_i} \cdot PE_{i,RdM}^{1+\sigma_i} \right)^{-\sigma_i / (1+\sigma_i)} \quad (5.7)$$

¹ La fonction de transformation CET est homogène de degré un par rapport aux quantités : $\delta e_i + \delta e_{i,UE} + \delta e_{i,RdM} = 1$.

L'offre d'exportation française du produit i à destination du marché oe est une fonction homogène de degré un par rapport à la production domestique totale, ce qui découle de l'homogénéité linéaire de la fonction de transformation CET. Cet offre est homogène de degré zéro par rapport aux prix ; elle dépend positivement du prix à l'exportation vers ce marché et négativement des prix de vente sur les marchés alternatifs.

L'équation d'offre du produit domestique i sur le marché français a une forme structurellement identique et s'écrit comme :

$$YD_i = \frac{Y_i}{\alpha e_i} \cdot \left(\frac{PD_i}{\delta e_i} \right)^{\sigma_i} \cdot \left(\delta e_i^{-\sigma_i} \cdot PD_i^{1+\sigma_i} + \delta e_{i,UE}^{-\sigma_i} \cdot PE_{i,UE}^{1+\sigma_i} + \delta e_{i,RdM}^{-\sigma_i} \cdot PE_{i,RdM}^{1+\sigma_i} \right)^{-\sigma_i/(1+\sigma_i)} \quad (5.8)$$

Cette fonction d'offre est également homogène de degré un par rapport à la production domestique totale, homogène de degré zéro par rapport aux différents prix, croissante par rapport à son propre prix et décroissante par rapport aux autres prix. Comme la fonction de transformation CET est homogène de degré un par rapport à tous ses arguments, la valeur de l'offre totale des producteurs domestiques (terme de gauche de l'équation 5.9) est égale à la somme des ventes en valeur sur les trois marchés distingués (terme de droite) :

$$P_i \cdot Y_i = PD_i \cdot YD_i + PE_{i,UE} \cdot E_{i,UE} + PE_{i,RdM} \cdot E_{i,RdM} \quad (5.9)$$

En remplaçant dans cette équation (5.9) les offres d'exportation par leur expression (5.6 et 5.7) et l'offre sur le marché domestique par (5.8), le prix perçu par les producteurs domestiques P_i s'écrit comme une fonction CET des prix domestiques des exportations et du prix des produits vendus sur le marché intérieur :

$$P_i = \frac{1}{\alpha e_i} \cdot \left(\delta e_i^{-\sigma_i} \cdot PD_i^{1+\sigma_i} + \delta e_{i,UE}^{-\sigma_i} \cdot PE_{i,UE}^{1+\sigma_i} + \delta e_{i,RdM}^{-\sigma_i} \cdot PE_{i,RdM}^{1+\sigma_i} \right)^{1/(1+\sigma_i)} \quad (5.10)$$

L'offre d'exportation du produit i vers la zone oe (équation 5.6 et 5.7) dépend des prix domestiques (en Franc) des produits exportés $PE_{i,oe}$. La demande d'exportation du produit i par la zone oe dépend du prix mondial en devises $PWE_{i,oe}$ (équation 5.1). La relation entre ces deux prix est la suivante :

$$PE_{i,oe} \cdot \left(1 + t_{marex_{i,oe}} \right) \cdot \left(1 - t_{subx_{i,oe}} \right) = PWE_{i,oe} \cdot TC_{oe} \quad (5.11)$$

où $tmarex_{i,oe}$ représente le taux de marge appliqué aux exportations françaises de produit i vers le marché oe^2 , $tsubx_{i,oe}$ le taux de subvention aux exportations françaises de produit i vers le marché oe^3 et TC_{oe} le taux de change entre le franc et la monnaie de la zone d'échange oe .

Le prix domestique des exportations $PE_{i,oe}$ est donc différent du prix en devises de ces exportations $PWE_{i,oe}$, du fait des marges commerciales opérées par le secteur de la distribution, des éventuelles subventions aux exportations et du taux de change entre les monnaies. Le prix à la demande des exportations en Franc ($PWE_{i,oe} \cdot TC_{oe}$) est donc égal au prix à l'offre, augmenté du taux de marge sur exportations, diminué de taux de subvention aux exportations. Les marges totales sur exportations sont égales à :

$$MAREX_i = \sum_{oe} PE_{i,oe} \cdot E_{i,oe} \cdot tmarex_{i,oe} \quad (5.12)$$

5.2. Modélisation des importations

5.2.1. La demande d'importation

Du côté de la demande française d'importation, nous faisons l'hypothèse que les biens importés par la France sont différents de ceux offerts par les producteurs domestiques. Les consommateurs français considèrent donc les importations d'origine communautaire, les importations provenant du RdM hors UE et les produits offerts par les producteurs domestiques comme des substituts imparfaits (hypothèse d'Armington). Cette substituabilité imparfaite entre produits domestiques et produits importés est traduite au travers d'une fonction de substitution CES, qui combine ces trois types de biens pour former un agrégat, noté XC , qui est demandé sur le marché intérieur.

Les consommateurs nationaux sont alors supposés minimiser leur coût d'approvisionnement de cet agrégat XC sous la contrainte de la fonction de substitution CES. Ce comportement conduit au programme suivant pour chaque produit i :

² Dans la phase de calibrage, pour chaque produit i exporté, nous supposons, en raison du manque d'informations, que le taux de marge appliqué aux exportations françaises vers le reste de l'UE est égal au taux de marge appliqué aux exportations françaises vers le RdM hors UE : $tmarex_{i,UE} = tmarex_{i,RdM}$.

³ Les exportations de produits agricoles et agro-alimentaires vers le RdM hors UE peuvent être subventionnées (voir chapitre 6 sur la modélisation des instruments de politique agricole). Par contre, pour tous les produits les exportations vers le reste de l'UE ne sont pas subventionnées ; par conséquent, $tsubx_{i,UE} = 0$.

$$\min_{YD_i, M_{i,UE}} PD_i \cdot YD_i + PM_{i,UE} \cdot M_{i,UE} + PM_{i,RdM} \cdot M_{i,RdM}$$

sous la contrainte : (5.13)

$$XC_i = \alpha m_i \cdot \left(\delta m_{i,UE} \cdot M_{i,UE}^{-\rho m_i} + \delta m_{i,RdM} \cdot M_{i,RdM}^{-\rho m_i} + \delta m_i \cdot YD_i^{-\rho m_i} \right)^{-1/\rho m_i}$$

avec PD_i le prix du produit i fabriqué localement et offert sur le marché français,

YD_i la production domestique du produit i vendue sur le marché intérieur,

$PM_{i,oe}$ le prix domestique (en franc) des importations du produit i provenant de la zone oe ,

$M_{i,oe}$ les importations du produit i provenant de la zone oe ,

XC_i la demande domestique totale du produit i , égale à l'offre totale sur le marché intérieur,

αm_i le paramètre d'échelle de la fonction de substitution CES,

$\delta m_i, \delta m_{i,oe}$ les paramètres de distribution de la fonction de substitution CES⁴,

et $\sigma m_i = 1 / (\rho m_i + 1)$ l'élasticité de substitution de la fonction CES.

Les équations de demande d'importation sont obtenues à partir des conditions du premier ordre pour une solution intérieure du programme (5.13) :

$$M_{i,UE} = \frac{XC_i}{\alpha m_i} \cdot \left(\frac{\delta m_{i,UE}}{PM_{i,UE}} \right)^{\sigma m_i} \cdot \left(\delta m_{i,UE}^{\sigma m_i} \cdot PM_{i,UE}^{1-\sigma m_i} + \delta m_{i,RdM}^{\sigma m_i} \cdot PM_{i,RdM}^{1-\sigma m_i} + \delta m_i^{\sigma m_i} \cdot PD_i^{1-\sigma m_i} \right)^{\sigma m_i / (1-\sigma m_i)}$$

(5.14)

$$M_{i,RdM} = \frac{XC_i}{\alpha m_i} \cdot \left(\frac{\delta m_{i,RdM}}{PM_{i,RdM}} \right)^{\sigma m_i} \cdot \left(\delta m_{i,UE}^{\sigma m_i} \cdot PM_{i,UE}^{1-\sigma m_i} + \delta m_{i,RdM}^{\sigma m_i} \cdot PM_{i,RdM}^{1-\sigma m_i} + \delta m_i^{\sigma m_i} \cdot PD_i^{1-\sigma m_i} \right)^{\sigma m_i / (1-\sigma m_i)}$$

(5.15)

La fonction de demande d'importation du produit i provenant du marché oe est une fonction homogène de degré un par rapport à la demande domestique totale de ce produit. Cette demande d'importation, conditionnelle au volume demandé sur le marché domestique, est homogène de degré zéro par rapport à tous les prix. La demande d'importation d'un produit i provenant de la zone oe dépend négativement de son propre prix et positivement

⁴ La fonction de transformation CES est homogène de degré un par rapport aux quantités : $\delta m_i + \delta m_{i,UE} + \delta m_{i,RdM} = 1$.

des autres prix (prix domestique des autres importations et prix du produit offert par les producteurs domestiques).

La demande du produit offert par les producteurs domestiques est également solution du programme (5.13) :

$$YD_i = \frac{XC_i}{\alpha m_i} \cdot \left(\frac{\delta m_i}{PD_i} \right)^{\alpha m_i} \cdot \left(\delta m_{i,UE}^{\alpha m_i} \cdot PM_{i,UE}^{1-\alpha m_i} + \delta m_{i,RdM}^{\alpha m_i} \cdot PM_{i,RdM}^{1-\alpha m_i} + \delta m_i^{\alpha m_i} \cdot PD_i^{1-\alpha m_i} \right)^{\alpha m_i / (1-\alpha m_i)} \quad (5.16)$$

Cette fonction de demande a également les bonnes propriétés (homogénéité, non croissante par rapport à son propre prix, etc). L'équation (5.17) détermine la valeur des achats domestiques totaux comme la somme en valeur des importations et des ventes des producteurs français sur le marché domestique :

$$PC_i \cdot XC_i = PD_i \cdot YD_i + PM_{i,UE} \cdot M_{i,UE} + PM_{i,RdM} \cdot M_{i,RdM} \quad (5.17)$$

Cette dernière équation nous permet d'en déduire le prix PC_i de l'agrégat demandé par les consommateurs français XC_i :

$$PC_i = \frac{1}{\alpha m_i} \left(\delta m_{i,UE}^{\alpha m_i} \cdot PM_{i,UE}^{1-\alpha m_i} + \delta m_{i,RdM}^{\alpha m_i} \cdot PM_{i,RdM}^{1-\alpha m_i} + \delta m_i^{\alpha m_i} \cdot PD_i^{1-\alpha m_i} \right)^{1/(1-\alpha m_i)} \quad (5.18)$$

5.2.2. L'offre d'importation

Nous supposons que la France est un petit pays à l'importation sur le marché du RdM hors UE pour tous les biens, excepté cinq : les tourteaux d'oléagineux, le blé tendre, l'orge, l'agrégat beurre poudre de lait écrémé et l'agrégat des autres produits laitiers. Le prix à l'importation du bien i vers le RdM, exprimé en devises ($PWM_{i,RdM}$), est donc exogène sauf pour les cinq biens distingués ci-dessus. Pour les quatre derniers cités, nous supposons que leur prix mondial à l'importation varie dans les mêmes proportions que leur prix mondial à l'exportation. Nous supposons donc implicitement que, même si les produits exportés sur le marché mondial sont différents des produits importés en provenance du marché mondial, les évolutions des prix de ces produits sont liées. En d'autres termes, les prix des deux produits imparfaitement substituables sur le marché mondial évoluent dans le même sens. Cette spécification est certes ad hoc mais nous semble plus réaliste que de supposer l'absence de relations entre les prix de produits imparfaitement substituables. L'offre de tourteaux d'oléagineux provenant du RdM est une fonction à élasticité constante (cf. équation 5.19).

Nous supposons que la France est un grand pays à l'importation sur le marché du reste de l'UE pour tous les biens. Les offres d'importation des différents produits d'origine communautaire sont spécifiées comme des fonctions à élasticité constante :

$$M_{i,UE} = \chi_{i,UE}^1 \cdot PWM_{i,UE}^{\chi_{i,UE}^2} \quad (5.19)$$

où $\chi_{i,UE}^1$ est un paramètre d'échelle et $\chi_{i,UE}^2$ est l'élasticité prix directe de l'offre d'importation du produit d'origine communautaire.

Le prix domestique des importations du produit i provenant de la zone oe et le prix en devises de ce produit sont reliés par l'équation suivante :

$$PM_{i,oe} = PWM_{i,oe} \cdot TC_{oe} \cdot (1 + tdd_{i,oe}) \quad (5.20)$$

où $tdd_{i,oe}$ est le taux du droit de douane appliqué aux importations du produit i provenant de la zone oe . Ce taux est nul quel que soit le produit i pour la zone UE. Le prix domestique des importations est donc égal au prix en devises de ces importations multiplié par le taux de change, et corrigé des éventuels droits de douane à l'importation. Le montant des droits de douane sur les importations du produit i provenant du RdM hors UE est donné par l'équation suivante :

$$DD_{i,RdM} = PWM_{i,RdM} \cdot TC_{RdM} \cdot tdd_{i,RdM} \cdot M_{i,RdM} \quad (5.21)$$

5.3. Discussion

Dans le bloc des importations, nous avons implicitement supposé (à l'instar de Peerlings (1993) ou de Robinson et al. (1990)) que tous les consommateurs, qu'ils soient consommateurs finaux ou intermédiaires, différencient de manière identique, les produits domestiques et les produits importés. Certains auteurs adoptent l'hypothèse d'Armington au niveau des différents types de demande intérieure. A titre d'illustration, De Melo et Tarr (1992) supposent que les producteurs et les ménages ne perçoivent pas de la même façon les produits importés et les produits domestiques. Peterson et al. (1993) supposent que c'est au niveau du secteur de la distribution que s'opère l'arbitrage entre les produits des différentes origines. Dans ce cas, l'hypothèse d'Armington intervient au niveau des décisions des distributeurs mais, au moment de leur achat, les ménages domestiques ignorent la provenance des produits. Adopter l'hypothèse d'Armington sur toutes les demandes est certainement la spécification la plus générale mais nécessite plus de données et d'information sur les valeurs des élasticités de substitution pour calibrer l'ensemble des paramètres⁵. Les hypothèses qui ont été adoptées dans cette section sont certes restrictives mais ne remettent pas en cause à la pertinence du modèle par rapport à son utilisation.

⁵ La répartition de la valeur de chaque consommation intermédiaire par origine (française, reste de l'UE et RdM hors UE).

L'hypothèse d'imparfaite substituabilité des produits selon leur destination ou leur origine offre deux avantages dans la modélisation en équilibre général (Shoven et Whalley, 1984). D'une part, elle permet de rendre compte des flux croisés de produits qui caractérisent les échanges observés des pays développés. D'autre part, cette hypothèse évite le phénomène de spécialisation déjà mentionné dans le point relatif aux exportations. En effet, sans cette hypothèse, c'est la loi du prix unique (les prix des biens importés sont égaux au prix des produits domestiques). Dans les cas où sont supposés à la fois des rendements d'échelle constants dans les technologies et la concurrence pure et parfaite sur tous les marchés, alors une baisse du prix des importations se traduit par une augmentation de ces importations et par l'annulation de la production domestique.

Toutefois, notre modélisation de l'imparfaite substituabilité, que ce soit à l'offre ou à la demande, présente deux inconvénients majeurs : le traitement symétrique de la zone reste de l'UE et de la zone RdM hors UE d'une part, l'utilisation des formes fonctionnelles CES et CET d'autre part. Considérons par exemple la spécification de la demande d'importation⁶. Une seule fonction CES représente l'imparfaite substituabilité entre les produits locaux, les importations en provenance du reste de l'UE et les importations du RdM hors UE. Cela implique que les importations en provenance du reste de l'UE sont autant substituables aux produits domestiques que ne le sont les importations en provenance du RdM hors UE. Certains modèles d'EGC (voir, par exemple, Harrison et al., 1995) adoptent une hypothèse moins restrictive en supposant que les consommateurs domestiques raisonnent selon un processus décisionnel à deux étapes. Dans une première étape, ils arbitrent entre le produit domestique et un agrégat de produits importés. Dans une seconde étape, à l'intérieur de l'agrégat produits importés, ils arbitrent entre les différentes zones d'importation. Cette spécification suppose par conséquent une séparabilité dans la fonction d'agrégation des quantités produites localement et des quantités importées. Chaque arbitrage est modélisé à l'aide d'une fonction de substitution CES ; deux élasticités de substitution sont nécessaires dans la phase de calibrage. Le manque d'information sur ces élasticités de substitution nous a conduit à choisir une spécification plus économe au niveau du calibrage.

Le deuxième inconvénient de notre modélisation est relatif à l'utilisation de la fonction CES pour spécifier le comportement « à la Armington » des consommateurs. En effet, une fonction CES homogène de degré un par rapport à ses arguments, telle que celle utilisée ici, implique qu'une variation relative de la demande intérieure totale d'un produit i , XC_i , conduit à des variations relatives identiques des demandes d'importation $M_{i,oe}$ de ce produit en provenance des différentes zones d'échange oe et de la demande domestique YD_i . De

⁶ Les mêmes remarques s'appliquent sur la spécification des offres d'exportation.

ce fait, la structure de l'approvisionnement du marché intérieur du produit i est insensible à une variation de la demande totale correspondante. En d'autres termes, la fonction CES linéairement homogène entraîne l'absence d'effets d'expansion différenciés selon l'origine du produit. Hanson et al. (1990) préfèrent adopter un système AIDS plutôt qu'une fonction CES, le système AIDS permettant de rendre compte d'éventuels effets d'expansion différenciés par origine. Néanmoins, le calibrage des paramètres de ce système requiert nettement plus d'informations extérieures que le calibrage des paramètres de la fonction de substitution CES.

L'utilisation de la fonction CES est également critiquée par Morke et Tarr (1995) qui considèrent qu'elle conduit implicitement à ce que les producteurs domestiques soient protégés de la concurrence étrangère à l'importation. Leur argumentaire est le suivant. Supposons une élasticité de substitution fixée à 2 et imaginons une baisse exogène de 50% du prix relatif d'un produit importé par rapport au prix de son homologue produit localement. Dans ce cas, la part des importations dans l'approvisionnement du marché intérieur considéré augmente de 100%. Dans l'étude de Morke et Tarr, les importations représentent initialement seulement 0,5% de la demande totale du produit considéré. Il en résulte que, même une baisse très importante du prix du produit importé ne permet pas aux importations de conquérir une part substantielle du marché intérieur (cette dernière n'étant que de 1% dans la situation finale). Il apparaît clairement sur cet exemple que les producteurs domestiques sont très protégés des fluctuations du marché mondial. Le raisonnement de Morke et Tarr montre également l'importance du choix de la valeur de l'élasticité de substitution entre les produits domestiques et les produits importés.

Enfin, Gielen et Leeuwen (1996) ont récemment mentionné un autre inconvénient lié à l'utilisation de la fonction CES dans la spécification à la Armington. La part $sm_{i,oe}$ des importations provenant de la zone oe dans l'approvisionnement du marché domestique pour un produit i s'écrit :

$$sm_{i,oe} = \frac{PM_{i,oe} \cdot M_{i,oe}}{PC_i \cdot XC_i} = \delta m_{i,oe} \cdot \left(\frac{PC_i}{PM_{i,oe}} \right)^{\sigma m_i - 1} \quad (5.22)$$

La part $sm_{i,oe}$ est homogène de degré zéro par rapport aux prix, dépend positivement du prix de l'agrégat i PC_i sur le marché domestique et négativement du prix domestique du produit importé. En revanche, elle est indépendante de la taille du marché domestique, c'est-à-dire du volume de l'agrégat XC_i à cause de l'homogénéité linéaire de la fonction de substitution CES. Dans les pays en voie de développement et pour certains produits, la part des importations dans l'approvisionnement total du marché intérieur a augmenté, alors que sur la même période le prix relatif à l'importation de ces produits n'a pas évolué à la baisse.

La spécification Armington ne peut rendre compte d'un tel phénomène. Afin de capturer cet effet, Gielen et Leeuwen modifient l'équation (5.22) en introduisant un processus dynamique ad hoc, comme le montre l'équation (5.23) :

$$sm_{i,oe,t} = sm_{i,oe,t-1} \cdot \left(\frac{PC_i}{PM_{i,oe,t}} \right)^{\sigma_i - 1} \quad (5.22)$$

La part des importations en provenance de la zone *oe* sur le marché intérieur du produit *i* à l'instant *t* dépend, comme dans l'équation précédente, du rapport des prix au même moment mais également du niveau de cette part à la période précédente. En réécrivant cette dernière équation en taux de croissance, on a alors :

$$\dot{sm}_{i,oe} = \left(\frac{PC_i}{PM_{i,oe}} \right)^{\sigma_i - 1} - 1 \quad (5.23)$$

Dans cette spécification, même si le prix domestique des importations et le prix de l'agrégat ne change pas à la période *t*, la part des importations provenant de la zone *oe* dans l'approvisionnement du marché du produit *i* peut augmenter, si ce prix domestique des importations est inférieur au prix de l'agrégat. Cette part des importations dans l'approvisionnement du marché intérieur augmente jusqu'à ce que le prix domestique des importations soit égal au prix composite, c'est-à-dire quand tous les prix sont égaux. Cette spécification permet de rendre compte de l'évolution observée des importations dans les pays en voie de développement.

Brown (1987) a critiqué l'utilisation de l'hypothèse d'Armington pour spécifier les échanges dans les modèles d'EGC multi-pays pour la raison suivante. Cette hypothèse peut conférer un pouvoir de monopole implicite pour chaque pays à l'exportation. En effet, pour un bien produit dans un pays donné, la demande de celui-ci par les autres pays est une fonction décroissante de son propre prix à cause de la spécification Armington. L'élasticité de cette demande dépend du degré de substitution entre ce produit et les autres produits des différents pays. Plus les produits des différentes origines sont imparfaitement substituables, plus un pays donné est un « grand » pays sur le marché à l'exportation de son produit. Dans ce cas, le pays considéré peut avoir intérêt à exercer un pouvoir de monopole, par le biais d'une taxe aux exportations qui diminue l'offre d'exportation et augmente les termes de l'échange. Ce résultat est indépendant de la taille réelle du pays ; un petit pays, en termes de volumes, peut donc avoir intérêt à taxer ses exportations pour augmenter ses termes de l'échange. En d'autres termes, la spécification à la Armington des échanges crée en quelque sorte une situation de concurrence monopolistique au niveau des échanges.

Dans ce cadre, une politique de libéralisation des échanges avec annulation des taxes aux exportations entraîne, contrairement au résultat usuel de la théorie du commerce

international, une perte de bien être pour le pays qui prélevait initialement des taxes pour exploiter le pouvoir de monopole.

5.4. Conclusion du chapitre 5

Les modélisations adoptées pour le bloc des exportations et le bloc des importations dans le modèle sont symétriques. La France est un petit pays à l'exportation sur le marché du RdM hors UE pour tous les biens, excepté quatre (le blé tendre, l'orge, l'agrégat beurre poudre de lait écrémé et l'agrégat des autres produits laitiers) et un petit pays à l'importation sur le marché du RdM pour tous les biens, excepté les quatre cités ci-dessus et les tourteaux d'oléagineux. La France est un grand pays à l'exportation (et à l'importation) sur le marché du reste de l'UE et sur le marché du RdM hors UE pour les quatre (cinq) biens distingués ci-dessus. L'hypothèse d'imparfaite substituabilité entre les produits domestiques et les produits étrangers est formulée à l'offre et à la demande. Cette substituabilité imparfaite est prise en compte par une fonction de substitution CES à un niveau du côté de la demande et par une fonction de transformation CET à un niveau du côté de l'offre. Les mesures de politique appliquées aux importations (droits de douane) ou aux exportations (subventions aux exportations) sont modélisées sous forme ad valorem.

Les élasticités retenues pour le calibrage des paramètres des fonctions d'offre et de demande, d'importation et d'exportation, sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5.1. Elasticités de transformation et de substitution entre les produits domestiques et étrangers ; élasticité prix des demandes d'exportation et des offres d'importation

Produits	σe_i	$\mu 2_{i,UE}$	$\mu 2_{i,RdM}$	σm_i	$\chi 2_{i,UE}$
Blé tendre	10	-0,5	-11	10	-
Orge	10	-0,5	-33	10	-
Maïs grain	10	-0,5	-	10	-
Oléagineux	10	-10	-	10	10
Protéagineux	10	-10	-	10	10
Autres céréales	10	-0,5	-	10	-
Vins	5	-5	-	5	5
Autres produits de culture	5	-5	-	5	5
Bovins	10	-10	-	10	10
Porcs	10	-10	-	10	10
Volailles et œufs	10	-10	-	10	10
Autres produits animaux	5	-5	-	5	5
Viande bovine	3	-0,5	-	3	3
Viande porcine	3	-3	-	3	3
Viande avicole	3	-3	-	3	3
Autres viandes	3	-3	-	3	3
Beurre poudre de lait écrémé	3	-0,5	-7	3	3
Autres produits laitiers	3	-3	-7	3	3
Aliments composés	3	-3	-	3	3
Produits transformés des céréales	3	-3	-	3	3
Huiles	3	-3	-	3	3
Tourteaux d'oléagineux	3	-3	-	3	3
Autres produits agro-alimentaires	3	-3	-	3	3
Pêche	1,5	-1,5	-	1,5	1,5
Industrie chimique de base	1,5	-1,5	-	1,5	1,5
Industrie de la parachimie	1,5	-1,5	-	1,5	1,5
Autres industries	1,5	-1,5	-	1,5	1,5
Services	1,5	-1,5	-	1,5	1,5

Elasticité prix de l'offre mondiale de tourteaux d'oléagineux : +3

Chapitre 6.

Equilibre des marchés des produits : équations de prix et instruments de la PAC

6.0. Introduction

L'objet de ce chapitre est d'expliquer le fonctionnement des marchés des produits, c'est-à-dire la manière dont est assuré l'équilibre entre les différents types d'offre et de demande présents sur chacun des marchés. Dans les chapitres précédents (chapitre 3, 4 et 5), plusieurs « composantes » de ces marchés sont présentées. Le chapitre 3 est consacré à l'étude du comportement des différents secteurs d'activité domestiques, ce qui nous a permis de déterminer les demandes dérivées d'inputs intermédiaires, les offres domestiques des produits et les relations entre les prix des produits et les prix des intrants. Le chapitre 4 détaille le comportement du ménage représentatif à la consommation finale des biens et des services. Dans le chapitre 5, consacré à la modélisation des échanges, nous avons expliqué comment la production domestique d'un produit donné se répartit entre ventes intérieures, exportations vers l'UE et exportations sur le RdM hors UE et comment l'offre totale d'un produit donné sur le marché domestique se décompose en importations en provenance du RdM hors UE, en importations en provenance de l'UE et en biens d'origine nationale.

Dans la première section de ce chapitre, les autres « composantes » des marchés des produits sont explicitées ; il s'agit de la demande finale des autres secteurs institutionnels et de la demande d'investissement. Dans cette même section, les relations entre les prix à l'offre sur le marché domestique, à la consommation intermédiaire, à la consommation finale, à l'investissement pour un même produit sont détaillées. Une représentation schématique du fonctionnement des marchés des produits, lorsqu'il n'y a pas d'intervention publique, clôture la première section de ce chapitre.

En régime non interventionniste, les prix et les quantités sont généralement déterminés simultanément pour assurer l'équilibre des marchés des produits. Ce mode de fonctionnement peut être remis en cause par un instrument de politique agricole ; par exemple, l'introduction d'un quota de production contraint une quantité à être inférieure ou égale au niveau du quota. Il est alors nécessaire de modifier la logique de fonctionnement des marchés si l'on souhaite représenter de manière explicite les effets des instruments de politique agricole. La modélisation explicite des instruments de politique agricole est expliquée dans la seconde section.

6.1. Fonctionnement des marchés des produits et équations de prix des produits : le cas de base

6.1.1. Les autres composantes des marchés des produits

Deux types de demande n'ont pas encore été abordés : la demande finale des autres secteurs institutionnels et la demande d'investissement.

Le secteur institutionnel « FEOGA partie française » n'a pas de consommation finale. Par contre, le gouvernement français consomme des services. Cette consommation gouvernementale de services est spécifiée de manière simple et standard, c'est-à-dire qu'elle est une proportion fixe du revenu disponible du gouvernement français (équation 6.1) :

$$QDG_{serv} = (1 - tsg) \cdot \frac{RDG}{PCF_{serv}} \quad (6.1)$$

avec RDG le revenu disponible du gouvernement français, QDG_{serv} la consommation publique de services en volume, $(1 - tsg)$ la part du revenu disponible gouvernementale allouée à la consommation, tsg la part du revenu disponible gouvernementale épargnée. Dans le chapitre suivant, le calcul du revenu disponible du gouvernement français est expliqué.

La demande d'investissement est également modélisée de manière simple. L'investissement en valeur pour un bien i est une proportion fixe z_i de l'investissement total en valeur IT :

$$PFBCF_i \cdot INV_i = z_i \cdot IT \quad (6.2)$$

avec INV_i l'investissement en volume dans le bien i et $PFBCF_i$ le prix à l'investissement du bien i . L'investissement total en valeur est déterminé par l'épargne selon une règle de bouclage néoclassique du modèle ; cette règle de détermination de l'investissement total est plus amplement détaillée dans le chapitre suivant.

6.1.2. L'équilibre sur le marché domestique et les relations entre les prix

La demande domestique totale du produit i est la somme de trois demandes :

- i) la demande intermédiaire par les différents secteurs d'activité $CIT_i = \sum_j CI_{i,j}$ (le prix à la consommation intermédiaire est $PCMA_i$),
- ii) la demande finale totale¹ QDT_i (le prix correspondant est PCF_i),
- iii) la demande d'investissement INV_i (le prix correspondant est $PFBCF_i$).

¹ La demande finale totale est égale à la demande des ménages pour tous les biens et égale à la demande finale des ménages et du gouvernement français pour les services.

A l'équilibre, la demande domestique totale est égale à l'offre domestique totale XC_i (le prix correspondant est PC_i) qui a été déterminée, dans le chapitre 5, comme un agrégat CES des produits domestiques et des produits importés.

$$XC_i = CIT_i + QDT_i + INV_i \quad (6.3)$$

L'équation (6.4) détermine le prix de produit i utilisé en tant que consommation intermédiaire $PCMA_i$ comme la somme du prix du produit composite PC_i et des marges sur consommations intermédiaires (représentées sous forme de taux) opérées par le secteur d'activité « Autre commerce ».

$$PCMA_i = PC_i \cdot (1 + tmarci_i) \quad (6.4)$$

Le prix du produit i en tant que consommation finale (équation (6.5)) est égal au prix du produit composite, augmenté des marges sur consommation finale et de la TVA grevant les produits à la "charge" des consommateurs. Les marges commerciales sur consommation finale sont réalisées par le secteur d'activité « Autre commerce » pour les produits non alimentaires et par le secteur d'activité « Commerce de détail alimentaire » pour les produits alimentaires.

$$PCF_i = PC_i \cdot (1 + tmarcf_i) \cdot (1 + ttva_i) \quad (6.5)$$

L'équation (6.6) définit le prix de la formation brute de capital fixe de manière similaire comme la somme du prix du bien composite et des marges sur formation brute de capital fixe.

$$PFBCF_i = PC_i \cdot (1 + tmarfb_i) \quad (6.6)$$

Les marges totales réalisées par le secteur « Autre commerce » sont égales aux marges sur consommation intermédiaire pour tous les produits, aux marges sur consommation finale pour tous les produits non alimentaires, aux marges sur formation brute de capital fixe pour tous les produits et aux marges sur exportations pour tous les produits :

$$\begin{aligned} MARGES_{\text{Autre Commerce}} = & \sum_i PC_i \cdot (tmarci_i \cdot CIT_i + tmarfb_i \cdot INV_i) \\ & + \sum_{oe} \sum_i PE_{i,oe} \cdot E_{i,oe} \cdot tmar_{i,oe} + \sum_{\substack{i=\text{produits} \\ \text{non alimentaires}}} PC_i \cdot tmarcf_i \cdot QDT_i \end{aligned} \quad (6.7)$$

Les marges totales réalisées par le secteur « Commerce de détail alimentaire » sont égales aux marges sur consommation finale de produits alimentaires :

$$MARGES_{\text{Commerce de détail alimentaire}} = \sum_{\substack{i = \text{produits} \\ \text{alimentaires}}} PC_i \cdot t_{\text{marcf}_i} \cdot QDT_i \quad (6.8)$$

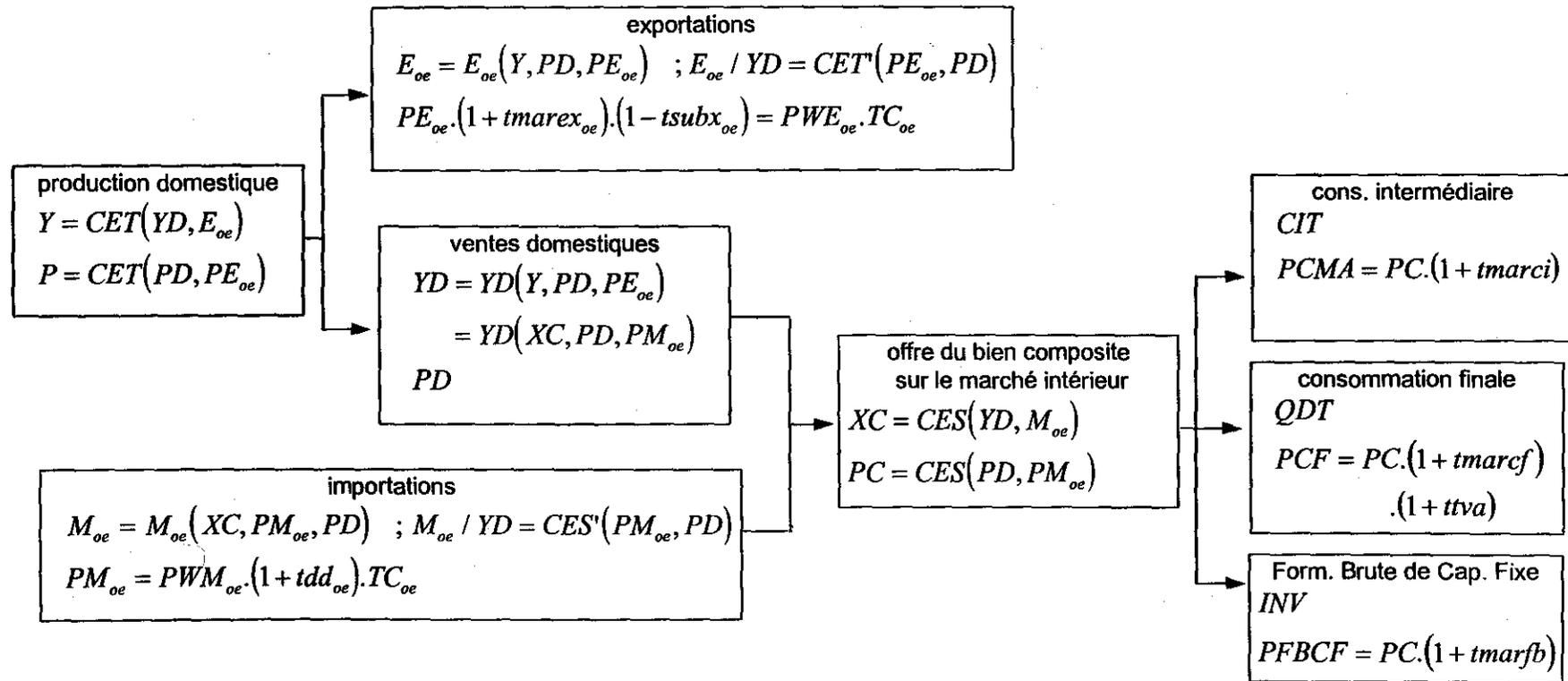
Le montant de la TVA collectée par le gouvernement français est égal à :

$$TVA = \sum_i tva_i \cdot PC_i \cdot (1 + t_{\text{marcf}_i}) \cdot QDT_i \quad (6.9)$$

6.1.3. Une représentation schématique du fonctionnement des marchés des produits

Une représentation schématique du fonctionnement d'un marché d'un produit quelconque est fournie par le graphique 6.1 qui permet, en particulier, de visualiser les enchaînements entre les différents prix.

Graphique 6.1. Représentation schématique du fonctionnement d'un marché d'un produit



Note : Afin de simplifier la lecture, l'indice relatif au produit i est omis. Les notations CET' et CES' indiquent des relations du premier ordre dérivées des programmes d'optimisation basés sur, respectivement, les fonctions CES et CET.

Le graphique 6.1 illustre le rôle central joué par les ventes sur le marché domestique des biens et services produits par les producteurs domestiques (YD), et le prix correspondant (PD). Ce graphique se lit de gauche à droite de la façon suivante. La production domestique (quantité Y , prix P) peut être exportée (quantité E_{oe} , prix PE_{oe}) ou vendue sur le marché intérieur (quantité YD , prix PD) selon une fonction de transformation CET. Les ventes des producteurs domestiques sur le marché domestique (quantité YD , prix PD) et les importations (quantité M_{oe} , prix PM_{oe}) sont agrégées à l'aide d'une fonction CES de façon à déterminer l'offre du bien composite (quantité XC , prix PC) qui est utilisée i) en tant que consommation intermédiaire (quantité CIT , prix $PCMA$), ii) en tant que consommation finale (quantité QDT , prix PCF), ou iii) en tant que FBCF (quantité INV , prix $PFBCF$).

La présentation ci-dessus des blocs production, demande et échanges permet de comprendre le fonctionnement d'un marché dans un régime de base où les prix assurent l'équilibre. Le marché est, en quelque sorte, "dirigé" par la demande. Cette dernière peut être définie comme la somme des demandes intérieures (demandes dérivées des secteurs d'activité, demande finale des secteurs institutionnels et demande d'investissement) et des deux demandes étrangères (demande adressée par l'UE à la France, c'est-à-dire, exportations françaises vers l'UE, et demande adressée par le RdM hors UE à la France, c'est-à-dire, exportations françaises vers le RdM hors UE). Les trois demandes intérieures peuvent être satisfaites par les biens domestiques, les importations d'origine communautaires et les importations du RdM hors UE.

Plaçons nous à l'équilibre de l'économie. Les différents prix de demande déterminent les demandes intérieures et la composition de cette demande intérieure en biens domestiques et étrangers. Ils déterminent en particulier la variable clé constituée par la demande intérieure satisfaite par la production domestique ou, de manière équivalente, la production domestique destinée au marché intérieur. Les prix d'offre déterminent les ratios des exportations vers une zone d'exportation donnée sur la production domestique vendue sur le marché intérieur. Comme cette dernière est connue, par le côté "demande" du modèle, les exportations vers chaque zone d'exportation sont donc déterminées sans ambiguïté. L'offre domestique totale, définie comme l'agrégation CET de l'offre domestique vendue sur le marché intérieur et des deux exportations, est donc définie. Dans le cas simplifié où les trois facteurs primaires de production sont séparables des autres inputs de production, les conditions du premier ordre du programme de maximisation de la valeur ajoutée déterminent alors les demandes sectorielles de chaque facteur primaire. On se place implicitement dans une optique de long terme où les trois facteurs primaires sont parfaitement mobiles entre les différents secteurs d'activité. Pour un facteur primaire donné, l'équilibre entre l'offre, prédéterminée, et les

demandes dérivées des différents secteurs d'activité définit alors le prix d'équilibre du facteur considéré, unique et commun à tous les secteurs d'activité.

La discussion ci-dessous illustre le problème de la modélisation d'un instrument comme le prix garanti. Examinons à nouveau le cas de l'équilibre de long terme quand les trois facteurs primaires sont parfaitement mobiles et supposons maintenant que le prix d'offre d'un secteur d'activité donné est un prix garanti, fixé de manière exogène. Le producteur bénéficie de ce prix garanti quel que soit le marché de vente du bien. Afin de simplifier l'analyse, on considère un secteur d'activité caractérisé par, i) des importations nulles, ii) des prix à l'exportation exogènes (la France est un petit pays sur ce produit à l'exportation), et iii) un produit qui n'est utilisé qu'en tant que bien de consommation finale. La demande intérieure n'est donc satisfaite que par la production domestique. Une baisse du prix garanti va alors entraîner, toutes choses égales par ailleurs, une augmentation de la demande intérieure ou, de manière équivalente, de l'offre domestique destinée au marché intérieur. Il va également entraîner, toutes choses égales par ailleurs, une augmentation des exportations en ce bien. Au total, il y a donc augmentation de l'offre totale du secteur considéré. Ce résultat est directement lié à l'hypothèse de rendements d'échelle constants ou, en d'autres termes, à un ajustement complet de l'offre à la demande. L'offre s'adapte à l'augmentation de la demande car elle est parfaitement élastique quand tous les facteurs de production sont mobiles. Il est clair que ce schéma n'est pas valable dans le cas, par exemple, des produits agricoles soutenus par un prix garanti dans la mesure où le maintien du prix payé au producteur à un niveau proche du prix de soutien affiché et souhaité n'est possible que par l'intervention, c'est-à-dire, par une politique de stockage public.

La modélisation des instruments de la PAC nécessite donc de modifier non seulement certaines équations du modèle (le volume de production devient une variable exogène dans le cas d'un quota de production contraignant, par exemple), mais aussi la logique de fonctionnement du modèle, en particulier en ce qui concerne la détermination des exportations. Le problème est compliqué par le fait qu'il est nécessaire de modéliser de façons différentes les comportements d'exportation vers l'UE (cette zone est soumise aux mêmes mesures de politique agricole que la France) et vers le RdM hors UE (le taux des restitutions agricoles à l'exportation vers cette zone est une variable endogène du modèle).

6.2. Modélisation des instruments de politique agricole

Dans la majorité des pays industrialisés à économie de marché, le régulateur public intervient sur les marchés des biens agricoles et agro-alimentaires pour satisfaire différents objectifs, d'ailleurs parfois assez difficilement conciliables : l'amélioration de la compétitivité internationale des productions agricoles et agro-alimentaires nationales, le soutien et la stabilisation du revenu des producteurs agricoles domestiques, la recherche d'une plus

grande sécurité des approvisionnements à des prix raisonnables et stables pour les consommateurs domestiques, l'amélioration de la qualité et de la sûreté des denrées alimentaires, la recherche d'un meilleur respect de l'environnement, etc. Parmi ces différents objectifs, celui du soutien des revenus des producteurs agricoles par le biais d'un transfert redistributif en leur faveur au détriment des autres agents de l'économie, essentiellement les consommateurs et/ou les contribuables, est, aujourd'hui encore, une priorité. Les formes de ce soutien au revenu des producteurs agricoles sont multiples. Pour un même produit, elles varient dans le temps et dans l'espace (même si aujourd'hui, la tendance à un plus grand soutien des revenus agricoles par le contribuable par le biais d'aides directes, plus ou moins découplées des actes de production et des conditions de marché, est générale à la suite de l'accord agricole de l'Uruguay Round). De plus, pour un pays donné à un instant précis, les niveaux et les modalités du soutien, plus généralement de l'intervention, sont également très différents selon les produits.

La diversité des formes de l'intervention publique dans les secteurs agricoles et agro-alimentaires des pays industrialisés complique la tâche du modélisateur, notamment dans un cadre d'équilibre général (Whalley et Wigle, 1990), qui cherche à représenter cette intervention publique. En pratique, deux solutions sont possibles. La première solution, simple à mettre en œuvre mais particulièrement réductrice, consiste à adopter une modélisation équivalente en convertissant chaque instrument politique en un équivalent subvention ou taxe. La seconde solution, nettement plus difficile à mettre en œuvre, correspond en une modélisation explicite des différents instruments de politique, ou du moins des plus importants. C'est naturellement cette seconde solution qui a été adoptée dans ce travail car elle est la seule qui permet de simuler les impacts de réformes de politique agricole en termes de modifications des instruments utilisés (même si les niveaux de soutien aux producteurs agricoles, mesurés sous la forme d'équivalents du soutien, ne varient pas). De plus, la modélisation explicite des instruments est nécessaire si on s'intéresse aux canaux de transmission des effets de réforme de politique agricole, notamment le long de la "chaîne agro-alimentaire".

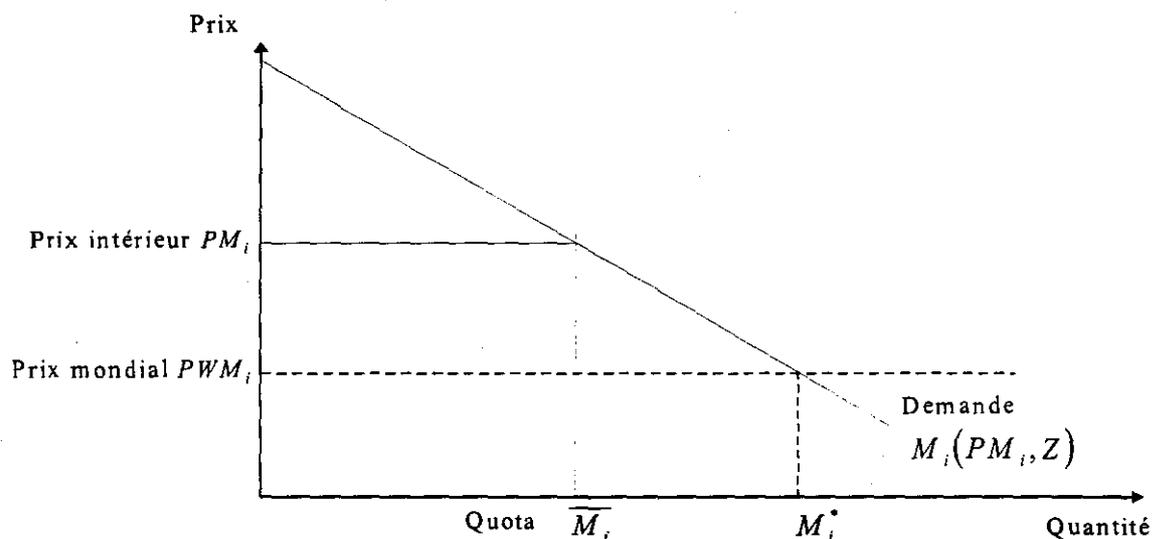
Le plan de cette section est le suivant. Dans le premier paragraphe, nous exposons les limites de la modélisation implicite (ou équivalente) des instruments de politique sur la base d'un exemple simplifié. Le deuxième paragraphe est consacré à une revue de la littérature sur la modélisation des instruments de la PAC dans un cadre d'équilibre général. Nous décrivons, en particulier, la modélisation de ces instruments dans les modèles de Peerlings (1993) et Harrison et al. (1995). Dans le troisième paragraphe, nous présentons comment nous avons modélisé les différents instruments de la PAC dans notre modèle en adoptant l'ordre suivant : mesures aux échanges, à l'importation et à l'exportation, instruments des régimes d'intervention, notamment à travers la modélisation des différents prix institutionnels

et de leurs conséquences, subventions aux consommations intermédiaires, quotas de production. La modélisation des instruments portant sur les facteurs primaires de production (aides directes par exemple) est expliquée dans le chapitre suivant. La modélisation des instruments de la PAC dans notre modèle est particulièrement délicate en raison du grand détail, en particulier au niveau des possibilités de substitution entre inputs et des technologies multi-produits de certains secteurs d'activité, retenu au niveau des spécifications des technologies des secteurs d'activité agricoles et agro-alimentaires. C'est aussi une richesse de notre modèle par rapport aux autres modèles d'EGC centrés sur le secteur agricole.

6.2.1. La modélisation implicite versus explicite des instruments de politique

Les inconvénients liés au choix d'une modélisation implicite des instruments de politique sont illustrés à partir de l'exemple du quota à l'importation. On se place dans le cas d'un petit pays sur le marché mondial d'un bien quelconque, situation représentée par le graphique 6.2 ci-dessous.

Graphique 6.2. Les effets d'un quota à l'importation



La situation de libre échange correspond à un volume importé du produit considéré égal à M_i^* , pour un prix mondial égal à PWM_i . L'introduction d'un quota à l'importation sur ce bien au niveau contraignant \bar{M}_i va, en raréfiant les quantités disponibles pour la consommation intérieure, engendrer une différence entre le prix domestique de ces importations, PM_i , et le prix mondial inchangé au niveau PWM_i . L'écart entre ces deux prix est la rente unitaire liée au quota, et le produit de cette rente unitaire par les volumes importés est la rente totale. Selon les mécanismes d'allocation des droits à importer, cette

rente totale est différemment partagée entre le gouvernement, les offreurs étrangers du bien considéré et les consommateurs domestiques de ce bien.

La modélisation équivalente du quota à l'importation consiste à définir une taxe à l'importation, taxe notée t_i , dont le montant est calculé de façon à ce que les volumes importés du bien considéré en régime de taxation des importations soit égaux au niveau du quota. La taxe équivalente est donc définie par :

$$PM_i = (1 + t_i).PMW_i \quad (6.10)$$

La recette de taxation est perçue par le gouvernement national.

La modélisation explicite du quota à l'importation est réalisée en introduisant directement l'équation qui détermine les volumes importés, c'est-à-dire, $M_i = \overline{M}_i$. Le prix domestique du bien importé est alors déterminé en utilisant la fonction de demande d'importation du bien considéré. L'équation $\overline{M}_i = M_i(PM_i, Z)$ résolue en PM_i permet de définir le prix domestique du bien PM_i et la rente unitaire $r_i = PM_i - PWM_i$ associée au quota à l'importation. L'introduction de cette nouvelle variable permet de respecter la règle d'égalité entre le nombre d'équations d'un modèle d'EGC et le nombre de variables endogènes, l'équation additionnelle étant celle qui égalise les volumes importés au niveau du quota.

Pour bien comprendre les implications des deux modélisations présentées ci-dessus, supposons que la courbe de la fonction de demande d'importation du bien considéré, $M_i(PM_i, Z)$, se déplace vers la droite à la suite, par exemple, d'un choc sur la variable exogène Z . Dans le cas de la modélisation explicite, le déplacement vers la droite de la courbe de la fonction de demande d'importation a pour effet d'accroître le prix domestique du bien et la rente unitaire associée au quota à l'importation, ce dernier devenant « plus contraignant » que dans la situation initiale. Dans le cas de la modélisation implicite et toutes choses égales par ailleurs, le déplacement entraîne un accroissement des volumes importés pour un prix domestique inchangé. En pratique, tout se passe alors comme si le quota n'était pas contraignant.

Cet exemple simple, illustration de la non équivalence entre un tarif et un quota à l'importation, montre clairement les inconvénients d'une modélisation implicite des instruments en ce sens qu'elle n'est qu'une approximation valable que localement. Deux articles, au moins, illustrent cet inconvénient dans les modèles d'EGC sur la base de simulations correspondant à des économies réelles. Kilkeny et Robinson (1988) analysent, en particulier, les effets d'une suppression du régime des quotas à l'importation des produits laitiers dans un modèle d'EGC centré sur les Etats-Unis. L'accroissement des importations de produits laitiers est alors 1,5 fois plus importante dans le cas où les instruments de la

politique agricole américaine sont explicitement modélisés par rapport à un modèle où ces instruments sont représentés de manière implicite, sous la forme d'équivalents ad valorem. Whalley et Wigle (1990) s'intéressent également à la politique agricole américaine et montrent, à partir d'un modèle d'EGC calibré sur les données de l'année 1981, qu'une suppression des mesures de soutien à la production de blé aux Etats-Unis peut avoir un effet positif sur les revenus des producteurs et un effet négatif sur la production dans le cas de la modélisation explicite, effets contraires à ceux obtenus avec une modélisation sur la base d'équivalents ad valorem. L'explication de ce résultat est lié au caractère endogène des décisions de participation au régime de soutien et des mécanismes de gel des surfaces dans le cas de la modélisation explicite des instruments. En effet, la remise en culture de terres gelées suite à une élimination du programme peut surcompenser la baisse de la production sur les surfaces cultivées en régime de soutien.

6.2.2. La modélisation des instruments de la PAC en équilibre général : revue de la littérature

De manière générale, les instruments de la PAC qui font l'objet d'une modélisation explicite en équilibre général sont les instruments de prix à l'importation (droits de douane et prélèvements variables) et à l'exportation (subventions), les subventions à la production, les quotas de production et le régime des prix de soutien. Ces quatre instruments sont tous appliqués au niveau des produits. A notre connaissance, les instruments portant sur les facteurs primaires de production, en particulier sur la terre et les cheptels, n'ont jamais fait l'objet d'une modélisation explicite en équilibre général. Ceci est vraisemblablement dû au fait que les travaux recensés se rapportent à une situation pré-réformée (c'est-à-dire, d'avant la réforme de la PAC de mai 1992)² où les mesures assises sur les facteurs primaires étaient de peu d'importance au regard des autres instruments mentionnés ci-dessus, l'essentiel du soutien étant assuré par le régime de l'intervention, c'est-à-dire, par les prix. Dans le cadre de l'instrumentation actuelle de la PAC, il n'est plus possible d'ignorer les mesures assises sur les facteurs primaires comme, par exemple, les aides compensatoires pour les grandes cultures (céréales, oléagineux et protéagineux) ou les aides directes assises sur le capital cheptel pour les producteurs de viande bovine.

² Le modèle de Peerlings (1993) est calibré sur des données de l'année 1981, le modèle WALRAS (Burniaux et al., 1990) sur des données de 1980 et de 1981, le modèle ECAM (Folmer et al., 1995) sur des données de 1982, le modèle RUNS (Burniaux et van der Mensbrugge, 1991) sur des données de 1985 et le modèle de Harrison et al. (1995) sur des données de 1985. Les données utilisées les plus récentes, c'est-à-dire, 1987, correspondent à celles du modèle de Fehr et Wiegard (1996) qui ne considèrent qu'un seul bien agricole, ce qui contraint très fortement la modélisation des instruments de la PAC.

Nous allons centrer la discussion sur la modélisation explicite des quotas de production et du régime de l'intervention, la modélisation des instruments de prix à l'importation, à l'exportation et à la production ne posant pas de problèmes particuliers.

6.2.2.1. La modélisation du quota de production

Une modélisation explicite du quota de production consiste à considérer ce dernier comme un facteur "primaire" de production additionnel qui n'est utilisé que pour la production du bien sous quota. Peerlings (1993) a adopté cette approche pour représenter le quota laitier dans son modèle centré sur l'agriculture néerlandaise. Le quota laitier est alors un quatrième facteur primaire de production, en plus des trois autres inputs primaires distingués, c'est-à-dire, le travail, le capital et la terre, utilisé pour la production laitière. L'offre de ce facteur primaire supplémentaire est fixe, égale au niveau du quota global. Il est détenu par les ménages des producteurs laitiers (en pratique, ces derniers ne sont pas distingués des autres ménages puisque Peerlings ne considère qu'un ménage représentatif pour l'ensemble des ménages néerlandais) et il est utilisé en proportions fixes pour la production du bien lait. Les rendements d'échelle de long terme, c'est-à-dire, quand tous les inputs variables et les quatre facteurs primaires de production peuvent s'ajuster, sont constants. La fixité du facteur primaire de production additionnel implique alors que les rendements d'échelle contraints, c'est-à-dire, calculés pour un niveau de quota donné, sont décroissants. Le programme de maximisation du profit total sous la contrainte technologique et sous la contrainte que le quota est strictement contraignant génère un profit non nul qui rémunère le facteur primaire de production quota et qui correspond à la rente totale attachée au quota. Cette rente totale est perçue par les ménages détenteurs du facteur quota.

Hubbard (1993) modélise le quota laitier comme une taxe variable à la production, le niveau de cette taxe étant calculé de façon à ce que la production laitière communautaire soit égale au niveau du quota. Le produit de cette taxe est ensuite redistribué aux ménages des producteurs laitiers qui détiennent les droits à produire. Même si cette spécification est proche de la modélisation implicite puisque l'instrument quota est représenté sous la forme d'un équivalent taxe, elle en diffère par le fait que cette taxe est une variable endogène du modèle qui s'ajuste de façon à toujours maintenir l'égalité entre la production laitière communautaire et le niveau du quota.

En pratique, la solution que nous retiendrons est proche de celle adoptée par Peerlings. Les équations de notre modèle qu'il convient alors d'ajouter et/ou de modifier seront donc détaillées dans le paragraphe correspondant à la description de notre modélisation du quota de production.

6.2.2.2. La modélisation du régime de l'intervention

Le régime de l'intervention, que nous appellerons également régime de soutien par les prix, est fondé sur l'existence d'un prix plancher (le prix dit d'intervention) et l'assurance, pour l'agriculteur, d'un débouché à ce prix fixé à l'avance. De manière très générale, le prix dit d'intervention est donc le prix à partir duquel la puissance publique se substitue au marché en achetant à l'agriculteur les quantités offertes. Le prix de marché est donc, du moins théoriquement, toujours supérieur ou égal au prix d'intervention. Si le prix de marché tend à devenir plus faible que le prix d'intervention, la puissance publique achète les volumes produits pour raréfier l'offre sur le marché et faire croître le prix de marché jusqu'au niveau du prix d'intervention. Pour que le mécanisme d'intervention puisse fonctionner, le marché intérieur doit être protégé des importations. La protection à l'entrée est assurée par le mécanisme des prélèvements variables³ qui correspondent à l'écart entre le prix de seuil, prix minimum auquel les biens d'origine non communautaire peuvent entrer dans l'UE, et le prix mondial CAF (coût-assurance-frêt). Les quantités achetées à l'intervention sont stockées dans un premier temps. Elles sont ensuite écoulées, si cela est possible, sur le marché communautaire ou sur pays tiers. Dans ce deuxième cas, les restitutions à l'exportation permettent de combler l'écart entre le prix à l'intérieur de l'UE et le prix sur le marché mondial. Dans le premier cas, il y a éventuellement des subventions à la consommation intérieure.⁴

Cette description, très schématique et donc très réductrice, du régime de l'intervention montre clairement que deux prix institutionnels, le prix de seuil et le prix d'intervention, jouent un rôle clé. Nous commençons par décrire la modélisation du prix du seuil, très simple, puis des autres instruments du régime d'intervention, plus complexe. Notons, dès à présent, que la modélisation explicite des autres instruments du régime de l'intervention est très imparfaite et, le plus souvent, présentée de façon assez opaque.

6.2.2.2.1. La modélisation du prix de seuil

La modélisation explicite du mécanisme du prix de seuil est relativement simple. Pour un produit agricole i bénéficiant du régime de l'intervention, le prix domestique des importations est égal au prix de seuil. Le prix domestique des importations du bien considéré est donc une variable exogène du modèle ($PM_i = \overline{PM}_i$); la nouvelle variable endogène est le prélèvement variable, noté τ_i , qui est définie par l'équation suivante :

³ A la suite de l'accord agricole de l'Uruguay Round signé à Marrakech en avril 1994, les prélèvements variables ont été remplacés par des droits de douane fixes.

$$\overline{PM}_i = PWM_i \cdot (1 + \tau_i) \cdot TC \quad (6.11)$$

où PWM_i représente le prix mondial en devises du produit considéré et TC le taux de change.

La modélisation décrite ci-dessus est facile à mettre en œuvre. Elle s'apparente à la modélisation du droit de douane fixe, à une exception près : dans le cas du droit de douane fixe, l'équation (6.11) est utilisée pour déterminer le prix domestique des importations alors que dans le cas du prélèvement variable elle est utilisée pour déterminer le montant de ce dernier, endogène, pour un prix domestique des importations donné.

6.2.2.2. La modélisation des autres instruments du régime de l'intervention

Peerlings (1993) modélise le régime de l'intervention pour deux productions, les viandes et les produits laitiers. Ces deux biens correspondent à des agrégats de produits élémentaires assez hétérogènes dont certains bénéficient du régime de l'intervention et d'autres non. L'agrégat des produits laitiers, par exemple, regroupe le beurre et la poudre de lait écrémé, produits bénéficiant d'un prix d'intervention, et les autres produits laitiers qui n'ont pas de prix d'intervention. La même remarque s'applique à l'agrégat des viandes.

Pour chaque agrégat, Peerlings suppose une substitution imparfaite entre les ventes domestiques⁵, les exportations sur l'UE et les exportations sur le RdM hors UE. Cette hypothèse implique que les prix à l'offre des trois "biens" distingués selon les destinations sont différents. On note⁶ PD_i le prix du bien i vendu sur le marché domestique, $PE_{i,UE}$ le prix du bien exporté sur le reste de l'UE et $PE_{i,RdM}$ le prix du bien exporté sur le RdM hors UE. Le prix réellement perçu par le producteur pour l'agrégat considéré est noté P_i et est défini comme une fonction CET des prix des trois biens distingués selon les destinations (cf. équation (5.10)). Le prix à l'exportation sur le marché du RdM (en monnaie nationale) est fixé de manière exogène et la restitution à l'exportation comble l'écart entre ce prix et le prix mondial corrigé du taux de change.

$$PE_{i,RdM} = \overline{PE_{i,RdM}} = \frac{PWE_{i,RdM} \cdot TC_{RdM}}{(1 - \zeta_i)} \quad (6.12)$$

⁴ Pour plus de détails sur ce point, voir, par exemple, Baudin (1993).

⁵ On rappelle que le modèle de Peerlings est calibré sur une MCS de l'économie néerlandaise.

⁶ Ces notations sont différentes de celles adoptées par Peerlings. Elles sont utilisées pour assurer l'homogénéité avec les notations de notre modèle.

Les subventions à l'exportation ($\zeta_i \cdot PE_{i,RdM} \cdot E_{i,RdM}$) sont payées par le gouvernement néerlandais, bien que ceci ne corresponde pas à la réalité. Peerlings n'introduit pas la possibilité d'un transfert entre l'UE et le trésor néerlandais, transfert qui serait une possibilité de second rang de correction de cette incohérence. Peerlings suppose également que le prix domestique des exportations vers le reste de l'UE est fixe, égal au prix d'intervention.

La modélisation adoptée par Peerlings pour représenter le régime de l'intervention présente de nombreux inconvénients. Outre le caractère très ad-hoc et le manque de transparence, le problème majeur est la différence de traitement en termes de prix entre les ventes sur le marché intérieur et les ventes sur le marché du reste de l'UE. Le cadre de modélisation adopté par Peerlings implique que le prix communautaire, égal au prix d'intervention, n'est pas affecté par ce qui se passe sur le marché intérieur néerlandais, sans que l'on sache clairement la relation existante entre le prix des ventes sur le marché intérieur et le prix d'intervention. De plus, la relation entre le prix d'intervention et les restitutions variables aux exportations n'est pas expliquée. Il faut également noter que Peerlings ne prend pas en compte les subventions à la consommation, alors que celles-ci sont substantielles pour les produits laitiers. Enfin, seuls deux régimes d'intervention sont explicitement modélisés alors que le mécanisme s'applique à d'autres produits agricoles (céréales notamment).

La modélisation du régime de l'intervention adoptée par Fehr et Wiegard (1996), qui ne considèrent qu'un seul secteur agricole, est totalement différente. Tout se passe comme s'il n'y avait pas de prix d'intervention. Il y a seulement des achats à l'intervention, achats qui sont une variable exogène, c'est-à-dire, de contrôle, du modèle. Le prix intérieur du bien agricole est donc une variable endogène, déterminée de façon standard selon un mécanisme similaire à celui décrit dans le paragraphe 6.1.2 et dont le niveau dépend positivement des volumes mis à l'intervention, fixés de manière exogène. Ces volumes mis à l'intervention sont supposés être détruits⁷. Il apparaît clairement que la spécification du régime de l'intervention adoptée par Fehr et Wiegard n'est pas satisfaisante sur de multiples plans, et qu'elle ne peut pas reproduire, par exemple, les conséquences d'une variation du prix d'intervention.

Le cadre de modélisation proposé par Harrison et al. (1995) est plus satisfaisant que les deux précédents. Ces auteurs modélisent les volumes mis à l'intervention comme une demande supplémentaire qui dépend du prix d'intervention, variable exogène, et de différentes variables de marché (offre et demande domestiques). Les stocks d'intervention ont trois destinations possibles. La partie écoulée sur marchés tiers à l'aide de restitutions variables à l'exportation est déterminée à l'aide d'un coefficient scalaire, exogène. La partie

⁷ Cette pratique a pu être observée dans le passé, pour certains produits (le beurre, par exemple), mais elle n'est évidemment pas la règle.

écoulée sur le marché domestique, éventuellement à l'aide de subventions à la consommation modélisées sous la forme de subventions ad valorem fixes, est endogène. Le solde entre ces deux destinations et les stocks d'intervention est supposé être détruit. Le prix au producteur des biens agricoles bénéficiant du régime de l'intervention est contraint à toujours être plus élevé (en termes réels) que le prix d'intervention. Il est déterminé par l'équilibre entre les offres et les demandes, ces dernières incluant la demande correspondant aux volumes mis à l'intervention.

A l'exception des spécifications discutées ci-dessus, les modélisations explicites des instruments de la PAC sont généralement simples et incapables de reproduire les mécanismes par lesquels transitent les effets des politiques. Ainsi, Spencer (1985) modélise les restitutions variables à l'exportation comme des variables additionnelles endogènes qui s'ajustent pour maintenir les volumes exportés égaux à ceux de la période de base. Stoeckel (1985) et Breckling et al. (1986) modélisent la PAC pré-réformée comme un ensemble exogène de droits de douane, de subventions à l'exportation, de subventions à la production. Dans les modèles de Peerlings, et de Harrison et al., les droits à l'importation et les subventions à l'exportation sont endogènes, propriétés qui correspondent mieux au fonctionnement de la PAC pré-réformée.

6.2.3. La modélisation des instruments de politique agricole

Avant de présenter les choix que nous avons retenus pour modéliser le fonctionnement de la PAC actuelle, il est important de souligner que seuls les principaux instruments (du moins, de notre point de vue) ont été spécifiés sous une forme explicite. Il s'agit des instruments à la frontière, du régime à l'intervention, des subventions à la consommation (intermédiaire), du quota de production, des aides directes assises sur les facteurs primaires de production (cf. chapitre 7), des subventions à la production. Les autres mesures (telles que, par exemple, les aides à l'installation, les subventions à la promotion de la qualité des biens, etc.) sont modélisées sous la forme de subventions équivalentes qui augmentent, toutes choses égales par ailleurs, la recette des producteurs bénéficiaires. Les mesures de soutien au secteur agricole sont, le plus souvent et/ou de manière principale, financées par des fonds communautaires, c'est-à-dire, par le FEOGA (Fonds Européen de Financement et d'Orientation Agricole), lui-même étant financé par transferts des différents Etats membres de l'UE (essentiellement par prélèvement d'une partie des recettes de TVA). Les compléments nationaux aux mesures communautaires (comme, par exemple, le complément national à la prime communautaire à la vache allaitante, la prime à l'herbe) ne sont cependant pas négligeables. Cette spécificité est prise en compte dans notre modèle par l'introduction d'un secteur institutionnel communautaire correspondant au FEOGA et par la modélisation des transferts entre ce dernier et le gouvernement français.

6.2.3.1. La modélisation des mesures relatives aux échanges

6.2.3.1.1. Les mesures à l'exportation

Pour une large part, les produits agricoles et agro-alimentaires exportés sur le RdM hors UE bénéficient de subventions à l'exportation. La modélisation de celles-ci diffère selon que le produit bénéficie du régime de soutien par les prix ou non.

En pratique, les produits agricoles et agro-alimentaires qui ne bénéficient pas d'un soutien des prix sont les vins, les fruits et les légumes frais, les œufs, la viande porcine, la viande avicole, les autres produits laitiers, les aliments pour animaux, les produits transformés des céréales et les autres produits agro-alimentaires. Pour tous ces produits (éventuellement pour les agrégats auxquels ils appartiennent), la subvention unitaire à l'exportation est exogène. Elle modifie l'équation de base qui lie le prix domestique à l'exportation en monnaie nationale et le prix mondial correspondant exprimé en devises de la façon suivante :

$$PE_{i,RdM} \cdot (1 - tsubx_{i,RdM}) \cdot (1 + tmaxex_{i,RdM}) = PWE_{i,RdM} \cdot TC_{RdM} \quad (6.13)$$

où $tsubx_{i,RdM}$ est la subvention unitaire sur le produit i exporté sur le RdM hors UE⁸.

Toutes choses égales par ailleurs (c'est-à-dire pour un taux de change de la France vis-à-vis du RdM hors UE donné, pour un taux de marge aux exportations donné et un prix mondial donné), une réduction de la subvention unitaire $tsubx_{i,RdM}$ entraîne une diminution du prix domestique des exportations vers le RdM hors UE pour le bien considéré et, par suite, une diminution des volumes exportés sur le RdM.

Les dépenses correspondant à ces subventions sont financées par le secteur institutionnel du FEOGA. Pour un produit i donné, le montant total des subventions à l'exportation sur le RdM est égal à :

$$subx_{i,RdM} = tsubx_{i,RdM} \cdot (1 + tmaxex_{i,RdM}) \cdot PE_{i,RdM} \cdot E_{i,RdM} \quad (6.14)$$

Pour les autres produits agricoles et agro-alimentaires, les subventions unitaires à l'exportation sont endogènes. Leur modélisation nécessite de préciser comment est spécifié le régime de l'intervention.

6.2.3.1.2. Les mesures à l'importation

Dans le cas des produits agricoles et agro-alimentaires, l'instrument essentiel de protection à l'importation vis-à-vis des pays tiers dans la PAC pré-réformée n'était pas un droit de douane

⁸ Naturellement, $IX_{i,UE} = 0$ pour les produits considérés ici.

fixe (en niveau ou en pourcentage), mais un prélèvement variable défini comme l'écart entre le prix de seuil et le prix mondial à la frontière exprimé en monnaie nationale. Ce prélèvement variable s'ajustait donc en fonction des variations des deux prix limites qui le définissaient. L'accord agricole de l'Uruguay Round signé à Marrakech en avril 1994 a supprimé ce système des prélèvements variables à l'entrée et l'a remplacé par un tarif équivalent (procédure dite de tarification)⁹.

La modélisation de la protection à l'entrée est donc simple. Le droit de douane sur les importations d'origine extra-communautaire est une variable exogène. Le prix domestique des importations en provenance du RdM hors UE est alors défini par :

$$PM_{i,RdM} = PWM_{i,RdM} \cdot (1 + tdd_{i,RdM}) \cdot TC_{RdM} \quad (6.15)$$

où $tdd_{i,RdM}$ est le droit de douane appliqué sur les importations du bien i d'origine extra-communautaire¹⁰.

Les droits de douane sont perçus par le gouvernement français, puis transférés à l'institution du FEOGA.

6.2.3.2. La modélisation du prix d'intervention

Dans le cadre de la désagrégation adoptée dans ce travail, six produits agricoles ou agro-alimentaires bénéficient d'un prix d'intervention : les quatre céréales, la viande bovine et l'agrégat beurre-poudre de lait écrémé. Ce prix d'intervention est modélisé de la façon suivante.

L'hypothèse initiale de différenciation des produits entre ventes domestiques, exportations sur l'UE et exportations sur le RdM hors UE est supprimée pour ces produits de base, relativement homogènes en contenu. La fonction de transformation CET de la production domestique en trois biens distingués selon les destinations est alors remplacée par une simple identité en volume, c'est-à-dire, pour un produit i :

$$Y_i = YD_i + E_{i,UE} + E_{i,RdM} \quad (6.16)$$

Naturellement, l'hypothèse de substitution parfaite entre les trois biens initialement distingués selon les destinations implique que le prix perçu par le producteur est identique quelle soit la destination de son produit, c'est-à-dire :

⁹ Les effets d'une variation du taux des droits de douane appliqué sur un bien importé donné sont analysés dans le Document de travail MEGAAF n°3 dans le cas d'un MEGC simplifié à un secteur d'activité.

¹⁰ A nouveau, $tdd_{i,UE} = 0$ pour les produits considérés ici.

$$P_i = PD_i = PE_{i,UE} = PE_{i,RdM} \quad (6.17)$$

Supposons, dans un premier temps, que le prix perçu par le producteur soit égal au prix d'intervention :

$$P_i = \bar{P}_i \quad (6.18)$$

Dans un tel régime, l'équilibre entre les offres et les demandes du bien considéré ne peut plus être assuré par un ajustement simultané des volumes et des prix, comme dans le mécanisme de base décrit au paragraphe 6.1.2, puisque le prix reçu par le producteur est, par l'hypothèse (6.17), fixe. A la suite de Harrison et al. (1995), nous supposons que la puissance publique achète l'excès d'offre qui n'est pas absorbé par les diverses demandes domestiques et la demande d'exportation adressée par l'UE à la France. En pratique, les volumes achetés par la puissance publique ou, en d'autres termes, les volumes mis à l'intervention, sont maintenant la variable d'équilibre qui permet d'assurer l'équilibre entre les offres et les demandes, pour un prix au producteur fixe. Ces volumes mis à l'intervention peuvent être, pour partie, écoulés sur le marché intérieur à l'aide de subventions à la consommation intermédiaire (quand le bien considéré fait l'objet d'une consommation intermédiaire). Le mécanisme correspondant est décrit dans le détail au paragraphe 6.2.3.3. Le solde est supposé être exporté sur le marché du RdM hors UE, grâce à des restitutions à l'exportation. Il n'y a donc pas dans notre modèle, contrairement à celui d'Harrison et al., de destruction de quantités.

La restitution unitaire, $\zeta_{i,RdM}$, comble la différence entre le prix d'intervention du produit considéré et le prix sur le marché du RdM hors UE en devises, selon l'équation suivante :

$$\bar{P}_i \cdot (1 - \zeta_{i,RdM}) \cdot (1 + tmarex_{i,RdM}) = PWE_{i,RdM} \cdot TC_{RdM} \quad (6.19)$$

Les restitutions variables pour le produit considéré sont financées par l'institution FEOGA :

$$SUBX_{i,RdM} = \zeta_{i,RdM} \cdot (1 + tmarex_i) \cdot P_i \cdot E_{i,RdM} \quad (6.20)$$

En pratique, l'équation (6.18) d'égalité entre le prix reçu par le producteur domestique et le prix d'intervention n'est pas imposée de façon à rendre compte de la possibilité d'un prix de marché à l'offre supérieur au prix d'intervention. L'équation (6.18) est donc remplacée par un système d'une inéquation (6.21a) et d'une équation (6.21b) qui doivent être vérifiées simultanément :

$$P_i \geq \bar{P}_i \quad (6.21a)$$

$$SUBX_{i,RdM} \cdot (P_i - \bar{P}_i) = 0 \quad (6.21b)$$

L'inégalité (6.21a) traduit le fait que le prix perçu par le producteur est supérieur ou égal au prix d'intervention. Le prix perçu par le producteur est égal au prix d'intervention quand les restitutions variables à l'exportation sont strictement positives. Il est supérieur au prix d'intervention quand les restitutions variables à l'exportation sont nulles, c'est-à-dire, quand le prix mondial en monnaie nationale, corrigé des marges sur exportations, est supérieur au prix d'intervention et/ou quand les exportations sont nulles. Cette situation de prix de marché supérieur au prix d'intervention a été observée, par exemple, dans le cas du blé au cours de la campagne 1995-96. Dans ce cas, l'équation (6.19), évaluée pour une restitution unitaire à l'exportation nulle, permet de déterminer le prix domestique à l'offre, P_i , du bien considéré.

La modélisation du prix d'intervention, plus généralement du régime de l'intervention, adoptée dans notre travail reproduit les mécanismes par lesquels transitent les effets de la politique de soutien par les prix. De plus, elle permet d'endogénéiser, grâce aux équations de complémentarité (6.21a) et (6.21b), le passage d'une situation où le prix perçu par le producteur est le prix d'intervention à une situation où le prix domestique à l'offre assure l'équilibre entre les offres et les demandes, et vice-versa. Dans la première situation, les volumes mis à l'intervention sont la variable d'ajustement pour l'équilibre entre les offres et les demandes.

L'écriture du modèle avec des inégalités permettant le changement endogène de régime (régime d'intervention / régime normal) est qualifiée de complémentaire. Cette approche qui fait appel à la programmation mathématique a été adoptée dans le modèle ECAM (Folmer et al., 1995) pour modéliser les instruments de la PAC. Elle est de plus en plus utilisée dans les modèles d'EGC, non seulement au niveau de la modélisation des instruments de politique mais également au niveau de la spécification des technologies (Löfgren et Robinson, 1997).

6.2.3.3. La modélisation des subventions aux consommations intermédiaires

Les subventions à l'utilisation des produits agricoles et agro-alimentaires en tant que consommations intermédiaires sont nombreuses. De manière générale, elles sont utilisées pour écouler une partie des volumes mis à l'intervention et/ou pour aider les secteurs d'activité situés en aval de secteurs bénéficiant d'un soutien par les prix pour réduire les coûts d'approvisionnement des premiers. Ainsi, des aides à la consommation intermédiaire domestique de beurre et de poudre de lait écrémé sont versées, respectivement, aux industries de la pâtisserie et des glaces (pour une valeur d'environ 1 milliard de francs en 1990) et à l'industrie de l'alimentation animale (pour une valeur d'environ 2 milliards de francs en 1990). En 1990, année de calibrage de notre modèle, les deux subventions à la consommation intermédiaire domestique de produits agricoles et agro-alimentaires les plus importantes en valeur sont les subventions à l'utilisation de beurre par l'industrie de la pâtisserie (industrie incluse dans le secteur d'activité de la transformation des céréales) et

les subventions à l'utilisation de poudre de lait écrémé par le secteur d'activité de l'industrie de l'alimentation animale.

La modélisation des subventions à la consommation intermédiaire des produits agricoles et agro-alimentaires consiste à introduire un taux de subvention ad-valorem, $sci_{i,j}$ pour le produit i et le secteur d'activité bénéficiaire j , subvention ad valorem qui diminue le prix à la consommation intermédiaire du produit considéré pour le secteur d'activité bénéficiaire, $PCMA_{i,j}$. On a donc :

$$PCMA_{i,j} = PCMA_i \cdot (1 - sci_{i,j}) \quad (6.22)$$

Les subventions à la consommation intermédiaire sont à la charge du FEOGA :

$$SCI = \sum_i \sum_j sci_{i,j} \cdot PCMA_i \cdot CI_{i,j} \quad (6.23)$$

6.2.3.4. La modélisation du quota de production

De manière très schématique, l'Organisation Commune de Marché du lait et des produits laitiers dans l'UE repose sur i) l'utilisation simultanée de mesures visant à soutenir le revenu des producteurs en place par le maintien du prix du lait à un niveau nettement supérieur au cours mondial (soutien du prix du lait au producteur agricole via celui des prix du beurre et de la poudre de lait écrémé, mesures à l'intervention pour ces deux produits transformés ainsi que pour la crème et certains fromages, protection tarifaire et restitutions variables à l'exportation pour les différents produits transformés, et aides à la consommation surtout industrielle) et ii) une politique de contrôle direct de l'offre par un système de quantités globales garanties ou quotas de production. Ces derniers ont été mis en place à l'occasion de la campagne 1984-85 et ils devraient être maintenus jusqu'en 2006 au moins, d'après les propositions de la Commission européenne présentées dans le paquet Santer. En France, les quotas laitiers sont définis au niveau du producteur agricole individuel et ils ne sont pas librement échangeables entre ces derniers. Avant de présenter la manière retenue pour représenter cette politique, il n'est pas inutile de rappeler le bien "lait" est utilisé uniquement en tant que consommation intermédiaire par l'industrie laitière. Les consommations finales, les importations et les exportations du bien "lait" sont donc nulles et ce sont les différents produits laitiers (c'est-à-dire, dans notre modèle, l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé et l'agrégat autres produits laitiers) qui sont utilisés en tant que biens de demande finale, qui sont importés et/ou exportés.

A la suite de Peerlings (1993), nous modélisons le quota laitier sous la forme d'un quatrième facteur primaire de production qui s'ajoute aux trois inputs primaires traditionnels, c'est-à-dire, le travail, le capital et la terre. Comme nous avons supposé que deux secteurs d'activité

produisaient du lait, c'est-à-dire, les élevages laitiers spécialisés et les élevages mixtes bovins-lait, nous définissons un quota spécifique pour ces deux secteurs. Ce quota spécifique est utilisé en tant qu'input essentiel uniquement pour la production de lait.

Les deux secteurs d'activité considérés ici produisent simultanément du lait et des bovins vivants sur la base d'une technologie jointe globalement séparable entre inputs et outputs (cf. chapitre 3). Le programme de maximisation de la recette du secteur d'activité j (j = élevages laitiers spécialisés, élevages mixtes bovins-lait) sous la contrainte d'un quota laitier contraignant au niveau $\overline{Y_{lait,j}}$ s'écrit de la façon suivante :

$$\max_{Y_{lait,j}, Y_{bovi,j}} P_{lait} \cdot Y_{lait,j} + P_{bovi} \cdot Y_{bovi,j} \quad (6.23)$$

sous les contraintes :

$$\alpha_j \cdot \left(\delta t_{lait,j} \cdot Y_{lait,j}^{\rho_j} + \delta t_{bovi,j} \cdot Y_{bovi,j}^{\rho_j} \right)^{1/\rho_j} = Y_j \quad (6.23a)$$

$$Y_{lait,j} = \overline{Y_{lait,j}} \quad (6.23b)$$

Le lagrangien associé au programme précédent est défini par :

$$\begin{aligned} L(Y_{lait,j}, Y_{bovi,j}, \lambda_{1,j}, \lambda_{lait,j}) = & P_{lait} \cdot Y_{lait,j} + P_{bovi} \cdot Y_{bovi,j} \\ & - \lambda_{1,j} \cdot \left(Y_j - \alpha_j \cdot \left(\delta t_{lait,j} \cdot Y_{lait,j}^{\rho_j} + \delta t_{bovi,j} \cdot Y_{bovi,j}^{\rho_j} \right)^{1/\rho_j} \right) \\ & - \lambda_{lait,j} \cdot \left(Y_{lait,j} - \overline{Y_{lait,j}} \right) \end{aligned} \quad (6.24)$$

où $\lambda_{1,j}$ est le multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte (6.23a) de transformation CET de la production totale du secteur d'activité considéré en bien lait et en bien bovins viande, et $\lambda_{lait,j}$ est le multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte (6.23b) définissant le niveau, supposé strictement contraignant, du quota laitier. Le second multiplicateur est, par définition, égal à la rente unitaire associée au quota.

Par dérivation au premier ordre du lagrangien (6.22) par rapport au produit lait et au produit bovins viande, nous définissons les fonction d'offre compensée de ces deux productions (on considère uniquement le cas d'une solution intérieure) :

$$Y_{lait,j} = \frac{Y_j}{\alpha_j} \cdot \left(\frac{P_{lait} - \lambda_{lait,j}}{\delta t_{lait,j}} \right)^{1/\rho_j - 1} \cdot \left(\delta t_{lait,j}^{-1/\rho_j - 1} \cdot \left(P_{lait} - \lambda_{lait,j} \right)^{\rho_j / \rho_j - 1} + \delta t_{bovi,j}^{-1/\rho_j - 1} \cdot P_{bovi}^{\rho_j / \rho_j - 1} \right)^{-1/\rho_j} \quad (6.25a)$$

$$Y_{lait,j} = \bar{Y}_{lait,j} \quad (6.25b)$$

$$Y_{bovi,j} = \frac{Y_j}{\alpha_j} \cdot \left(\frac{P_{bovi}}{\delta_{bovi,j}} \right)^{1/\rho_j-1} \cdot \left(\delta_{lait,j}^{-1/\rho_j-1} \cdot (P_{lait} - \lambda_{lait,j})^{\rho_j/\rho_j-1} + \delta_{bovi,j}^{-1/\rho_j-1} \cdot P_{bovi}^{\rho_j/\rho_j-1} \right)^{-1/\rho_j} \quad (6.26)$$

Sous l'hypothèse d'un quota contraignant, l'offre de lait du secteur d'activité j est égale au niveau du quota alloué à ce secteur. Ce niveau est exogène et c'est la rente unitaire qui lui est associée qui est endogène. L'égalité entre le nombre d'équations et le nombre de variables endogènes est respectée grâce à l'équation (6.25b) qui permet de déterminer le niveau d'équilibre du multiplicateur de Lagrange $\lambda_{lait,j}$, c'est-à-dire, le niveau d'équilibre de la rente unitaire associée au quota laitier dans le secteur d'activité considéré. En reportant cette valeur d'équilibre du multiplicateur de Lagrange $\lambda_{lait,j}$ dans l'équation (6.26), il est possible de définir la fonction d'offre de bovins vivants par le secteur d'activité j en régime de quota laitier contraignant.

La différence entre le prix du lait perçu par le producteur, P_{lait} , et la rente unitaire associée au quota, $\lambda_{lait,j}$, correspond au coût marginal de production du niveau du quota laitier pour le secteur d'activité considéré. C'est aussi le prix du lait qui inciterait le secteur d'activité j à produire spontanément la quantité de lait correspondant au niveau du quota. On vérifie alors que les fonctions d'offre de lait et de bovins viande, fonctions définies par (6.25a) et (6.26), respectivement, sont homogènes de degré un par rapport au volume du bien composite, Y_j , et homogènes de degré zéro par rapport aux prix, $P_{lait} - \lambda_{lait,j}$ et P_{bovi} .

En pratique, la contrainte d'égalité entre l'offre de lait et le niveau du quota (6.25b) est remplacée par le système (6.27) de façon à permettre une modélisation parcimonieuse (en termes d'équations introduites) du régime où le quota laitier est contraignant et de celui où il ne l'est pas, et aussi de façon à modéliser le passage d'un régime à l'autre de façon endogène :

$$Y_{lait,j} \leq \bar{Y}_{lait,j} \quad (6.27a)$$

$$\lambda_{lait,j} \cdot (Y_{lait,j} - \bar{Y}_{lait,j}) = 0 \quad (6.27b)$$

Le caractère contraignant ou non du quota est déterminé de manière endogène. L'inégalité (6.27a) traduit le fait que la production de lait du secteur j est inférieure ou égale au niveau

exogène du quota. Si le multiplicateur de Lagrange déterminé par l'équation (6.23) est strictement positif, alors l'équation (6.27b) implique que le quota est contraignant et l'offre de lait est égale au niveau du quota. Si le multiplicateur de Lagrange est nul ou négatif, alors le quota n'est pas contraignant. Le multiplicateur de Lagrange est alors égal à zéro de façon à ce que l'équation (6.27b) soit respectée et l'offre de lait est déterminée par l'équation (6.25a) évaluée pour la valeur particulière $\lambda_{lait,j} = 0$.

Sous l'hypothèse d'un quota contraignant, la rente totale associée à ce dernier correspond à la rémunération du facteur primaire de production quota. Cette rente est perçue par les détenteurs des droits à produire, c'est-à-dire, dans notre modèle, par le ménage représentatif.

6.2.3.5. La modélisation des subventions à la production

Dans la situation initiale, des subventions à la production sont versées au secteur des grandes cultures pour deux produits : les graines oléagineuses et les protéagineux. Ces subventions ont été supprimées en 1991 sur les graines oléagineuses et lors de la réforme de la PAC de mai 1992 sur les protéagineux. Ces subventions à la production sont modélisées sous la forme de taux, comme cela est indiqué au début de la section 3.4. Ces subventions sont financées par le FEOGA partie française.

6.3. Conclusion du chapitre 6

Dans ce chapitre, nous avons expliqué les règles d'équilibrage des marchés des produits. Pour les produits du reste de l'économie, le fonctionnement des marchés est standard : les prix et les quantités s'ajustent simultanément pour assurer l'équilibre de ceux-ci. Par contre, sur les marchés des produits agricoles et agro-alimentaires, l'existence d'instruments de politique nécessite de modifier la logique de fonctionnement de ces marchés. Les instruments de politique agricole, qui sont explicitement représentés dans ce travail, sont :

- * les mesures aux échanges (subventions aux exportations et droits de douanes) qui s'appliquent à tous les produits,
- * les instruments du régime de l'intervention (prix d'intervention, restitutions variables aux exportations) qui s'appliquent à six produits distingués dans le modèle (les quatre types de céréales, la viande bovine et l'agrégat beurre poudre de lait écrémé),
- * les subventions aux consommations intermédiaires de poudre de lait écrémé par l'industrie de l'alimentation animale, de beurre par l'industrie de la transformation des céréales,
- * les quotas de production appliqués au lait dans les deux secteurs d'élevage « élevage laitier » et « élevage mixte »,

* les subventions à la production de graines oléagineuses et de protéagineux.

Même si elle est plus difficile à mettre en œuvre, la modélisation explicite de ces instruments de politique a été choisie dans ce travail à la place de la modélisation implicite qui n'est valable que localement.

Le dernier point qui mérite d'être souligné concerne la modélisation « complémentaire » du régime de l'intervention et des quotas de production. Cette modélisation des instruments de la PAC portant sur les produits est, pour l'instant, très peu développée alors qu'elle offre de nombreux avantages, notamment la possibilité de passer de façon endogène d'un régime à un autre (régime d'intervention / régime normal sur les marchés ; régime de quotas de production, / régime normal à l'offre).

Chapitre 7.

Le bouclage macro-économique du modèle

7.0. Introduction du chapitre 7

Le bouclage macro-économique d'un modèle d'EGC consiste à déterminer les règles permettant d'assurer l'équilibre sur le marché des facteurs primaires de production, l'égalité entre les ressources et les dépenses pour les différents secteurs institutionnels, l'égalité entre l'épargne et l'investissement et l'équilibre des balances des paiements. En d'autres termes, le bouclage macro-économique consiste à définir les règles d'ajustement permettant d'équilibrer les quatre derniers comptes de la MCS : facteurs, institutions, capital et RdM (cf. chapitre 1, tableau 1.1). Le choix des règles de bouclage conditionne bien évidemment le fonctionnement du modèle d'EGC¹.

Dans la majorité des modèles d'EGC, la balance des paiements est contrainte par un niveau de dette extérieure fixé de manière exogène. Le taux de change est alors la variable d'ajustement de la balance des paiements. En conséquence, toute variation du niveau de ce déficit extérieur va affecter l'économie au travers d'une variation induite du taux de change.

L'équilibre entre l'épargne et l'investissement joue un rôle mineur dans de nombreux modèles d'EGC. Il n'existe généralement pas de réels comportements d'investissement, et l'investissement total est simplement égal à l'épargne totale. Dans les modèles statiques, les variations du niveau d'investissement consécutives à un changement de l'épargne totale affectent seulement le niveau de la demande intérieure des produits.

Concernant les institutions, les ménages équilibrent généralement les dépenses totales et les recettes totales par les consommations de biens et services. Pour les secteurs institutionnels publics, plusieurs variables d'ajustement sont possibles : le niveau des taxes à la production, à la consommation, le niveau du déficit, le niveau de l'épargne publique, etc. Le choix d'un bouclage pour les budgets des secteurs institutionnels publics est très important dans les scénarios de politique fiscale par exemple.

La dernière identité macro-économique est celle relative aux facteurs primaires de production. Dans de nombreux modèles d'EGC, le capital est supposé parfaitement immobile dans chaque secteur d'activité et complètement utilisé dans chacun de ces secteurs. A l'inverse, le travail est supposé parfaitement mobile entre les secteurs d'activité et peut, à cause de rigidités sur les prix, ne pas être totalement utilisé. La présence ou l'absence de facteurs primaires de production inexploités affecte sérieusement les résultats fournis par un modèle d'EGC (Sadoulet et de Janvry, 1995). En effet, bien que le système de prix permette d'étudier l'allocation des facteurs primaires entre les différents secteurs d'activité, le niveau global de production dans une économie est largement déterminé par les niveaux utilisés des facteurs. Si ces derniers sont pleinement utilisés, alors un choc exogène va entraîner une

allocation différente de ceux-ci entre les secteurs d'activité sans pour autant générer une croissance « forte » de la production. A l'inverse, si certains facteurs primaires sont inutilisés, alors un choc exogène peut favoriser l'utilisation de ces facteurs inexploités et induire une croissance significative de la production. Inversement, un choc exogène peut entraîner une diminution du niveau des facteurs utilisés et par suite une baisse significative de la production.

Ce chapitre est organisé de la façon suivante. Dans la première section, le fonctionnement des marchés des facteurs primaires de production est expliqué, notamment sur la modélisation des instruments de politique agricole appliqués sur ces marchés. La deuxième section est consacré à l'équilibre des budgets des deux secteurs institutionnels publics (l'administration française et le FEOGA partie française). L'égalité entre l'épargne et l'investissement est présenté dans la troisième section et l'équilibre des balances des paiements dans la quatrième section. Le numéraire est défini dans la cinquième section.

7.1. Equilibre sur les marchés des facteurs primaires de production

Trois facteurs primaires de production sont distingués² : le travail, le capital et la terre. Nous ne considérons qu'un seul type de travail, un seul type de capital et une seule qualité de terre. Les facteurs primaires de production détenus par les ménages sont offerts en quantité fixe. Le capital détenu par le gouvernement français est également offert en quantité fixe. En ce qui concerne le travail, l'offre des personnes étrangères travaillant en France et l'offre des personnes françaises travaillant à l'étranger sont supposées fixes. Ainsi, pour tous les facteurs, l'offre totale disponible pour les secteurs d'activité de l'économie est fixe.

Ces trois facteurs de production primaires font l'objet d'une demande dérivée de la part des secteurs d'activité. Dans le chapitre 3, nous avons déterminé les demandes hicksiennes de travail, de capital et de terre de chaque secteur d'activité j . Ces demandes notées $X_{f,j}$ dépendent du prix de ces facteurs W_f , ainsi que du volume du produit offert par le secteur d'activité considéré $VACF_j$: $X_{f,j}(W_f, W_{f'}, VACF_j)$ (voir par exemple l'équation (3.4)).

L'objectif de cette section est d'expliquer comment se détermine l'équilibre sur les marchés des trois facteurs primaires de production. Nous allons, dans un premier paragraphe, déterminer l'équilibre sans intervention publique. L'introduction des instruments de politique portant sur les facteurs primaires de production est expliquée dans un second paragraphe.

¹ Sur ce point, voir par exemple, Rattso (1982), Dewatripont et Michel (1987), Kilkenny et Robinson (1990).

² Le quota de production est un facteur primaire particulier qui a déjà été présenté dans le chapitre 6.

7.1.1. Equilibre sur les marchés des facteurs primaires de production sans intervention publique

L'équilibre sur les marchés des facteurs primaires de production peut être obtenu de plusieurs façons, en fonction des hypothèses formulées sur la mobilité de ces facteurs. Trois cas peuvent être distingués, correspondant à trois horizons temporels différents. Dans une optique de long terme, tous les facteurs primaires de production sont parfaitement mobiles entre tous les secteurs d'activité. Dans une optique de moyen terme, les facteurs primaires de production sont imparfaitement mobiles entre ces secteurs d'activité. A court terme, les facteurs primaires de production sont immobiles dans chaque secteur d'activité.

7.1.1.1. Mobilité parfaite des facteurs primaires de production

La manière la plus simple de procéder est de considérer que les trois facteurs de productions primaires sont parfaitement mobiles entre tous les secteurs d'activité. Dans ce cas, le prix d'équilibre du facteur f est solution de l'équation :

$$\sum_j X_{f,j}(W_f, W_j, VACF_j) = \overline{X}_f \quad \forall f \quad (7.1)$$

où \overline{X}_f est l'offre totale du facteur primaire de production f disponible pour les secteurs d'activité.

Ainsi, l'égalité entre la somme des demandes dérivées du facteur f et l'offre totale disponible de celui-ci détermine son prix d'équilibre.

L'hypothèse de mobilité parfaite des facteurs primaires de production correspond à une situation de long terme où chaque secteur d'activité peut ajuster la quantité de chaque facteur primaire qu'il utilise. Dans ce cas et sous l'hypothèse de technologies de production à rendements d'échelle constants, les offres sont très élastiques par rapport à leur propre prix. En effet, considérons un secteur d'activité mono-produit utilisant peu de facteurs primaires par rapport à l'offre totale des facteurs primaires. Envisageons alors une augmentation importante de la demande de son produit (hausse exogène de la demande étrangère par exemple). Pour satisfaire cette demande supplémentaire, les producteurs de ce secteur vont utiliser plus de facteurs primaires ; cette hausse de la demande a peu d'impacts sur les prix de ces facteurs (hypothèse d'un petit secteur dans l'utilisation totale des facteurs primaires). Le prix du produit, déterminé par le coût marginal de production via la condition de profit nul, varie donc très peu alors que la quantité produite a augmenté fortement. L'offre de produit est donc très élastique par rapport à son propre prix.

7.1.1.2. Mobilité imparfaite des facteurs primaires de production

Les modèles d'EGC abandonnent souvent l'hypothèse de mobilité parfaite au profit de celle de mobilité intersectorielle imparfaite des facteurs primaires de production, tout en maintenant l'hypothèse de l'existence d'une seule qualité de chaque facteur primaire de production. Concrètement, cela signifie par exemple que l'éleveur bovin ne peut pas offrir instantanément sa force de travail au secteur des services et inversement. Cela signifie aussi que le capital utilisé dans l'agriculture n'est pas directement utilisable dans les autres secteurs d'activité et inversement ; ou encore, que les surfaces toujours en herbes ne peuvent pas être facilement transformés en surfaces cultivées en céréales, etc. Dans ce cas, à l'équilibre, la rémunération unitaire de chaque facteur de production primaire peut varier selon les secteurs d'activité. Ainsi, la notion de mobilité intersectorielle imparfaite permet de capter de manière indirecte l'hétérogénéité des facteurs primaires de production.

Deux approches sont possibles pour modéliser la mobilité intersectorielle imparfaite des facteurs primaires de production. La première repose sur la spécification de fonctions de migration et est adoptée, par exemple, dans le modèle WALRAS (Burniaux et al., 1990). Considérons par exemple deux secteurs d'activité $j1$ et $j2$, un facteur primaire de production X , les prix de ce facteur dans les deux secteurs d'activité étant notés respectivement W_{j1} et W_{j2} . Les offres de facteur primaire pour chaque secteur d'activité s'écrivent alors :

$$X_{j1} = X_{j1}^0 \cdot \left(\frac{W_{j1}}{W_{j2}} \right)^\rho \text{ et } X_{j2} = \bar{X} - X_{j1} \quad (7.2)$$

où X_{j1}^0 représente la quantité de facteur X initialement offerte et utilisée par le secteur d'activité $j1$, ρ l'élasticité de migration.

En d'autres termes, l'offre du facteur X en direction du secteur $j1$ est égale à la quantité initialement offerte et utilisée par ce secteur, corrigée d'un mouvement de migration intersectorielle généré par l'évolution des prix relatifs de ce facteur dans les deux secteurs d'activité. Un accroissement du prix relatif de ce facteur dans un secteur provoque une migration de ce facteur vers ce secteur pour une valeur finie de l'élasticité de migration. Quand cette dernière est nulle, alors les offres de facteur ne dépendent pas des prix ; elles sont fixes dans chaque secteur d'activité.

La deuxième approche, adoptée notamment par Peerlings (1993), s'inspire quant à elle directement de la théorie néoclassique puisque l'offre de facteur vers chacun des secteurs

d'activité résulte directement du comportement des agents détenteurs de ce facteur. Dans ce cas, on suppose en effet (en reprenant l'exemple précédent) que les détenteurs du facteur X maximisent le revenu qu'ils retirent de ce facteur sous contrainte de sa mobilité imparfaite entre les secteurs d'activité $j1$ et $j2$. Cette mobilité imparfaite étant modélisée par le biais d'une fonction de transformation CET, le programme des détenteurs de facteur X s'écrit :

$$\max_{X_{j1}, X_{j2}} W_{j1} \cdot X_{j1} + W_{j2} \cdot X_{j2}$$

sous la contrainte : (7.3)

$$\bar{X} = \alpha f \left(\delta f_{j1} \cdot X_{j1}^{\rho f} + \delta f_{j2} \cdot X_{j2}^{\rho f} \right)^{1/\rho f}$$

où αf , δf_j , ρf représentent respectivement les paramètres d'échelle, de distribution³ et de transformation de la fonction CET.

Les offres du facteur primaire pour chaque secteur d'activité sont alors :

$$X_{j1} = \frac{\bar{X}}{\alpha f} \cdot \left(\frac{W_{j1}}{\delta f_{j1}} \right)^{\sigma f} \cdot \left(\delta f_{j1}^{1/\rho f} \cdot W_{j1}^{\rho f/\rho f-1} + \delta f_{j2}^{1/\rho f} \cdot W_{j2}^{\rho f/\rho f-1} \right)^{-1/\rho f} \quad (7.4)$$

$$X_{j2} = \frac{\bar{X}}{\alpha f} \cdot \left(\frac{W_{j2}}{\delta f_{j2}} \right)^{\sigma f} \cdot \left(\delta f_{j1}^{1/\rho f} \cdot W_{j1}^{\rho f/\rho f-1} + \delta f_{j2}^{1/\rho f} \cdot W_{j2}^{\rho f/\rho f-1} \right)^{-1/\rho f} \quad (7.5)$$

où $\sigma f = \frac{1}{\rho f - 1}$ est l'élasticité de transformation du facteur primaire X entre les secteurs $j1$ et $j2$.

La rémunération totale du facteur est :

$$REVFAC = \frac{\bar{X}}{\alpha f} \cdot \left(\delta f_{j1}^{1/\rho f} \cdot W_{j1}^{\rho f/\rho f-1} + \delta f_{j2}^{1/\rho f} \cdot W_{j2}^{\rho f/\rho f-1} \right)^{\rho f-1/\rho f} \quad (7.6)$$

Dans ce travail, nous avons choisi de retenir cette seconde approche pour spécifier les offres à moyen terme des trois facteurs de production primaires pour les différents secteurs d'activité. Plus précisément, pour les facteurs travail et capital, nous avons supposé une mobilité imparfaite entre trois groupes de secteurs d'activité : le groupe des activités agricoles, le groupe des IAA et enfin le groupe du reste de l'économie. Au sein de chacun de ces groupes, le travail et le capital sont supposés parfaitement mobiles. Par conséquent, à

³ La somme des paramètres de distribution est égale à un.

l'équilibre, la rémunération unitaire du travail (du capital) est différente entre les groupes de secteurs retenus mais elle est la même au sein de chaque groupe.

Pour le facteur terre, nous avons également défini trois groupes au sein des secteurs agricoles : le groupe des secteurs d'élevage, un groupe composé uniquement du secteur des grandes cultures et enfin un dernier groupe comprenant le secteur de la viticulture et le secteur des autres cultures. Au sein de chaque groupe, la terre est parfaitement mobile.

La prise en compte d'une mobilité intersectorielle imparfaite des facteurs primaires de production est intéressante car elle permet de capter indirectement l'hétérogénéité de ces facteurs. De plus, sa modélisation par le biais d'une fonction de transformation CET est parcimonieuse⁴. Mais cette méthode présente un point faible lié à la symétrie des effets que sa représentation au travers d'une CET implique. Dans le domaine agricole par exemple, la mobilité imparfaite du facteur terre, telle que nous l'avons modélisée, implique que le degré de mobilité entre une surface toujours en herbe et une terre à céréales est exactement égal au degré de mobilité entre une terre à céréales et une surface toujours en herbe. Or il est clair qu'il est très facile d'obtenir de l'herbe sur une terre à céréales alors qu'il est beaucoup plus difficile de produire des céréales sur une terre fourragère.

7.1.1.3. Immobilité parfaite des facteurs primaires de production

Dans une optique de très court terme, les facteurs primaires de production peuvent être considérés comme immobiles dans chaque secteur d'activité. Supposons que le facteur f soit fixé dans chaque secteur d'activité :

$$X_{f,j} = \overline{X_{f,j}}, \quad f \neq f' \quad (7.7)$$

Dans ce cas, la rémunération unitaire du facteur primaire de production varie en fonction des secteurs d'activité. En d'autres termes, il existe un prix dual de ce facteur par secteur d'activité. Ce dernier est déterminé de façon à ce que la quantité réellement utilisée dans un secteur soit égale à la quantité initiale. Ce prix dual, noté $W_{f,j}$, satisfait l'équation (7.8) :

$$X_{f,j}(W_{f,j}, W_{f'}, VACF_j) = \overline{X_{f,j}} \quad f \neq f' \quad (7.8)$$

En fixant un ou plusieurs facteurs primaires dans un secteur d'activité, l'offre de produit dans ce secteur n'est plus infiniment élastique par rapport à son propre prix. A la limite, si tous les facteurs primaires sont fixes, alors l'offre de produit est également fixe. Une augmentation de

⁴ Seuls trois élasticités de transformation sont nécessaires. Les valeurs choisies pour ces élasticités de transformation sont celles qui sont adoptées par Peerlings, c'est-à-dire 0,1 pour la terre, 0,3 pour le travail et 0,5 pour le capital.

la demande ne pourra pas être satisfaite par les producteurs domestiques et se traduira par une augmentation du prix du produit et des prix duaux des facteurs dans le secteur d'activité considéré.

7.1.2. Prise en compte de l'intervention publique sur les marchés des facteurs primaires de production

Les aides directes assises sur les facteurs primaires de production sont, depuis la réforme de la PAC de mai 1992, un des principaux instruments de soutien du revenu des secteurs d'activité agricole. Ainsi, les dépenses sous formes d'aides directes dans le secteur des céréales représentaient en 1995 plus de 20 milliards de francs tandis que les dépenses liées aux autres formes de soutien dans ce secteur s'élevaient à environ 3 milliards de francs. En 1990, année de calibrage du modèle, les deux principales mesures, en termes financiers⁵, sont la prime au maintien du troupeau de vaches allaitantes (PMTVA) et la prime ovine. Comme le secteur des ovins n'est pas distingué explicitement mais agrégé dans le secteur d'activité des autres élevages, la prime ovine est modélisée comme une subvention à la production reçue par ce secteur d'activité des autres élevages (cf. chapitre 3).

La PMTVA a été instituée en 1980 comme un moyen d'améliorer le revenu des producteurs de bovins sans augmenter ceux des producteurs de lait. En effet, cette prime est destinée aux éleveurs qui ne livrent pas de lait ou à des petits producteurs de lait. Dans ce travail, nous supposons que cette prime est perçue uniquement par l'élevage bovin. Cette prime est couplée à l'animal, c'est-à-dire qu'elle est versée par animal. Elle est financée en partie sur des fonds communautaires et en partie sur des crédits nationaux. En 1990, les dépenses communautaires pour la PMTVA étaient de 916 millions de francs et les dépenses nationales de 540 millions de francs. Nous supposons dans notre modèle que les 916 millions de francs sont à la charge du secteur institutionnel FEOGA partie française et les 540 millions de francs à la charge du gouvernement français. La modélisation de cette prime est délicate dans notre modèle car le cheptel n'est pas un facteur de production primaire explicite. Nous avons distingué uniquement le travail, la terre et le capital. Le cheptel est donc compris dans le capital. Nous avons supposé que ces primes diminuent le prix des services du capital dans le secteur bovin. Le prix des services du capital pour les éleveurs est égal à :

$$W_{capi,ebov} = W_{capi} \cdot (1 - sf_{capi,FEOG} - sf_{capi,GOUV}) \quad (7.9)$$

⁵ Dans le cas français, ces deux primes représentaient moins de 3 milliards de francs en 1990 alors que, pour la même année, les dépenses liées au système de soutien par les prix s'élevaient à plus de 37 milliards de francs.

Le prix pertinent pour l'utilisation de capital dans le secteur bovin est donc égal au prix des services de capital dans les autres secteurs agricoles⁶, diminué des taux de subventions ad valorem correspondants aux deux parts de la PMTVA ($sf_{capi,FEOG}$, $sf_{capi,GOUV}$). Une augmentation de ces primes a pour effet de diminuer le prix des services du capital dans le secteur bovin, donc d'augmenter l'utilisation de celui-ci au détriment de l'utilisation des autres facteurs de production primaires. Les aides directes distribuées par les secteurs institutionnels publics sont égales à

$$AIDES_{capi,ebov,FEOG} = W_{capi} \cdot sf_{capi,FEOG} \cdot X_{capi,ebov} \quad (7.10)$$

$$AIDES_{capi,ebov,GOUV} = W_{capi} \cdot sf_{capi,GOUV} \cdot X_{capi,ebov} \quad (7.11)$$

Les aides directes introduites par la réforme de 1992 dans le secteur des grandes cultures sont modélisées de la même façon, c'est-à-dire par un taux de subvention ad valorem. Dans la situation initiale correspondant à l'année 1990, ce taux de subvention est nul.

7.2. Le bouclage des secteurs institutionnels publics

7.2.1. L'administration française

Les ressources de l'administration française, nettes de différents transferts, sont déterminées par l'équation suivante :

$$RES_{GOUV} = \sum_f REVFAC_f \cdot \omega g_f + \sum_{ins} trg_{ins} + \sum_{oe} trg_{oe} + \sum_i DD_{i,RdM} + TVA + \sum_i \sum_j t_i \cdot P_i \cdot Y_{i,j} + \sum_j t_j \cdot P_j \cdot Y_j \quad (7.12)$$

avec les notations suivantes :

- RES_{GOUV} les ressources de l'administration française,
- ωg_f la part du facteur f détenu par l'administration française,
- trg_{ins} le montant net des transferts financiers entre l'administration française et les autres institutions,
- trg_{oe} le montant net des transferts financiers entre l'administration française et les agents non domestiques.

⁶ Le capital est par conséquent supposé mobile entre les secteurs d'activité agricoles.

Les ressources de l'administration française proviennent du revenu des facteurs de production primaires (premier terme du membre de droite), du solde des transferts financiers avec les autres secteurs institutionnels domestiques (deuxième terme), du solde des transferts financiers avec les agents étrangers (troisième terme). L'administration française perçoit le produit de toutes les taxes : taxes aux importations sur les produits (quatrième terme), taxes à la consommation finale des produits (cinquième terme), taxes à la production (sixième et septième terme).

Il est à noter qu'une partie des recettes liées aux taxes sont en pratique prélevées au profit du reste de l'UE (droits de douanes ou partie de la TVA par exemple). Ces transferts entre l'administration française et le reste de l'UE sont captés dans le troisième terme de l'équation (7.12).

Les dépenses de l'administration française sont données par:

$$\begin{aligned}
 DEP_{gouv} = & \sum_j S_{j,gouv} \cdot P_j \cdot Y_j + \sum_i \sum_j S_{i,gouv} \cdot P_i \cdot Y_{i,j} + \sum_f \sum_j AIDES_{f,j,gouv} \\
 & + EPAR_{gouv} + PCF_{serv} \cdot QDG_{serv}
 \end{aligned}
 \tag{7.13}$$

Ces dépenses sont constituées des subventions d'exploitation versées aux différents secteurs d'activité (premier et deuxième termes du membre de droite), des subventions nationales aux facteurs primaires de production, de l'épargne publique $EPAR_{gouv}$ et de la consommation finale de services (respectivement troisième et quatrième terme du membre de droite).

Le revenu disponible de l'administration française est :

$$RDG = EPAR_{gouv} + PCF_{serv} \cdot QDG_{serv}
 \tag{7.14}$$

Plusieurs variables d'ajustement peuvent être choisies pour équilibrer les ressources et les dépenses de l'administration française : épargne, consommation de services, transferts avec les autres institutions, transferts avec les agents étrangers. Bien évidemment, le choix d'une variable d'ajustement plutôt qu'une autre n'est pas neutre puisqu'il conditionne les résultats de simulation fournis par le modèle (Kilkenny et Robinson, 1990a). Du point de vue théorique, aucun argument ne conduit à privilégier une variable d'ajustement plutôt qu'une autre et dans la pratique, la variable retenue correspond le plus souvent à l'intuition du modélisateur quant au fonctionnement de l'économie réelle (Rattso, 1982). Dans le bouclage standard, nous supposons que l'équilibre entre les ressources et les dépenses du gouvernement est assuré par le biais de la variable consommation finale de services.

7.2.2. Le FEOGA partie française

Le secteur institutionnel appelé FEOGA partie française est fictif mais est introduit dans le modèle pour tenir compte du fait que les concours publics à l'agriculture française sont principalement d'origine communautaire. Les ressources du FEOGA partie française (RES_{FEOGA}) proviennent d'un transfert de la zone UE (trf_{UE}).

$$RES_{FEOGA} = trf_{UE} \quad (7.15)$$

Les dépenses de ce secteur institutionnel correspondent à la somme des subventions d'exploitation versées aux divers secteurs d'activité agricoles et agro-alimentaires français, des aides directes assises sur les facteurs primaires de production, des subventions aux exportations françaises de produits agricoles et agro-alimentaires et des subventions aux consommations intermédiaires.

$$DEP_{FEOGA} = \sum_j S_{j,FEOGA} \cdot P_j \cdot Y_j + \sum_i \sum_j S_{i,FEOGA} \cdot P_i \cdot Y_{i,j} + \sum_f \sum_j AIDES_{f,j,FEOGA} + \sum_i SUBX_{i,RdM} + SCI \quad (7.16)$$

De nouveau, plusieurs variables d'ajustement peuvent être choisies pour équilibrer les ressources et les dépenses : les taux de subventions ou le transfert de la zone UE. Nous supposons que cet équilibre est assuré via le transfert. En d'autres termes, cela implique que les dépenses de l'UE en faveur du complexe agro-alimentaire français ne sont pas plafonnées.

7.3. L'égalité entre l'épargne et l'investissement

De manière usuelle, nous adoptons un bouclage néoclassique entre l'épargne et l'investissement. L'épargne totale, somme de l'épargne privée, publique et étrangère est égale à l'investissement total.

D'autres types de bouclage peuvent être envisagés. Par exemple, le bouclage classique implique qu'il existe un prix sur le marché du capital, le taux d'intérêt, qui sert à équilibrer la demande de capital (l'investissement) à l'offre de capital (épargne).

7.4. L'équilibre des balances des paiements

Une balance des paiements est définie pour chaque zone d'échange, c'est-à-dire le reste de l'UE et le RdM hors UE. Pour chacune de ces zones, les ressources sont égales à la somme des importations françaises en valeur avec la zone considérée et des divers transferts entre cette zone et les secteurs institutionnels français. Les dépenses sont égales aux exportations françaises en valeur vers la zone considérée auxquelles s'ajoutent divers transferts entre cette zone et les secteurs institutionnels français. L'écart entre ces ressources et ces

dépenses représente le besoin de financement de la France adressée à la zone d'échange considérée.

Deux variables d'ajustement sont habituellement utilisées dans les modèles d'EGC pour assurer l'équilibre d'une balance des paiements : le taux de change ou le besoin de financement.

Le choix entre ces deux variables dépend là encore de l'intuition du modélisateur. Dans notre cas, il semble judicieux de retenir le besoin de financement comme variable d'ajustement pour la balance des paiements relative au reste de l'UE. En effet, dans le cadre du système monétaire européen (SME), l'amplitude des fluctuations de la valeur des monnaies nationales européennes est plafonnée, ce qui correspond grossièrement à l'application d'un régime de change fixe entre le Franc et la monnaie du reste de l'UE. Pour équilibrer la balance des paiements de la France avec le RdM, nous avons choisi au contraire la variable taux de change.

7.5. Le numéraire et la loi de Walras

Dans un modèle d'EGC standard, le système ne peut déterminer que des prix relatifs car le modèle est homogène de degré zéro par rapport à tous les prix. Le choix d'un numéraire n'a donc théoriquement aucun effet sur les valeurs des variables réelles. Notre modèle n'est cependant pas homogène de degré zéro par rapport à tous les prix car certaines variables ont été fixées en termes nominaux (transferts entre les différents secteurs institutionnels par exemple). En conséquence, la multiplication du prix retenu comme numéraire par un coefficient de proportionnalité donné ne laissera pas inchangé les valeurs réelles des variables à l'équilibre sauf si les transferts exogènes sont eux aussi multipliés par ce coefficient de proportionnalité. Dans ce cas, Gunning et Keyser (1995) suggèrent qu'il n'y a pas besoin de définir de numéraire, mais qu'il faut introduire le marché de la monnaie car la dichotomie entre la sphère réelle et la sphère monétaire ne tient plus dans les modèles d'EGC non homogènes. Robinson et *al.* (1990) définissent, malgré la non homogénéité de leur modèle, un numéraire égal à un indice du prix du PIB, tout en sachant que celui-ci a une incidence sur les valeurs d'équilibre. Le problème de définition d'un numéraire se pose de la même façon dans ce travail. Dans la phase de simulation, plusieurs définitions du numéraire ont été successivement retenues (taux de change avec le RdM, prix du travail, indice de prix à la production, indice de prix à la consommation). Les différences obtenues au niveau des valeurs d'équilibre sont très faibles⁷. Le choix d'un numéraire par rapport à un autre a certes une incidence mais qui ne remet pas en cause les résultats. Du point de vue théorique,

⁷ Les différences en pourcentage sont de l'ordre de 10^{-2} .

aucun argument ne conduit à privilégier un numéraire plus qu'un autre. Le numéraire choisi est un indice des prix à la production :

$$\frac{\sum_i P_i \cdot Y_{0_i}}{\sum_i P_{0_i} \cdot Y_{0_i}} = 1 \quad (7.17)$$

où les variables suffixés par 0 désignent les valeurs initiales.

Que le modèle d'EGC soit homogène de degré zéro par rapport à tous les prix ou non, la loi de Walras s'applique, c'est-à-dire qu'il y a une équation redondante dans le modèle. Lors de la résolution d'un modèle d'EGC, la pratique courante est d'omettre une équation de façon à obtenir un système avec autant d'équations que de variables et à faciliter cette résolution. Dans notre modèle, l'équation d'équilibre entre l'investissement total et l'épargne totale est omise. Nous nous assurons ex post que cette dernière est bien vérifiée.

7.6. Conclusion du chapitre 7

Dans ce chapitre, nous avons présenté les mécanismes permettant l'équilibre des quatre identités macro-économiques suivantes : équilibre sur les marchés des facteurs primaires de production, équilibre des budgets des secteurs institutionnels publics, équilibre du compte de capital et équilibre des balances des paiements.

S'agissant des marchés des facteurs primaires, les offres de ceux-ci par les différents secteurs institutionnels sont fixes. Le fonctionnement de ces marchés diffère selon l'horizon temporel retenu. Dans le long terme, les facteurs mobiles sont parfaitement mobiles entre tous les secteurs d'activité. A moyen terme, ces facteurs sont imparfaitement mobiles entre les secteurs d'activité ; l'imparfaite mobilité d'un facteur est représentée à travers une fonction de transformation de type CET. A court terme, les facteurs sont fixes dans chaque secteur d'activité ; les prix des facteurs sont dans ce cas propres à chaque secteur d'activité. Les aides directes assises sur les facteurs primaires de production sont représentées sous forme de taux.

Plusieurs bouclages des budgets des secteurs institutionnels sont possibles ; dans le cas standard, nous supposons que la consommation gouvernementale de services sert à équilibrer le budget du gouvernement français et que le budget du FEOGA partie française est équilibré grâce à un transfert en provenance de la zone reste de l'UE. Concernant le compte de capital, le bouclage est néoclassique : l'épargne total détermine l'investissement. Enfin, concernant les balances des paiements, celle relative au reste de l'UE est équilibré par le besoin de financement ; l'équilibre de la balance des paiements relative au RdM hors UE est assuré par le taux de change.

Ce chapitre clôt la présentation du modèle d'EGC centré sur le complexe agro-alimentaire français. Le dernier point qu'il faut souligner est que ce modèle est mis en œuvre à l'aide du logiciel GAMS (Brooke et al., 1988) et résolu par le solveur CONOPT.

Partie 3

Simulations

Chapitre 8.

Analyse du fonctionnement du modèle

8.0. Introduction du chapitre 8

L'objectif principal de ce chapitre est d'illustrer le fonctionnement du modèle d'EGC à partir de scénarios portant sur le secteur des grandes cultures, celui-ci étant un secteur important au sein du complexe agro-alimentaire français. Avant de définir précisément les scénarios et de commenter les résultats, il n'est pas inutile de rappeler les principales caractéristiques du modèle concernant le secteur des grandes cultures, notamment concernant les instruments de politique appliqués dans la situation initiale. Le secteur des grandes cultures produit six biens : le blé tendre, l'orge, le maïs grain, un agrégat qui regroupe les différents oléagineux, un agrégat qui regroupe les différents protéagineux et un agrégat résiduel qui regroupe les céréales non différenciées, pour l'essentiel le blé dur et l'avoine. Ce secteur reçoit des subventions à la production pour les oléagineux ; le montant de ces subventions est égal à 5,675 milliards de francs¹ et la valeur de la production au départ de la ferme est égale à 7,332 milliards de francs. Dans la situation initiale, les subventions à la production représentent donc 43,63% de la recette totale du secteur des grandes cultures pour la production oléagineuse. Ce secteur reçoit également des subventions à la production pour les protéagineux d'un montant égal à 2,391 milliards de francs et la valeur de la production est de 3,750 milliards de francs. Les subventions représentent dans ce cas 38,93% de la recette totale protéagineuse. Il n'existe pas de mesures aux échanges de graines oléagineuses ; par contre, un droit de douane, d'un montant de 3 millions de francs, est appliqué sur les importations de protéagineux provenant du RdM. Concernant la production des céréales, le secteur des grandes cultures acquitte des taxes de coresponsabilité d'un montant égal à 3,410 milliards de francs² et bénéficie du régime de l'intervention appliqué à ces céréales (voir section 6.2). Ce régime d'intervention implique des restitutions variables aux exportations, d'un montant égal à 7,607 milliards de francs et des prélèvements variables aux importations pour une valeur de 443 millions de francs. Des subventions à l'exportation des produits transformés des céréales sont également versées pour un montant égal à 1,843 milliard de francs.

Les hypothèses du scénario dit de référence sont décrites dans la première section. Dans la deuxième section, les résultats de ce scénario de référence sont analysés de manière progressive, c'est-à-dire d'abord au niveau du secteur des grandes cultures, puis au niveau des secteurs utilisant des céréales, des oléagineux et protéagineux. Nous poursuivons par

¹ Dans la matrice de comptabilité sociale (tableau 2.4), ces subventions sont comprises dans les 8,496 milliards de francs de subventions accordées par le FEOGA au secteur des grandes cultures français.

² Dans la matrice de comptabilité sociale, ces taxes de coresponsabilité sont comprises dans les 6,094 milliards de francs de taxes à la production acquittées par le secteur des grandes cultures.

l'analyse des effets de ce scénario sur les autres secteurs agricoles et agro-alimentaires et terminons cette deuxième section par étudier les effets sur le reste de l'économie.

Les conséquences des hypothèses techniques du scénario de référence, en particulier celles relatives au fonctionnement du marché des facteurs primaires de production et au bouclage du budget du gouvernement, sont examinées dans une troisième section qui complète la compréhension du fonctionnement du modèle.

8.1. Définition du scénario de référence

Dans le scénario de référence, nous pouvons distinguer les hypothèses « politiques » relatives aux instruments de politique et aux niveaux de ces derniers, et les hypothèses « techniques » relatives au mode de fonctionnement du modèle. Ces hypothèses techniques font l'objet des variantes présentées dans la troisième section. Les hypothèses politiques du scénario de référence sont les suivantes :

- suppression des subventions à la production des graines oléagineuses et des protéagineux,
- suppression du régime de l'intervention pour les différentes céréales, ce qui se traduit dans le modèle par l'annulation des prix d'intervention,
- suppression des subventions aux exportations sur le marché mondial des produits transformés des céréales,
- suppression des taxes de coresponsabilité céréalière³,
- maintien de la protection tarifaire sur les céréales et les protéagineux.

Ces mesures sont supposées être appliquées à l'échelle communautaire. Cela signifie que, suite à l'application de ce scénario de référence, les mécanismes d'ajustement observés au niveau du secteur français des grandes cultures s'appliquent également au secteur des grandes cultures dans le reste de l'UE. L'impact de la suppression des mesures de soutien interne au secteur des grandes cultures dans le reste de l'UE se traduit alors, dans le modèle, au travers des demandes d'exportation de céréales adressées à la France par le reste de l'UE. Ces demandes d'exportation enregistrent en effet des variations de prix qui, par définition, sont équivalentes à celles observées au niveau des marchés français.

Les hypothèses techniques du scénario de référence sont les suivantes :

- les facteurs primaires de production sont imparfaitement mobiles entre les secteurs d'activité⁴. Le travail et le capital sont considérés imparfaitement mobiles entre l'ensemble

³ Pratiquement, annuler les taxes de coresponsabilité céréalière revient à diminuer de moitié le taux d'imposition sur le secteur des grandes cultures.

des secteurs d'activité agricole, l'ensemble des secteurs d'activité agro-alimentaire et l'ensemble des secteurs d'activité du reste de l'économie. Ces deux facteurs primaires de production sont, au contraire, parfaitement mobiles au sein de ces trois ensembles de secteurs d'activité. Le facteur terre est imparfaitement mobile entre le secteur des grandes cultures, les secteurs d'élevage et les autres secteurs d'activité agricole (viticulture et autres cultures). De nouveau, la terre est parfaitement mobile dans ces trois ensembles de secteurs d'activité agricoles,

- le bouclage du budget du secteur institutionnel FEOGA partie française est assuré par l'ajustement des recettes de ce secteur, égal au transfert provenant du reste de l'UE. Le bouclage du budget du gouvernement français est assuré par sa consommation finale de services. Les transferts entre le gouvernement français et les autres institutions et/ou zones d'échange sont fixes, excepté le transfert entre le gouvernement français et le reste de l'UE. Ce transfert est égal au transfert initial diminué des économies budgétaires réalisées par le FEOGA. Par conséquent, le retour budgétaire de la France, c'est-à-dire la différence entre la contribution française au budget européen d'une part, les dépenses européennes en faveur du complexe agro-alimentaire français d'autre part, est supposé constant en valeur.

8.2. Les résultats du scénario de référence

Les résultats du scénario de référence sont analysés dans le détail pour illustrer la logique de fonctionnement du modèle. Auparavant, il convient de souligner que l'analyse des résultats des simulations réalisées à partir d'un modèle d'EGC est complexe car toutes les variables endogènes sont, par construction, déterminées simultanément. Il est, en général, impossible d'étudier les résultats de manière séquentielle. De plus, il est difficile de déterminer précisément les causes des évolutions de nombreuses variables car les effets directs de la politique mise en œuvre sont souvent compensés par des effets indirects en retour (feedback effects). L'étude des résultats du scénario de référence est cependant menée de façon progressive en essayant, dans la mesure du possible, de donner la logique économique sous-jacente à tel ou tel résultat.

La présentation des résultats de ce scénario est divisée en quatre paragraphes. Dans le premier paragraphe, nous analysons les effets sur la composante « grandes cultures », c'est-à-dire sur le secteur d'activité des grandes cultures et sur les marchés des produits de grandes cultures. Dans le deuxième paragraphe, l'attention est centrée sur les principaux secteurs d'activité utilisateurs de produits de grandes cultures, c'est-à-dire le secteur des corps gras, le secteur de l'alimentation animale et les secteurs agricoles animaux. Dans le troisième paragraphe, nous analysons les impacts sur les autres secteurs d'activité agricoles

⁴ Voir paragraphe 7.1.1.2.

et agro-alimentaires et sur les équilibres de marché des autres produits agricoles et agro-alimentaires. Nous présentons, dans le dernier paragraphe, les impacts sur le reste de l'économie et les impacts macro-économiques du scénario de référence.

8.2.1. Impacts sur le secteur des grandes cultures

Les impacts du scénario de référence sur les grandes cultures sont d'abord examinés au niveau des équilibres de marché des céréales, puis au niveau des équilibres de marché des oléagineux et des protéagineux et enfin sur le secteur d'activité des grandes cultures.

8.2.1.1. Impacts sur les équilibres de marché des céréales

Tableau 8.1. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des céréales (volumes en millions de francs 1990, variations en pourcentages)

Variables	Blé tendre			Orge		
	équilibre initial	équilibre final	variation	équilibre initial	équilibre final	variation
Production domestique Y_i	36381	29480	-18,97	11373	10029	-11,82
Prix à la production P_i	1	0,8181	-18,19	1	0,8801	-11,99
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	8430	9320	+10,56	2149	2291	+6,59
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	9334	0	-100	1876	0	-100
Volume du bien produit et vendu sur le marché français YD_i	18617	20160	+8,29	7348	7738	+5,31
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	122	7	-94,28	2	0	-79,54
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	18739	20156	+7,56	7350	7738	+5,28
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	1	0,8187	-18,13	1	0,8802	-11,98
Consommation intermédiaire totale CIT_i	16787	17766	+5,83	6115	6332	+3,55
Variation de stocks INV_i	1952	2390	+22,43	1235	1406	+13,88

Variables	Maïs grain			Autres céréales		
	équilibre initial	équilibre final	variation	équilibre initial	équilibre final	variation
Production domestique Y_i	15070	13878	-7,91	5709	5104	-10,61
Prix à la production P_i	1	0,9266	-7,34	1	0,9611	-3,89
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	7889	8195	+3,89	1480	1510	+2,00
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	1686	0	-100	685	0	-100
Volume du bien produit et vendu sur le marché français YD_i	5495	5683	+3,42	3544	3594	+1,41
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	649	294	-54,69	123	79	-35,96
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	6144	5965	-2,92	3667	3672	+0,13
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	1	0,9325	-6,75	1	0,9623	-3,77
Consommation intermédiaire totale CIT_i	10048	10161	+1,12	2408	2361	-1,97
Variation de stocks INV_i	-3904	-4196	+7,49	1259	1311	+4,16

8.2.1.1.1. Impacts sur le blé tendre

La suppression à l'échelle communautaire des mesures de soutien interne dans le secteur des grandes cultures entraîne une diminution de la production domestique de blé tendre (Y_i) de -18,97% par rapport à la situation initiale et une baisse du prix à la production de blé tendre (P_i) d'un pourcentage légèrement plus faible (-18,19%), toujours par rapport à la base. Ce niveau de prix équilibre la production domestique à la demande totale de cette production, demande totale égale à la somme des exportations vers les deux zones d'échange ($E_{i,UE}$ et $E_{i,RdM}$) et de la demande intérieure de produit domestique YD_i . Les exportations vers le reste de l'UE et la demande intérieure de produit domestique augmentent, respectivement de +10,56% et +8,29%, principalement sous l'effet de la baisse du prix tandis que les exportations vers le RdM s'annulent. Dans la modélisation du prix d'intervention (cf. paragraphe 6.2.3.2), nous avons supposé que les exportations vers le RdM s'ajustent en dernier ressort pour égaliser l'offre domestique aux différentes utilisations et pour maintenir le prix d'intervention sur le marché comme prix d'équilibre. Ces exportations sur pays tiers sont possibles grâce aux restitutions variables, qui comblent la différence entre le prix d'intervention et le prix mondial. Dans le scénario de référence, ce prix d'intervention est supprimé ; les exportations vers le RdM ne sont donc plus la variable d'ajustement du

marché du blé tendre et le prix se détermine par le simple mécanisme de marché. La demande de blé tendre par le RdM est très élastique par rapport à son propre prix, ce dernier étant nettement inférieur au prix prévalent sur le marché français et européen. Dans la situation initiale, ce prix mondial est inférieur de -44,82% au prix européen. L'annulation des exportations sur ce marché mondial entraîne une augmentation de ce prix mondial de +9,09% ; il reste toutefois toujours inférieur au prix européen de blé tendre de -26,48% dans la situation finale. Sans restitutions variables, le blé tendre français n'est alors pas compétitif sur le marché mondial.

A ce stade de l'analyse, il importe de souligner que les résultats de ce scénario de référence sont contingents aux données initiales qui correspondent à l'année 1990, année où l'écart entre le prix intérieur à la production de blé tendre et le cours mondial est substantiel. Il est clair que l'utilisation d'une base initiale différente correspondant, par exemple, aux années 1994-1995 où l'écart entre les deux prix considérés est nettement plus faible, voire nul, aurait des conséquences différentes en permettant, éventuellement, de maintenir la compétitivité prix du blé tendre français sur le marché mondial, même sans restitutions variables.

Le maintien des droits de douane sur les importations de blé tendre provenant du RdM ($M_{i,RdM}$) rend ces dernières encore moins compétitives sur le marché français. Nous avons supposé que le prix mondial à l'importation de blé tendre varie comme le prix mondial à l'exportation de blé tendre ; par conséquent, le prix mondial en devises de ce blé tendre, supposé différent du blé tendre produit en France (cf. chapitre 5), augmente de +9,09%. Le prix domestique des importations françaises de blé tendre en provenance du RdM augmente de +9,78% par rapport à la base, sous l'effet additionnel de la variation du taux de change entre la France et le RdM. Cette hausse du prix domestique des importations, conjuguée avec la baisse du prix du blé tendre produit en France, entraîne un effet de substitution positif pour la demande de blé tendre français et un effet de substitution négatif pour les importations provenant du RdM. Ces dernières diminuent d'un pourcentage très élevé, -94,28%, par rapport à la situation initiale. La demande d'importation bénéficie néanmoins d'un effet d'expansion, lié à l'augmentation de la demande intérieure totale du bien composite (XC_i). L'augmentation de cette demande intérieure totale (+7,56%) s'explique par la baisse du prix du bien composite (-18,13%). La baisse du prix du produit domestique et le maintien du prix domestique des importations n'entraînent pas une annulation des volumes importés car, selon l'hypothèse d'Armington, ces derniers sont supposés différents de la production domestique.

La demande intérieure totale de blé est essentiellement une demande de consommation intermédiaire, le solde correspondant à des variations de stocks⁵. Au total, la demande intérieure de blé tendre utilisé en tant que consommation intermédiaire (CIT_i) augmente de +5,83% par rapport à la base. La décomposition de la consommation intermédiaire totale par secteur d'activité est donnée dans le tableau 8.2.

Tableau 8.2. Impacts du scénario de référence sur la consommation intermédiaire de blé tendre par secteur d'activité (volumes en millions de francs 1990, variations en pourcentages)

Consommation intermédiaire de blé tendre par le secteur d'activité	équilibre initial	équilibre final	variation
Grandes cultures	1197	970	-18,97
Élevage laitier	1180	1351	+14,51
Élevage bovin	617	780	+26,36
Élevage mixte	818	974	+19,00
Élevage avicole	287	343	+19,60
Élevage porcin	938	1098	+17,10
Autres élevages	353	433	+22,73
Alimentation animale	2437	3185	+30,69
Transformation des céréales	8959	8631	-3,67
Total	16787	17766	+5,83

Dans les différents secteurs d'élevage et dans le secteur agro-alimentaire de l'alimentation animale, l'augmentation de la demande dérivée de blé tendre s'explique par une amélioration de la compétitivité prix du blé tendre par rapport aux autres ingrédients de l'alimentation animale (effet substitution positif) et par un accroissement de l'offre des biens produits par ces secteurs (effet d'expansion positif), sauf dans l'élevage laitier à cause de la contrainte sur la production de lait. La demande dérivée de blé tendre par le secteur d'activité de l'industrie de l'alimentation animale augmente de +30,69% par rapport à la base. L'accroissement de la demande dérivée de blé tendre par les secteurs agricoles animaux varie entre +14,51% dans le cas de l'élevage laitier et +26,36% dans le cas de l'élevage bovin. La demande dérivée de blé tendre en tant que semences par le secteur des grandes cultures diminue dans les mêmes proportions que la production domestique (-18,97%), étant donné l'hypothèse d'une technologie Leontief entre ces semences et les volumes produits.

⁵ Dans le bouclage néoclassique adopté entre l'épargne et l'investissement, la variation de stock du blé tendre est déterminée par le niveau d'épargne total et par le prix à la consommation du blé tendre (cf. équation 6.1). L'augmentation des stocks de blé tendre (+21,55%) s'explique essentiellement par la baisse du prix à la consommation du blé tendre.

La demande dérivée de blé tendre par l'industrie de transformation des céréales diminue de -3,67%. Cette dernière est supposée être une proportion fixe de la production de cette industrie⁶ ; cette demande n'est donc pas fonction du prix à la consommation et répond uniquement aux effets contraction/expansion de cette industrie. L'offre domestique des produits transformés des céréales diminue à cause de la baisse de la demande, notamment de la demande du RdM consécutive à la suppression des subventions à l'exportation sur le marché mondial de ces produits.

8.2.1.1.2. Impacts sur l'orge, le maïs grain et les autres céréales

Les impacts sur les équilibres de marché des trois autres types de céréales sont en général de même nature mais les ordres de grandeur de ces impacts diffèrent ; les changements de signes sont rares. Les productions domestiques diminuent moins (-11,82% pour l'orge, -7,91% pour le maïs grain, -10,61% pour les autres céréales) ainsi que les prix à la production domestique (-11,99% pour l'orge, -7,34% pour le maïs grain et seulement -3,89% pour les autres céréales). En termes de prix payé au producteur, l'explication est à rechercher, principalement, dans le poids des exportations vers le RdM du bien considéré dans la production domestique. Dans la situation initiale, les exportations vers le RdM représentent, pour ces trois types de céréales, un débouché moins important qu'il ne l'est pour le blé tendre : plus de 25% pour le blé tendre, 16,5% pour l'orge, 11,2% pour le maïs grain et 12% pour les autres céréales. Les exportations sur le marché mondial, grâce aux restitutions variables, sont donc, en quelque sorte, moins impératives pour ces trois types de céréales ; le prix d'intervention dans la situation initiale est donc plus proche du prix d'équilibre sans intervention publique pour ces dernières.

Pour toutes les céréales, les exportations à destination du reste de l'UE augmentent, les exportations vers le RdM s'annulent et les productions domestiques restant sur le marché intérieur augmentent. Les importations provenant du RdM diminuent également pour toutes les céréales. En revanche, l'offre totale sur le marché intérieur diminue dans le cas du maïs grain (-2,92%), augmente légèrement pour les autres céréales (+0,13%) et plus fortement pour l'orge (+5,28%). Ces évolutions différentes des quantités totales offertes sur le marché domestique s'expliquent par les parts respectives des importations dans les offres totales sur le marché domestique.

L'offre totale sur le marché domestique de la céréale i est donnée par l'équation⁷ :

⁶ Voir section 3.2.

⁷ Les importations de céréales en provenance du reste de l'UE sont nulles dans la situation initiale.

$$XC_i = \alpha m_i \cdot (\delta m_i \cdot YD_i^{-\rho m_i} + \delta m_{i,RdM} \cdot M_{i,RdM}^{-\rho m_i})^{-1/\rho m_i} \quad (8.1)$$

Cette équation peut également s'écrire, après différenciation logarithmique, sous la forme :

$$\dot{X}C_i = (1 - sm_{i,RdM}) \cdot \dot{Y}D_i + sm_{i,RdM} \cdot \dot{M}_{i,RdM} \quad (8.2)$$

où⁸ $sm_{i,RdM} = \frac{PM_{i,RdM} \cdot M_{i,RdM}}{PM_{i,RdM} \cdot M_{i,RdM} + PD_i \cdot YD_i}$ désigne la part des importations provenant du

RdM dans la valeur de l'offre totale sur le marché intérieur.

A l'équilibre, le taux marginal de substitution des produits domestiques aux produits importés est égal au rapport des prix de ces produits :

$$\frac{PM_i}{PD_i} = \frac{\delta m_{i,RdM} \cdot M_{i,RdM}^{-\rho m_i - 1}}{\delta m_i \cdot YD_i^{-\rho m_i - 1}} \quad (8.3)$$

L'équation (8.3) nous permet de définir une relation entre la variation relative des quantités importées, la variation relative des quantités de produits domestiques et les variations relatives des prix associés à ces quantités :

$$\dot{M}_{i,RdM} = \dot{Y}D_i + \sigma m_i \cdot (PD_i - PM_{i,RdM}) \quad (8.4)$$

En reportant cette équation (8.4) dans l'équation (8.2), la variation relative de l'offre totale sur le marché intérieur est alors :

$$\dot{X}C_i = \dot{Y}D_i + sm_i \cdot \sigma m_i \cdot (PD_i - PM_{i,RdM}) \quad (8.5)$$

La variation relative de l'offre totale sur le marché intérieur dépend de la variation relative de la production domestique restant sur le marché intérieur, des variations de prix, du degré de substitution entre les produits importés et les produits domestiques (σm_i) et de la part des importations dans la valeur de l'offre totale sur le marché intérieur. Toutes choses égales par ailleurs, plus cette part est élevée, plus l'effet des variations de prix est fort et plus il peut dépasser l'effet de la variation relative de la production domestique restant sur le marché intérieur. Cette part est quasiment nulle pour le blé tendre et l'orge, significative pour les autres céréales et la plus forte pour le maïs grain. Dans le cas du maïs grain, l'effet des prix dépasse la hausse de la production domestique restant sur le marché intérieur et donc explique la baisse de l'offre totale sur le marché intérieur.

La demande dérivée d'orge par les différents secteurs d'activité augmente de +3,55% par rapport à la base, celle de maïs grain augmente d'un pourcentage plus faible, +1,12%, alors que celle des autres céréales diminue de -1,97%. Pour chacune des quatre céréales considérées, la baisse de son prix à la demande dérivée et l'expansion des secteurs d'élevage et du secteur de l'alimentation animale exercent un effet de demande dérivée positif. A l'inverse, pour chaque céréale et la baisse de sa production domestique, la baisse de la production dans l'industrie de transformation de céréales entraînent un effet de demande dérivée négatif. De même, la baisse des prix des autres types de céréales induit, toutes choses égales par ailleurs, une diminution de la demande dérivée de la céréale considérée, car les différentes céréales sont des substituts dans les technologies de production des secteurs d'élevage et de l'alimentation animale. Cet effet prix croisé explique par exemple la baisse de la demande dérivée de maïs grain ou des autres céréales par l'élevage laitier de -0,77% et -4,15%, respectivement (cf. tableau 8.3). L'ensemble des effets positifs domine l'ensemble des effets négatifs dans le cas du blé tendre, de l'orge et du maïs grain et inversement dans le cas des autres céréales.

Tableau 8.3. Impacts du scénario de référence sur la consommation intermédiaire des céréales par secteur d'activité (volumes en millions de francs 1990, variations en pourcentages)

Consommation intermédiaire d'orge par le secteur d'activité	équilibre initial	équilibre final	variation
Grandes cultures	696	614	-11,82
Elevage laitier	1039	1098	+5,74
Elevage bovin	544	635	+16,69
Elevage mixte	721	792	+9,89
Elevage avicole	25	28	+10,45
Elevage porcin	404	436	+8,13
Autres élevages	250	284	+13,33
Alimentation animale	489	569	+16,40
Transformation des céréales	1947	1876	-3,67
Total	6115	6332	+3,55

⁸ $\dot{X} = \frac{dX}{X}$ désigne la variation relative de la variable X.

Consommation intermédiaire de maïs grain par le secteur d'activité	équilibre initial	équilibre final	variation
Grandes cultures	1052	969	-7,91
Elevage laitier	529	525	-0,77
Elevage bovin	277	303	+9,51
Elevage mixte	367	379	+3,12
Elevage avicole	1374	1424	+3,65
Elevage porcin	1343	1362	+1,48
Autres élevages	356	379	+6,36
Alimentation animale	2493	2645	+6,12
Transformation des céréales	2257	2175	-3,67
Total	10048	10161	+1,12

Consommation intermédiaire des autres céréales par le secteur d'activité	équilibre initial	équilibre final	variation
Grandes cultures	242	217	-10,61
Elevage laitier	348	333	-4,15
Elevage bovin	182	192	+5,77
Elevage mixte	241	241	-0,39
Elevage avicole	14	14	+0,12
Elevage porcin	60	58	-1,98
Autres élevages	77	79	+2,73
Alimentation animale	606	612	+0,90
Transformation des céréales	638	615	-3,67
Total	2408	2361	-1,97

Ces résultats montrent que, même si les marchés des céréales sont initialement soumis à la même réglementation, la suppression du soutien interne dans le secteur des grandes cultures produit des effets contrastés sur les équilibres de marché des différentes céréales.

8.2.1.2. Impacts sur les équilibres de marché des graines oléagineuses et des protéagineux

Tableau 8.4. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des oléagineux et des protéagineux (volumes en millions de francs 1990, variations en pourcentages)

Variables	Oléagineux			Protéagineux		
	équilibre initial	équilibre final	variation	équilibre initial	équilibre final	variation
Production domestique Y_i	7332	4710	-35,76	3750	2641	-29,58
Prix à la production P_i	1	1,0812	+8,12	1	1,1267	+12,67
Prix à la production aide incluse	1,7740	1,0812	-39,05	1,6376	1,1267	-31,20
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	3542	1921	-45,75	327	151	-53,79
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	21	7	-68,66	8	2	-77,26
Volume du bien produit et vendu sur le marché français YD_i	3769	2777	-26,33	3415	2486	-27,21
Importations de l'UE $M_{i,UE}$	450	611	+35,80	165	260	+57,52
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	660	1143	+73,17	390	909	+132,99
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	4879	4501	-7,75	3970	3615	-8,93
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	1	1,0717	+7,17	1	1,1054	+10,54
Consommation intermédiaire totale CIT_i	3448	3162	-8,28	2801	2555	-8,77
Variation de stocks INV_i	1431	1338	-6,48	1169	1060	-9,33

La suppression à l'échelle communautaire des mesures de soutien interne dans le secteur des grandes cultures, en particulier la suppression des subventions à la production de graines oléagineuses, entraîne une diminution de la production domestique de -35,76% et une augmentation du prix à la production, subvention à la production exclue, de +8,12%. Par contre, le prix réellement perçu par le producteur, c'est-à-dire le prix à la production, subvention à la production incluse, diminue de -39,05%, baisse de prix cohérente avec la baisse de la production.

Cette baisse de la production domestique entraîne des baisses inégales dans les différentes destinations⁹ de cette production : baisse des exportations vers le reste de l'UE de -45,75%, baisse des exportations vers le RdM de -68,66% et baisse des quantités restant sur le marché domestique de -26,33%. Le prix mondial à l'exportation, exprimé en devises, des oléagineux est supposé fixe ; par conséquent, le prix domestique des exportations vers le RdM ne varie que sous l'effet du taux de change, qui augmente très légèrement (+0,63%). A l'inverse, le prix européen des oléagineux varie avec les quantités exportées ; la baisse des quantités exportées sur ce marché entraîne une augmentation du prix européen exprimé en devises et par suite du prix domestique des exportations vers le reste de l'UE (+6,31%). De même, le prix des produits français restant sur le marché français augmente de +9,61%. Or, le producteur détermine la destination de sa production de façon à maximiser ses ventes (cf. le programme 5.4). Les volumes exportés et vendus sur le marché domestique dépendent donc des prix relatifs. La plus forte baisse observée pour les exportations vers le RdM est donc cohérente avec les variations observées des prix.

L'augmentation du prix des oléagineux produits et écoulés sur le marché français crée un effet de substitution positif pour la demande d'importation ; les importations provenant du reste de l'UE augmentent de +35,80% et celles provenant du RdM de +73,17%. L'explication de ces résultats est symétrique à l'explication donnée ci-dessus des résultats sur les exportations. Le prix mondial à l'importation exprimé en devises des oléagineux est supposé fixe tandis que le prix européen exprimé en devises varie avec les quantités importées. Le prix domestique des importations européennes d'oléagineux augmente de +3,11% et le prix domestique des importations du RdM de +0,63%, toujours sous l'effet du taux de change.

Malgré la hausse des volumes importés, l'offre totale sur le marché intérieur diminue de -7,75% et le prix à la consommation domestique augmente de +7,17%. Cette augmentation du prix à la consommation domestique entraîne une diminution de la consommation intermédiaire des oléagineux (-8,28%), notamment sous la forme de semences par le secteur des grandes cultures (-35,76%). L'accroissement du prix à la consommation des graines oléagineuses sur le marché intérieur entraîne une contraction du secteur d'activité agro-alimentaire des corps gras de -2,74%. L'hypothèse d'une technologie Leontief par rapport aux inputs intermédiaires implique que la demande dérivée de graines oléagineuses par ce secteur des corps gras diminue d'un pourcentage égal.

La suppression des mesures de soutien interne, appliquées dans le secteur des grandes cultures, et plus particulièrement la suppression de l'aide à la production des graines

⁹ Contrairement aux céréales, les oléagineux vendus sur le marché domestique sont supposés différents des oléagineux exportés sur le marché du reste de l'UE, eux-mêmes différents des oléagineux exportés sur le marché mondial (cf. paragraphe 5.1.2.)

oléagineuses, entraîne une réduction de la production et accroît la dépendance du marché français vis-à-vis des importations des pays du RdM. Des effets similaires sont observés sur le marché des protéagineux. La production domestique baisse de -29,58%, le prix perçu par le producteur diminuant de -31,20% par rapport à la situation initiale. A l'inverse, le prix de marché augmente de +12,67%. Les exportations sur le reste de l'UE et sur le RdM deviennent presque négligeables. La baisse de la production domestique est partiellement compensée par la hausse des importations car l'offre totale sur le marché domestique diminue de -8,93% ; le prix à la demande augmente de +10,54%. Les utilisations de protéagineux comme consommation intermédiaire baissent de -8,77% : diminution de la demande dérivée de semences de -29,58% et diminution de la demande dérivée de protéagineux par le secteur agro-alimentaire de l'alimentation animale de -11,19%.

8.2.1.3. Impacts sur le secteur d'activité des grandes cultures

Tableau 8.5. Impacts du scénario de référence sur les inputs « spécifiques » alloués aux différentes productions du secteur des grandes cultures (variations en pourcentages)

	Semences	CI Engrais	CI Pesticides	Terre
Blé tendre	-18,97	-26,89	-26,94	-4,20
Orge	-11,82	-21,97	-22,02	+2,24
Maïs grain	-7,91	-19,03	-19,09	+6,09
Autres céréales	-10,61	-18,51	-18,57	+6,77
Oléagineux	-35,76	-44,81	-44,84	-27,68
Protéagineux	-29,58	-37,34	-37,38	-17,90
Total		-26,80	-27,61	-6,29

La baisse de production obtenue pour toutes les céréales, les oléagineux et les protéagineux entraîne une diminution dans la même proportion de l'utilisation de semences. En revanche, les consommations intermédiaires d'engrais et de pesticides diminuent plus que la production de chaque grande culture. Les surfaces oléagineuses et protéagineuses diminuent fortement (-27,68% et -17,90%), les surfaces blés diminuent peu (-4,20%) et les surfaces pour les trois autres catégories de céréales augmentent (+2,24% pour l'orge, +6,09% pour le maïs grain et +6,77% pour les autres céréales). Ces évolutions différentes des demandes dérivées traduisent la substitution entre la terre d'une part, les engrais et les pesticides d'autre part, à l'intérieur du nid formé de ces inputs. Par construction, les demandes dérivées de terre, d'engrais et des pesticides dans une culture donnée dépendent de la quantité de l'input

composite « Terre - Engrais - Pesticides » utilisée dans cette culture¹⁰ et des prix de ces inputs. Cette quantité d'input composite baisse du même pourcentage que la production de la culture correspondante. Les prix à la consommation des inputs industriels baissent légèrement (-0,32% pour les engrais et -0,10% pour les pesticides) alors que le prix de la terre dans les COP diminue de -59,51%. Ces variations des prix des inputs industriels et de la terre entraînent des substitutions en faveur du facteur terre et au détriment de l'utilisation des inputs industriels. Dans les demandes dérivées du facteur terre pour les productions d'orge, de maïs grain et des autres céréales, l'effet de substitution l'emporte sur l'effet contraction, entraînant une augmentation de l'utilisation du facteur terre. Dans les demandes dérivées des inputs industriels, les effets des prix s'ajoutent à l'effet contraction. Malgré la hausse des surfaces dans certaines cultures, les surfaces COP, somme des surfaces en céréales, oléagineux et protéagineux, diminuent de -6,29% par rapport à la base.

Tableau 8.6. Impacts du scénario de référence sur le secteur des grandes cultures (volumes en millions de francs 1990, variations en pourcentages)

	équilibre initial	équilibre final	variation
Quantité utilisée de travail	16273	13216	-18,78
Quantité utilisée de capital	16876	13956	-17,31
Quantité utilisée de terre	17502	16401	-6,29
Rémunération unitaire du travail	1	0,9820	-1,80
Rémunération unitaire du capital	1	0,9601	-3,99
Rémunération unitaire de la terre	1	0,4049	-59,51
Valeur ajoutée (MF)	50,651	33,019	-17,632

(MF) : Milliards de francs 1990

Les baisses des prix à la production des céréales et des prix reçus par le secteur des grandes cultures pour les oléagineux et les protéagineux entraînent donc une diminution substantielle du prix de la terre dans les COP. La terre est, étant donné les hypothèses adoptées dans le scénario de référence sur la mobilité des facteurs primaires de production, le facteur le plus « immobile » au sein du secteur des grandes cultures ou, en d'autres termes, celui pour lequel l'offre pour le secteur des grandes cultures est la plus inélastique par rapport à son propre prix. Le prix du facteur primaire de production le plus immobile répercute donc la baisse des prix des produits¹¹. Les prix des facteurs travail et capital dans le secteur des grandes cultures¹² diminuent respectivement de -1,80% et -3,99%. Les

¹⁰ Cf. les paragraphes 3.4.6. et 3.2.2.

¹¹ Un résultat similaire est obtenu par Kilkenny et Robinson, 1990 ou encore Martin et al., 1990.

¹² Egalement dans les autres secteurs d'activité agricoles, étant donné les hypothèses de mobilité de ces facteurs.

diminutions des volumes des facteurs travail et capital utilisés dans le secteur des grandes cultures sont nettement plus élevées, en valeur absolue, -18,78% et -17,31%, respectivement, par rapport à la base. Les demandes dérivées de ces deux facteurs évoluent donc de manière similaire, selon un effet contraction alors que la substitution entre ces deux facteurs est modérée.

Malgré la baisse des taxes à la production, consécutive à l'annulation de la taxe de coresponsabilité céréalière, la valeur ajoutée au coût des facteurs, c'est-à-dire nette des subventions d'exploitation et des taxes à la production, dans le secteur des grandes cultures diminue de -17,632 milliards de francs 1990, soit de -34,81% par rapport à la situation initiale. Par conséquent, la valeur ajoutée par unité de travail diminue de -16,03%.

La suppression des mesures de soutien interne appliquées dans le secteur des grandes cultures entraîne donc une diminution du nombre de cultivateurs plus importante que la diminution des surfaces en grandes cultures ; par conséquent, elle conduit à une augmentation de la surface moyenne par exploitation. Elle favorise aussi des pratiques cultures moins intensives en inputs industriels et plus intensives en terre. Ces résultats confirment l'argument maintes fois formulé contre la PAC pré-réformée (Mahé et Rainelli, 1987, par exemple) selon lequel l'intervention dans les grandes cultures, d'une part favorisait l'intensification des processus de production (ce qui avait des conséquences négatives sur l'environnement), d'autre part ne soutenait pas réellement le revenu du travail agricole mais plutôt le revenu de la terre.

8.2.2. Impacts sur les secteurs d'activité utilisateurs de produits de grandes cultures

L'objectif de ce paragraphe est de montrer comment les ajustements décrits précédemment, concernant les équilibres de marché des produits de grandes cultures, se propagent dans les secteurs d'activité liés directement au secteur des grandes cultures. Par conséquent, nous centrons l'attention sur le secteur des corps gras, le secteur agro-alimentaire de l'alimentation animale, les secteurs agricoles animaux et le secteur de la transformation des céréales.

8.2.2.1. Impacts sur le secteur des corps gras

L'analyse précédente montre que le prix à la consommation domestique des graines oléagineuses augmente de +7,17%. Toutes choses égales par ailleurs, l'augmentation du prix à la consommation domestique induit une augmentation du coût marginal de production dans le secteur des corps gras et par suite, via la condition de profit nul dans ce secteur, une augmentation du prix à la production des huiles (+2,98%) et des tourteaux d'oléagineux (+2,45%) (cf. tableau 8.7). En négligeant de l'analyse les exportations de tourteaux et toutes choses égales par ailleurs, la hausse du prix des tourteaux français va induire une substitution en faveur des importations de tourteaux et au détriment de la production domestique. L'augmentation de la demande française de tourteaux sur le marché mondial entraîne une tension sur ce marché et par suite une augmentation de son prix ; ce dernier, exprimé en devises, augmente de +0,49% car nous avons supposé que la France est potentiellement un grand pays importateur de tourteaux sur le marché mondial. Le prix domestique des tourteaux en provenance du RdM augmente de +1,12%, la différence avec le prix en devises étant liée à la variation du taux de change (+0,63%). La hausse du prix domestique des importations de tourteaux provenant du RdM est cependant proportionnellement moins importante que la hausse du prix à la production domestique ; l'effet substitution est alors favorable aux importations et défavorable à la production domestique.

Tableau 8.7. Impacts du scénario de référence sur l'équilibre de marché des tourteaux d'oléagineux (volumes en millions de francs 1990, variations en pourcentages)

Variables	équilibre initial	équilibre final	variation
Production domestique Y_i	1108	1077	-2,76
Prix à la production P_i	1	1,0245	+2,45
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	82	78	-4,91
Volume du bien produit et vendu sur le marché français YD_i	1026	999	-2,59
Prix du bien produit et vendu sur le marché français PD_i	1	1,0251	+2,51
Importations de l'UE $M_{i,UE}$	487	499	+2,43
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	5380	5459	+1,47
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	6893	6957	+0,93
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	1	1,0130	+1,30
Consommation intermédiaire totale CIT_i	6893	6957	+0,93
Consommation intermédiaire par :			
Elevage laitier	1561	1532	-1,86
Elevage bovin	911	988	+8,46
Elevage mixte	1207	1233	+2,13
Elevage avicole	349	351	+0,54
Elevage porcin	285	285	+0,01
Autres élevages	38	39	+4,38
Alimentation animale	2542	2529	-0,52

Nous observons une baisse de la production domestique de tourteaux de -2,76% et une baisse quasiment identique de la production domestique de tourteaux restant sur le marché domestique (-2,59%) car les exportations représentent initialement une faible part des ventes françaises de tourteaux. Les importations de tourteaux provenant du RdM augmente de +1,47% et les importations de tourteaux provenant du reste de l'UE de +2,43%. L'augmentation des quantités importées compense la baisse de la production domestique, l'offre totale sur le marché français augmentant de +0,93%. Dans le même temps, le prix à la consommation domestique augmente de +1,30%. Cela implique que, dans la demande dérivée de tourteaux par les secteurs d'activité, l'effet négatif du prix est compensé par l'effet d'expansion des secteurs d'activité utilisateurs de tourteaux et/ou par l'effet des prix des autres matières premières substituables aux tourteaux. Nous remarquons que la demande dérivée de tourteaux diminue dans seulement deux secteurs d'activité (secteur de l'élevage laitier -1,86% et secteur de l'alimentation animale -0,52%) parmi les sept secteurs d'activité

utilisant ces tourteaux. L'effet d'expansion est nul dans le secteur de l'élevage laitier pur tandis que cet effet d'expansion n'est pas suffisant dans le secteur de l'alimentation animale pour compenser l'effet négatif de la hausse du prix à la demande dérivée des tourteaux.

8.2.2.2. Impacts sur le secteur d'activité agro-alimentaire de l'alimentation animale

Jusqu'à présent, nous avons souligné une diminution du prix à la consommation domestique des céréales, une augmentation du prix à la consommation domestique des tourteaux d'oléagineux et des protéagineux. Toutes choses égales par ailleurs, ces évolutions de prix vont induire, dans le secteur d'activité agro-alimentaire de l'alimentation animale, un effet de substitution favorable aux céréales et un effet de substitution défavorable aux tourteaux et aux protéagineux. En plus de cet effet de substitution, il y a un effet d'expansion de l'activité du secteur de l'alimentation animale, effet d'expansion qui va engendrer un accroissement de la demande dérivée des différentes matières premières par ce secteur.

Tableau 8.8. Impacts du scénario de référence sur le secteur de l'alimentation animale (volumes en millions de francs 1990, variations en pourcentages)

Variables	équilibre initial	équilibre final	variation
Production domestique Y_i	43993	45213	+2,77
Prix à la production P_i	1	0,9847	-1,53
Utilisation de l'agrégat matières riches en énergie	2404	2545	+5,89
Utilisation de l'agrégat matières riches en protéines	1784	1762	-1,23
Prix de l'agrégat matières riches en énergie	5,646	5,272	-6,62
Prix de l'agrégat matières riches en protéines	5,676	5,781	+1,86
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	3803	3945	+3,74
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	625	686	+9,68
Volume du bien produit et vendu sur le marché français YD_i	39565	40581	+2,57
Importations de l'UE $M_{i,UE}$	1494	1477	-1,13
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	973	933	-4,08
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	42032	42991	+2,28
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	1	0,9850	-1,50
Consommation intermédiaire totale CIT_i	36967	37929	+2,60
Consommation finale	5065	5062	-0,06
Consommation intermédiaire par :			
Élevage laitier	6589	6577	-0,18
Élevage bovin	2956	3257	+10,18
Élevage mixte	3919	4067	+3,76
Élevage avicole	14779	15111	+2,25
Élevage porcin	8385	8555	+2,03
Autres élevages	339	362	+6,73

La baisse du prix à la consommation des céréales favorise effectivement l'utilisation des céréales¹ et plus généralement des matières premières riches en énergie (+5,89% pour l'agrégat des matières riches en énergie) par rapport aux matières riches en protéines (-1,23% pour l'agrégat des matières riches en protéines). Pour des prix donnés des facteurs primaires travail et capital utilisés dans l'ensemble des IAA, la baisse du prix à la consommation domestique des céréales entraîne une baisse du coût marginal de production

¹ Cf. les tableaux 8.2 et 8.3.

des aliments composés. Cette baisse est d'autant plus importante que les céréales représentent une part importante en valeur des consommations intermédiaires totales de l'industrie de l'alimentation et que les possibilités de substitution entre les matières premières sont fortes. Etant donné la condition de profit nul dans cette industrie, cette baisse du coût marginal de production induit une baisse du même pourcentage du prix à la production des aliments composés, égale à -1,53% par rapport à la situation initiale.

Cette baisse du prix à la production entraîne une augmentation de la production domestique d'aliments composés de +2,77%. En effet, pour les produits non soumis à une politique de contrôle des prix et/ou de gestion de l'offre, c'est essentiellement le côté « demande » du marché qui détermine les quantités consommées, produites et échangées, et essentiellement le côté « offre » du marché qui détermine les prix, via la condition de profit nul dans les secteurs d'activité considérés. La variation du prix à la production des aliments composés va entraîner une variation du prix des aliments composés offerts sur le marché domestique et des prix des aliments composés exportés. La relation entre ces prix est :

$$P_i = \frac{1}{\alpha e_i} \left(\delta e_i^{-\sigma e_i} \cdot PD_i^{1+\sigma e_i} + \delta e_{i,UE}^{-\sigma e_i} \cdot PE_{i,UE}^{1+\sigma e_i} + \delta e_{i,RdM}^{-\sigma e_i} \cdot PE_{i,RdM}^{1+\sigma e_i} \right)^{1/(1+\sigma e_i)} \quad (8.6)$$

Le prix à la production s'écrit comme une fonction CET des prix domestiques des exportations et du prix du produit domestique restant sur le marché intérieur. La statique comparative de l'équation (8.6) est la suivante :

$$\dot{P}_i = se_{i,UE} \cdot \dot{PE}_{i,UE} + se_{i,RdM} \cdot \dot{PE}_{i,RdM} + (1 - se_{i,UE} - se_{i,RdM}) \cdot \dot{PD}_i \quad (8.7)$$

où $se_{i,oe} = \frac{PE_{i,oe} \cdot E_{i,oe}}{PE_{i,UE} \cdot E_{i,UE} + PE_{i,RdM} \cdot E_{i,RdM} + PD_i \cdot YD_i}$ désigne la part de la destination *oe*

dans les ventes totales de la production domestique du produit *i*. L'équation (8.7) montre que, pour des prix domestiques des exportations donnés, la variation relative du prix \dot{PD}_i dépend de la variation relative initiale du prix à la production \dot{P}_i et de la part des ventes sur le marché domestique par rapport aux ventes totales $(1 - se_{i,UE} - se_{i,RdM})$. Comme cette part est élevée dans la situation initiale, le prix de la production domestique restant sur le marché français suit l'évolution du prix à la production ; pour les aliments composés, ce prix diminue de -1,59% par rapport à la base.

Cette diminution du prix \dot{PD}_i se reporte ensuite sur le prix à la consommation du bien composite \dot{PC}_i . Le prix du bien composite offert sur le marché domestique est une fonction CES du prix du produit domestique et des prix domestiques des importations :

$$PC_i = \frac{1}{\alpha m_i} \left(\delta m_{i,UE}^{\alpha m_i} \cdot PM_{i,UE}^{1-\alpha m_i} + \delta m_{i,RdM}^{\alpha m_i} \cdot PM_{i,RdM}^{1-\alpha m_i} + \delta m_i^{\alpha m_i} \cdot PD_i^{1-\alpha m_i} \right)^{1/(1-\alpha m_i)} \quad (8.8)$$

La statique comparative de l'équation (8.8) est :

$$PC_i = sm_{i,UE} \cdot PM_{i,UE} + sm_{i,RdM} \cdot PM_{i,RdM} + (1 - sm_{i,UE} - sm_{i,RdM}) \cdot PD_i \quad (8.9)$$

L'influence du prix PD_i sur le prix PC_i dépend de la part des achats de produits domestiques dans les achats totaux de produits sur le marché français $(1 - sm_{i,UE} - sm_{i,RdM})$. De nouveau, comme cette part est élevée dans la situation initiale, le prix à la consommation du bien composite évolue comme le prix PD_i . Par « transition », les évolutions des prix à la consommation du bien composite et à la production sont très proches.

Pour un produit « peu » échangé, la variation du prix à la production se reflète dans la variation du prix à la consommation. Une baisse du prix à l'offre entraîne alors une baisse du prix à la consommation et, toutes choses égales par ailleurs, une augmentation de la quantité demandée. Cette dernière est principalement satisfaite par la production domestique.

Ce raisonnement permet d'expliquer l'évolution de l'équilibre de marché des aliments composés. Les tonnages d'aliments composés mis à l'exportation sur les deux zones possibles sont faibles par rapport à la production vendue sur le marché domestique. Dans la situation finale, la production domestique qui est vendue sur le marché français est égale à 40 581 millions de francs 1990, alors que les exportations françaises d'aliments composés vers l'UE et le RdM ne représentent que 3 945 et 686 millions de francs 1990, respectivement. Les importations des deux zones possibles représentent également des tonnages très faibles au regard de la production domestique d'aliments composés vendue sur le territoire national : 1 477 millions de francs 1990 en provenance du reste de l'UE et 933 millions de francs 1990 en provenance du RdM. Par conséquent, la baisse du prix à la consommation domestique d'aliments composés (-1,50%) est très proche de la baisse du prix à la production domestique de ces aliments (-1,53%). Toutes choses égales par ailleurs, cette baisse du prix favorise la consommation domestique d'aliments composés par les secteurs d'élevage ; excepté l'élevage laitier, la demande dérivée d'aliments composés augmente effectivement dans tous les secteurs d'élevage. La consommation intermédiaire totale d'aliments composés augmente de +2,60% par rapport à la base. La consommation finale d'aliments composés, qui diminue très faiblement par rapport à la base (-0,06%) correspond aux aliments pour animaux domestiques. Dans l'arbre d'utilité du ménage français, nous avons supposé que ces aliments sont combinés en proportions fixes avec les

biens du reste de l'économie. Par conséquent, l'évolution de la demande finale d'aliments composés dépend de l'évolution de la demande finale des autres biens de l'économie (*cf. infra*).

A ce stade de l'analyse, il est important de souligner que des baisses de prix substantielles des céréales, baisses engendrées par la suppression à l'échelle communautaire des mesures de soutien interne au secteur des grandes cultures COP, ne se traduisent pourtant, *in fine*, que par une diminution très modeste du prix à la consommation domestique des aliments composés. Deux raisons expliquent ce résultat. D'une part, les prix à la consommation intermédiaire des tourteaux et surtout des protéagineux augmentent et ont donc tendance, toutes choses égales par ailleurs, à accroître le coût marginal de fabrication des aliments composés et, par suite, le prix de ces derniers en vertu de la règle d'égalisation du prix au coût marginal. D'autre part, les ingrédients de l'alimentation animale, en particulier les céréales, ne représentent qu'une partie seulement des coûts totaux en consommations intermédiaires des aliments composés.

8.2.2.3. Impacts sur les secteurs agricoles animaux

De manière générale, les secteurs agricoles animaux vont tous bénéficier de la baisse du coût de l'alimentation, par l'intermédiaire de la baisse du prix des céréales consommées en l'état et par le biais de la diminution du prix de l'aliment composé. Ces baisses diminuent, toutes choses égales par ailleurs, le coût marginal de production de ces produits animaux, ce qui favorise² la production domestique de ces produits animaux : augmentation de la production domestique de porcs (+3,15 % par rapport à la base), de volailles (+2,61%), de l'ensemble des bovins (+7,13%) et de l'agrégat des autres productions animales (+7,00%). La production domestique de lait à la ferme est contrôlée par le quota, supposé inchangé à son niveau initial. Les augmentations des productions domestiques des différents biens animaux se traduisent par des accroissements des volumes disponibles sur le marché français de +2,30% pour les porcs, de +2,03% pour les volailles, de +6,09% pour les bovins et de +1,98% pour l'agrégat des autres produits animaux. Les taux de croissance de l'offre totale disponible pour le marché intérieur sont inférieurs à ceux de la production domestique en raison des ajustements des exportations et des importations. Les productions domestiques de bovins vivants et de l'agrégat des autres productions animales augmentent proportionnellement plus que celles de porcs et de volailles car même si l'ensemble de l'alimentation animale, fourrages exclus, représente une part plus élevée du coût de production dans le cas des monogastriques que dans celui des herbivores bovins et de l'agrégat des autres productions animales, ces derniers vont en plus bénéficier d'une

réallocation des surfaces totales agricoles en leur faveur. Le tableau 8.9. résume les conséquences du scénario de référence sur les équilibres de marché des différentes productions animales.

Tableau 8.9. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des produits animaux (variations en pourcentages)

	Produits ³				
	Porcs	Volailles	Bovins	Lait	Au. prod. animales
Production domestique Y_i	+3,15	+2,61	+7,13	0	+7,00
Prix à la production P_i	-3,15	-2,16	-1,48	+0,36	-2,01
Volume du bien produit et vendu sur le marché français YD_i	+3,02	+2,22	+6,40	0	+6,16
Prix du bien produit et vendu sur le marché français PD_i	-3,17	-2,19	-1,55	+0,36	-2,16
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	+2,30	+2,03	+6,09	0	+1,98
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	-3,10	-2,17	-1,52	+0,36	-1,37

De manière générale, la baisse du coût de la ration animale est, pour un produit animal donné, d'autant plus forte que cette ration est riche en céréales (en particulier, en blé tendre) et pauvre en tourteaux d'oléagineux, et surtout en protéagineux. Dans le cas des porcs et des volailles, la baisse du coût de l'alimentation entraîne une baisse du coût marginal total (qui est indépendant des volumes produits) et du prix à la production (-3,15% pour les porcs et -2,16% pour les volailles). Cette baisse des prix à la production va se répercuter, pour partie du moins, au niveau des prix à la demande et il y a donc un effet de demande positif pour ces deux biens, effet de demande qui se traduit par une augmentation de la production domestique de porcs vivants et de volailles vivantes.

² Le mécanisme économique sous-jacent est identique à celui décrit dans le cas du secteur agro-alimentaire de l'alimentation animale et de la production d'aliments composés.

³ La production domestique de porcs correspond à la production du secteur d'activité agricole de l'élevage de porcs ; la production domestique de volailles correspond à la production du secteur d'activité agricole de l'élevage avicole ; la production domestique de bovins (vivants) correspond à la somme des productions des secteurs d'activité de l'élevage bovin, de l'élevage mixte et de l'élevage laitier ; la production domestique de lait correspond à la somme des productions des secteurs d'activité agricoles de l'élevage mixte et de l'élevage laitier ; enfin, la

La production domestique de lait ne change pas et est égale au niveau initial du quota de production. La baisse des prix des céréales et du prix des aliments composés rend le niveau du quota encore plus contraignant ; la rente unitaire augmente dans le secteur de l'élevage laitier et dans le secteur de l'élevage mixte (*cf. infra*).

Les productions domestiques de bovins vivants et des autres produits animaux augmentent de +7,13% et de +7,00%, respectivement, par rapport à la base, c'est-à-dire dans des proportions nettement plus élevées que dans le cas des productions agricoles porcines et avicoles. De manière générale, la plus forte croissance des productions de bovins et des autres produits animaux par rapport à celles des monogastriques s'explique d'une part par une réallocation des surfaces agricoles "libérées" par le secteur des grandes cultures en faveur des productions bovines et des autres produits animaux, d'autre part par les structures de marché de ces produits, notamment l'importance des échanges dans le cas des autres produits animaux et l'existence du système d'intervention sur la viande bovine dans le cas des bovins vivants.

Considérons tout d'abord l'agrégat des autres produits animaux offert par le secteur d'activité agricole des autres élevages. De manière très générale, et pas tout à fait exacte dans la mesure où les prix et les quantités d'équilibre se déterminent simultanément, on peut expliquer les évolutions de la production domestique des autres produits animaux de la manière séquentielle suivante. La baisse du coût de la ration animale entraîne une baisse du coût marginal de production et du prix à la production de ces autres produits animaux. Pour des prix domestiques des exportations donnés, cette diminution du prix à la production induit une diminution du prix des autres produits animaux produits et vendus sur le marché domestique. Le prix domestique des importations en provenance du RdM augmente quant à lui sous l'effet du taux de change. Par conséquent, les produits français deviennent plus compétitifs sur le marché domestique par rapport aux importations mondiales, ces dernières représentant initialement près de 25% de l'approvisionnement domestique en valeur. Sous l'effet de la baisse du prix des autres produits animaux domestiques et en dépit de la hausse du prix domestique des importations mondiales de ces produits, le prix à la consommation intérieure des autres produits animaux diminue (-1,37%), ce qui favorise cette consommation intérieure (+1,98%). La demande française des autres produits animaux français augmente alors sous le double jeu de l'augmentation de la demande totale française et de l'effet substitution entre les produits français et les produits importés. Le premier de ces effets est du même ordre de grandeur pour les porcs, les volailles et les autres produits animaux : +2,30%, +2,03% et +1,98%, respectivement. Par contre, comme les importations des autres produits animaux en provenance du RdM sont relativement plus importantes, l'effet de

production domestique des autres produits animaux correspond aux productions du secteur d'activité agricole des

substitution entre les produits domestiques et les importations est significatif pour ces autres produits animaux et faible pour les porcs et les volailles ; les demandes de produits français augmentent de +3,02% pour les porcs, +2,22% pour les volailles et +6,16% pour les autres produits animaux. Face à cette augmentation de la demande des autres produits animaux, les éleveurs français augmentent leur production en utilisant notamment plus d'aliments concentrés et de fourrages. Ces derniers sont produits en partie sur des « anciennes » terres COP. La surface fourragère utilisée dans ce secteur augmente de +5,11% par rapport à la base ; la production et l'intraconsommation de fourrages dans ce secteur augmente d'un pourcentage légèrement plus élevé, +5,73%, toujours par rapport à la base.

La progression plus importante de la production de bovins vivants, par rapport à la production de granivores, est due en partie à l'existence d'un système d'intervention sur la viande bovine. Comme dans les autres productions animales, la baisse du coût de la ration animale entraîne une baisse du coût marginal de production, du prix à la production et du prix à la consommation intérieure des bovins vivants. Cette dernière baisse favorise la demande intérieure, qui augmente nettement plus que les demandes intérieures des autres animaux : +6,09% pour les bovins vivants et autour de +2% pour les autres animaux vivants. La demande intérieure de bovins vivants est essentiellement une demande dérivée du secteur de l'abattage. Dans ce secteur, les bovins vivants sont utilisés en proportion fixe de la production de viande bovine, produit soumis à un régime d'intervention. Dans le scénario de référence, le prix d'intervention de la viande bovine est maintenu à son niveau initial. Par conséquent, pour le secteur de l'abattage, il devient plus « intéressant » de produire de la viande bovine car le prix de l'input spécifique à cette production (le bovin vivant) diminue sans que le prix de l'output (la viande bovine) diminue. La marge réalisée sur l'abattage de bovins vivants augmente donc par rapport à la marge dégagée sur l'abattage des autres animaux. La production domestique de viande bovine augmente de +6,25% et la demande dérivée de bovins vivants par ce secteur du même pourcentage. La baisse du prix à la demande dérivée de bovins vivants entraîne donc, pour un prix d'intervention de la viande bovine maintenu à son niveau initial, une augmentation substantielle de la demande intérieure de bovins vivants par le secteur de l'abattage et par suite de la demande totale de bovins vivants. Comme dans le secteur des autres élevages, la production domestique de bovins vivants augmente grâce à l'augmentation de la demande dérivée d'aliments concentrés et grossiers par les secteurs produisant des bovins. La production et l'intraconsommation de fourrages dans l'ensemble des trois secteurs produisant ces bovins augmentent de +3,23% et les terres utilisées dans ces secteurs de +2,49%.

autres élevages.

Ces deux derniers chiffres masquent en fait des disparités importantes entre les trois secteurs d'activité agricoles herbivores : élevage laitier, élevage bovin, élevage mixte. Ces disparités sont illustrées par le tableau 8.10.

Tableau 8.10. Impacts du scénario de référence sur les secteurs de l'élevage laitier, l'élevage bovin et l'élevage mixte (volumes en millions de francs 1990, variations en pourcentages)

	Elevage laitier	Elevage bovin	Elevage mixte
Production domestique de lait			
Volumes finaux	36749	15546	-
Variation	0	0	-
Production domestique de bovins			
Volumes finaux	10991	24674	14672
Variation	+0,04	+10,21	+7,80
Utilisations de biens en tant que consommations intermédiaires :			
Aliments concentrés	+1,02	+11,66	+5,15
Agrégat aliments énergétiques	+4,94	+15,80	+9,06
Agrégat aliments protéiques	-1,83	+8,14	+1,84
Aliments composés	-0,18	+10,18	+3,76
Fourrage	-1,08	+9,24	+2,81
Utilisation de terre pour le fourrage	-1,73	+8,49	+2,12
Prix implicite du fourrage	+0,51	+0,38	+0,52
Rente du quota			
Situation finale (MF)	9813	-	3469
Variation	+6,79	-	+11,54

(MF) : Milliards de francs 1990

La progression de la production domestique de bovins vivants résulte de la progression dans les secteurs de l'élevage bovin (+10,21%) et de l'élevage mixte (+7,80%). Dans l'élevage laitier, l'augmentation de la production de bovins vivants est négligeable (+0,04%). Dans ce dernier, la production totale est contrainte par l'existence du quota de production sur le lait ; la production bovine n'est qu'une co-production de la production laitière. Aussi la demande totale en aliments, grossiers ou concentrés, ne varie pas. Pour un prix des fourrages donné, la baisse du prix des céréales et des aliments composés entraîne, dans ce secteur d'élevage laitier, un effet de substitution positif pour les aliments concentrés et un effet de substitution négatif pour les fourrages. La production et l'intraconsommation de fourrages baisse de -1,08% dans le secteur d'élevage laitier tandis que la demande dérivée d'aliments concentrés

augmente de +1,02%, notamment de l'agrégat des matières énergétiques (+4,94%). La diminution du prix de la ration animale se répercute, dans ce secteur, dans la rente associée au quota laitier ; la rente totale augmente de +6,79% par rapport à la base.

Dans le secteur de l'élevage bovin, la production n'est pas contrainte par un quota ; la baisse du coût de la ration animale implique une diminution du coût marginal de production dans ce secteur et une augmentation de la production bovine de +10,21% par rapport à la base. Les demandes dérivées de tous les aliments augmentent dans ce secteur grâce à cet effet d'expansion. L'augmentation de la demande dérivée d'aliments riches en énergie est proportionnellement plus forte (+15,80%) que l'augmentation de la demande dérivée des autres aliments, sous l'effet des prix. La production et l'intraconsommation de fourrages augmentent de +9,24% dans ce secteur d'élevage bovin et la quantité de terre utilisée pour produire ces fourrages augmente de +8,49%.

L'élevage mixte produit simultanément des bovins vivants et du lait ; la production de lait est soumise à un quota supposé initialement contraignant et la production bovine n'est pas seulement une co-production de la production laitière. La baisse du coût de la ration animale se traduit dans ce secteur par une augmentation de la production bovine (+7,80%) et par une augmentation de la rente associée au quota (+11,54%). La production totale dans ce secteur augmente de +4,08%, ce qui favorise la demande dérivée de chaque aliment. La production et l'intraconsommation de fourrages augmentent de +2,81% par rapport à la base et la quantité de terre utilisée de +2,12%.

8.2.2.4. Impacts sur le secteur de la transformation des céréales

Malgré la baisse des prix à la consommation des céréales et la baisse concomitante du prix à la production des produits transformés des céréales (-2,30%), l'activité du secteur de la transformation des céréales diminue de -3,67%. Ceci provient du fait que, dans le scénario de référence, les subventions aux exportations de produits transformés vers le RdM sont supprimées. Toutes choses égales par ailleurs, cette suppression diminue la demande d'exportation de cette zone et la demande totale de produits transformés de céréales. Les quantités exportées vers le RdM diminuent de -66,12% par rapport à la base.

Tableau 8.11. Impacts du scénario de référence sur l'équilibre de marché des produits transformés des céréales (volumes en millions de francs 1990, variations en pourcentages)

Variables	équilibre initial	équilibre final	variation
Production domestique Y_i	92305	88920	-3,67
Prix à la production P_i	1	0,9770	-2,30
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	5527	5617	+1,63
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	5642	1912	-66,12
Volume du bien produit et vendu sur le marché français YD_i	81136	80914	-0,27
Importations de l'UE $M_{i,UE}$	6541	6418	-1,88
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	1427	1348	-5,52
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	89104	88679	-0,48
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	1	0,9890	-1,10
Consommation intermédiaire totale CIT_i	88831	88402	-0,48
Variation de stocks INV_i	273	277	+1,34

8.2.3. Impacts sur les autres secteurs d'activité agricoles et agro-alimentaires

Dans ce paragraphe, nous étudions en premier lieu les conséquences du scénario de référence sur les secteurs d'activité agricoles qui n'ont pas encore fait l'objet d'une analyse, c'est-à-dire le secteur des autres produits de culture et le secteur de la viticulture, et les équilibres de marché des biens correspondants. Les impacts du scénario sur les secteurs d'activité agro-alimentaires autres que ceux déjà analysés sont également examinés.

8.2.3.1. Impacts sur les équilibres de marché des autres produits agricoles

L'application du scénario de suppression à l'échelle communautaire des mesures de soutien interne dans le secteur des grandes cultures se traduit par une réallocation substantielle des surfaces au détriment des surfaces en grandes cultures et en faveur des surfaces fourragères. Les premières diminuent de -6,29% par rapport à la base et les secondes augmentent de +2,89%, toujours par rapport à la base. Il y a également une réallocation des surfaces libérées par le secteur des grandes cultures en faveur des deux autres secteurs d'activité qui utilisent la terre agricole comme facteur de production, c'est-à-dire les secteurs d'activité agricoles de la viticulture et des autres cultures. A ce stade, il n'est pas inutile de rappeler que la mobilité de la terre entre le secteur des grandes cultures, le groupe des

secteurs de la viticulture et des autres cultures, et l'ensemble des secteurs d'élevage est moins que parfaite ce qui, toute choses égales par ailleurs, limite les possibilités de réallocation des surfaces entre les différents secteurs d'activité.

Le tableau 8.12 résume l'impact du scénario de référence sur les équilibres de marché des vins et de l'agrégat des autres produits de culture.

Tableau 8.12. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des autres produits de culture et des vins (variations en pourcentages)

	Autres produits de culture	Vins
Surface cultivée	+3,61	+2,01
Production domestique Y_i	+4,05	+2,41
Prix à la production P_i	-1,41	-1,42
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	+5,68	+4,88
Exportations vers le RdM $E_{i,PdM}$	+15,26	+13,51
Volume du bien produit et vendu sur le marché français YD_i	+3,59	+1,00
Importations de l'UE $M_{i,UE}$	-1,98	-3,70
Importations de l'UE $M_{i,PdM}$	-6,89	-10,13
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	+0,68	+0,78
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	-0,93	-1,65
Consommation intermédiaire totale CIT_i	+0,66	+0,49

L'application du scénario de référence se traduit par un accroissement des surfaces utilisées dans le secteur agricole des autres cultures de +3,61% par rapport à la base et un accroissement des surfaces utilisées dans le secteur agricole de la viticulture de +2,01% par rapport à la base. Les productions domestiques des deux biens augmentent, +4,05% pour l'agrégat des autres cultures et +2,41% pour les vins, alors que les prix à la production diminuent, -1,41% pour l'agrégat des autres cultures et -1,42% pour les vins, principalement sous l'effet de la baisse du prix de la terre. Les exportations vers les deux zones (l'UE et le RdM) augmentent plus que proportionnellement par rapport à la production domestique, alors que les importations en provenance des deux zones diminuent. Au total, les volumes disponibles pour le marché intérieur augmentent donc dans des pourcentages nettement plus faibles que ceux de la production domestique, c'est-à-dire +0,68% pour les autres

cultures et +0,78% pour les vins. Parallèlement, les prix payés par les utilisateurs français diminuent, -0,93% pour les autres produits de culture et -1,65% pour les vins.

8.2.3.2. Impacts sur les équilibres de marché des autres produits agro-alimentaires

8.2.3.2.1. Impacts sur l'industrie des viandes

L'application du scénario de référence génère un effet positif sur la production domestique des différents produits animaux (à l'exception de l'offre de lait inchangée au niveau initial du quota) et sur l'offre totale des différents produits animaux disponible pour le marché intérieur. Ces évolutions se traduisent par une augmentation des productions domestiques des différentes viandes offertes par le secteur d'activité de l'abattage : +2,31% pour la viande porcine, +2,55% pour la viande avicole, +6,25% pour la viande bovine et +2,65% pour les autres viandes. Ces pourcentages sont reportés dans le tableau 8.13 qui décrit les impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des différentes viandes. Les prix à la production domestique diminuent de -2,02% pour la viande porcine, de -1,71% pour la viande avicole et de -1,16% pour les autres viandes. Par contre, le prix à la production de la viande bovine est inchangé en raison du régime de l'intervention appliqué à ce produit, régime qui permet de maintenir le prix à la production au niveau du prix d'intervention supposé inchangé.

Dans le cas de la viande bovine, l'équilibre du marché est essentiellement assuré par le biais des exportations sur pays tiers qui augmentent d'un pourcentage très élevé (+132,15%, par rapport à la base)⁴. Il en résulte que le volume de viande bovine produite et vendue sur le marché intérieur augmente d'un pourcentage nettement plus faible que celui de la production domestique, +0,47% et +6,25%, respectivement, par rapport à la base. Pour les trois autres viandes, il y a également un accroissement des exportations sur pays tiers, mais dans des proportions nettement plus faibles que dans le cas de la viande bovine (+10,83% pour la viande porcine, +10,07% pour la viande avicole et +8,32% pour l'agrégat des autres viandes). L'offre de viande porcine produite et vendue sur le marché intérieur augmente de +2,16% alors que la production domestique de ce bien augmente de +2,31%. Dans le cas de la viande avicole, les pourcentages correspondants sont de +1,58% et de +2,55%, respectivement. Dans le cas des autres viandes, les pourcentages sont de +1,96% et de +2,65%, respectivement.

⁴ De façon concomitante, les restitutions aux exportations de viande bovine sur pays tiers augmentent de +130,90% par rapport à la base.

Tableau 8.13. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des viandes (variations en pourcentages)

	Viande porcine	Viande avicole	Viande bovine	Autres viandes
Production domestique Y_i	+2,31	+2,55	+6,25	+2,65
Prix à la production P_i	-2,02	-1,71	0	-1,16
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	+4,29	+3,93	0	+3,10
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	+10,83	+10,07	+132,15	+8,32
Volume du bien produit et vendu sur le marché intérieur YD_i	+2,16	+1,58	+0,47	+1,96
Importations de l'UE $M_{i,UE}$	-2,04	-2,26	+0,23	-1,10
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	-5,83	-6,25	-1,41	-4,03
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	+1,73	+1,24	+0,42	+0,44
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	-1,93	-1,91	+0,02	-0,88
Consommation intermédiaire totale CIT_i	+1,73	+1,25	+0,42	+0,47

8.2.3.2.2. Impacts sur l'industrie laitière

L'offre domestique de lait est inchangée car les quotas de production de lait sont maintenus à leur niveau initial dans chaque secteur d'élevage produisant du lait. Comme le lait est consommé selon un coefficient fixe dans la technologie de production de l'industrie laitière, l'activité globale de ce secteur est également inchangée. Toutefois, l'offre des deux produits laitiers, l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé et l'agrégat des autres produits laitiers, varie sous l'effet des variations des prix de ces deux produits. L'agrégat beurre - poudre de lait écrémé est soumis à un régime d'intervention ; dans le scénario de référence, le prix d'intervention de cet agrégat est maintenu à son niveau initial. Par contre, le prix à la production de l'agrégat des autres produits laitiers augmente de +0,43% par rapport à la base. Par conséquent, la production de ce deuxième agrégat augmente (+0,05%) tandis que la production domestique de l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé diminue de -0,17% par rapport à la base. Les exportations de beurre - poudre de lait écrémé vers le reste de l'UE ne changent pas car le prix d'intervention de cet agrégat est également maintenu à son niveau initial dans les autres pays membres de l'UE. La demande française de cet agrégat augmente de +0,14%, notamment la demande finale du ménage représentatif sous un effet revenu (*cf. infra*). La baisse de la production domestique conjuguée à la hausse de la demande domestique implique une diminution des exportations sur pays tiers de cet agrégat

(-2,02%) et simultanément des restitutions aux exportations (-3,44%). La hausse du prix de l'agrégat des autres produits laitiers de +0,43% résulte en partie de la progression de la demande totale intérieure de cet agrégat, en particulier de la demande finale qui augmente par un effet revenu (*cf. infra*). Cette progression de la demande française est principalement satisfaite par la production domestique.

La hausse du prix de cet agrégat et le maintien du prix de l'agrégat beurre - poudre de lait écrémé induisent une augmentation des recettes de l'industrie laitière. Pour des prix des facteurs primaires donnés et étant donné la condition de profit nul dans cette industrie, cette progression des recettes entraîne une augmentation du prix à la demande dérivée du lait de +0,36% (*cf. supra*).

Tableau 8.14. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des produits laitiers (variations en pourcentages)

	Agrégat beurre - poudre de lait écrémé	Agrégat des autres produits laitiers
Production domestique Y_i	-0,17	+0,05
Prix à la production P_i	0	+0,43
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	0	-0,62
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	-2,02	+0,45
Volume du bien produit et vendu sur le marché intérieur YD_i	+0,14	+0,12
Importations de l'UE $M_{i,UE}$	+0,07	+0,75
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	-2,58	-0,20
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	+0,13	+0,15
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	0	+0,45
Consommation intermédiaire totale CIT_i	+0,13	+0,15

8.2.3.2.3. Impacts sur les autres industries alimentaires

L'agrégat des autres produits alimentaires correspond à un agrégat de biens élémentaires très disparates incluant, par exemple, le sucre, les plats préparés, les boissons, le tabac. Cet agrégat n'est pas soumis à une politique de contrôle des prix et/ou de gestion de l'offre ; par conséquent, c'est essentiellement le côté « demande » du marché qui détermine les quantités consommées, produites et échangées, et essentiellement le côté « offre » du

marché qui détermine les prix, via la condition de profit nul dans ce secteur d'activité. Le prix à la production de cet agrégat est pratiquement inchangé (-0,01%) alors que la demande totale augmente de +0,30%, principalement la demande finale du ménage représentatif sous un effet revenu. Cette augmentation de la demande intérieure se traduit, après les ajustements sur les exportations et les importations, par une augmentation de la production domestique (+0,75%).

Tableau 8.15. Impacts du scénario de référence sur l'équilibre de marché des autres produits alimentaires (variations en pourcentages)

	Autres produits alimentaires
Production domestique Y_i	+0,75
Prix à la production P_i	-0,01
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	+0,39
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	+2,70
Volume du bien produit et vendu sur le marché intérieur YD_i	+0,54
Importations de l'UE $M_{i,UE}$	+0,15
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	-1,57
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	+0,30
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	0
Consommation intermédiaire totale CIT_i	+0,30

8.2.4. Les impacts sur le reste de l'économie et les impacts macro-économiques

Jusqu'à présent, nous avons étudié les conséquences du scénario de référence sur les secteurs d'activité agricoles et agro-alimentaires. Dans ce paragraphe, nous étudions en premier lieu les conséquences du scénario de référence sur le secteur de la distribution alimentaire et, simultanément, sur la consommation finale des produits alimentaires. Nous examinons par la suite les impacts du scénario de référence sur les autres secteurs d'activité et finalement les impacts sur les identités macro-économiques.

8.2.4.1. Les impacts sur la distribution alimentaire et la consommation finale des produits alimentaires

Avant d'être consommés par le ménage représentatif de l'ensemble des ménages français, les biens alimentaires passent par le stade de la distribution. Une quantité achetée d'un bien alimentaire quelconque par le secteur de la distribution alimentaire est nécessairement

vendue au ménage représentatif. L'offre d'un produit alimentaire par ce secteur est donc nécessairement égale à la consommation finale de ce produit. Dans le scénario de référence, nous supposons que les firmes du secteur de la distribution alimentaire pratiquent des taux de marges constants et n'ont aucun pouvoir de marché. Par conséquent, l'évolution du prix au stade de détail d'un produit alimentaire quelconque est égale à l'évolution du prix au stade de gros du produit correspondant.

Le tableau 8.16 reporte les conséquences du scénario de référence sur les évolutions des prix au stade de détail des quinze produits alimentaires et sur les évolutions de la consommation finale de ces produits alimentaires.

Tableau 8.16 Impacts du scénario de référence sur le secteur de la distribution alimentaire et sur la consommation finale des produits alimentaires (variations en pourcentages)

Produits	Prix de détail	Demande finale
Agrégat des viandes	-0,72	+0,36
Viande bovine	+0,02	-0,41
Viande de volailles	-1,91	+1,38
Viande porcine	-1,93	+1,74
Autres viandes	-0,88	+0,39
Agrégat des produits laitiers	+0,39	+0,11
Beurre - poudre de lait écrémé	0	+0,11
Autres produits laitiers	+0,45	+0,11
Produits transformés des céréales	-1,10	+0,01
Végétaux	-0,84	+0,45
Protéagineux	+10,54	+0,45
Autres produits de culture	-0,93	+0,45
Autres produits alimentaires	-0,17	+0,41
Vins	-1,65	+0,41
Œufs	-2,17	+0,41
Autres produits animaux	-1,37	+0,41
Huiles	+2,79	+0,41
Autres biens agro-alimentaires	0	+0,41
Produits de la pêche	+0,49	+0,41

Les évolutions des prix des produits alimentaires au stade de détail ou au stade de gros ont déjà été commentées dans les paragraphes précédents, excepté pour les produits de la pêche qui augmentent de +0,49% par rapport à la base. La hausse du prix à la production et

à la consommation des produits de la pêche résulte essentiellement de la hausse du prix des facteurs primaires (travail et capital) utilisés par ce secteur (+0,30% et +0,25%, respectivement).

Pour la consommation finale des produits alimentaires, rappelons tout d'abord que le ménage représentatif de l'ensemble des ménages français alloue son revenu disponible à la consommation en plusieurs étapes successives. Ce ménage alloue dans un premier temps et selon un système linéaire de dépense ce revenu disponible à la consommation de biens alimentaires, la consommation de biens non alimentaires et la consommation de services. Dans un second temps, le ménage alloue, toujours selon un système linéaire de dépense, son budget alimentaire entre cinq agrégats de produits alimentaires : les viandes, les produits laitiers, les produits transformés des céréales, les végétaux et les autres produits alimentaires. Dans un troisième temps, ce ménage répartit, selon un système linéaire de dépense, son budget viandes entre quatre types de viandes, son budget produits laitiers entre deux produits laitiers, son budget végétaux entre les autres produits de culture et les protéagineux et finalement le reste de son budget alimentaire dans les autres produits alimentaires.

Considérons tout d'abord l'allocation du budget alimentaire entre les cinq agrégats alimentaires. Ce budget alimentaire diminue très faiblement, de -0,10% par rapport à la base. Cette diminution du budget alimentaire induit, toutes choses égales par ailleurs, une diminution de la consommation des cinq agrégats alimentaires, plus forte pour les agrégats « de luxe » (agrégat des autres biens alimentaires et agrégat des produits laitiers) que pour les agrégats alimentaires de première nécessité (cf. tableau 4.4). Les prix des agrégats alimentaires diminuent, sauf celui des produits laitiers (+0,39%). Malgré la hausse de ce prix et la diminution du budget alimentaire, la consommation finale de l'agrégat des produits laitiers augmente de +0,11%. La diminution des prix des autres agrégats alimentaires favorise la consommation de l'agrégat des produits laitiers car tous les agrégats, pris deux à deux, sont des complémentaires bruts. Pour l'agrégat des produits laitiers, l'effet prix des autres agrégats compense donc l'effet prix propre négatif et l'effet dépense, négatif également. La demande finale des produits transformés des céréales est pratiquement inchangée car cette demande est très inélastique par rapport aux prix des produits et à la dépense alimentaire. A l'inverse, la demande finale de l'agrégat des autres produits alimentaires est la demande la plus élastique par rapport à son propre prix ; cette demande augmente de +0,41% alors que le prix de cet agrégat diminue seulement de -0,17%. Le prix à la consommation finale de l'agrégat des végétaux diminue de -0,84%, principalement sous l'effet de la diminution du prix à la consommation des autres produits de culture. Cette baisse de prix favorise la consommation finale de l'agrégat (+0,45%). Enfin, la consommation finale

de l'agrégat des viandes augmente de +0,36%, grâce essentiellement à la baisse de son prix (-0,72%). La dépense en viandes diminue cependant de -0,36% par rapport à la base.

Considérons à présent la consommation finale des différents produits alimentaires spécifiés dans le modèle. Les demandes finales des deux produits laitiers varient de façon similaire (+0,11%) alors que les prix à la consommation finale de ces deux biens divergent ; ces deux biens sont en effet combinés dans des proportions fixes au sein de l'agrégat des produits laitiers définis au quatrième niveau de l'arbre d'utilité. Pour la même raison, les protéagineux et les autres produits de culture évoluent de manière identique (+0,45%), ainsi que les vins, les œufs, les autres produits animaux, les huiles, les autres biens agro-alimentaires et les produits de la pêche (+0,41%). Au sein de l'agrégat des viandes, la consommation finale des viandes blanches augmente (+1,38% pour la viande de volailles, +1,74% pour la viande de porc), la consommation des autres viandes augmente dans une proportion plus faible (+0,39%) et la consommation finale de viande bovine diminue de -0,41%. La demande finale de viande bovine dépend négativement de son propre prix et des prix des trois autres types de viandes, positivement du budget alloué à l'agrégat des viandes. Plus précisément, la demande finale de viande bovine est peu sensible aux prix des autres types de viandes et à l'inverse très sensible à la dépense viande (*cf.* tableau 4.2). La baisse des prix des trois autres types de viandes (-1,91% pour la viande de volailles, -1,93% pour la viande de porcs et -0,88% pour les autres viandes) ne suffit pas pour compenser l'effet de la baisse du budget viandes (-0,36%). L'élasticité prix propre de la demande finale de viande porcine est plus forte, en valeur absolue, que l'élasticité prix propre de la demande finale de viande de volailles. Pour des variations de prix à la consommation finale quasiment identiques, la consommation finale de viande porcine augmente relativement plus (+1,74%) que la consommation finale de viande de volailles (+1,38%).

8.2.4.2. Impacts sur les autres secteurs d'activité

Les impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des biens du reste de l'économie et sur l'équilibre de marché des services sont résumés dans le tableau 8.17.

Tableau 8.17. Impacts du scénario de référence sur le reste de l'économie (variations en pourcentages)

	Produits chimiques de base	Produits de la parachimie	Autres biens secondaires	Services
Production domestique Y_i	-1,08	-1,01	+0,05	+0,13
Prix à la production P_i	+0,14	+0,14	+0,25	+0,26
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	-0,65	-0,60	-0,16	-0,13
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	-0,36	-0,27	+0,62	+0,68
Volume du bien produit et vendu sur le marché intérieur YD_i	-1,74	-1,31	+0,02	+0,12
Importations de l'UE $M_{i,UE}$	-1,10	-0,71	+0,19	+0,25
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	-3,11	-2,34	-0,56	-0,44
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	-1,72	-1,26	-0,02	+0,11
Prix du bien composite offert sur le marché français PC_i	-0,32	-0,10	+0,26	+0,26
Consommation intermédiaire totale CIT_i	-1,79	-1,80	+0,01	+0,05
Consommation finale QDT_i	-0,06	-0,06	-0,06	+0,18
Investissement INV_i	+0,55	+0,34	-0,03	-0,03

Les productions domestiques des produits chimiques de base et des produits de la parachimie diminuent de -1,08% et -1,01%, respectivement, essentiellement sous l'effet de la baisse de la consommation intermédiaire de ces produits par le secteur des grandes cultures. Les consommations intermédiaires totales de ces produits diminuent de -1,79% pour les produits chimiques de base et de -1,80% pour les produits de la parachimie.

Les consommations finales de ces deux produits évoluent de manière identique (-0,06%) car ces produits sont combinés selon des proportions fixes dans l'agrégat des biens non alimentaires, agrégat défini au deuxième niveau de l'arbre d'utilité du ménage représentatif. Les autres biens secondaires sont également inclus dans cet agrégat ; la consommation finale des autres biens secondaires diminue alors d'un même pourcentage ; le prix à la consommation de ces autres biens secondaires augmente de +0,26%. Cette augmentation du prix à la consommation pénalise, toutes choses égales par ailleurs, l'investissement. L'investissement dans les autres biens secondaires diminue de -0,03%. La demande domestique totale des autres biens secondaires, somme de la demande intermédiaire, de la

demande finale et de la demande d'investissement, diminue de -0,02%. Les importations de ces autres biens secondaires en provenance du RdM diminuent dans une proportion plus élevée (-0,56%) tandis que la demande intérieure adressée aux producteurs domestiques augmente de +0,02%. Les importations deviennent en effet moins compétitives sur le marché français car l'augmentation du prix domestique de ces importations sous l'effet du taux de change (+0,63%) est plus importante que l'augmentation du prix des produits domestiques (+0,25%). La production domestique des autres biens secondaires augmente alors de +0,05%.

La production domestique et l'offre sur le marché intérieur de services augmentent de manière similaire (+0,13% et +0,11% respectivement) car les services sont très peu échangés. La consommation finale de services augmente de +0,18% grâce à l'augmentation de la consommation finale du gouvernement français (+0,72%), qui compense la diminution de la consommation finale du ménage français (-0,21%). La consommation finale de services est la seule consommation finale du gouvernement ; elle dépend donc du prix à la consommation finale de ce produit et du revenu disponible du gouvernement. Le prix à la consommation finale de services augmente légèrement +0,26% alors que le revenu disponible augmente plus fortement (+0,98%). La consommation finale de services par le ménage diminue de -0,21% à cause de l'augmentation du prix à la consommation de ces services. La dépense du ménage dans les services augmente tout de même de +0,05%.

8.2.4.3. Impacts macro-économiques

Le ménage français est le principal détenteur des facteurs primaires de production. Le travail est partiellement détenu par les ménages étrangers et le gouvernement français détient une partie du capital. Les offres totales des facteurs primaires de production sont fixes et allouées entre les différents secteurs d'activité de façon à maximiser le revenu des facteurs primaires, sous la contrainte d'une fonction de transformation CET traduisant l'imparfaite mobilité de ceux-ci. La quantité de travail offerte à l'ensemble des secteurs d'activité agricoles diminue de -0,62% en réponse à la baisse de la rémunération de ce facteur dans ces secteurs (-1,80%). Parallèlement, la quantité de travail offerte et demandée par l'ensemble des secteurs d'activité agro-alimentaires augmente de +0,04% et plus légèrement (+0,02%) par les secteurs d'activité du reste de l'économie. La baisse de la rémunération du travail dans la branche agricole est plus que compensée par la hausse de la rémunération du travail dans les autres secteurs de l'économie ; la rémunération totale du travail augmente en effet de +0,25%, ce qui représente 9,548 milliards de francs 1990. Les impacts sur les allocations et les prix du facteur capital sont similaires : baisse de la quantité de capital dans la branche agricole (-2,08%) allée à une baisse de la rémunération unitaire dans ce secteur (-3,99%) ; augmentation de la rémunération totale de ce facteur de +0,14%, soit 2,553 milliards de francs 1990. Enfin, pour le facteur terre, la rémunération totale diminue fortement (-22,46%

ou 9,777 milliards de francs 1990) malgré la réallocation de ce facteur du secteur des grandes cultures vers les autres secteurs agricoles.

Tableau 8.18. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des facteurs primaires de production (variations en pourcentages)

Facteurs primaires	Travail	Prix du travail	Capital	Prix du capital
Secteurs agricoles	-0,62	-1,80	-2,08	-3,99
Secteurs agro-alimentaires	+0,04	+0,37	+0,17	+0,48
Autres secteurs de l'économie	+0,02	+0,30	+0,06	+0,25
Tous secteurs	0	+0,25	0	+0,14

Facteurs primaires	Terre	Prix de la terre
Secteur des grandes cultures	-6,29	-59,51
Secteurs d'élevage	+2,89	+3,15
Autres secteurs agricoles	+2,59	+0,11
Tous secteurs	0	-22,46

En dépit de la baisse conséquente de la rémunération totale du facteur terre, la rémunération de l'ensemble des facteurs primaires augmente de +0,04%, soit 2,324 milliards de francs 1990. L'augmentation de la rémunération des facteurs primaires et l'augmentation des rentes de quota (+982 millions de francs 1990) induisent une augmentation des ressources des ménages ; le revenu disponible à la consommation du ménage représentatif augmente de +0,07%.

Le revenu disponible à la consommation du gouvernement français augmente également (+0,98%), essentiellement grâce à la diminution du transfert effectué par le gouvernement au profit du reste de l'UE, de 15,219 milliards de francs 1990. Dans le scénario de référence, nous avons en effet supposé que le transfert effectué par le gouvernement au profit du reste de l'UE varie en fonction des dépenses européennes en faveur du complexe agro-alimentaire français. Or les dépenses en faveur du secteur français des grandes cultures deviennent nulles dans ce scénario, ce qui représente une économie budgétaire de 17,516 milliards de francs 1990. Les dépenses publiques européennes en faveur du complexe agro-alimentaire français diminuent cependant moins, notamment à cause de l'augmentation des restitutions aux exportations vers le RdM de viande bovine (ces dépenses de restitutions augmentent de 2,084 milliards de francs 1990 par rapport à la base).

La balance des paiements avec le reste de l'UE est équilibrée via le besoin de financement de la Nation vis-à-vis du reste de l'UE, qui correspond à l'épargne de cette zone en France

(cf. Sadoulet et de Janvry, 1993). Ce besoin de financement augmente de +4,88%, soit 2,934 milliards de francs 1990. Cette augmentation du besoin de financement compense exactement la baisse des exportations évaluées au prix FOB, diminuée de la baisse des importations évaluées au prix CAF. La balance des paiements avec le RdM est équilibré par le taux de change, le besoin de financement de la Nation vis-à-vis du RdM est supposé exogène et constant. Le taux de change augmente de +0,63% ; la monnaie Française se déprécie donc par rapport à la monnaie « mondiale ».

Le besoin de financement total de la Nation augmente et par conséquent l'épargne étrangère aussi. Les revenus disponibles du gouvernement et du ménage français augmentent également (cf. supra), ce qui entraîne une augmentation de l'épargne domestique. La hausse de l'épargne totale induit une hausse équivalente de l'investissement total en valeur de +0,23%.

Enfin, le scénario de référence entraîne une diminution du bien être du ménage français : la variation compensatrice⁵ diminue de -5,067 milliards de francs 1990, somme minimale que le ménage français doit recevoir pour accepter l'application du scénario de référence. A l'inverse, ce scénario de référence entraîne une augmentation du bien être du gouvernement, sa variation compensatrice étant égale à +8,461 milliards de francs. La variation compensatrice totale, somme des variations compensatrices individuelles, est positive et égale à +3,394 milliards de francs 1990.

⁵ Le calcul de cet indicateur de bien être est expliqué dans l'annexe 1.

8.3. Sensibilité des résultats du scénario de référence

Les résultats présentés dans la section précédente doivent être interprétés avec prudence car ils dépendent des différents choix de modélisation retenus : représentations des technologies de production et des préférences, règles de bouclage macro-économique, valeurs des paramètres de comportement, etc. Avec les modèles d'EGC, on procède habituellement à une analyse de la sensibilité des résultats par rapport à certains de ces choix.

Etant donné la complexité du modèle développé dans ce travail, il est difficilement envisageable de vouloir analyser les conséquences de chaque choix de modélisation. L'examen de la sensibilité des résultats aux spécifications des technologies de production des différents secteurs d'activité et des préférences du ménage représentatif ne nous semble pas opportune. Par contre, les règles de bouclage des marchés des facteurs primaires et du budget du gouvernement nous semblent plus incertaines ; il nous paraît donc intéressant d'étudier les effets des différentes règles de bouclage macro-économique. De même, à l'exception des paramètres de comportement de la fonction d'utilité du ménage représentatif, les autres paramètres du modèle ont été calibrés à partir de valeurs d'élasticité issues des études économétriques ou fixées en comparaison aux valeurs retenues dans les autres modèles d'EGC. La sensibilité des résultats à certaines valeurs d'élasticité mérite donc aussi d'être étudiée.

Dans cette section, nous procédons à une analyse de sensibilité des résultats du scénario de référence par rapport à :

- la règle de bouclage des marchés des facteurs primaires de production,
- la règle de bouclage du budget du gouvernement français,
- le choix de quelques valeurs d'élasticité.

Pour chaque analyse de sensibilité, les impacts sur les grandes cultures sont comparés aux impacts obtenus dans le scénario de référence. Concernant les autres variables, seuls les impacts sensiblement différents de ceux obtenus dans le scénario de référence sont présentés dans cette section.

8.3.1. Sensibilité des résultats au fonctionnement des marchés des facteurs primaires de production

Dans le scénario de référence, le travail et le capital sont imparfaitement mobiles entre l'ensemble des secteurs d'activité agricoles, l'ensemble des secteurs d'activité agro-alimentaires et l'ensemble des secteurs du reste de l'économie. La terre est imparfaitement

mobile entre le secteur des grandes cultures, les secteurs d'élevage et les autres secteurs d'activité agricoles.

Dans ce paragraphe, nous supposons deux règles alternatives de bouclage de ces marchés. Dans le premier cas, les facteurs primaires sont parfaitement mobiles entre tous les secteurs d'activité, ce qui correspond à une situation de très long terme. Cette parfaite mobilité implique par exemple que la rémunération du travail dans les secteurs agricoles est nécessairement égale à la rémunération du travail dans les autres secteurs de l'économie. De même, la rémunération de la terre dans le secteur des grandes cultures est identique à la rémunération de la terre dans les secteurs d'élevage. Dans le deuxième cas, les fonctionnements des marchés du travail et de la terre sont identiques au scénario de référence. Par contre, le capital est supposé immobile dans chaque secteur d'activité ou, de manière équivalente, est spécifique à chaque secteur d'activité. Dans ce second cas, les technologies de production sont alors à rendements d'échelle décroissants par rapport aux intrants variables (inputs intermédiaires, facteurs primaires travail et terre) ; l'offre d'un produit quelconque n'est plus infiniment élastique par rapport à son propre prix mais à pente strictement positive. Ce second cas correspond à un horizon de plus court terme par rapport au scénario de référence.

Dans le tableau 8.19, la première colonne de résultats correspond au cas où les facteurs primaires sont parfaitement mobiles entre les différents secteurs d'activité (variante technique nommée mobilité parfaite des facteurs) ; la seconde colonne reporte les résultats obtenus dans le scénario de référence et la troisième colonne les résultats obtenus lorsque le capital est fixe par secteur d'activité (variante technique nommée capital spécifique).

Tableau 8.19. Sensibilité des résultats à la mobilité des facteurs primaires de production (variations en pourcentages)

Variables	Mobilité parfaite	Scénario de référence	Capital spécifique
Production domestique de blé tendre	-23,05	-18,97	-16,14
Production domestique d'orge	-16,92	-11,82	-8,66
Production domestique de maïs grain	-14,28	-7,91	-4,68
Production domestique des autres céréales	-16,06	-10,61	-5,90
Production domestique d'oléagineux	-49,98	-35,76	-31,72
Production domestique de protéagineux	-36,90	-29,58	-23,46
Prix à la production de blé tendre	-8,02	-18,19	-24,44
Prix à la production d'orge	-0,53	-11,99	-18,42
Prix à la production de maïs grain	+3,06	-7,34	-14,46
Prix à la production des autres céréales	+4,39	-3,89	-10,70
Prix à la production d'oléagineux	+12,47	+8,12	+7,09

Chapitre 8. Analyse du fonctionnement du modèle

Prix à la production de protéagineux	+15,98	+12,67	+9,78
Surface en blé tendre	-19,00	-4,20	-3,92
Surface en orge	-13,13	+2,24	+2,96
Surface en maïs grain	-10,57	+6,09	+6,88
Surface en autres céréales	-11,33	+6,77	+8,75
Surface en oléagineux	-48,21	-27,68	-24,90
Surface en protéagineux	-33,90	-17,90	-13,32
Surface COP	-22,94	-6,29	-5,06
Surface fourragère	+19,47	+2,89	+2,43
Autres surfaces	+12,41	+2,59	+2,31
Prix de la terre COP	-26,09	-59,51	-52,75
Prix de la terre fourragère	-26,09	+3,15	+0,85
Prix des autres terres	-26,09	+0,11	-0,36
Quantité de capital dans les grandes cultures	-23,64	-17,31	0
Capital dans les secteurs agricoles	-3,20	-2,08	0
Capital dans les secteurs agro-alimentaires	+0,53	+0,17	0
Capital dans le reste de l'économie	+0,08	+0,06	0
Prix du capital dans les grandes cultures	+0,19	-3,99	-34,64
Prix du capital agricole	+0,19	-3,99	-
Prix du capital agro-alimentaire	+0,19	+0,48	-
Prix du capital reste de l'économie	+0,19	+0,25	-
Quantité de travail dans les grandes cultures	-23,70	-18,78	-27,07
Travail dans les secteurs agricoles	+1,24	-0,62	-1,01
Travail dans les secteurs agro-alimentaires	+0,23	+0,04	+0,08
Travail dans le reste de l'économie	-0,04	+0,02	+0,02
Prix du travail agricole	+0,29	-1,80	-3,03
Prix du travail agro-alimentaire	+0,29	+0,37	+0,59
Prix du travail reste de l'économie	+0,29	+0,30	+0,40
Valeur ajoutée secteur des grandes cultures (MF)	-15,320	-17,632	-20,268
Variation compensatrice du ménage (MF)	+0,730	-5,067	-8,642
Variation compensatrice du gouvernement (MF)	+6,283	+8,461	+7,992
Revenu disponible du gouvernement (MF)	+10,100	+13,098	+14,269

(MF) : milliards de francs 1990

8.3.1.1. Analyse de la variante technique « mobilité parfaite des facteurs »

Les productions domestiques des biens de grandes cultures diminuent plus fortement lorsque l'on passe d'une situation de mobilité imparfaite (scénario de référence) à une situation de mobilité parfaite des facteurs primaires (de -18,97% à -23,05% pour le blé tendre, par exemple). Parallèlement, les prix à la production diminuent nettement moins lors de ce passage (de -18,19% à -8,02%, toujours dans le cas du blé tendre). Nous observons même une augmentation des prix à la production du maïs grain et des autres céréales dans le cas de la parfaite mobilité. Les productions de ces deux dernières céréales diminuent tout de même car l'effet de contraction du secteur des grandes cultures l'emporte sur les effets positifs des prix des produits.

De manière générale, plus les facteurs primaires de production sont mobiles, plus les variations des prix des produits sont faibles et au contraire plus les variations des quantités sont fortes (Kilkenny et Robinson, 1990, Van der Mensbrugghe et al., 1990). En effet, pour un scénario donné et toutes choses égales par ailleurs, plus les facteurs primaires de production sont mobiles, plus les variations du prix de ces facteurs sont faibles et plus les réallocations de ces facteurs entre les secteurs d'activité sont importantes. Comme les prix des produits dépendent directement des prix des facteurs primaires à travers la condition de profit nul dans les secteurs d'activité, les variations de prix des produits sont plus faibles lorsque les facteurs sont plus mobiles. Les plus fortes réallocations de facteurs induisent des effets sur les quantités produites plus importants.

Ainsi, quand les facteurs primaires sont parfaitement mobiles entre tous les secteurs d'activité, les surfaces emblavées pour chaque céréale diminuent et la surface COP diminue de -22,94% par rapport à la base, contre -6,29% dans le scénario de référence. Le phénomène de réallocation de la terre entre secteurs d'activité est effectivement plus important. Pour chaque grande culture, la baisse de la surface reste cependant inférieure à la baisse de la production, ce qui implique toujours une baisse des rendements. La rémunération de la terre est dans ce cas la même dans tous les secteurs ; elle diminue de -26,09% par rapport à la base.

Dans le cas de la mobilité parfaite, la suppression du soutien interne dans le secteur des grandes cultures entraîne une diminution de l'utilisation des services du capital dans les secteurs agricoles (-3,20%), principalement sous l'effet de la baisse dans le secteur des grandes cultures (-23,64%), et une augmentation de l'utilisation des services du capital dans les secteurs agro-alimentaires (+0,53%) et dans le reste de l'économie (+0,08%). Malgré le choc initial sur la demande dérivée des services du capital par le secteur des grandes cultures, le prix de ces services augmente de +0,19%.

L'évolution de la quantité de travail utilisée par l'ensemble des secteurs d'activité agricoles est plutôt surprenante dans le cas de la mobilité parfaite. Cette dernière augmente de +1,24% par rapport à la base tandis que la quantité de travail utilisée par les secteurs du reste de l'économie diminue de -0,04% par rapport à la base. Plus précisément, au sein des secteurs d'activité agricoles, la quantité de travail utilisée par le secteur de l'élevage bovin augmente de +39,82% dans la variante et de +9,73% dans le scénario de référence. A l'inverse, dans le reste de l'économie, nous observons une baisse modérée de la quantité de travail utilisée principalement dans l'industrie des autres biens secondaires (-0,08%) et une légère augmentation de la quantité utilisée dans le secteur d'activité des services (+0,06%) quand les facteurs primaires de production sont parfaitement mobiles tandis que, dans le scénario de référence, les quantités de travail utilisées dans ces deux secteurs d'activité augmentent (+0,04% et +0,10% respectivement).

Dans le secteur d'activité des services, la baisse relative de la quantité de travail demandée résulte principalement de la baisse relative de la demande totale de services, notamment de la demande finale du gouvernement français. La demande gouvernementale de services diminue relativement sous l'effet d'une moindre augmentation de son revenu disponible (+13,098 milliards de francs 1990 dans le scénario de référence et +10,100 milliards de francs 1990 dans la variante de parfaite mobilité). Ce dernier augmente moins car les dépenses budgétaires totales (d'origine française et européenne) en faveur du complexe agro-alimentaire français diminuent moins ; en particulier, les restitutions variables aux exportations de viande bovine augmentent de +2,084 milliards de francs 1990 dans le scénario de référence et de +3,950 milliards de francs dans le cas de la parfaite mobilité. Ces restitutions variables augmentent à cause de l'augmentation de la production de bovins (+14,55% dans le cas de la mobilité parfaite contre +7,13% dans le scénario de référence), facilitée par la réallocation des facteurs primaires, notamment de la terre et du travail, vers le secteur de l'élevage bovin.

L'enchaînement logique permettant d'expliquer la baisse relative de l'utilisation de travail dans le secteur des services, lors du passage du scénario de référence à la variante technique de parfaite mobilité des facteurs primaires de production, est alors le suivant. La réallocation de la terre vers les secteurs d'élevage entraîne des augmentations de la production domestique de bovins vivants, puis de la production domestique de viande bovine et des restitutions variables aux exportations de cette viande sur le marché du RdM, car le prix d'intervention de cette viande est maintenu à son niveau initial. La hausse de ces restitutions induit une moindre hausse du revenu disponible du gouvernement, ce qui induit une moindre hausse de sa consommation finale de services. La production de services augmente alors dans une moindre mesure, d'où la baisse relative d'utilisation de travail dans ce secteur.

Concernant le secteur des autres industries, la baisse relative de la demande du facteur travail s'explique également par une baisse relative de la demande intérieure des autres biens secondaires, notamment de la demande d'investissement. Cette dernière diminue sous l'effet de la baisse de l'épargne publique et de l'épargne étrangère. Le besoin de financement de la Nation vis-à-vis du reste de l'UE diminue de -0,116 milliard de francs 1990 dans le cas de la parfaite mobilité et augmente de +2,934 milliards de francs 1990 dans le scénario de référence.

La baisse observée de la demande de travail par les secteurs d'activité du reste de l'économie dans le cas de la parfaite mobilité s'explique donc par les baisses observées dans les secteurs d'activité des autres industries et des services. Comme la demande de travail diminue dans les secteurs d'activité du reste de l'économie, l'offre de travail pour les secteurs d'activité agricoles augmente.

L'explication détaillée des résultats concernant le marché du travail montre clairement l'importance des effets en retour (feed-back effects), dus en l'occurrence à la prise en compte du budget du gouvernement français et de l'égalité entre l'épargne et l'investissement. Ces effets en retour sont supposés *a priori* nuls dans les modèles d'équilibre partiels alors que ces résultats montrent au contraire que cette hypothèse n'est pas vérifiée.

Le passage à la parfaite mobilité des facteurs entraîne une moindre diminution de la valeur ajoutée dans le secteur des grandes cultures (-15,320 milliards de francs 1990 dans la variante parfaite mobilité et -17,362 milliards de francs 1990 dans le scénario de référence). Ceci résulte de la réallocation plus importante des facteurs primaires entre les secteurs d'activité vers des secteurs plus « lucratifs ». Parallèlement, le bien être total, somme du bien être des ménages et du gouvernement, augmente plus quand les facteurs primaires sont parfaitement mobiles. Nous remarquons même que le bien être des ménages augmente de +0,730 milliards de francs 1990 dans la variante de mobilité parfaite.

8.3.1.2. Analyse de la variante technique « capital spécifique »

La fixation du capital dans les différents secteurs d'activité, et dans le secteur des grandes cultures en particulier, entraîne des variations des productions domestiques moins importantes que celles obtenues dans le scénario de référence (par exemple, pour le blé tendre, -16,14% dans la variante technique « capital fixe » contre -18,97% dans le scénario de référence) et des variations des prix à la production plus importantes (-24,44% et -18,19%, respectivement, toujours pour le blé tendre). Les résultats de cette variante vont dans le sens contraire des résultats obtenus dans la variante technique « mobilité parfaite ». La logique économique permettant d'interpréter ces résultats est donc la même. Toutefois, il importe de noter que, dans le scénario de référence, la suppression des mesures de soutien

interne dans le secteur des grandes cultures diminue principalement la rémunération de la terre dans ce secteur alors que, lorsque le capital est fixe, la suppression de ces mesures diminue à la fois la rémunération de la terre (-52,75%) et la rémunération du capital (-34,64%) dans ce secteur. La suppression du soutien interne se répercute donc dans les deux facteurs primaires de production les plus « immobiliers » dans le secteur des grandes cultures.

L'introduction de cette rigidité dans le mouvement du facteur capital entraîne une baisse de la valeur ajoutée du secteur des grandes cultures plus importante (-20,268 milliards de francs 1990 contre -17,632 milliards de francs 1990 dans le scénario de référence). Il est également intéressant de remarquer que, lorsque le capital est fixe, la suppression des mesures de soutien interne dans le secteur des grandes cultures diminue le bien être global de l'économie¹, la hausse du bien être du gouvernement ne compensant pas la baisse du bien être des ménages.

Le choix d'une mobilité parfaite des facteurs ou au contraire d'une mobilité imparfaite des facteurs primaires provoque donc des résultats sensiblement différents, aussi bien au niveau du secteur des grandes cultures qu'au niveau du reste de l'économie. La règle de bouclage des marchés des facteurs primaires est donc un élément important dans l'explication des résultats produits par le modèle d'EGC.

8.3.2. Sensibilité des résultats à la règle de bouclage du budget du gouvernement français

Dans le scénario de référence, la consommation finale de services est la variable d'ajustement qui assure l'équilibre du budget du gouvernement. Les économies budgétaires liées à la suppression des mesures de soutien interne dans le secteur des grandes cultures sont donc réintroduites dans l'économie sous la forme d'une demande additionnelle de services.

Dans ce paragraphe, nous considérons deux règles alternatives de bouclage du gouvernement, qui ont été adoptées notamment par Kilkenny et Robinson (1990). Dans la première alternative, le volume de la consommation de services est fixé et le transfert du gouvernement en faveur du ménage représentatif² devient la variable d'ajustement. Les économies budgétaires profitent alors au ménage qui va consommer ce revenu supplémentaire dans tous les biens finaux et non seulement dans les services. Dans la

¹ Kilkenny et Robinson, 1990, obtiennent un résultat similaire avec leur modèle d'EGC centré sur l'agriculture américaine.

² Rappelons que ce transfert comprend les prestations sociales.

seconde alternative, le budget du gouvernement est équilibré grâce à son épargne³. L'épargne supplémentaire du gouvernement induit une hausse de l'investissement total et, en particulier, de l'investissement dans les autres biens secondaires.

Dans le tableau 8.20, la première colonne de résultats correspond au scénario de référence, la seconde au cas où le budget du gouvernement est équilibré par un transfert au ménage (variante technique nommée transfert). La troisième colonne correspond au cas où l'épargne s'ajuste pour assurer l'équilibre du budget du gouvernement (variante technique nommée épargne).

Tableau 8.20. Sensibilité des résultats à la règle de bouclage du budget du gouvernement (variations en pourcentages)

Variable	Scénario de référence	Transfert	Epargne
Production domestique de blé tendre	-18,97	-18,97	-18,95
Prix à la production de blé tendre	-18,19	-18,18	-18,14
Production domestique des autres biens secondaires	+0,05	+0,13	+0,33
Production domestique des services	+0,13	+0,07	-0,03
Revenu disponible des ménages	+0,07	+0,26	+0,05
Revenu disponible du gouvernement	+0,98	+0,25	+1,07
Epargne des ménages	+0,07	+0,26	+0,05
Epargne du gouvernement	+0,98	+0,25	+7,01
Consommation finale de services par le gouvernement	+0,72	0	0
Investissement en autres biens secondaires	-0,03	+0,08	+0,69
Consommation finale de l'agrégat viandes	+0,36	+0,41	+0,35
Consommation finale de l'agrégat des produits laitiers	+0,11	+0,17	+0,11
Consommation finale des autres biens secondaires	-0,06	+0,04	-0,10
Consommation finale de services par le ménage	-0,21	+0,10	-0,23
Consommation finale totale de services	+0,18	+0,06	-0,14
Variation compensatrice du ménage (MF)	-5,067	+4,575	-6,223
Variation compensatrice du gouvernement (MF)	+8,461	0	0

(MF) : milliards de francs 1990

³ Le taux d'épargne du gouvernement devient une variable endogène alors que sa consommation de services est fixe en volume.

Quelle que soit la règle de bouclage du budget du gouvernement, les effets sur la production domestique de blé tendre et sur le prix à la production de blé tendre sont quasiment identiques. Cette constance des résultats est également observée pour les autres variables portant sur les grandes cultures, qui n'ont donc pas été reportées dans le tableau 8.20.

En revanche, les effets sur les productions domestiques des autres biens secondaires et des services diffèrent selon la règle de bouclage adoptée. Dans le scénario de référence ou bouclage par la consommation de services, la demande finale de services par le gouvernement augmente de +0,72%, ce qui entraîne une hausse de la production domestique des services de +0,13% et des autres biens secondaires de seulement +0,05%.

Dans la variante épargne, le niveau d'épargne du gouvernement augmente de +7,01%, ce qui entraîne un accroissement de l'épargne totale et par suite de l'investissement total. L'investissement en autres biens secondaires augmente de +0,69%, induisant une hausse de la production domestique de ces autres biens secondaires de +0,33% alors que la production domestique de services diminue de -0,03%.

Dans la variante transfert, les évolutions des productions domestiques des autres biens secondaires et des services sont comprises entre les évolutions observées dans le scénario de référence et les évolutions observées dans la variante épargne. Plus précisément, dans la variante transfert, le revenu disponible du ménage augmente de +0,26%, ce qui induit une augmentation de son épargne et de sa consommation finale de chaque bien (+0,41% pour l'agrégat des viandes et +0,17% pour l'agrégat des produits laitiers, par exemple) et de sa consommation finale de services (+0,10%). Malgré la hausse de la consommation finale de services par le ménage, la consommation finale totale de services augmente moins (+0,06%) que dans le scénario de référence (+0,18%). Par conséquent, la production domestique de services augmente également moins (+0,07% au lieu de +0,13%, respectivement). De même, malgré la hausse de l'épargne privée, l'épargne totale augmente moins dans la variante transfert par rapport à la variante épargne. Par suite, l'investissement total et l'investissement dans les autres biens secondaires augmente moins, ce qui implique une moindre augmentation de la production domestique de ces autres biens secondaires (+0,13% au lieu de +0,33%, respectivement).

Le choix de la règle de bouclage du budget du gouvernement a par conséquent très peu d'effets pour le secteur des grandes cultures et affecte principalement les résultats concernant les secteurs du reste de l'économie.

8.3.3. Sensibilité des résultats aux valeurs des élasticités

Une analyse de la sensibilité des résultats aux choix des valeurs des élasticités retenues pour calibrer l'ensemble des paramètres est d'usage courant dans les modèles d'EGC car le modélisateur dispose en général d'informations imparfaites et partielles sur ces valeurs. Des

tests de sensibilité permettent donc de pallier dans une certaine mesure à ce problème. Dans la pratique, pour effectuer une analyse de sensibilité sur les valeurs des élasticités, il faut réaliser un nouveau calibrage de l'ensemble des paramètres du modèle, puis faire tourner le modèle ainsi modifié. Etant donné la lourdeur de la procédure, les analyses de sensibilité se limitent généralement à quelques élasticités-clés.

La spécification dans notre modèle de nombreuses fonctions de type CES et CET nous offrent de multiples possibilités de tests de sensibilité. Dans la technologie de production du secteur des grandes cultures, trois élasticités sont nécessaires pour calibrer les paramètres de cette technologie : élasticité de substitution entre le travail et le capital, élasticité de substitution entre la terre, les engrais et les pesticides, élasticité de transformation d'un input composite entre les différentes cultures⁴. Pour les échanges de chaque produit de grande culture, six élasticités sont nécessaires : deux élasticités prix pour les offres d'importation, deux élasticités prix pour les demandes d'exportation, une élasticité de substitution entre les produits importés et les produits domestiques et une élasticité de transformation entre les exportations et les produits domestiques. Cela fait déjà 39 valeurs d'élasticité concernant les produits et le secteur des grandes cultures, qui peuvent être potentiellement testées.

Nous nous sommes volontairement limités à deux analyses de sensibilité, l'une portant sur une élasticité relative à la technologie de production dans le secteur des grandes cultures, l'autre portant sur une élasticité relative aux échanges.

Dans la première analyse de sensibilité, la valeur de l'élasticité de transformation entre les différentes cultures est modifiée. Cette élasticité traduit la plus ou moins grande facilité avec laquelle un cultivateur peut passer de la production d'une céréale à la production d'une autre céréale ou à la production de graines oléagineuses, par exemple. Dans le scénario de référence, cette élasticité est fixée à 0,5. Nous supposons dans le test désigné par Test 1 qu'elle est égale à 0,75. Le choix d'une élasticité plus grande correspond alors à un horizon de plus long terme.

La deuxième analyse de sensibilité porte sur la valeur de l'élasticité prix de la demande d'exportation de blé tendre par le RdM. Dans le scénario de référence, nous avons supposé que la France est un grand pays à l'exportation de blé tendre sur le marché mondial ; l'élasticité prix directe de la demande d'exportation de blé tendre par le RdM est égale à -11. Dans le test désigné par Test 2, nous fixons cette élasticité à -5 et supposons alors que la France est un plus grand pays à l'exportation de blé tendre sur le marché mondial.

⁴ Cette dernière est liée à la structure multi-produits de la technologie de production du secteur des grandes cultures (cf. paragraphe 3.4.6).

Tableau 8.21. Sensibilité des résultats aux valeurs des élasticités (variations en pourcentages)

Variables	Blé tendre			Orge		
	Scénario de référence	Test 1	Test 2	Scénario de référence	Test 1	Test 2
Production domestique Y_i	-18,97	-19,32	-16,68	-11,82	-10,72	-11,38
Prix à la production P_i	-18,19	-17,91	-16,25	-11,99	-13,73	-12,49
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	+10,56	+10,37	+9,27	+6,59	+7,67	+6,90
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	-100	-100	-87,23	-100	-100	-100
Volume du bien produit et vendu sur le marché français YD_i	+8,29	+7,69	+6,95	+5,31	+6,69	+5,90
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	-94,28	-94,12	-99,72	-79,54	-83,06	-73,64
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	+7,56	+5,21	+6,18	+5,28	+6,66	+5,87

Variables	Maïs grain			Autres céréales		
	Scénario de référence	Test 1	Test 2	Scénario de référence	Test 1	Test 2
Production domestique Y_i	-7,91	-5,85	-7,40	-10,61	-8,99	-9,98
Prix à la production P_i	-7,34	-10,19	-7,84	-3,89	-5,87	-4,53
Exportations vers l'UE $E_{i,UE}$	+3,89	+5,52	+4,17	+2,00	+3,07	+2,35
Exportations vers le RdM $E_{i,RdM}$	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Volume du bien produit et vendu sur le marché français YD_i	+3,42	+6,72	+4,41	+1,41	+3,56	+2,28
Importations du RdM $M_{i,RdM}$	-54,69	-65,83	-56,41	-35,96	-46,95	-39,22
Volume du bien disponible pour le marché français XC_i	-2,92	-1,28	-2,24	+0,13	+1,82	+0,85

8.3.3.1. Influence de l'élasticité de transformation entre les productions

Toutes choses égales par ailleurs, l'augmentation de l'élasticité de transformation entre les différentes productions rend les offres plus élastiques par rapport à leur propre prix et également plus élastiques par rapport aux prix des autres produits de grandes cultures. Pour un choc donné sur un marché quelconque et toutes choses égales par ailleurs, plus l'offre est élastique par rapport à son propre prix, plus la variation du prix est faible et plus la

variation de quantité est importante. Ce raisonnement explique la baisse plus importante, par rapport au scénario de référence, de la production domestique de blé tendre (-19,32% contre -18,97%) et la baisse moins importante du prix à la production du blé tendre (-17,91% contre -18,19%). Mais ce raisonnement ne s'applique pas en ce qui concerne les évolutions des trois autres types de céréales. Pour ces dernières, les variations de quantités produites sont plus faibles et les variations de prix plus fortes. Cela signifie que les autres effets (effet de contraction du secteur des grandes cultures, effets prix croisés) compensent le fait que les offres sont plus élastiques par rapport à leur propre prix.

Pour toutes les céréales, les baisses de prix à la production ne suffisent toujours pas pour les rendre compétitives sur le marché mondial. Par conséquent, les exportations vers le RdM sont toujours nulles. Dans le cas du blé tendre, comme la production domestique diminue plus et que le prix diminue moins par rapport au scénario de référence, les quantités exportées vers le reste de l'UE et les quantités de blé tendre domestique vendus sur le marché français augmentent moins. Par suite, l'offre totale sur le marché français de blé tendre augmente moins (+7,69% contre +8,29%). C'est exactement la situation inverse qui est observée pour les autres types de céréales, où les différences entre les résultats du scénario de référence et les résultats du Test 1 sont toutefois plus marquées.

Dans le scénario de référence, la valeur ajoutée du secteur des grandes cultures diminue de 17,632 milliards de francs 1990 et dans le test1, elle diminue de 18,114 milliards de francs 1990. La différence entre ces deux résultats représente donc moins de 3%.

Le relèvement de 50% par rapport à la situation initiale de l'élasticité de transformation entre les différentes productions dans le secteur des grandes cultures s'accompagne certes d'une modification des équilibres de marché des céréales. Toutefois, les impacts restent toujours de même nature et les différences entre les résultats obtenus dans le scénario de référence et dans le Test 1 sont relativement modérées.

8.3.3.2. Influence de l'élasticité prix propre de la demande d'exportation de blé tendre par le RdM

L'augmentation de l'élasticité prix propre de la demande d'exportation de blé tendre par le RdM change les résultats concernant l'équilibre de marché du blé tendre. La baisse des volumes exportés de blé tendre sur le marché mondial induit une hausse du prix mondial exprimé en devises. Cette hausse est telle qu'il devient possible pour la France d'exporter sur le marché mondial sans restitutions. Le prix français et le prix mondial du blé tendre sont donc, dans la situation finale, identiques. Ainsi, dans les résultats du Test 2, les exportations de blé tendre ne s'annulent pas comme dans le scénario de référence ; elles diminuent tout de même de -87,23%.

Dans l'équilibre de marché du blé tendre, ce passage à une situation de « plus grand » pays crée une demande supplémentaire. Par conséquent, toutes choses égales par ailleurs, cela entraîne une moindre diminution du prix à la production et des volumes produits de blé tendre et une augmentation moindre des autres demandes, demande du reste de l'UE et demande domestique. Effectivement, le prix à la production baisse relativement moins (-16,25% contre -18,19%) ainsi que la production domestique (-16,68% contre -18,97%) ; les exportations vers le reste de l'UE augmentent relativement moins (+9,27% contre +10,56%), la quantité de blé tendre produit et vendu sur le marché français également (+6,95% contre +8,29%).

Malgré la moindre baisse du prix à la production de blé tendre, les productions domestiques des trois autres types de céréales ne diminuent pas plus que dans le scénario de référence ; pour ces trois productions, l'effet de contraction du secteur des grandes cultures domine les effets prix. La valeur ajoutée du secteur des grandes cultures s'améliore comparativement au scénario de référence ; la perte de valeur ajoutée est en effet égale à 16,798 milliards de francs 1990, soit un gain de 834 millions de francs 1990 par rapport au scénario de référence.

Comme le test précédent, ce test de sensibilité montre que les résultats obtenus dans le cas de référence sont assez robustes.

8.4. Conclusion du chapitre 8

A partir de scénarios « simples » dans la mesure où les chocs ne portent que sur le secteur des grandes cultures, nous avons, dans ce chapitre, illustré le fonctionnement du modèle. L'analyse détaillée des effets de ces scénarios sur les nombreuses variables du modèle (niveaux des prix des produits, des volumes offerts par producteurs, des demandes dérivées d'inputs intermédiaires par les secteurs d'activité, des demandes finales des secteurs institutionnels, des échanges avec les deux agents non domestiques, des utilisations des facteurs primaires de production par les secteurs d'activité,...) souligne la relative complexité du modèle, les nombreuses interdépendances prises en compte explicitement dans celui-ci. Cette analyse des résultats montre également qu'un modèle d'EGC est le contraire d'une boîte noire, même s'il est souvent perçu comme tel. Les cohérences théorique et comptable du modèle nous ont permis en effet d'expliquer les mécanismes économiques à l'œuvre pour chaque résultat.

Le scénario de référence analysé dans la deuxième section de ce chapitre nous permet, en plus de sa vocation illustratrice, de tirer quelques enseignements pour la politique agricole. Tout d'abord, ce scénario de référence fournit une quantification du soutien de revenu au secteur des grandes cultures occasionné par l'intervention publique sur les marchés des produits de grandes cultures dans la situation initiale. Ce revenu, approximé dans ce travail

par la valeur ajoutée, diminue d'environ -35% par rapport à la situation initiale lorsqu'il n'y a plus d'intervention publique. Ce soutien de revenu était initialement capitalisé dans le facteur terre, facteur le plus spécifique au secteur des grandes cultures. Les résultats de ce scénario montrent également que la suppression de l'intervention publique sur ces marchés entraîne des diminutions importantes des productions domestiques de graines oléagineuses et protéagineuses et, simultanément, que la dépendance protéique de la France vis-à-vis des importations mondiales s'en trouve accrue. Au niveau du marché des céréales, la suppression du régime de l'intervention résout le problème des excédents céréaliers exportés sur le marché mondial à coup de restitutions : la diminution de la production domestique et l'augmentation de la consommation domestique et européenne, notamment pour l'alimentation animale, annule les exportations de céréales sur le marché mondial. Toujours à propos de ces échanges de céréales avec le reste du monde, le maintien des mesures à l'importation dans le scénario de référence permet à la France de se protéger de la concurrence des importations mondiales. L'application du scénario de référence aboutit alors à une situation autarcique de la France vis-à-vis du marché mondial.

La baisse du prix des céréales rend celles-ci plus compétitives par rapport aux autres ingrédients de l'alimentation animale, notamment par rapport aux tourteaux d'oléagineux dont le prix à la consommation intérieure augmente légèrement. Les rations animales distribuées par les différents éleveurs et les aliments composés produits par les industriels de l'alimentation animale comprennent alors plus de céréales. Le débouché de l'alimentation animale pour les céréales augmente d'autant plus que les productions domestiques d'aliments composés et des produits animaux augmentent (effets d'expansion sur les demandes dérivées de céréales). L'effet de la baisse du prix des céréales sur le prix des aliments composés est relativement modéré, car les prix des autres ingrédients utilisés pour fabriquer ces aliments composés (en particulier, tourteaux d'oléagineux et protéagineux) augmentent. La production domestique de bovins vivants augmente plus que la production domestique des granivores, essentiellement du fait de l'existence d'un régime d'intervention sur la viande bovine et de la réallocation du facteur terre du secteur des grandes cultures vers les secteurs d'élevage d'herbivores. Le régime d'intervention, qui fixe le prix sur le marché européen de la viande bovine, pénalise la consommation domestique de cette viande par rapport à la consommation des autres viandes. L'augmentation de la production domestique de viande bovine alliée à la baisse de consommation européenne augmente la situation pourtant déjà largement excédentaire du marché européen de la viande bovine. Corrélativement, les restitutions variables nécessaires pour écouler ces excédents de viande bovine sur le marché mondial augmentent fortement et atténuent les économies budgétaires du FEOGA réalisées sur les dépenses « grandes cultures ». La production domestique de lait ne change pas à cause du quota. La suppression des mesures de soutien interne dans le secteur des grandes cultures implique principalement une hausse de la rente unitaire du

quota dans le secteur laitier. Ces résultats illustrent clairement les interactions entre les différents marchés soumis à une OCM (OCM des cultures arables, OCM des viandes, OCM des produits laitiers) et soulignent la nécessité de prendre en compte ces multiples effets lors de la définition de la politique agricole. A ce propos, il convient de noter que, lors de la réforme de la PAC de mai 1992, les trois OCM des cultures arables, de la viande bovine, des produits laitiers ont été modifiées simultanément, les plus grandes réformes portant sur les deux premières OCM. De même, les propositions de la Commission Européenne regroupées dans l'Agenda 2000 portent sur ces trois OCM. L'apport du modèle construit dans ce travail pour évaluer les effets de ce type de réforme est alors évident.

Les variantes techniques de la troisième section nous ont permis de juger de l'importance de la prise en compte des allocations factorielles et des identités comptables macro-économiques dans les résultats fournis par le modèle. De manière générale, il apparaît que les résultats de la suppression des mesures de soutien interne dans le secteur des grandes cultures sur ce secteur et les secteurs agricoles dépendent très fortement des hypothèses relatives à la mobilité inter-sectorielle des facteurs primaires de production et qu'ils sont pratiquement insensibles à la manière dont les économies budgétaires réalisées sont réallouées. A l'inverse, les impacts de cette suppression de l'intervention publique dans les grandes cultures sur le reste de l'économie française, en particulier sur les secteurs d'activité des autres biens secondaires et des services, dépendent très fortement de la politique de redistribution des économies budgétaires et assez faiblement des possibilités de mobilité inter-sectorielle des facteurs primaires de production. Dans cette troisième section, nous avons pu montrer également que la suppression du soutien interne n'améliore pas forcément le bien être de l'économie. A court terme, lorsque le capital est fixe dans chaque secteur d'activité, le bien être global de l'économie diminue par rapport à la situation initiale.

Chapitre 9.

Analyse d'une réorientation du mode de soutien du revenu dans le secteur des grandes cultures

9.0. Introduction

L'accord agricole de Marrakech, qui a clôturé le cycle de négociations commerciales multilatérales d'Uruguay en 1994, marque le début d'une ère nouvelle dans la conception de l'intervention publique en matière agricole, en définissant notamment les instruments autorisés pour le soutien des revenus par leur classification dans les boîtes. Cette classification est opérée selon l'intensité avec laquelle les instruments sont censés fausser la concurrence sur les marchés mondiaux. Les instruments complètement découplés, classés dans la boîte verte, sont ceux qui n'ont pas ou peu d'effets de distorsion sur la production et sur les échanges et pour lesquels le coût du soutien est uniquement à la charge des contribuables. Les instruments de cette boîte verte sont exemptés des engagements de réduction de soutien interne. Au contraire, les instruments couplés, tel que les prix garantis de la PAC, entrent dans la boîte rouge ; les niveaux de ces instruments doivent diminuer au titre de la réduction de la mesure globale de soutien. Enfin, les autres instruments, qui peuvent être qualifiés de semi-découplés, sont classés dans la boîte bleue et sont, pour l'instant, également exemptés de réduction à condition d'être associés à des mesures de maîtrise de la production.

Cet accord contraint donc chaque pays signataire à ne plus organiser sa politique agricole autour du seul outil des prix. Ainsi, la réforme de la PAC de l'UE en mai 1992 a introduit des éléments de découplage du soutien des revenus dans le secteur des grandes cultures et de l'élevage bovin. Les prix garantis ont été sensiblement réduits, au profit d'aides directes assises sur les facteurs primaires de production (terre, cheptels), le versement de ces aides étant soumis à des conditions de maîtrise de la production (gel des terres, densité de chargement en bétail à l'hectare). Les propositions de la Commission Européenne pour une nouvelle PAC correspondent globalement à un nouveau pas dans la direction suivie en mai 1992. Elles consistent essentiellement à réduire de nouveau les niveaux des prix garantis en vigueur dans les principales OCM, ces baisses supplémentaires de prix étant partiellement compensées par une augmentation du niveau des aides directes. La dernière réforme de la politique agricole américaine s'inscrit également dans ce mouvement de réduction graduelle du soutien des revenus par les prix. En avril 1996, les Etats-Unis ont adopté le FAIR Act (Federal Agricultural Improvement and Reform Act) qui constitue le cadre législatif des programmes de soutien à l'agriculture. Dans le secteur des grandes cultures, l'ancienne politique de subventions à la production (deficiency payments) et de gel des terres est supprimée. La nouvelle législation met en œuvre, à la place, un découplage radical des aides aux producteurs de grandes cultures pour laisser à ceux-ci une flexibilité quasi-totale dans leurs emblavements. Chaque exploitation est dotée d'un quota d'aides directes calculées notamment sur la base d'une superficie historique et versées indépendamment des prix de marché et des productions. Ces aides directes, dites « paiements de transition vers le

marché », sont liées au facteur terre¹, c'est-à-dire que ces aides directes accompagnent les transactions de terres entre les exploitations.

La nouvelle orientation des politiques de soutien interne, aussi bien dans l'UE qu'aux Etats-Unis, en faveur des aides directes qui interfèrent au minimum avec le système de prix et au détriment des instruments de soutien plus couplés, est un des résultats les plus significatifs de la négociation agricole Uruguay.

L'objectif de ce chapitre est alors d'évaluer les impacts d'un telle réinstrumentation du soutien des revenus agricoles à partir du modèle décrit dans la partie précédente. Comme dans le chapitre précédent, nous nous limiterons à analyser les impacts de cette réinstrumentation dans le secteur communautaire des grandes cultures. Soulignons dès à présent que l'objectif ici est de mettre en évidence les mécanismes en jeu lorsque le système de soutien par les prix est remplacé par un système d'aides directes liées aux facteurs primaires de production. Ce chapitre n'a pas l'ambition de prédire les effets des propositions de l'Agenda 2000 sur le complexe agro-alimentaire français, ni de fournir une évaluation à long terme de la réforme de la PAC 1992, pour différentes raisons².

Que ce soit dans l'UE ou aux Etats-Unis, l'instrument actuellement privilégié pour soutenir les revenus dans le secteur des grandes cultures est une aide directe qui peut être, en première approximation, considérée comme être couplée au facteur terre. Toutefois, certaines mesures accompagnatrices tendent à « découpler » cette aide directe du facteur terre. Dans la réforme de la PAC de mai 1992, le versement de cette aide directe est subordonné à un gel des terres pour les producteurs dits professionnels. De plus, les surfaces éligibles à l'aide directe sont contraintes par 4 types de plafonds ou superficies de référence (superficie de base cultures arables, superficie de base maïs, superficie de référence oléagineux et plafond d'irrigation). Tout dépassement de ces superficies de référence entraîne théoriquement une diminution du niveau de l'aide directe. De même, dans leur ancienne politique agricole, les producteurs américains devaient, pour recevoir les « deficiency payments », geler une partie de leur surface, respecter certaines réglementations environnementales et souscrire une assurance contre les calamités naturelles. Dans la nouvelle politique agricole américaine, les agriculteurs doivent toujours respecter certaines réglementations environnementales pour bénéficier des aides directes (plan de conservation des sols sur les terres considérées comme très sensibles à l'érosion, non drainage des marais). De plus, un plafond d'aides

¹ Voir Agri US Analyse, Avril 1996.

² Deux raisons, au moins, peuvent être avancées. Tout d'abord, le scénario envisagé ne porte que sur le secteur des grandes cultures alors que dans la réalité, les réformes touchent plusieurs secteurs. Ensuite, dans les scénarios envisagés dans ce chapitre, le régime de l'intervention est supprimé dans le secteur des grandes

directes (ou de paiements de transition vers le marché) est défini par producteur : le montant d'aides par producteur est théoriquement³ limité à 40 000 dollars.

La Commission Européenne propose également, pour la future PAC, de définir certains critères concernant l'attribution des aides. Ainsi, lorsque le montant total des aides directes devant être versées à un agriculteur dans le cadre des régimes de soutien dépasse 100 000 écus, il est préconisé que les aides directes soient réduites de 20% de la fraction du montant total supérieure à 100 000 écus et ne dépassant pas 200 000 écus et de 25% de la fraction du montant total dépassant les 200 000 écus. De plus, la Commission Européenne laisse à chaque Etat Membre la possibilité de définir d'autres critères d'attribution des aides directes, qui peuvent être classés entre critères environnementaux d'une part, critères d'emploi d'autre part. Les objectifs de ces critères d'obtention des aides sont évidents : stabilisation de l'emploi dans l'agriculture ; répartition plus équitable des fonds publics ; réduction des pollutions agricoles ; encouragement à la production d'externalités positives. Avec ces critères, les aides directes de la PAC ne répondrait plus à l'unique objectif de soutien de revenu des agriculteurs mais obtiendrait alors une légitimité sociale et environnementale.

La définition de critères d'obtention des aides directes déconnecte ou affaiblit le couplage de celles-ci au facteur terre. Le critère relatif à l'emploi va au contraire dans le sens d'un couplage des aides au facteur travail. Aussi, dans ce chapitre, nous examinons les impacts de deux réinstrumentations de la politique communautaire dans le secteur des grandes cultures : aide directe liée au facteur terre d'une part, aide directe liée au facteur travail d'autre part. Cette deuxième instrumentation par une aide au facteur travail est aujourd'hui certainement moins réaliste que la première pour deux raisons au moins. D'une part, selon les propositions de la Commission Européenne, les critères relatifs à l'emploi ou à l'environnement ne doivent pas porter sur plus de 20% du montant total des aides directes. D'autre part, le projet Mac Sharry de février 1991 prévoyait également une certaine modulation des aides en fonction de la taille des exploitations⁴. Sous la pression des grands céréaliers français notamment, ces propositions n'ont pas été adoptées dans la réforme 1992. Néanmoins, comme indiqué précédemment, la définition des critères d'emploi est laissée à la discrétion des états. La mise en place d'un contrat territorial d'exploitation dans le cadre de la future loi d'orientation pour l'agriculture française témoigne de la volonté du

cultures alors que dans les réformes adoptées (mai 1992) ou proposées (Agenda 2000), ce régime est maintenu en place.

³ Dans la pratique, le plafond est fixé à 80 000 dollars, chaque producteur pouvant bénéficier des aides dans deux exploitations différentes.

⁴ Dans le projet de février 1991, l'aide à l'hectare pour les surfaces en culture ne devait permettre de compenser totalement la perte de revenu liée à la baisse des prix institutionnels que dans la limite de l'équivalent de 30 hectares pour les céréales, avec un abattement de 25% pour les 50 ha suivants et de 35% au-delà de 80 ha.

gouvernement français et de son ministre de l'Agriculture de moduler les aides en fonction de mesures pour l'emploi. Aussi, il nous semble intéressant de comparer les effets d'une politique grandes cultures définie par une aide couplée au facteur terre et d'une politique grandes cultures définie par une aide couplée au facteur travail.

Dans ce chapitre, deux scénarios de réforme dans le secteur des grandes cultures sont donc examinés. Dans ces deux scénarios, toutes les mesures de soutien interne sont supprimées et la protection à l'entrée est toujours maintenue. Dans le premier scénario, une aide directe⁵ assise sur le facteur terre et à la charge du FEOGA partie française est en plus introduite pour compenser la perte de la valeur ajoutée dans le secteur des grandes cultures. Dans le second scénario, la diminution de la valeur ajoutée est compensée par l'introduction d'une aide directe assise sur le facteur travail, également à la charge du FEOGA partie française.

Dans ces deux scénarios, le problème pratique est de définir le niveau exact de l'aide directe assise sur le facteur primaire considéré. Lors de la réforme de la PAC de mai 1992, l'aide directe a été calculée de façon à compenser exactement la perte de recette des cultivateurs consécutive à la baisse des prix d'intervention tandis que, dans les premières propositions de l'Agenda 2000, la baisse des prix d'intervention des céréales n'est compensée que pour moitié par l'augmentation de l'aide directe. Dans nos scénarios, le niveau de l'aide directe pourrait donc être déterminé en liaison avec la diminution de la recette dans le secteur des grandes cultures. Dans ce cas, le niveau des dépenses budgétaires bénéficiant au secteur des grandes cultures en France n'est pas contrôlé car il va dépendre de l'évolution des quantités produites et des prix à la production. Le niveau de l'aide directe pourrait aussi être déterminé de façon à maintenir les dépenses budgétaires en faveur du secteur des grandes cultures à leur niveau initial ou à respecter une certaine ligne budgétaire, comme dans le FAIR Act. Cette deuxième définition du niveau de l'aide directe est également plausible, étant donné la volonté de la Commission européenne d'une maîtrise de l'évolution des dépenses agricoles⁶. Le niveau de l'aide directe pourrait être défini en référence aux engagements internationaux signés à Marrakech en avril 1994 sur la réduction du soutien interne. Même si ces engagements sur le soutien interne ne sont pas très contraignants pour l'instant pour

⁵ Rappelons qu'une aide directe assise sur le facteur primaire f dans le secteur d'activité j financée par le secteur institutionnel ins ($AIDES_{f,j,ins}$) est calculée comme le produit d'un taux d'aide unitaire ($sf_{f,j,ins}$), du prix de marché du facteur primaire (W_f) et du volume du facteur primaire utilisé ($X_{f,j}$) : $AIDES_{f,j,ins} = sf_{f,j,ins} \cdot W_f \cdot X_{f,j}$. Pour le secteur d'activité bénéficiant de l'aide, le prix d'utilisation du facteur primaire est égal à $W_f \cdot (1 - sf_{f,j,ins})$.

⁶ Voir, par exemple, Agra Presse, N° 2637, 17 Novembre 1997.

l'UE⁷, il peut être intéressant d'examiner les effets d'un niveau de l'aide directe juste égal aux engagements internationaux. D'autres critères envisageables pour déterminer le niveau de l'aide sont ceux du maintien de producteur dans le secteur des grandes cultures, du maintien de la valeur ajoutée par producteur... Plusieurs définitions du niveau de l'aide directe versée au secteur des grandes cultures sont donc possibles. Pour comparer les impacts de chaque instrumentation (aide directe au facteur terre et aide directe au facteur travail), nous retenons la même définition : le niveau de l'aide directe est déterminé de telle sorte à maintenir la valeur ajoutée dans le secteur des grandes cultures à son niveau initial de l'année 1990. Par ce choix, nous supposons implicitement qu'un des objectifs à l'origine de la PAC (le soutien des revenus agricoles) justifie toujours l'intervention publique dans le complexe agro-alimentaire français et est le critère principal dans la définition de cette intervention.

Dans la pratique, le taux de subvention au facteur primaire $f (sf_{f,j,ins}$ pour $j =$ grandes cultures et $ins =$ FEOGA) est endogénéisé et simultanément, la contrainte d'une valeur ajoutée constante dans le secteur des grandes cultures est introduite dans le modèle. Une équation et une variable endogène sont donc introduites simultanément dans le modèle.

9.1. Les impacts d'une réorientation du mode de soutien du revenu dans le secteur des grandes cultures par une aide directe couplée au facteur terre

Les hypothèses politiques des scénarios analysés dans cette section sont les suivantes :

- suppression des subventions à la production des graines oléagineuses et des protéagineux,
- suppression du régime de l'intervention pour les différentes céréales, ce qui se traduit par l'annulation des prix d'intervention,
- suppression des subventions aux exportations sur le marché mondial des produits transformés des céréales,
- suppression des taxes de coresponsabilité céréalière,
- maintien de la protection tarifaire sur les céréales et les protéagineux,
- introduction d'une aide directe assise sur le facteur terre dans le secteur des grandes cultures. Dans notre modèle, les surfaces cultivées dans chaque grande culture sont distinguées. Ceci nous offre la possibilité de définir des aides directes à la surface différenciées selon la culture. D'ailleurs, lors de la réforme de la PAC de mai 1992, le niveau de l'aide directe par hectare était plus élevé pour les surfaces oléagineuses et protéagineuses que pour les surfaces en céréales. Par contre, dans les propositions de l'Agenda 2000, le niveau de l'aide directe pour les surfaces oléagineuses est aligné sur le

⁷ Voir, par exemple, Helmar et al., 1994.

niveau de l'aide directe pour les surfaces en céréales. Afin de simplifier l'analyse, nous supposons que le taux de l'aide directe couplée à la terre est identique pour toutes les grandes cultures.

En ce qui concerne les hypothèses techniques, le bouclage du budget du gouvernement est toujours assuré par sa consommation finale de services ; les élasticités sont maintenues à leur niveau défini dans le scénario de référence. Par contre, deux règles de bouclage des marchés des facteurs primaires sont adoptées. Dans le premier cas, tous les facteurs primaires sont imparfaitement mobiles entre les ensembles de secteurs d'activité, comme dans le scénario de référence. Dans un second cas, cette règle de bouclage est maintenue pour le travail et le capital. Par contre, nous supposons que la terre est fixée dans le secteur des grandes cultures, fixée dans les secteurs d'élevage et fixée dans les autres secteurs d'activité agricoles. De ce fait, les surfaces bénéficiant des aides directes sont maintenues à leur niveau initial et il ne peut y avoir de réallocations de surfaces entre les ensembles. Rappelons que, dans la réforme de la PAC de mai 1992 ou dans les propositions de l'Agenda 2000, les surfaces éligibles à l'aide directe sont contraintes par les superficies de référence, correspondant à la moyenne 1989-1990-1991 du nombre d'hectares ensemencés en céréales, oléagineux et protéagineux. Le dépassement de cette surface de base éligible entraîne théoriquement une baisse du niveau de l'aide directe.

Pour la présentation des résultats, le scénario dans lequel la terre peut passer, de manière imparfaite, d'un ensemble de secteurs d'activité à un autre est dénommé « terre mobile ». Le scénario « terre fixe » correspond au cas où la terre est fixée dans les ensembles de secteurs d'activité.

9.1.1. Impacts sur le secteur des grandes cultures

Les impacts des scénarios d'aide directe couplée au facteur terre sur le secteur des grandes cultures sont résumés dans le tableau 9.1. Les impacts du scénario de référence commentés dans le chapitre précédent, du scénario terre mobile et du scénario terre fixe, en pourcentage par rapport à la situation initiale, sont présentés dans les colonnes notées (1), (2) et (3). Les deux autres colonnes reportent les différences entre les résultats du scénario de référence et les résultats des deux scénarios examinés dans cette section.

Tableau 9.1. Impacts d'une aide directe couplée au facteur terre dans le secteur d'activité des grandes cultures (variations en pourcentages)

Variable	(1)	(2)	(2)-(1)	(3)	(3)-(1)
Taux de subvention à la terre (en %)	0	+76,70	+76,70	+76,20	+76,20
Surface COP	-6,29	+1,10	+7,39	0	+6,29
Rémunération unitaire de la terre COP	-59,51	+35,01	+94,52	+36,62	+96,13
Rémunération de la terre COP (MF)	-10,860	+6,386	+17,246	+6,409	+17,269
Surface en blé tendre	-4,20	+2,79	+6,99	+1,75	+5,95
Surface en orge	+2,24	+9,45	+7,21	+8,38	+6,14
Surface en maïs grain	+6,09	+13,41	+7,32	+12,32	+6,23
Surface en autres céréales	+6,77	+15,11	+8,34	+13,86	+7,09
Surface en oléagineux	-27,68	-19,56	+8,12	-20,75	+6,93
Surface en protéagineux	-17,90	-10,81	+7,09	-11,89	+6,01
Production domestique de blé tendre	-18,97	-17,63	+1,34	-17,83	+1,14
Production domestique d'orge	-11,82	-10,11	+1,71	-10,37	+1,45
Production domestique de maïs grain	-7,91	-6,11	+1,80	-6,38	+1,53
Production domestique des autres céréales	-10,61	-8,92	+1,69	-9,18	+1,43
Production domestique d'oléagineux	-35,76	-31,42	+4,34	-32,03	+3,73
Production domestique de protéagineux	-29,58	-27,27	+2,31	-27,64	+1,94
Prix à la production de blé tendre	-18,19	-21,05	-2,86	-20,62	-2,43
Prix à la production d'orge	-11,99	-15,17	-3,18	-14,69	-2,70
Prix à la production de maïs grain	-7,34	-10,65	-3,31	-10,15	-2,81
Prix à la production des autres céréales	-3,89	-6,33	-2,44	-5,95	-2,06
Prix à la production d'oléagineux	+8,12	+6,98	-1,14	+7,14	-0,98
Prix à la production de protéagineux	+12,67	+11,69	-0,98	+11,85	-0,82
Exportations de blé tendre vers l'UE	+10,56	+12,54	+1,88	+12,24	+1,68
Exportations de blé tendre vers le RdM	-100	-100	0	-100	0
Production domestique de blé tendre restant sur le marché domestique	+8,29	+10,01	+1,72	+9,75	+1,46
Importations de blé tendre du RdM	-94,28	-95,96	-1,68	-95,74	-1,46
Offre intérieure de blé tendre	+7,56	+9,26	+1,70	+9,00	+1,44
Prix à la consommation de blé tendre	-18,13	-21,00	-2,87	-20,56	-2,43
Consommation intermédiaire totale de blé tendre	+5,83	+7,17	+1,34	+6,96	+1,13
Quantité de travail utilisée en grandes cultures	-18,78	-16,81	+1,97	-17,12	+1,66
Quantité de capital utilisée en grandes cultures	-17,31	-15,65	+1,66	-15,89	+1,42
Prix du travail dans les secteurs agricoles	-1,80	-2,78	-0,98	-2,49	-0,69

Prix des services de capital dans les secteurs agricoles	-3,99	-4,45	-0,46	-4,27	-0,28
Valeur ajoutée grandes cultures (MF)	-17,632	0	+17,632	0	+17,632

(MF) : milliards de francs 1990

Le versement d'une aide directe couplée à un facteur primaire pour un secteur d'activité donné introduit une différence entre le prix à l'offre et le prix à la demande de ce facteur pour ce secteur. Toutes choses égales par ailleurs, cette aide directe couplée diminue le prix à la demande dérivée ou d'utilisation de ce facteur pour ce secteur et par conséquent augmente sa demande dérivée. En fait, l'effet d'une aide directe couplée à un facteur sur les quantités et prix d'équilibre dépend de la valeur des élasticités d'offre et de demande de ce facteur. Si l'offre de ce facteur est parfaitement rigide ou en d'autres termes si l'offre est parfaitement inélastique par rapport à son propre prix, l'aide directe va se traduire par une augmentation du prix à l'offre, le prix à la demande et la quantité d'équilibre étant inchangés par rapport à la situation initiale. Par contre, si l'offre du facteur croît avec son propre prix, la quantité utilisée va augmenter ainsi que le prix à l'offre. Le prix à la demande, quant à lui, diminue dans ce cas.

9.1.1.1. Analyse des résultats dans le scénario terre mobile

Le taux de l'aide directe couplée au facteur terre nécessaire pour maintenir la valeur ajoutée dans le secteur des grandes cultures à son niveau initial de l'année 1990 est égal à 0,7670. Cela signifie que le prix à la demande de terre dans le secteur des grandes cultures représente 23,30% du prix à l'offre de cette terre. Le prix à l'offre augmente de +35,01% par rapport à la base tandis que le prix à la demande diminue de -68,54%, toujours par rapport à la base⁸. En d'autres termes, la valeur de la terre COP augmente et son coût d'utilisation diminue par rapport à la situation initiale, la différence étant comblée par l'aide directe. Dans ce scénario, nous avons supposé que la terre est imparfaitement mobile entre les secteurs d'activité agricoles. La progression importante du prix à l'offre de terre dans le secteur des grandes cultures va de pair avec l'augmentation des surfaces COP ; celles-ci augmentent de +1,10% par rapport à la base. Cette augmentation est relativement modérée et suggère que la définition de superficies de référence pour l'obtention de l'aide directe n'est pas très contraignante. Toutefois, par rapport au scénario de référence dans lequel seule la protection à l'entrée est maintenue dans le secteur des grandes cultures, l'introduction de l'aide directe couplée au facteur terre entraîne une augmentation des surfaces COP de +7,39%. La rémunération totale de la terre dans le secteur des grandes cultures augmente sous le double jeu de l'augmentation de la quantité et de l'augmentation du prix à l'offre de ce

⁸ Rappelons qu'initialement il n'existe pas de mesures spécifiques sur le marché de la terre et par conséquent que le prix à la demande est égal au prix à l'offre.

facteur. Plus précisément, cette rémunération totale augmente de +6,386 milliards de francs 1990 par rapport à son niveau initial (égal à 17,502 milliards de francs 1990).

Le versement d'une aide directe indifférenciée par culture COP entraîne une augmentation des surfaces pour toutes les céréales (+2,79% pour le blé tendre, +9,45% pour l'orge, +13,41% pour le maïs grain et +15,11% pour les autres céréales) et une diminution des surfaces en oléagineux et en protéagineux (-19,56% et -10,81%), par rapport à la situation initiale. Néanmoins, les productions domestiques de céréales diminuent toujours par rapport à la base : -17,63% pour le blé tendre, -10,11% pour l'orge, -6,11% pour le maïs grain et -8,92% pour l'agrégat des autres céréales. La baisse des rendements est alors le seul facteur explicatif de ces baisses des productions domestiques. Nous pouvons remarquer que, par rapport au scénario de référence, les productions domestiques de toutes les céréales augmentent d'environ +1,5%. Une aide directe complètement couplée au facteur terre ne peut donc pas être considérée comme parfaitement ou strictement découplée de la production. Ces résultats suggèrent cependant que les effets sur la production de cette aide sont plutôt minimes. La production domestique de graines oléagineuses diminue toujours fortement par rapport à la base (-31,42%). Le versement d'une aide directe unique pour les surfaces en céréales et en graines oléagineuses, comme cela est proposé dans l'Agenda 2000, ne permet donc pas à la France de réduire son déficit sur le marché des oléagineux.

Comme le régime de l'intervention est supprimé pour les céréales, le prix à la production domestique est la variable qui équilibre les marchés des différentes céréales. Ces prix diminuent par rapport à la base et également par rapport aux résultats obtenus dans le scénario de référence, les baisses supplémentaires étant de l'ordre de -3%. Ces prix à la production domestique des céréales sont égaux aux coûts marginaux de production ; ces derniers diminuent davantage principalement sous l'effet de la baisse supplémentaire du prix à la demande dérivée du facteur terre dans le secteur des grandes cultures, les prix des autres inputs et facteurs primaires utilisés dans ce secteur variant peu d'un scénario à l'autre. Malgré la baisse plus importante, par rapport au scénario de référence, des prix à la production domestique des céréales, ces derniers restent toujours supérieurs aux prix mondiaux ; les céréales françaises ne sont pas, dans la situation finale, compétitives sur le marché mondial. Aussi les exportations de céréales vers le RdM sont nulles. L'aide directe couplée au facteur terre n'a donc aucun effet sur les échanges de céréales avec le RdM. Comme dans le scénario de référence, le maintien de la protection à l'entrée isole en quelque sorte le marché français vis-à-vis du marché mondial des céréales. La baisse plus conséquente des prix à la production favorise la demande d'exportation vers le reste de l'UE et la demande intérieure (+12,54% et +10,01%, respectivement, pour le blé tendre). Le versement d'une aide directe couplée au facteur terre favorise, par l'intermédiaire de la

baisse du prix des céréales à la production domestique, la consommation française et européenne de ces céréales.

Les quantités des facteurs primaires, travail et capital, utilisées dans le secteur des grandes cultures diminuent de -16,81% et de -15,65%, respectivement, par rapport à la situation initiale. Le prix de marché du travail dans les secteurs agricoles diminue de -2,78% par rapport à la base et le prix des services du capital dans ces secteurs de -4,45%. Par suite, les rémunérations totales de ces deux facteurs dans le secteur des grandes cultures diminuent par rapport à la situation initiale, de -3,715 milliards de francs 1990 pour le travail et de -2,671 milliards de francs 1990 pour le capital. La baisse de la rémunération totale de ces deux facteurs est exactement égale à la hausse de la rémunération du facteur terre (6,386 milliards de francs 1990), aboutissant à une valeur ajoutée dans ce secteur égale à sa valeur initiale. Le tableau 9.2 résume les effets principaux de la réinstrumentation de la politique de soutien dans le secteur des grandes cultures à travers les comptes de production et d'exploitation de ce secteur.

Tableau 9.2. Impacts d'une aide directe couplée au facteur terre sur les comptes de production et d'exploitation du secteur d'activité des grandes cultures (en millions de francs 1990)

Variable	Situation initiale	Scénario terre mobile	Différence
Valeur des productions	79615	58272	-21343
Valeur des consommations intermédiaires	32797	25281	-7516
Valeur ajoutée brute au prix de marché	46818	32991	-13827
Subventions d'exploitation	9927	19742	+9815
Taxes à la production	6094	2082	-4012
Valeur ajoutée brute au coût des facteurs	50651	50651	0
Rémunération du travail	16876	13161	-3715
Rémunération du capital	16273	13602	-2671
Rémunération de la terre	17502	23888	+6386

Ce tableau illustre la formation de la valeur ajoutée brute au coût des facteurs et la répartition de celle-ci dans la rémunération des facteurs primaires de production. Le remplacement d'une politique de soutien des revenus par les prix au profit d'une politique d'aide directe au facteur terre entraîne une augmentation considérable des subventions d'exploitation dans la formation de la valeur ajoutée au détriment de la valeur ajoutée liée à l'activité et une répartition plus favorable à la rémunération du facteur terre.

9.1.1.2. Analyse des résultats dans le scénario terre fixe

De manière générale, la comparaison des chiffres des colonnes notées (2) et (3) montre que fixer la terre dans le secteur des grandes cultures à son niveau initial ne modifie pas notablement les résultats. En effet, dans le scénario terre mobile, la mobilité de la terre entre le secteur des grandes cultures et les autres secteurs agricoles utilisant de la terre est très imparfaite. La quantité de terre totale utilisée dans le secteur des grandes cultures n'augmente que de +1,10% par rapport à la situation initiale alors que son prix augmente de +35,01%. Fixer la terre COP au niveau initial n'est donc pas très « contraignant ».

Dans le cas où les surfaces COP sont fixées, le taux de l'aide directe couplée au facteur primaire terre nécessaire pour maintenir la valeur ajoutée dans le secteur des grandes cultures est égal à 76,20%, donc légèrement plus faible que dans le cas où les surfaces COP sont imparfaitement mobiles entre les secteurs d'activité agricoles. Le prix à l'offre de la terre COP augmente de +36,62% par rapport à la situation initiale et le prix à la demande dérivée de ce facteur par le secteur des grandes cultures diminue de -67,48%, toujours par rapport à la situation initiale. L'augmentation du prix à l'offre de la terre COP entraîne une augmentation de la rémunération totale de la terre dans ce secteur de +6,409 milliards de francs 1990.

La fixité de la terre dans le secteur des grandes cultures n'empêche pas une réallocation des surfaces entre les grandes cultures. Les surfaces consacrées aux différentes céréales augmentent, mais proportionnellement moins que dans le scénario terre mobile ; de manière similaire, les surfaces oléagineuses et protéagineuses diminuent plus. Nous observons une baisse légèrement moins prononcée des prix à la production domestique dans le scénario terre fixe par rapport au scénario terre mobile. Les prix à la production domestique sont égaux aux coûts marginaux de production, qui dépendent des prix à la demande dérivée des facteurs primaires. Ces derniers diminuent relativement moins, entraînant donc une baisse moins importante des prix à la production.

9.1.2. Impacts sur le complexe agro-alimentaire français

Les principaux effets des scénarios d'aide directe couplée au facteur terre sur les autres composantes du complexe agro-alimentaire français sont présentés dans le tableau 9.3.

Tableau 9.3. Impacts d'une aide directe couplée au facteur terre sur le complexe agro-alimentaire français (variations en pourcentages)

Variable	(1)	(2)	(2)-(1)	(3)	(3)-(1)
Production domestique d'aliments composés	+2,77	+3,19	+0,42	+3,12	+0,35
Prix à la production des aliments composés	-1,53	-2,13	-0,60	-2,03	-0,50
Production domestique de volailles	+2,61	+3,18	+0,57	+3,09	+0,48
Prix à la production des volailles	-2,16	-2,94	-0,78	-2,80	-0,64
Production domestique de porcs	+3,15	+3,58	+0,43	+3,51	+0,36
Prix à la production des porcs	-3,15	-4,12	-0,97	-3,94	-0,79
Production domestique d'autres produits animaux	+7,00	+5,71	-1,29	+5,99	-1,01
Prix à la production des autres produits animaux	-2,01	-1,46	+0,55	-1,57	+0,44
Production domestique de bovins	+7,13	+5,60	-1,53	+5,95	-1,18
Prix à la production des bovins	-1,48	-1,01	+0,47	-1,11	+0,37
Production de bovins par l'élevage laitier	+0,04	+0,08	+0,04	+0,07	+0,03
Rente de quota dans l'élevage laitier	+6,79	+7,55	+0,76	+7,54	+0,75
Production de bovins par l'élevage bovin	+10,21	+2,35	-7,86	+2,63	-7,58
Production de bovins par l'élevage mixte	+7,80	+15,41	+7,61	+13,65	+5,85
Rente de quota dans l'élevage mixte	+11,54	+14,89	+3,35	+14,32	+2,78
Surface fourragère totale	+2,89	-0,79	-3,68	0	-2,89
Prix de la terre fourragère	+3,15	+11,81	+8,66	+9,83	+6,68
Production de fourrages dans l'élevage laitier	-1,08	-2,00	-0,92	-1,81	-0,73
Prix implicite des fourrages dans l'élevage laitier	+0,51	+3,36	+2,85	+2,73	+2,22
Production de fourrages dans l'élevage bovin	+9,24	+0,72	-8,52	+2,63	-6,61
Prix implicite des fourrages dans l'élevage bovin	+0,38	+3,11	+2,73	+2,51	+2,13
Production de fourrages dans l'élevage mixte	+2,81	+5,71	+2,90	+5,02	+2,21
Prix implicite des fourrages dans l'élevage mixte	+0,52	+3,30	+2,78	+2,69	+2,17
Production de fourrages dans les autres élevages	+5,73	+3,62	-2,11	+4,06	-1,67
Prix implicite des fourrages dans les autres élevages	+0,58	+4,02	+3,44	+3,26	+2,68

9.1.2.1. Analyse des résultats dans le scénario terre mobile

Le versement d'une aide directe couplée au facteur terre dans le secteur des grandes cultures induit une réallocation de la terre vers ce secteur, ce qui diminue l'offre de terre dans les autres secteurs d'activité agricoles. En particulier, les surfaces fourragères totales diminuent de -0,79% par rapport à la situation initiale, bien que la rémunération unitaire de ces surfaces augmente de +11,81% par rapport à la base. L'effet prix croisé de la terre COP domine donc l'effet prix propre dans l'offre totale de terre fourragère. Toutes choses égales par ailleurs, cette diminution des surfaces fourragères va diminuer les productions domestiques de fourrages, de bovins et des autres produits animaux.

Dans ce scénario, les baisses des prix des céréales sont proportionnellement plus importantes que les baisses de prix obtenues dans le scénario de référence (cf. tableau 9.1). Toutes choses égales par ailleurs, cela induit une baisse plus importante du coût marginal de production dans les secteurs d'activité utilisant ces céréales et par suite du prix des produits offerts par ces secteurs d'activité. Ce raisonnement permet d'expliquer la baisse proportionnellement plus importante du prix à la production domestique des aliments composés (-2,13% contre -1,53%), des volailles (-2,94% contre -2,16%) et des porcs (-4,12% contre -3,15%). Les baisses de prix à la production domestique de ces trois produits se répercutent sur les prix à la consommation domestique, d'où une augmentation à la fois de la consommation domestique et de la production domestique de ceux-ci : +3,19% contre +2,77% pour les aliments composés, +3,18% contre +2,61% pour les volailles vivantes et +3,58% contre +3,15% pour les porcs vivants.

A l'inverse, les prix à la production des bovins vivants et des autres produits animaux diminuent moins dans ce scénario par rapport au scénario de référence. Pour ces secteurs, la baisse du coût des aliments concentrés est contrebalancée par une augmentation du prix des fourrages, cette dernière résultant de l'augmentation du prix de la terre fourragère de +11,81% dans le scénario terre mobile contre seulement +3,15% dans le scénario de référence.

Considérons plus en détails le cas des autres produits animaux. Le prix implicite du fourrage dans le secteur des autres produits animaux augmente de +4,02% dans le scénario terre mobile et de +0,58% seulement dans le scénario de référence. Toutes choses égales par ailleurs, l'intraconsommation de fourrages dans ce secteur devient moins intéressante ; elle augmente moins (+3,62% contre +5,73%). Même si les éleveurs substituent ces fourrages par des aliments concentrés, les premiers représentent toujours une part importante dans le coût de la ration animale. Le prix de la ration animale diminue alors moins dans le scénario terre mobile par rapport au scénario de référence. Par suite, le coût marginal de production des autres produits animaux diminue moins (-1,46% contre -2,01%). La production domestique augmente alors de +5,71% contre +7% dans le scénario de référence.

Considérons à présent la production de bovins vivants. La production de bovins vivants dans l'élevage laitier demeure pratiquement inchangée (+0,08%) car cet élevage est contraint par le niveau de son quota laitier. La baisse du prix des aliments concentrés a pour effet d'augmenter la rente de quota alors que la hausse du prix implicite des fourrages exerce un effet négatif sur la rente. Comme la ration animale dans l'élevage laitier est, dans la base, relativement intensive en aliments concentrés, l'effet positif des prix des aliments concentrés sur la rente domine l'effet négatif du prix implicite des fourrages : la rente augmente de +7,55% par rapport à la base. La production et l'intraconsommation de fourrages dans ce secteur d'élevage laitier diminue de -2% et la consommation des aliments concentrés augmente de +1,93%. La production de bovins vivants dans l'élevage bovin augmente nettement moins (+2,35% contre +10,21% dans le scénario de référence). Dans la situation initiale, la ration distribuée aux animaux dans l'élevage bovin comprend relativement plus de fourrages que les rations distribuées par l'élevage laitier ou l'élevage mixte. L'effet de l'augmentation du prix implicite des fourrages est donc plus important dans cet élevage bovin. Sa production de fourrages n'augmente plus que de +0,72%, contre +9,24% dans le scénario de référence. Dans l'élevage mixte, la production de bovins vivants augmente de +15,41%, c'est-à-dire presque le double de l'augmentation observée dans le scénario de référence. L'augmentation de la production française de bovins vivants est due essentiellement à l'augmentation de la production de l'élevage mixte. La ration distribuée par cet élevage est plus intensive en aliments concentrés que la ration distribuée par l'élevage bovin. L'élevage mixte bénéficie plus de la baisse des prix des aliments concentrés, ce qui explique l'augmentation de sa production.

L'augmentation de la production domestique de bovins vivants demeure toujours plus importante que l'augmentation de la production domestique de porcs ou de volailles, malgré le fait que la surface fourragère totale diminue de -0,79% par rapport à la base. Ce résultat découle alors uniquement de l'existence du système d'intervention sur le marché de la viande bovine.

9.1.2.2. Analyse des résultats dans le scénario terre fixe

De nouveau, les impacts du scénario terre fixe sont de même nature que les impacts du scénario terre mobile. Dans le cas où la surface fourragère totale est fixe, nous pouvons néanmoins remarquer que l'augmentation de la production domestique de bovins est plus forte (+5,95% par rapport à la base) que dans le cas où cette surface n'est pas contrainte (+5,60% par rapport à la base). Dans ce second cas, les surfaces fourragères diminuent de -0,79% par rapport à la base alors que, par définition, elles sont fixes dans le premier cas. A l'inverse, l'augmentation de la production domestique de granivores et d'aliments composés est plus faible dans le scénario terre fixe par rapport au scénario terre mobile car la baisse de prix des céréales dans le premier cas est moins importante.

9.1.3. Impacts sur le reste de l'économie

Les principaux effets des scénarios d'aide directe couplée au facteur terre sur le reste de l'économie sont présentés dans le tableau 9.4.

Tableau 9.4. Impacts d'une aide directe couplée au facteur terre sur le reste de l'économie (variations en pourcentages)

Variable	(1)	(2)	(3)
Dépenses du FEOGA partie française pour le secteur des grandes cultures (MF)	-17,516	+0,813	+0,700
Dépenses totales du FEOGA partie française (MF)	-15,219	+2,562	+2,562
Revenu disponible du gouvernement	+0,98	-0,28	-0,29
Consommation gouvernementale de services	+0,72	-0,53	-0,54
Revenu disponible du ménage	+0,07	+0,40	+0,40
Consommation finale des autres biens secondaires	-0,06	+0,11	+0,11
Consommation finale de services par le ménage	-0,21	+0,30	+0,31
Variation compensatrice du ménage (MF)	-5,056	+10,001	+10,429
Variation compensatrice du gouvernement (MF)	+8,483	-6,275	-6,312
Bien être de l'économie (MF)	+3,427	+3,726	+4,117

(MF) : milliards de francs 1990

9.1.3.1. Analyse des résultats dans le scénario terre libre

Dans ce scénario, la rémunération totale de la terre dans le secteur des grandes cultures augmente de +6,386 milliards de francs 1990, ce qui la porte à 23,888 milliards de francs 1990. L'aide directe à la charge du FEOGA partie française représente 76,70% de la rémunération totale de la terre dans ce secteur, soit 18,329 milliards de francs 1990. Les dépenses budgétaires en faveur du secteur des grandes cultures augmentent seulement de +0,813 milliard de francs 1990 par rapport à la situation initiale. Par suite, les dépenses totales du FEOGA partie française augmentent de +2,562 milliards de francs 1990, la différence étant essentiellement imputable à la hausse des restitutions aux exportations de viande bovine. Cette hausse des dépenses totales du FEOGA partie française entraîne une hausse du transfert entre le gouvernement français et le reste de l'UE et par suite, une diminution du revenu disponible du gouvernement français de -0,28%. La consommation gouvernementale de services s'ajuste donc à la baisse. En revanche, le revenu disponible du ménage représentatif de l'ensemble des ménages français augmente de +0,40%, grâce notamment à la hausse de la rémunération totale du facteur terre. Cette hausse du revenu disponible du ménage entraîne une hausse de sa consommation finale des autres biens secondaires (+0,11%) et des services (+0,30%), et ce malgré la hausse des prix à la consommation finale de ces biens et services.

L'application du scénario terre mobile améliore le bien être du ménage, sa variation compensatrice augmente de +10,001 milliards de francs 1990. Par contre, elle détériore le bien être du gouvernement français, la variation compensatrice du gouvernement diminue de -6,275 milliards de francs 1990. Le bien être global augmente tout de même de +3,726 milliards de francs 1990 par rapport à la situation initiale. Il est intéressant de noter que ce bien être global est supérieur à celui obtenu dans le scénario de référence de +299 millions de francs 1990, ce qui n'était pas a priori évident. En effet, le versement d'une aide directe couplée au facteur terre dans le secteur des grandes cultures introduit une distorsion supplémentaire dans l'économie par rapport au scénario de référence. Dans un monde de premier rang, introduire une distorsion de ce type induit une réallocation des ressources qui diminue le bien être de l'économie considérée. Par contre, dans un monde de second rang caractérisé par de nombreuses distorsions, introduire une distorsion supplémentaire induit toujours une réallocation des ressources mais pas nécessairement une diminution du bien être de l'économie dans son ensemble.

9.1.3.2. Analyse des résultats dans le scénario terre fixe

Dans le cas où la terre n'est pas mobile entre les ensembles de secteurs d'activité, nous observons toujours une augmentation des dépenses du FEOGA partie française en faveur du secteur des grandes cultures, mais plus modérée par rapport au cas où les surfaces ne sont pas contraintes, car le taux de subvention est plus faible. Cependant, les dépenses totales du FEOGA partie française ne diminuent pas par rapport au scénario terre libre car les dépenses en faveur des autres secteurs, notamment sous la forme de restitutions variables aux exportations de viande bovine, augmentent relativement. Par conséquent, la diminution du revenu disponible du gouvernement français est pratiquement identique entre ces deux scénarios.

Le bien être global augmente de +4,117 milliards de francs 1990 par rapport à la situation initiale et, par rapport au scénario terre mobile, de +391 millions de francs 1990. Le principe du ciblage (Bhagwati, 1971) nous permet d'expliquer ce résultat. Selon ce principe, quand des distorsions doivent être introduites dans l'économie pour satisfaire certaines contraintes, la politique optimale (c'est-à-dire celle pour lequel le bien être global est le plus fort) consiste à intervenir directement sur la contrainte. Dans notre application, le niveau de valeur ajoutée dans le secteur des grandes cultures est la contrainte nécessitant l'intervention publique. Toutes choses égales par ailleurs, quand le facteur primaire terre est fixe dans ce secteur, le versement d'une aide directe à ce facteur « profite » uniquement à ce secteur et n'affecte pas, par définition, l'allocation de ce facteur entre les secteurs d'activité ; l'effet de cette aide directe sur la valeur ajoutée du secteur des grandes cultures est donc « total » et parfaitement ciblé. Au contraire, quand le facteur primaire terre est mobile et encore toutes choses égales par ailleurs, le versement d'une aide directe à ce facteur induit des

réallocations et affecte donc le secteur d'activité visé et également les autres secteurs d'activité. Le versement d'une aide directe produit des effets sur le reste de l'économie ; l'aide directe n'est donc pas « totalement ciblée ». Effectivement, dans le cas où les surfaces éligibles à l'aide directe ne sont pas contraintes, la rémunération de la terre fourragère augmente plus que dans le cas où les surfaces sont contraintes. Les effets sur les autres secteurs de l'économie sont donc bien plus importants dans le premier cas.

9.1.4. Conclusion partielle

Dans cette section, nous avons étudié les impacts d'un soutien du revenu (plus précisément, de la valeur ajoutée) dans le secteur des grandes cultures par l'unique instrument de l'aide directe couplée au facteur terre sous deux hypothèses concernant la mobilité du facteur terre.

Considérons tout d'abord le cas où la mobilité de la terre entre les secteurs d'activité agricoles est imparfaite mais possible. La réinstrumentation du soutien du revenu dans le secteur des grandes cultures induit une baisse importante des productions domestiques des différentes grandes cultures par rapport à la situation initiale et une légère augmentation par rapport au scénario de libéralisation interne de ce secteur. Une aide directe couplée au facteur terre ne peut donc pas être considérée comme parfaitement ou strictement découplée de la production. Toutefois, l'effet de l'aide directe sur la production est minime.

La suppression du régime de l'intervention pour les céréales annule nécessairement les restitutions variables aux exportations⁹. Sans ces dernières, les céréales françaises ne sont pas compétitives sur le marché mondial car leur prix est supérieur au prix mondial ; les exportations sur le marché mondial sont donc nulles. Rappelons à ce stade que ces résultats sont contingents aux données initiales, caractérisées par un écart substantiel entre les prix intérieurs et les prix mondiaux des céréales. Dans ce cas, l'aide directe couplée au facteur terre apparaît parfaitement découplée vis-à-vis des exportations.

La baisse des prix des céréales liée à la suppression du régime de l'intervention est légèrement accentuée par le versement de l'aide directe. Cette baisse des prix favorise la consommation communautaire de céréales, spécialement par l'industrie de l'alimentation animale et les secteurs agricoles animaux. Comme dans le scénario de référence, les productions domestiques d'aliments composés et d'animaux vivants augmentent suite à cette réinstrumentation ; l'augmentation de la production domestique de bovins vivants reste supérieure à l'augmentation de la production domestique de granivores.

⁹ Ces hypothèses politiques excluent d'emblée le problème de la contrainte de l'accord agricole Uruguay portant sur la réduction des exportation subventionnées en volume et en valeur.

Au niveau du secteur d'activité des grandes cultures, l'aide directe couplée au facteur terre ne permet pas de maintenir la quantité de travail à son niveau initial. Comme les aides sont définies de telle sorte à maintenir la valeur ajoutée au coût des facteurs du secteur, la valeur ajoutée par unité de travail augmente. Dans la formation de cette valeur ajoutée, nous constatons une augmentation importante du poste des subventions, qui représentent dans la situation finale, près de 40% de cette valeur ajoutée, contre 20% initialement. A l'inverse, la part de la valeur ajoutée liée à l'activité diminue de 92% à 65%. Malgré la hausse des postes de subventions, les dépenses budgétaires n'explorent pas. Nous remarquons même que ces dépenses bénéficiant au secteur d'activité des grandes cultures augmentent seulement de +813 millions de francs 1990, soit de +4,64% par rapport à la situation initiale.

Cette nouvelle instrumentation améliore le bien être de l'économie et est donc plus efficace que l'ancienne politique de soutien par les prix. Nous remarquons même que le bien être dans le cas d'une aide directe au facteur terre est plus important que le bien être obtenu dans le scénario de référence où seule la protection à l'entrée est maintenue sur les marchés des céréales et des protéagineux.

Cette nouvelle instrumentation est analysée aussi dans le cas où la terre COP est fixée à son niveau initial. Les résultats obtenus montrent alors que le choix d'une mobilité/fixité de la terre COP n'affecte pas significativement les équilibres de marché des différents produits considérés dans le modèle. Par contre, fixer la terre COP à son niveau initial rend la politique d'aide directe couplée au facteur terre encore plus efficace, car le bien être de l'économie est plus élevé par rapport au cas où la terre est mobile entre les secteurs d'activité agricoles.

9.2. Les impacts d'une réorientation du mode de soutien du revenu dans le secteur des grandes cultures par une aide directe couplée au facteur travail

Les hypothèses politiques des scénarios analysés dans cette section sont les suivantes :

- suppression des subventions à la production des graines oléagineuses et des protéagineux,
- suppression du régime de l'intervention pour les différentes céréales, ce qui se traduit par l'annulation des prix d'intervention,
- suppression des subventions aux exportations sur le marché mondial des produits transformés des céréales,
- suppression des taxes de coresponsabilité céréalière,
- maintien de la protection tarifaire sur les céréales et les protéagineux,
- introduction d'une aide directe couplée au facteur travail dans le secteur des grandes cultures de telle sorte à maintenir le niveau de valeur ajoutée dans ce secteur à son niveau initial.

De nouveau, ces hypothèses politiques sont simulées en adoptant deux règles de bouclage des marchés des facteurs primaires. Dans un premier cas, tous les facteurs primaires sont imparfaitement mobiles entre les ensembles de secteurs d'activité, comme dans le scénario de référence. Dans un second cas, la règle de bouclage est identique pour les marchés du capital et de la terre. Par contre, nous supposons que le travail est fixé dans le secteur des grandes cultures et parfaitement mobile dans les autres secteurs d'activité agricoles. Le travail reste cependant imparfaitement mobile entre l'ensemble des secteurs d'activité agricoles, l'ensemble des secteurs d'activité agro-alimentaires et l'ensemble des secteurs d'activité du reste de l'économie. Dans ce second cas, le nombre de « cultivateurs » bénéficiant de l'aide directe est par conséquent maintenu à son niveau initial.

Pour la présentation des résultats, le scénario dans lequel le travail est fixé dans le secteur des grandes cultures est dénommé « travail fixe ». Le scénario « travail mobile » correspond au cas où la quantité de travail n'est pas fixée dans le secteur des grandes cultures.

9.2.1. Impacts sur le secteur des grandes cultures

Les impacts des scénarios d'aide directe couplée au facteur travail sur le secteur des grandes cultures sont résumés dans le tableau 9.5. Les impacts du scénario travail mobile sont reportés dans la colonne notée (4) et ceux du scénario travail fixe dans la colonne notée (5).

Tableau 9.5. Impacts d'une aide directe couplée au facteur travail dans le secteur d'activité des grandes cultures (variations en pourcentages)

Variable	(1)	(4)	(4)-(1)	(5)	(5)-(1)
Taux de l'aide directe couplée	0	0,797	+0,797	0,657	+0,657
Quantité de travail utilisée en grandes cultures	-18,78	+65,21	+83,99	0	+18,78
Rémunération unitaire du travail dans les grandes cultures	-1,80	+16,89	+18,69	+89,62	+91,42
Rémunération du travail en grandes cultures (MF)	-3,295	+15,152	+18,447	+14,584	17,879
Quantité de capital utilisée en grandes cultures	-17,31	-43,35	-26,04	-25,64	+8,33
Rémunération unitaire du capital agricole	-3,99	-9,33	-5,34	-5,81	+1,82
Rémunération du capital en grandes cultures (MF)	-3,477	-8,238	-4,761	-5,056	+1,579
Agrégat Travail - Capital dans le secteur des grandes cultures	-18,04	-7,73	+10,31	-14,24	-3,80
Quantité de terre utilisée en grandes cultures	-6,29	-2,16	+4,13	-4,87	+1,42
Rémunération unitaire de la terre COP	-59,51	-38,17	+21,34	-52,11	+7,40
Rémunération de terre en grandes cultures (MF)	-10,860	-6,914	+3,946	-9,528	+1,332

Valeur ajoutée grandes cultures (MF)	-17,632	0	+17,632	0	+17,632
Production domestique de blé tendre	-18,97	-10,56	+8,41	-15,83	+3,14
Production domestique d'orge	-11,82	-2,59	+9,23	-8,28	+3,54
Production domestique de maïs grain	-7,91	+1,12	+9,03	-4,15	+3,76
Production domestique des autres céréales	-10,61	+3,96	+14,57	-5,40	+5,21
Production domestique d'oléagineux	-35,76	-23,95	+11,81	-31,54	+4,22
Production domestique de protéagineux	-29,58	-9,49	+20,09	-22,93	+6,65
Prix à la production de blé tendre	-18,19	-34,53	-16,34	-24,66	-6,47
Prix à la production d'orge	-11,99	-28,80	-16,81	-18,59	-6,60
Prix à la production de maïs grain	-7,34	-26,32	-18,98	-14,53	-7,19
Prix à la production des autres céréales	-3,89	-22,74	-18,85	-10,89	-7,00
Prix à la production d'oléagineux	+8,12	+5,20	-2,92	+7,04	-1,08
Prix à la production de protéagineux	+12,67	+3,74	-8,93	+9,80	-2,87
Exportations de blé tendre vers l'UE	+10,56	+23,59	+13,03	+15,21	+4,65
Exportations de blé tendre vers le RdM	-100	-100	0	-100	0
Production domestique de blé tendre restant sur le marché domestique	+8,29	+18,82	+10,63	+12,32	+4,03
Importations de blé tendre du RdM	-94,28	-99,36	-5,08	-97,44	-3,16
Offre intérieure de blé tendre	+7,56	+17,97	+10,41	+11,54	+3,98
Prix à la consommation de blé tendre	-18,13	-34,48	-16,35	-24,61	-6,48
Consommation intermédiaire totale de blé tendre	+5,83	+13,75	+7,92	+8,98	+3,15

(MF) : milliards de francs 1990

De manière générale, le versement d'une aide directe couplée au facteur travail produit des effets quantitatifs différents de ceux obtenus dans le cas d'un versement d'une aide directe couplée au facteur terre dans le secteur des grandes cultures. Ces différences s'expliquent en partie par le fait que le travail est parfaitement mobile entre les secteurs d'activité agricoles alors que la terre est imparfaitement mobile. Ceci implique que l'offre de travail au secteur des grandes cultures est plus élastique par rapport à son propre prix que ne l'est l'offre de terre à ce secteur. Comme l'offre du facteur subventionné est plus élastique, les effets de l'aide sur les volumes sont plus importants.

9.2.1.1. Analyse des résultats dans le scénario travail mobile

L'aide directe à l'utilisation du facteur travail nécessaire pour maintenir la valeur ajoutée dans le secteur des grandes cultures est égal à 0,797. Le prix à la demande de travail dans le secteur des grandes cultures est donc inférieure de 79,7% par rapport au prix à la demande du travail dans les autres secteurs d'activité agricoles. Le versement de cette aide directe crée un effet de demande sur le marché du travail agricole et, par conséquent, une

augmentation du prix de marché de ce travail de +16,89% par rapport à la situation initiale. En dépit de cette hausse, le prix à la demande dérivée du facteur travail dans le secteur des grandes cultures diminue de -76,27% par rapport à la situation initiale, ce qui favorise l'utilisation de ce facteur dans ce secteur (+65,21%) au détriment du capital (-43,35%), dont le prix de marché baisse de -9,33% par rapport à la situation initiale. La substitution entre le travail et le capital dans le secteur des grandes cultures est donc très importante. La rémunération du travail dans le secteur des grandes cultures augmente de +15,152 milliards de francs 1990, ce qui porte la rémunération totale de ce facteur dans ce secteur à 31,425 milliards de francs 1990. Les baisses de la rémunération unitaire du capital agricole et de l'utilisation des services du capital dans le secteur des grandes cultures induisent une baisse de la rémunération totale de ce facteur dans ce secteur de -8,238 milliards de francs 1990 ; la rémunération de ce facteur n'est alors plus égale qu'à 8,638 milliards de francs 1990.

La suppression des mesures de soutien interne dans le secteur des grandes cultures entraîne une diminution de la surface COP (-2,16%) et de la rémunération unitaire de ce facteur (-38,17%). La baisse de cette dernière est donc moins importante que celle enregistrée dans le scénario de référence (-59,51%), ce qui signifie que le soutien du revenu dans le secteur des grandes cultures par une aide directe couplée au facteur travail se capitalise tout de même en partie dans le facteur terre. En fait, ce résultat découle de la relation de substitution-complémentarité adoptée entre le travail et la terre dans la technologie du secteur des grandes cultures. En effet, Hertel (1989) a montré que l'impact d'une subvention à un input utilisé par le secteur agricole sur le prix de la terre dépend, entre autres, du degré de substitution entre cet input et la terre : si l'input est fortement substituable au facteur terre, alors la subvention à l'input entraîne une diminution du prix de la terre et inversement. Dans notre modèle, nous avons supposé que la terre et le travail sont des compléments nets dans la technologie de production du secteur d'activité des grandes cultures. Par conséquent, le versement d'une aide directe couplée au facteur travail dans ce secteur entraîne une augmentation du prix de la terre COP.

Les effets de cette réinstrumentation de la politique de soutien dans le secteur des grandes cultures sur les comptes de production et d'exploitation de ce secteur sont donnés dans le tableau 9.6.

Tableau 9.6. Impacts d'une aide directe couplée au facteur terre sur les comptes de production et d'exploitation du secteur d'activité des grandes cultures (en millions de francs 1990)

Variable	Situation initiale	Scénario travail mobile	Différence
Valeur des productions	79615	54391	-25224
Valeur des consommations intermédiaires	32797	28324	-4473
Valeur ajoutée brute au prix de marché	46818	26067	-20751
Subventions d'exploitation	9927	26056	+16129
Taxes à la production	6094	1472	-4622
Valeur ajoutée brute au coût des facteurs	50651	50651	0
Rémunération du travail	16876	31425	+14549
Rémunération du capital	16273	8638	-7635
Rémunération de la terre	17502	10588	-6914

Dans le scénario travail mobile, les subventions d'exploitation représentent plus de 50% de la valeur ajoutée brute au coût des facteurs et près des deux tiers de cette dernière rémunère le facteur travail.

Dans ce scénario terre mobile, la production domestique de blé tendre diminue mais dans des proportions moindres à celles obtenues jusqu'à présent (-10,56%). Nous observons même une augmentation de la production domestique de maïs grain (+1,12%) et de la production domestique des autres céréales (+3,96%) et simultanément une diminution plus importante des prix à la production des différentes céréales. L'explication de ce résultat est de nouveau la suivante. La baisse du prix à la demande dérivée des facteurs primaires dans le secteur des grandes cultures entraîne une diminution des coûts marginaux de production des différentes grandes cultures, ce qui se traduit par une baisse des prix à la production. Cette baisse des prix à la production se reporte sur les prix à la consommation, ce qui favorise la demande du reste de l'UE et la demande intérieure de ces produits. Pour toutes les céréales, nous observons une annulation des exportations vers le RdM car le cours mondial de ces céréales reste encore inférieur au prix d'équilibre sur le marché français.

Ces résultats suggèrent qu'une aide directe couplée au facteur travail définie de telle sorte à maintenir le niveau de valeur ajoutée dans le secteur des grandes cultures n'est pas découplée vis-à-vis de la production domestique (les productions domestiques de grandes cultures augmentent toutes de plus de 8% par rapport au scénario de référence). Par contre, cette aide peut être considérée comme découplée par rapport aux échanges dans la mesure où les exportations vers le RdM restent nulles.

9.2.1.2. Analyse des résultats dans le scénario travail fixe

Dans ce scénario, la rémunération unitaire du facteur travail dans le secteur des grandes cultures est différente de la rémunération unitaire du travail dans les autres secteurs agricoles. En fait, cette rémunération unitaire correspond au prix dual de ce facteur, c'est-à-dire le prix qui amène à l'utilisation de la quantité initiale de travail dans ce secteur. Ce prix dual est nettement supérieur (+88,62%) à la rémunération unitaire initiale et la subvention unitaire représente 65,7% de ce prix dual. La rémunération totale du facteur travail dans les grandes cultures augmente de +14,584 milliards de francs 1990, uniquement sous l'effet du prix car la quantité est contrainte à son niveau initial.

La quantité de capital utilisée baisse moins (-25,64% par rapport à la base) que dans le scénario travail mobile. Cependant, la quantité de l'agrégat « travail - capital » diminue de -14,24% dans le scénario travail fixe et de -7,73% dans le scénario travail mobile. En d'autres termes, la contraction du secteur d'activité des grandes cultures est plus forte dans le premier cas par rapport au second. Cette contraction de ce secteur d'activité reste néanmoins moins importante que la contraction observée dans le scénario de référence (l'agrégat « travail-capital » diminue de -18,04% dans ce cas). Cet effet contraction explique pour une bonne part les différences obtenues dans les productions domestiques des produits de grandes cultures entre les scénarios travail mobile et travail fixe. Dans ce dernier, les productions domestiques de chaque céréale diminuent, dans des proportions plus proches des résultats obtenus dans le scénario de référence. De même, les variations des prix à la production des grandes cultures dans le scénario travail fixe se rapprochent de celles du scénario de référence.

9.2.2. Impacts sur le complexe agro-alimentaire français

Les principaux impacts des scénarios d'aide directe couplée au facteur travail sur le complexe agro-alimentaire français sont présentés dans le tableau 9.7.

Tableau 9.7. Impacts d'une aide directe couplée au facteur travail sur le complexe agro-alimentaire français (variations en pourcentages)

Variable	(1)	(4)	(4)-(1)	(5)	(5)-(1)
Quantité de travail dans les autres secteurs agricoles	+3,05	-7,76	-10,81	+0,61	-2,44
Quantité de travail agricole	-0,62	+4,49	+5,11	+0,51	+1,13
Production domestique d'aliments composés	+2,77	+4,28	+1,51	+3,59	+0,82
Prix à la production des aliments composés	-1,53	-5,35	-3,82	-2,79	-1,26
Production domestique de volailles	+2,61	+5,35	+2,74	+3,74	+1,13
Prix à la production des volailles	-2,16	-5,58	-3,42	-3,47	-1,31
Production domestique de porcs	+3,15	+4,47	+1,32	+3,95	+0,80
Prix à la production des porcs	-3,15	-5,47	-2,32	-4,36	-1,21
Production domestique d'autres produits animaux	+7,00	+5,78	-1,22	+7,56	+0,56
Prix à la production des autres produits animaux	-2,01	-1,17	+0,84	-2,07	-0,06
Production domestique de bovins	+7,13	+4,81	-2,32	+7,45	+0,32
Prix à la production des bovins	-1,48	-0,62	+0,86	-1,48	0
Production de bovins par l'élevage laitier	+0,04	+0,20	+0,16	+0,09	+0,05
Rente de quota dans l'élevage laitier	+6,79	+11,22	+4,43	+9,18	+2,39
Production de bovins par l'élevage bovin	+10,21	-1,96	+12,17	+7,99	-2,22
Production de bovins par l'élevage mixte	+7,80	+19,67	+11,87	+12,50	+4,70
Rente de quota dans l'élevage mixte	+11,54	+17,20	+5,66	+15,27	+3,73
Surface fourragère totale	+2,89	+1,77	-1,12	+2,57	-0,32
Prix de la terre fourragère	+3,15	-8,34	-11,49	+1,72	-1,43
Production de fourrages dans l'élevage laitier	-1,08	-2,44	-1,36	-1,71	-0,63
Prix implicite des fourrages dans l'élevage laitier	+0,51	-1,22	-1,73	+0,52	+0,01
Production de fourrages dans l'élevage bovin	+9,24	-4,08	-13,32	+6,44	-2,80
Prix implicite des fourrages dans l'élevage bovin	+0,38	-0,86	-1,24	+0,48	+0,10
Production de fourrages dans l'élevage mixte	+2,81	+7,23	+4,42	+4,49	+1,68
Prix implicite des fourrages dans l'élevage mixte	+0,52	-1,31	-1,83	+0,51	-0,01
Production de fourrages dans les autres élevages	+5,73	+2,84	-2,89	+5,55	-0,18
Prix implicite des fourrages dans les autres élevages	+0,58	-1,07	-1,65	+0,67	+0,09

9.2.2.1. Analyse des résultats dans le scénario travail mobile

Le versement d'une aide directe couplée au facteur travail dans le secteur des grandes cultures entraîne une augmentation considérable de la quantité de travail utilisée dans ce secteur au détriment des autres secteurs d'activité agricoles (-7,76%). La quantité de travail utilisée par l'ensemble des secteurs d'activité agricoles augmente tout de même de +4,49%.

L'application du scénario travail mobile produit des effets sur les autres secteurs d'activité agricoles qui passent par deux canaux principaux : baisse du coût d'achat des aliments concentrés et réallocation des trois facteurs primaires de production. La baisse des prix à la consommation domestique des céréales et par suite des aliments composés (-5,35%) exerce un effet positif sur les productions domestiques des granivores : +5,53% pour les volailles et +4,47% pour les porcs. A la différence du scénario de référence et des scénarios d'aide directe au facteur terre, la production domestique de volailles augmente plus que la production domestique de porcs dans ce scénario d'aide directe au facteur travail. Ceci provient de la baisse plus importante du prix à la consommation domestique du maïs grain, céréale relativement plus consommée en l'état par le secteur avicole que par le secteur porcin.

Dans le secteur de l'élevage bovin, initialement intensif en travail, la réallocation du facteur travail entraîne une baisse de la quantité de travail utilisée dans ce secteur, de sa production de fourrages (-4,08%) et de bovins (-1,96%). Cette baisse de la production de bovins par le secteur de l'élevage bovin est compensée par une hausse de la production de bovins par le secteur de l'élevage mixte (+19,67%) et par le secteur de l'élevage laitier (+0,20%). Au total, la production domestique de bovins augmente de +4,81% par rapport à la base et le prix à la production diminue de -0,62% par rapport à la situation initiale. L'aide directe couplée au facteur travail favorise donc plus les productions domestiques de porcs et de volailles que la production de bovins. Les productions domestiques de porcs et de volailles sont très dépendantes de l'évolution du prix des aliments concentrés (simples ou composés) et relativement peu dépendantes de l'évolution du prix des facteurs primaires. A l'inverse, la production domestique de bovins vivants dépend de l'évolution du prix des différents aliments dont les fourrages et donc répond plus au choc sur les marchés des facteurs primaires de production.

9.2.2.2. Analyse des résultats dans le scénario travail fixe

Quand la quantité de travail est fixée dans le secteur des grandes cultures, la demande totale de ce facteur par les autres secteurs d'activité agricoles augmente de +0,61% et la quantité totale de travail utilisée par l'ensemble des secteurs d'activité agricoles augmente de +0,51%. Les effets sont alors différents des effets obtenus lorsque le travail dans le secteur des grandes cultures n'est pas fixé. Par exemple, la production de bovins vivants par le

secteur de l'élevage bovin ne diminue plus mais au contraire augmente de +7,99%. Par suite, la production domestique totale de bovins augmente de +7,45%, niveau plus proche de celui obtenu dans le scénario de référence.

Les augmentations des productions domestiques de porcs, de volailles et d'aliments composés sont inférieures aux augmentations obtenues dans le cas où la quantité de travail dans le secteur des grandes cultures est libre, ce qui s'explique toujours par l'évolution du prix des céréales. Les augmentations des productions domestiques de porcs et de volailles redeviennent inférieures à l'augmentation de la production domestique de bovins vivants.

9.2.3. Impacts sur le reste de l'économie

Les principaux impacts des scénarios d'aide directe couplée au facteur travail sur le reste de l'économie sont reportés dans le tableau 9.8.

Tableau 9.8. Impacts d'une aide directe couplée au facteur travail sur le reste de l'économie (variations en pourcentages)

Variable	(1)	(4)	(5)
Dépenses du FEOGA partie française pour le secteur des grandes cultures (MF)	-17,516	+7,541	+2,757
Dépenses totales du FEOGA partie française (MF)	-15,219	+8,980	+5,045
Revenu disponible du gouvernement	+0,98	-0,65	-0,41
Consommation gouvernementale de services	+0,72	-1,12	-0,77
Revenu disponible du ménage	+0,07	+0,59	+0,53
Consommation finale des autres biens secondaires	-0,06	+0,04	+0,12
Consommation finale de services par le ménage	-0,21	+0,10	+0,33
Variation compensatrice du ménage (MF)	-5,056	+1,911	+10,994
Variation compensatrice du gouvernement (MF)	+8,483	-13,160	-8,969
Bien être de l'économie (MF)	+3,427	-11,249	+2,025

(MF) : milliards de francs 1990

9.2.3.1. Analyse des résultats dans le scénario travail mobile

Les dépenses du FEOGA partie française en faveur du secteur français des grandes cultures, c'est-à-dire le montant total des aides directes assises sur le facteur travail, s'élèvent à 25,057 milliards de francs 1990, soit +7,541 milliards de francs 1990 par rapport à la situation initiale (+43%). Les dépenses totales de ce secteur institutionnel augmentent légèrement plus, en particulier sous l'effet de l'augmentation des restitutions aux exportations de viande bovine. Les transferts du gouvernement français au budget européen augmente par définition de la même façon ; le revenu disponible du gouvernement diminue de -0,65% et sa consommation finale de services de -1,12%. A l'inverse, le revenu disponible du

ménage augmente (+0,59%); par conséquent, sa consommation finale des différents biens et services augmente sous cet effet revenu.

Concernant le bien être, la variation compensatrice du ménage augmente (+1,911 milliards de francs 1990) tandis que celle du gouvernement diminue (-13,160 milliards de francs 1990). Au total, le bien être global diminue de -11,249 milliards de francs 1990.

9.2.3.2. Analyse des résultats dans le scénario travail fixe

Les dépenses du FEOGA partie française en aides directes assises sur le facteur travail sont nettement moins importantes que dans le cas précédent (20,273 contre 25,057 milliards de francs). Les dépenses de ce secteur institutionnel en faveur du secteur français des grandes cultures augmentent de 2,757 milliards de francs 1990 et ses dépenses totales de 5,045 milliards de francs 1990.

Malgré une hausse du revenu disponible plus limitée (+0,53 contre +0,59), la variation compensatrice du ménage augmente plus fortement (+10,994 contre +1,911) grâce à une diminution relative des prix à la consommation finale des produits alimentaires, des autres biens et des services. La variation compensatrice du gouvernement diminue de façon moins importante (-8,969 contre -13,160). Le bien être global augmente de 2,025 milliards de francs 1990 par rapport à la base alors que celui-ci diminue lorsque la quantité de travail n'est pas fixe.

9.2.4. Conclusion partielle

Dans cette section, les effets d'un soutien du revenu dans le secteur des grandes cultures par l'unique instrument de l'aide directe couplée au facteur travail sont analysés en considérant deux hypothèses différentes sur la mobilité du facteur travail.

Dans le cas où le facteur travail est imparfaitement mobile (scénario travail mobile), le versement d'une aide directe couplée au facteur travail dans le secteur des grandes cultures favorise bien évidemment l'utilisation de ce facteur dans ce secteur, principalement au détriment des autres secteurs agricoles. L'activité globale de ce secteur diminue par rapport à la situation initiale, car les quantités demandées de deux autres facteurs, capital et terre, diminuent. Les productions domestiques du blé tendre, de l'orge, des graines oléagineuses et des protéagineux diminuent alors que les productions domestiques de maïs grain et des autres céréales augmentent. L'aide directe couplée au facteur travail ne peut donc pas être considérée comme découplée vis-à-vis de la production domestique. Les effets de cette aide sur les exportations de céréales vers le RdM sont nulles.

Les prix à la production domestique et à la consommation domestique des céréales chutent fortement, ce qui favorise l'utilisation communautaire de celles-ci. Il est intéressant de noter que, dans le scénario travail mobile, les productions domestiques de granivores augmentent

plus que la production domestique de bovins vivants alors que l'ordre inverse était obtenu dans les scénarios étudiés jusqu'à présent.

Les dépenses du FEOGA partie française en faveur du secteur des grandes cultures augmentent de manière substantielle par rapport à la base. Par suite, la variation compensatrice du gouvernement français diminuent également fortement. La variation compensatrice du ménage représentatif augmente mais insuffisamment pour compenser la baisse de celle du gouvernement. Au total, le bien être de l'économie diminue par rapport à la situation initiale ; l'aide directe liée au facteur travail n'est donc pas une mesure de politique efficace pour soutenir le revenu du secteur des grandes cultures.

Dans le cas où la quantité de travail dans le secteur des grandes cultures est fixée à son niveau initial, les résultats sont plus proches de ceux obtenus dans le cas de référence. Le bien être de l'économie augmente par rapport à la situation initiale mais reste inférieure à celle obtenue dans le scénario de référence. Cette mesure de politique devient alors plus efficace que l'ancienne politique de soutien par les prix mais engendre tout de même un coût pour la société.

9.3. Conclusion du chapitre 9

L'objectif de ce chapitre était d'analyser les conséquences de modifications des instruments de soutien interne dans le secteur français des grandes cultures à la fois sur ce secteur, sur le complexe agro-alimentaire français et plus généralement sur l'économie française. Cette analyse est motivée par le fait que l'accord agricole de Marrakech contraint plusieurs pays, dont la France, à ne plus soutenir les revenus agricoles uniquement par un régime de prix de soutien et qu'il est probable de plus que, à l'issue des prochaines négociations commerciales multilatérales, cet instrument de soutien des revenus soit exclu.

Dans ce chapitre, deux types d'instrumentations sont successivement analysées. La première instrumentation envisagée repose sur une aide directe liée au facteur terre, non différenciée par grande culture. Cette instrumentation s'inscrit dans la logique de la réforme de la PAC de mai 1992 et des propositions de réforme de l'Agenda 2000 de la Commission Européenne. La deuxième instrumentation de soutien des revenus dans le secteur des grandes cultures consiste en une aide directe liée au facteur travail. Chacune de ces deux instrumentations est simulée sous deux hypothèses alternatives concernant la mobilité du facteur primaire subventionné : mobilité imparfaite versus immobilité parfaite de ce facteur. Au total, quatre scénarios sont étudiés dans ce chapitre.

Le dénominateur commun à ces quatre scénarios est qu'ils permettent tous de maintenir le revenu (mesuré par la valeur ajoutée brute au coût des facteurs) dans le secteur des grandes cultures à son niveau initial. Cela permet en particulier de juger de l'efficacité de différentes instrumentations pour un même niveau de soutien. La comparaison des résultats

de ces scénarios avec le scénario de référence présenté dans le chapitre précédent permet d'apprécier les effets propres aux aides directes.

Les principaux résultats de ces scénarios sont les suivants. Tout d'abord, le passage d'un régime de soutien par les prix à un système d'aides directes au revenu entraîne une diminution des productions domestiques des produits de grande culture, diminution d'autant plus forte que le facteur primaire subventionné est peu mobile et peu substituable avec les autres intrants. Les baisses des productions domestiques sont les plus fortes dans le scénario terre fixe et les moins fortes dans le scénario travail libre. Pour les quatre scénarios simulés dans ce chapitre, les baisses de production domestiques des produits de grande culture sont inférieures aux baisses observées dans le scénario de référence. Les aides directes assises sur les facteurs primaires de production ont donc un effet non nul sur les volumes produits. Toutefois, il faut souligner que cet effet est relativement modéré dans le scénario terre fixe.

Au niveau des échanges, quel que soit le scénario envisagé dans ce chapitre, les exportations de céréales vers le RdM sont toutes nulles, comme dans le scénario de référence. Les aides directes apparaissent donc comme découplées vis-à-vis des exportations lorsque le niveau de ces aides permet seulement de maintenir la valeur ajoutée brute au coût des facteurs dans le secteur des grandes cultures à son niveau initial.

Les effets des quatre scénarios sur les autres composantes du complexe agro-alimentaire français passent essentiellement par deux canaux : l'alimentation animale et l'allocation des facteurs primaires de production. La baisse des prix des aliments concentrés consécutive à l'abandon du régime de soutien par les prix favorise tous les élevages et donc la production des toutes les viandes ; le versement d'aides directes aux facteurs primaires utilisés par le secteur des grandes cultures pénalise la production des herbivores.

L'abandon du régime de soutien par les prix au profit d'aides directes assises sur le facteur terre n'entraîne pas une augmentation substantielle des dépenses budgétaires ; la hausse de celles-ci est inférieure à 5%. Par contre, la mise en place d'aide directe parfaitement couplée au facteur travail induit une augmentation importante des dépenses budgétaires (+43%).

Enfin, nous remarquons qu'une aide directe couplée à un facteur primaire de production dans un secteur d'activité est d'autant plus efficace que le facteur subventionné est spécifique à ce secteur et peu substituable avec les intrants utilisés par ce secteur. Cette constatation nous amène à conclure qu'un système de soutien des revenus est d'autant plus efficace que ses effets sur la production domestique sont faibles.

Conclusion générale

L'ambition de ce travail de recherche était de construire un modèle d'EGC centré sur le complexe agro-alimentaire français dans le but de disposer d'un outil pertinent pour évaluer les conséquences des réformes futures de politiques agricoles communautaire et française sur la branche agricole, sur les branches situées en amont et en aval et plus généralement sur l'économie française.

La construction de ce modèle d'EGC vise tout d'abord à s'extraire du cadre souvent trop restrictif de l'équilibre partiel des modèles d'offre agricole actuellement utilisés en France, par la prise en compte de toutes les liaisons intersectorielles (via les prix de marché des biens, en amont et en aval, les rémunérations et les allocations des facteurs primaires de production, etc.) et du côté demande de l'économie (via la consommation finale et l'épargne des ménages, les dépenses publiques en faveur des secteurs d'activité agricoles et agro-alimentaires, etc.). La démarche adoptée dans cette thèse vise à mieux insérer l'agriculture dans son environnement économique global et, de ce fait, marque une évolution majeure par rapport aux travaux antérieurs. De plus, un modèle d'EGC permet d'apporter des réponses chiffrées à des problèmes de politique économique tout en respectant une cohérence théorique globale (au sens où toutes les fonctions de comportement introduites dans un tel modèle sont explicitement dérivées de programmes micro-économiques d'optimisation) et une cohérence comptable (au sens où tous les flux de l'économie sont pris en compte sous la forme d'identités comptables).

Après une première partie destinée à présenter les principes, les propriétés et les limites de la modélisation en équilibre général calculable, la deuxième partie est consacrée à la description du modèle d'EGC centré sur le complexe agro-alimentaire français, dont les principales caractéristiques peuvent être synthétisées comme suit.

Tout d'abord, au niveau de sa dimension (cf. chapitre 2), il est souvent affirmé qu'une des principales faiblesses des modèles d'EGC centrés sur l'agriculture est le caractère trop frustré de la désagrégation en secteurs et en biens de la branche agricole, et des branches situées en amont et en aval. La représentation explicite des instruments de la PAC nécessite pourtant d'adopter une désagrégation fine de la branche agricole et de la branche agro-alimentaire, en particulier parce que les mécanismes à l'œuvre portent aussi bien sur les produits bruts (application des quotas laitiers au niveau de l'exploitation, par exemple) que sur les produits transformés (soutien du prix du lait à la ferme par le biais de la fixation de prix d'intervention pour le beurre et la poudre de lait écrémé, par exemple). Aussi, la désagrégation sectorielle adoptée est guidée par le souci de représenter au mieux toute la chaîne alimentaire et le fonctionnement réel des instruments de la PAC actuellement en vigueur. A cette fin, 9 secteurs d'activité agricoles, 6 secteurs d'activité agro-alimentaires et 7 secteurs d'activité du reste de l'économie ont été distingués. Ces 22 secteurs d'activité offrent 30 produits, dont 14 biens agricoles, 11 biens agro-alimentaires et 5 biens et services

pour le reste de l'économie. Les technologies de production des secteurs d'activité agricoles et agro-alimentaires sont par conséquent très souvent multi-produits.

Un soin particulier a été apporté à la spécification des technologies de production dans les différents secteurs d'activité agricoles et agro-alimentaires, notamment au niveau de la prise en compte des possibilités de substitution entre les consommations intermédiaires, entre les facteurs primaires de production, et entre les consommations intermédiaires et les facteurs primaires de production (cf. chapitre 3). L'adoption de formes paramétriques fonctionnelles flexibles pour représenter ces technologies, formes fonctionnelles qui n'imposent a priori aucune restriction sur les relations de substitution-complémentarité entre les intrants, est cependant difficile en raison du manque d'informations statistiques fiables sur les élasticités partielles dans les différents processus de production. Un équilibre a du être trouvé entre une représentation des technologies économe en paramètres et relativement facile à programmer et une représentation des technologies qui soit une approximation satisfaisante de la réalité, pour le niveau d'agrégation considéré. La fonction CES est utilisée à plusieurs niveaux, sous l'hypothèse de séparabilité forte du processus de production selon une partition qui est spécifique à chaque secteur d'activité. Les technologies de production multi-produits sont modélisées sous l'hypothèse d'une séparabilité globale entre inputs et outputs, sauf dans les cas où certains inputs sont spécifiques à un seul produit.

Comme dans de nombreux modèles d'EGC centrés sur l'agriculture, un seul ménage, représentatif de l'ensemble des ménages français, est spécifié (cf. chapitre 4). Celui-ci alloue son revenu disponible par étapes successives, sous l'hypothèse d'une séparabilité forte de la fonction d'utilité directe en quatre niveaux. Dans un premier temps, le ménage alloue son revenu disponible entre l'épargne et la consommation finale de biens et services. Dans un second temps, le revenu disponible à la consommation est réparti entre la consommation des biens alimentaires, la consommation des biens non alimentaires et la consommation de services. Le budget alimentaire est, dans un troisième temps, alloué entre cinq agrégats alimentaires : les viandes, les produits laitiers, les produits transformés des céréales, les végétaux et les autres produits alimentaires. Dans un quatrième et dernier temps, le ménage détermine la consommation finale de chaque viande au sein de l'agrégat des viandes. A différents niveaux, les micro fonctions d'utilité sont de type Stone-Geary de façon à ne pas contraindre les élasticités de dépenses des demandes finales des produits alimentaires. Le calibrage des paramètres des micro fonctions d'utilité s'appuie sur nos propres estimations économétriques entreprises pour accroître le degré de cohérence du bloc consommation finale des ménages.

La modélisation des instruments de la politique agricole (cf. chapitre 6) constitue l'une des originalités du modèle. Il est vrai que la diversité des formes de l'intervention publique dans les secteurs agricoles et agro-alimentaires rend ce travail de modélisation très complexe. En

Conclusion générale

pratique, deux solutions de modélisation sont possibles. La première solution, simple à mettre œuvre mais particulièrement réductrice, consiste à adopter une modélisation implicite ou équivalente où chaque instrument de politique est converti en un équivalent subvention ou taxe. La seconde solution, nettement plus complexe, tient en une modélisation explicite des différents instruments de politique. Cette seconde solution est celle adoptée dans ce travail car elle est la seule permettant de simuler les impacts de réformes de politique agricole en termes de modifications des instruments utilisés. De plus, la modélisation explicite des instruments est plus appropriée lorsque l'on s'intéresse aux canaux de transmission des effets de réformes de politique agricole, notamment le long de la chaîne alimentaire. Les instruments de la PAC modélisés explicitement dans ce travail sont les mesures aux échanges, à l'importation et à l'exportation, les instruments du régime d'intervention, les subventions aux consommations intermédiaires, les quotas de production, les subventions à la production et les aides directes assises sur les facteurs primaires de production. Les instruments du régime d'intervention et les quotas de production sont non seulement modélisés explicitement mais également de manière complémentaire, c'est-à-dire en permettant le passage de façon endogène d'un régime à un autre.

La dernière caractéristique du modèle qui mérite d'être soulignée est la distinction de deux zones étrangères, c'est-à-dire le reste de l'UE et le reste du monde hors UE nécessaire pour tenir compte des échanges privilégiés entre la France et ses partenaires communautaires.

Les simulations réalisées avec le modèle sont présentées dans la troisième partie. Le comportement du modèle est mis en évidence (cf. chapitre 8) à partir d'un scénario de suppression des mesures de soutien interne dans le secteur des grandes cultures. Dans un modèle d'EGC, un tel choc sectoriel va produire des effets sur les autres pans de l'économie à travers plusieurs canaux. Certains de ces canaux sont relativement faciles à identifier : effets sur les secteurs d'élevage par l'intermédiaire de l'alimentation animale, effets sur l'ensemble des secteurs agricoles à travers l'allocation des facteurs primaires de production, effets sur les échanges et les dépenses budgétaires. En plus de ces effets que nous pouvons qualifier de « directs », viennent s'ajouter des effets « d'équilibre général » dont la nature est plus difficilement prévisible ex ante (effets de la variation des taux de change, des prix des facteurs primaires, des prix des autres produits, ...). De ce fait, les résultats du modèle, et plus généralement des modèles d'EGC, sont à première vue difficiles à interpréter et ces modèles sont alors souvent perçus comme des boîtes noires. Toutefois, le recours à la théorie économique sous-jacente nous a permis d'expliquer, ex post, les résultats obtenus, la cohérence globale de la modélisation en équilibre général calculable permettant de s'assurer de la robustesse de l'analyse. De manière générale, les variantes techniques menées dans le chapitre 8 montrent que les résultats fournis par le modèle pour la branche agricole dépendent très fortement des hypothèses relatives à la mobilité intersectorielle des

facteurs primaires de production tandis qu'ils sont pratiquement insensibles à la règle de bouclage du budget du gouvernement français.

Enfin, l'analyse des conséquences d'un changement de mode de soutien des revenus agricoles, qui relève d'une vision plus prospective de l'évolution de la politique agricole, témoigne des possibilités multiples d'utilisation du modèle. Plusieurs facteurs devraient contribuer à diminuer la part du soutien par les prix et à accroître la part du soutien versée sous forme d'aides directes, à la charge du contribuable. En particulier, le prochain cycle de négociations commerciales multilatérales au sein de l'OMC et la pression des Etats-Unis, préfigurée par la loi agricole américaine d'avril 1996, devraient aboutir à accroître l'exigence d'un plus grand découplage des instruments de soutien des revenus agricoles par rapport aux décisions de production et des conditions de marché. Deux systèmes d'aides directes sont évalués : aides directes assises sur le facteur terre et aides directes assises sur le facteur travail. Il apparaît alors que plus l'aide directe est découplée vis-à-vis des volumes produits, plus la politique de soutien des revenus est efficace.

Naturellement, ce travail présente de nombreuses limites que l'on s'efforcera de dépasser dans la perspective d'utilisation du modèle comme outil d'aide à la décision publique. Les limites propres à la modélisation en équilibre général calculable ont déjà été présentées dans le premier chapitre (manque de validation des résultats, traitement du progrès technique, ...); nous soulignons donc ici seulement les principales limites du modèle d'EGC centré sur le complexe agro-alimentaire français. La première limite vient de l'année de référence choisie pour calibrer le modèle. Celui-ci est en effet calé sur les données de l'année 1990; la situation initiale servant de base aux simulations correspond donc à une situation d'avant la réforme de mai 1992. Un passage à une situation initiale relevant de la PAC réformée permettrait de rendre plus pertinentes les analyses de scénarios alternatifs d'évolution future de la PAC. Le recalibrage du modèle suppose au préalable la construction d'une nouvelle matrice de comptabilité sociale. En second lieu, les variantes techniques du chapitre 8 montrent la dépendance des résultats produits par le modèle aux hypothèses concernant la mobilité des facteurs primaires de production entre les différents secteurs d'activité. Il est clair alors qu'un travail plus approfondi de modélisation des marchés des facteurs primaires de production serait souhaitable. De plus, l'hypothèse posée de plein emploi de ces facteurs est assez restrictive par rapport à la réalité de l'économie française, en particulier pour le facteur travail. Même si l'étude du marché du travail n'est pas l'objectif premier de ce modèle, les résultats qu'il produit dépendent de cette hypothèse de plein emploi; l'introduction de facteurs primaires de production inutilisés modifie sensiblement les résultats d'un modèle d'EGC (Sadoulet et de Janvry, 1993). En troisième lieu, le modèle repose sur l'hypothèse que tous les producteurs du complexe agro-alimentaire français sont en situation de concurrence pure et parfaite ou, en d'autres termes, qu'ils n'ont aucun pouvoir de marché au

Conclusion générale

sein de ce complexe, que ce soit sur le marché de leur(s) output(s) ou sur celui de leurs inputs. Or deux études (Gohin et Guyomard, 1998 ; Benjamin et *al.*, 1997), utilisant l'approche par les variations conjecturales, tendent à montrer que certains secteurs d'activité agro-alimentaires et le secteur du commerce de détail alimentaire français sont caractérisés par des structures de concurrence imparfaite. L'abandon de l'hypothèse de concurrence pure et parfaite dans ces secteurs permettrait de rendre compte du processus de transmission imparfaite pour certains produits des variations de prix le long de la chaîne alimentaire française.

En dépit de ces limites, le modèle d'EGC centré sur le complexe agro-alimentaire français construit dans cette thèse possède des atouts indéniables pour fournir des évaluations pertinentes des réformes futures de la politique agricole.

Annexe 1.

Définition et interprétation des indicateurs de bien-être global :

la Variation Equivalente (VE) et la Variation Compensatrice (VC)

Différents indicateurs "synthétiques" peuvent être utilisés pour évaluer un scénario donné, et comparer différents scénarios entre eux. Les critères d'évaluation les plus fréquemment utilisés sont l'efficacité, le bien-être, la soutenabilité et la faisabilité politique (Sadoulet et De Janvry, 1993). Le cadre statique du modèle construit dans ce travail ne permet pas de calculer un ou des indicateurs de la soutenabilité d'une politique car le calcul requiert l'utilisation d'un référentiel intertemporel. Apprécier la faisabilité politique d'un scénario est difficile car cela nécessite de connaître le poids politique de chaque acteur (ou groupe d'acteurs) concerné par la politique considérée. Un scénario donné est clairement politiquement faisable si aucun acteur n'est "moins bien" et certains acteurs "mieux". Si certains joueurs subissent une perte liée à l'application d'un scénario, ce dernier peut néanmoins être politiquement faisable s'il est possible de compenser ex-post les perdants par transfert des gagnants vers les perdants. Le problème à résoudre est alors celui de l'identification des gagnants et des perdants, et des transferts nécessaires des premiers vers les seconds pour obtenir l'adhésion de ces derniers à la politique envisagée. De manière générale, la construction d'un indicateur de faisabilité politique requiert la construction d'une fonction "politique pondérée" du gouvernement où les différents acteurs de l'économie sont représentés par leur fonction objectif (à préciser) et où les poids représentent les niveaux relatifs d'influence que chaque groupe peut exercer sur le gouvernement. L'efficacité est souvent mesurée simplement par la valeur ajoutée brute au coût des facteurs. Cette dernière est calculée pour les différents secteurs d'activité, et au niveau agrégé national par sommation sur tous les secteurs.

Les indicateurs de bien-être généralement retenus sont les variations équivalente (VE) et compensatrice (VC), concepts proches de la variation de surplus des consommateurs (VSC). La VSC pose le problème du sentier d'intégration, c'est-à-dire la dépendance du calcul de la VSC par rapport à l'ordre dans lequel les variations de prix et de revenu sont prises en compte. Le calcul des VC et VE ne pose pas ce problème. Considérons donc un consommateur caractérisé par une fonction d'utilité indirecte $V(PCF, RD)$.

De manière très générale, la variation compensatrice correspond à la variation de revenu qui permet au consommateur d'atteindre à l'équilibre final, défini avec le nouveau système de prix et de revenu, le même niveau d'utilité qu'initialement. En posant que l'exposant 0 correspond à l'état initial et l'exposant 1 à la situation finale, la variation compensatrice est alors implicitement définie par l'identité suivante :

$$V(PCF^1, RD^1 - VC) = V(PCF^0, RD^0) \quad (1)$$

L'interprétation de l'équation (1) est simple. Si la politique considérée correspond à un accroissement du bien-être du consommateur, la VC est le montant maximum que celui-ci est prêt à payer pour la mise en oeuvre de la politique. Inversement, si la politique mise en oeuvre décroît le bien-être du consommateur, la VC est le montant minimum que celui-ci doit recevoir pour accepter le changement.

De manière très générale toujours, la variation équivalente est la variation de revenu qui permet au consommateur d'atteindre à l'équilibre initial, avec l'ancien système de prix et de revenu, le même niveau d'utilité qu'à l'équilibre final. La VE est implicitement définie par l'identité suivante :

$$V(PCF^1, RD^1) = V(PCF^0, RD^0 + VE) \quad (2)$$

Si la politique considérée accroît le bien-être du consommateur, la VE est le montant minimum qu'il faut donner à ce dernier pour qu'il accepte que la politique ne soit pas mise en oeuvre. Inversement, si le bien-être du consommateur décroît, la VE est le montant maximum que le consommateur est prêt à payer pour que la politique ne soit pas appliquée.

Le calcul pratique des variations compensatrice et équivalente repose sur la détermination des fonctions de dépense associées aux fonctions d'utilité directe et indirecte. La fonction de dépense $E(PCF, U)$ est, par définition, le revenu minimum nécessaire pour atteindre un niveau d'utilité donné U dans un système de prix donné PCF . Elle est déterminée en résolvant le programme $V(PCF, RD) = U$ sous la contrainte $RD = V$. Les VC et VE s'écrivent en termes de fonctions de dépense de la façon suivante (Sadoulet et De Janvry, 1993, p. 14 ; Boadway et Bruce, 1984, p. 12) :

$$\begin{aligned} VC &= RD^1 - RD^0 - [E(PCF^1, U^0) - E(PCF^0, U^0)] \\ &= E(PCF^1, U^1) - E(PCF^1, U^0) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} VE &= RD^1 - RD^0 - [E(PCF^1, U^1) - E(PCF^0, U^1)] \\ &= E(PCF^0, U^1) - E(PCF^0, U^0) \end{aligned} \quad (4)$$

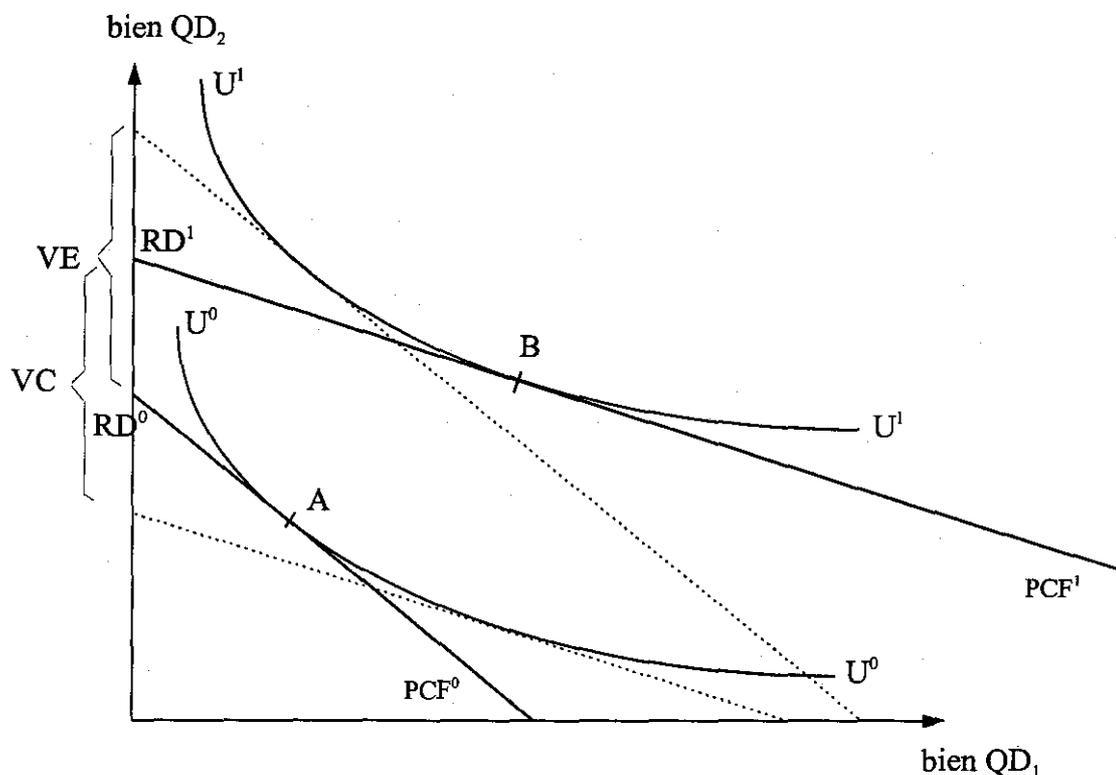
L'interprétation des équations (3) et (4) est immédiate et découle directement des définitions des deux indicateurs (cf. équations (1) et (2)). Considérons, par exemple, l'expression (4) correspondant à la variation équivalente. Le premier terme du membre de droite de l'équation (4) est la dépense nécessaire pour atteindre le niveau d'utilité final dans le système de prix initial. Le second terme du membre de droite de cette même équation est la dépense

nécessaire pour atteindre le niveau d'utilité initial, toujours dans le système de prix initial. La VE est donc la variation de dépense, positive ou négative, nécessaire pour passer du niveau d'utilité initial au niveau d'utilité final dans le système de prix initial. Si la VE est positive, la dépense additionnelle est positive et le consommateur doit donc disposer d'un revenu final plus élevé que le niveau initial pour atteindre le niveau d'utilité final avec le système de prix initial. Dans ce cas, son utilité augmente lors du passage de l'état initial à la situation finale. Inversement, si la VE est négative, la dépense additionnelle est négative et le consommateur peut se satisfaire d'un revenu final plus faible que l'initial pour atteindre le niveau d'utilité final avec le système de prix initial. Dans ce cas, son utilité diminue lors du passage de l'équilibre initial à l'équilibre final. L'interprétation de l'équation (3) définissant la VC est similaire. La seule différence réside dans le système de prix utilisé, initial dans le cas de la VE, final dans le cas de la VC. Les équations (3) et (4) montrent clairement le problème lié à ces deux mesures, i.e., le fait qu'elles sont construites en référence à un niveau d'utilité précis, initial dans le cas de la VE, final dans le cas de la VC.

Il est clair que les deux indicateurs ne vont pas nécessairement donner la même mesure quantitative de la variation de bien-être du consommateur. Ceci peut être vérifié à l'aide du graphique ci-dessous en raisonnant dans le cadre simplifié de deux biens seulement, QD_1 et QD_2 . On normalise le prix du bien 2 à l'unité. Les niveaux d'utilité initial et final sont notés U^0 et U^1 , respectivement. Ils correspondent aux courbes d'iso-utilité U^0U^0 et U^1U^1 , respectivement. L'équilibre initial, défini avec le système des prix PCF^0 , correspond au point A, point de tangence entre la courbe d'iso-utilité U^0U^0 et la droite du budget valorisé aux prix PCF^0 . Cette droite correspond aussi à la dépense $E(PCF^0, U^0)$ et l'ordonnée à l'origine est le revenu disponible initial RD^0 . L'équilibre final, défini avec le système de prix PCF^1 , correspond au point B, point de tangence entre la courbe d'iso-utilité U^1U^1 et la droite du budget valorisé aux prix PCF^1 . Cette droite correspond aussi à la dépense $E(PCF^1, U^1)$ et l'ordonnée à l'origine est le revenu disponible final RD^1 . La variation compensatrice est alors mesurée par la distance VC sur l'axe des ordonnées. Cette distance correspond à la différence entre la dépense finale RD^1 et la dépense $E(PCF^1, U^0)$ correspondant au niveau d'utilité initial et au système de prix final PCF^1 . De même, la variation équivalente est représentée, sur l'axe des ordonnées, par la distance VE entre la droite de dépense $E(PCF^0, U^1)$ et la droite de dépense RD^0 .

Les deux indicateurs correspondent donc, théoriquement, à des mesures distinctes. En pratique, elles sont souvent proches (Willig, 1976 ; De Melo et Tarr, 1992). De plus, il est important de noter que les signes des deux mesures sont toujours identiques.

Graphique A1. Représentation graphique des indicateurs de bien-être, variation équivalente (VE) et variation compensatrice (VC)



Le calcul de la variation compensatrice dans le cas particulier du modèle construit dans ce travail pose deux problèmes¹. Le premier est lié à la définition de l'agent consommateur. Nous calculons l'indicateur de la VC séparément pour les deux secteurs institutionnels domestiques distingués dans le modèle. Le second problème est lié au traitement de l'épargne. Nous avons supposé que l'épargne n'était pas un argument des fonctions d'utilité (l'épargne de chaque institution est simplement calculée en appliquant un coefficient fixe au revenu disponible) et donc qu'elle n'avait pas d'influence sur les niveaux d'utilité des consommateurs. Nous n'avons donc pas inclus l'épargne dans le calcul de la variation compensatrice.

¹ La forme de la fonction de dépense associée à une fonction d'utilité de type Stone Geary, nécessaire pour calculer la variation compensatrice, est donnée par l'équation 4.18.

Références bibliographiques

Abler G.D., Shortle J.S. (1992). Environmental and farm commodity policy linkages in the US and the EC. *European Review of Agricultural Economics*. 19, p. 197-217.

Agri US analyse (divers numéros).

Aldeman I., Robinson S. (1986). U.S. Agriculture in a General Equilibrium Framework : Analysis with a Social Accounting Matrix. *American Journal of Agricultural Economics*. 68(5), p. 1196-1207.

Appelbaum E. (1982). The estimation of the degree of oligopoly power. *Journal of Econometrics*. 19, p. 287-299.

Armington P.S. (1969). A Theory for Demand of Products Distinguished by Place of Production. *IMF Staff Papers*. 16(1), p. 159-178.

Arrow K.J., Debreu G. (1954). Existence of an equilibrium for a competitive economy. *Econometrica*. 22(3), p. 265-290.

Arrow K.J., Hahn F.H. (1971). *General Competitive Analysis*. San Francisco, CA : Holden-Day.

Ball E. (1988). Modeling Supply Response in a Multiproduct Framework. *American Journal of Agricultural Economics*. 70, p. 813-825.

Ballard C.L., Fullerton D., Shoven J.B., Whalley J. (1985). *A General Equilibrium Model for Tax Policy Evaluation*. Chicago, University of Chicago Press.

Baudin P. (1993). *L'Europe face à ses marchés agricoles : De la naissance de la politique agricole commune à sa réforme*. Economica, Paris.

Beaumais O., Schubert K. (1994). Equilibre général appliqué et environnement : de nouveaux comportements pour le consommateur et le producteur. *Revue Economique*. 45(3), p. 905-916.

Beaumais O. (1995). Une réinterprétation des politiques de l'environnement par les modèles. Thèse de Doctorat en Sciences Economiques. Université de Paris 1.

Beaumais O., Schubert K. (1996). Les modèles d'équilibre général appliqué à l'environnement : développements récents. *Revue d'Economie Politique*. 106(3), p. 355-380.

Benjamin C., Le Mouél C., Surry Y. (1997). Measuring market power in French food manufacturing : A preliminary analysis. Working paper, INRA ESR Rennes, 16 p.

Berndt E.R., Christensen L.R. (1973). The internal structure of functional relationships : separability, substitution and aggregation. *Review of Economic Studies*. 40, p. 403-410.

Bhagwati J.N. (1971). The Generalized Theory of Distortions and Welfare. In : Bhagwati J.N. (ed). *Trade, Balance of Payments and Growth*, North Holland Publishing Company, Amsterdam, p. 69-89.

Boadway R.W., Bruce N. (1984). *Welfare Economics*. Basic Blackwell, Oxford.

- Borges A.M. (1986). Les modèles appliqués d'équilibre général : une évaluation de leur utilité pour l'analyse des politiques économiques. *Revue Economique de l'OCDE*. 7, p. 7-47.
- Boyd R., Uri N.D. (1995). The Impact of the Tariff-Rate Quota on Imports of Sugar on the United States Economy. *Journal of Food Products Marketing*. 2(3), p. 31-66.
- Breckling J., Thorpe S., Stoeckel A. (1986). A skeletal version of a general equilibrium model for the European Community. Unpublished Paper.
- Brooke A., Kendrick D., Meeraus A. (1988). GAMS: A User's Guide. Palo Alto, California, The Scientific Press.
- Brown D.S. (1987). Tariffs, the terms of trade, and national product differentiation. *Journal of Policy Modeling*. 9, p. 503-526.
- Brown C. (1993). Agricultural Trade and Policy Modelling: Model Divergence and Recent Developments. Report n°72, Statens Jordbrugsøkonomiske Institut, Copenhagen, Denmark.
- Bureau J.C., Danechvar-Kakhki M. (1991). Les substitutions entre les céréales et les autres concentrés en alimentation animale : une application à des élevages laitiers. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales*. 18-19, p. 181-213.
- Bureau J.C., Gohin A., Guyomard H., Le Mouél C. (1996). CAP response to the 1996 US FAIR Act. In Colman (ed.) *The US Farm Bill. Implications for further CAP reform*. Manchester University, Manchester (GBR), p. 64-81.
- Burniaux J.M. (1987). *Le radeau de la méduse : Analyse des dilemmes alimentaires*. Economica.
- Burniaux J.M., Delorme F., Lienert I., Martin J.P. (1990). Walras - A multi-sector, multi-country applied general equilibrium model for quantifying the economy-wide effects of agricultural policies : a technical manual. Working papers n°84, OECD Paris. Department of Economics and Statistics.
- Burniaux J.M., Van der Mensbrugge (1991). Trade Policies in a Global Context: Technical Specification of the Rural/Urban - North/South (RUNS) Applied General Equilibrium Model. OECD, OECD Development Centre, Technical Paper n°48.
- Carpentier A. (1991). Etude de la demande de produits laitiers. Mémoire de fin d'études. INRA - ENSAR.
- Carpentier A., Guyomard H. (1993). Calcul des élasticités prix et revenu sous l'hypothèse de budgétisation par étapes : une méthode approchée. Document de travail n°93-08, INRA Rennes.
- Cazes S., Chauveau T., Le Cacheux J., Loufir R. (1992). Retraites et évolutions démographiques en France. Observations et diagnostics économiques. *Revue de l'OFCE*. 39, p. 93-151.
- Chambers R.G. (1988). *Applied production analysis. A dual approach*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Deaton A., Muellbauer J. (1980). *Economics and Consumer Behaviour*. Cambridge University Press.

Dervis K., De Melo J., Robinson S. (1982). *General equilibrium models for development policy*. World Bank Research. Cambridge University Press.

Dewatripont M., Michel G. (1987). On closure rules, homogeneity and dynamics in applied general equilibrium models. *Journal of Development Economics*. 26, p. 65-76.

Dicke H., Donges J.B., Gerken E., Kirpatrick G. (1989). The Economics Effects of Agricultural Policy in West Germany. *Journal of the Kiel Institute of World Economics*. p. 301-321.

Dixon P.B., Parmenter B.R., Sutton J., Vincent D.P. (1982). *ORANI : A multisectoral model of the Australian economy*. North Holland, Amsterdam.

Dronne Y., Guyomard H., Mahé L.P., Tavera C. (1991). Les céréales dans l'alimentation animale de la CEE. Place dans la consommation de matières premières et effets d'une baisse de prix. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales*. 18-19, p. 51-71.

Dronne Y. (1995). Les utilisations françaises de céréales en alimentation animale. Analyse de l'intraconsommation à partir des bilans nationaux, régionaux et des données du RICA.

Fehr H., Wiegard W. (1996). A CGE examination of worldwide agricultural liberalisation policies : Model structure and preliminary results. In Fossati A. : *Economic Modelling Under the Applied General Equilibrium Approach*. Published by Avebury.

Folmer C., Keyser M.A., Merbis M.D., Stolwijk H.J.J., Veenendaal P.J.J. (1995). *The Common Agricultural Policy beyond the MacSharry Reform*. North Holland.

François J.F., Shiells C.R., eds. (1994). *Modeling Trade Policy: Applied General Equilibrium Assessments of North American Free Trade*. Cambridge University Press.

Fulponi L. (1989). The Almost Ideal Demand System : an application to food and meat groups for France. *Journal of Agricultural Economics*. 40(1), p. 82-93.

Gardner, B.L. (1975). The farm-Retail Price Spread in a Competitive Food Industry. *American Journal of Agricultural Economics*. 57, p. 399-409.

Gielen A., van Leeuwen N. (1996). Armington and the Law of One Price : Applying the GTAP Database to WorldScan. Papier présenté lors du 50^{ème} séminaire de l'AEEA. Giessen. Allemagne.

Gohin A., Guyomard H., Herrard N., Trochet T. (1995). La maquette MEGALEX du Modèle d'Equilibre Général de l'Agriculture et de l'Agro-Alimentaire Français MEGAAF. Document de travail MEGAAF n°1, Département d'Economie et Sociologie Rurales, Station de Rennes, Unité Politique Agricole et Modélisation.

Gohin A., Guyomard H., Herrard N., Le Roux Y., Trochet T. (1996). Le Modèle d'Equilibre Général de l'Agriculture et de l'Agro-alimentaire Français MEGAAF (version 1.0) : modélisation des instruments de la Politique Agricole Commune. Working paper INRA-ESR, Rennes.

- Gohin A., Guyomard H., Le Mouël C. (1998). Eléments de définition d'une politique agricole commune pour le XXI^e siècle. *Economie rurale*. 244, p. 22-31.
- Gohin A., Guyomard H. (1998). Measuring market power for food retail activities : French evidence. Proceedings of the Third International Conference on Chain Management in Agribusiness and the Food Industry. Wageningen Agricultural University, May 1998, p. 809-821.
- Goldin I., Knudsen O. (eds). (1990). *Agricultural Trade Liberalization*. Paris : OECD Development Center.
- Gorman W.M. (1959). Separability Utility and Agregation. *Econometrica*. 27, p. 469-481.
- Graph Agri France. (Divers numéros).
- Green H.A.J. (1964). *Aggregation in Economic Analysis : An Introductory Survey*. Princeton University Press.
- Gunning J.W., Keyser M.A. (1995). Applied General Equilibrium Models for Policy Analysis. Dans Handbook of Development Economics, Editeurs : J. Behrman et T.N. Srinivasan. 3, p. 2026-2101.
- Guyomard H. (1988). Investissement et choix techniques du secteur agricole français. Etude économétrique. Thèse de Doctorat. Université de Rennes 1.
- Guyomard H., Le Mouël C., Surry Y. (1993). Les effets de la réforme de la PAC sur les marchés céréalières communautaires. Analyse exploratoire. *Cahiers d'économie et de sociologie rurales*. 27, p. 7-42.
- Guyomard H., Herrard N., Trochet T., Dronne Y., Gohin A., Léon Y., Samson E., Surry Y. (1995). La matrice de Comptabilité Sociale Française du modèle MEGAAF et de la maquette MEGALEX. Document de travail MEGAAF n°1, Département d'Economie et Sociologie Rurales, Station de Rennes, Unité Politique Agricole et Modélisation.
- Guyomard H., Baudry M., Carpentier A. (1997). Estimating crop supply response in the presence of farm programmes: application to the Common Agricultural Policy. *European Review of Agricultural Economics*. 23, p. 401-420.
- Guzel H.A., Kulshreshtha S.N. (1995). Effects of Real Exchange Rate Changes on Canadian Agriculture : A General Equilibrium Evaluation. *Journal of Policy Modeling*. 17(6), p. 639-657.
- Hanson K., Robinson S. (1990). Data, Linkages and Models : US National Income and Products Accounts in the Framework of a Social Accounting Matrix. University of California, Department of Agricultural and Ressource Economics, Division of Agriculture and Natural Ressources. Working paper n°544.
- Hanson K., Robinson S., Tokarick S. (1990). US Adjustment in the 1990's : A CGE Analysis of Alternative Trade Strategies. United States Department of Agriculture. Economic Research Service, Agricultural and Rural Economy Division, Staff Report n°AGES 9031.

- Harrison G., Rutherford T.F., Wooton I. (1991). An Empirical Database for a General Equilibrium Model of the European Communities. in Piggott J and Whalley J : *Applied General Equilibrium*, Physica, Heidelberg, p. 95-120.
- Harrison G.W., Rutherford T.F., Wooton I. (1995). Liberalizing agriculture in the European Union. *Journal of Policy Modeling*. 17(3), p. 223-256.
- Helmar M.D., Meyers W.H., Hayes D.J. (1994). GATT and CAP Reform : Different, Similar or Redundant. Anania, Carter and McCalla (eds). *Agriculture Trade Conflicts and GATT: New Dimensions in US-European Agricultural Trade Relations*. Westview Press.
- Hertel T.W., Tsigas M.E. (1988). Tax Policy and U.S. Agriculture : A General Equilibrium Analysis. *American Journal of Agricultural Economics*. 70, p. 289-302.
- Hertel T.W. (1989). Negotiating Reductions in agricultural Support : Implications of technology and factor mobility. *American Journal of Agricultural Economics*. 71(3), p. 559-573.
- Hertel T.W., Thompson R.L., Tsigas M.E. (1989a). Economywide Effects of Unilateral Policy Liberalisation in US Agriculture. In Stoeckel A.B., Vincent D., Cuthberston S. (eds) *Macroeconomic Consequences of Farm Support Policies*. Duke University Press, Durham.
- Hertel T.W., Chattin B.L., Tsigas M.E. (1989b). General Equilibrium Analysis of Producer Subsidies for U.S. Agriculture. Department of Agricultural Economics. Purdue University. Staff paper n°89-6.
- Hertel T.W. (1990a). General Equilibrium Analysis of U.S. Agriculture : What Does It Contribute ? *The Journal of Agricultural Economics Research*. 42, p. 3-9.
- Hertel T.W. (1990b). Applied general equilibrium analysis of agricultural policies. Revised version of a paper presented at the NBER conference on Applied General Equilibrium Analysis, San Diego, California, September 8-9, 1989.
- Hertel T.W., Tsigas M. (1991). General equilibrium analysis of supply control in US agriculture. *European Review of Agricultural Economics*. 18, p. 167-191.
- Hertel T.W. (1995). *Global Trade Analysis : Modeling and Applications*. Part 2 : Structure of GTAP Framework. Cambridge University Press.
- Holloway G.J. (1989). Distribution of research gains in multistage production systems : Further results. *American Journal of Agricultural Economics*. 71(2), p. 338-343.
- Hubbard L.J. (1993). Domestic and International Consequences of a Reduction in Milk Quotas in the EU. International Agricultural Trade Research Consortium. Annual Meeting, San Diego, California.
- INSEE (1987). Système Elargi de Comptabilité Nationale base 1980. Methodes. Collections de l'INSEE, Série C, n°140-141.
- INSEE (1988) Industries agro-alimentaires : présentation générale de la base 1980 des comptes nationaux. B80, Janvier 1988.

- INSEE (1989) Le compte national de l'Agriculture : Méthodologie de la base 1980. Insee Méthodes n°3, novembre 1989.
- INSEE (1994a). Comptes et Indicateurs Economiques, Rapport sur les comptes de la Nation 1993. INSEE Résultats, n° 308-309-310, Economie Générale, n° 89-90-91, Juin 1994.
- INSEE (1994b). Les comptes de l'Agriculture Française de 1993. INSEE Résultats, n° 307, Economie Générale, n° 88, Mai 1994.
- INSEE (1994c). La consommation des ménages en 1993. INSEE Résultats. N° 311 - 312. Paris.
- Johansen L. (1960). *A Multisectoral Study of Economic Growth*. Amsterdam, North Holland.
- Johnson S.R., Hassan Z.A., Green R.D. (1984). *Demand Systems Estimation. Methods and Applications*. The Iowa State University Press.
- Jorgenson D.W. (1984). Econometric Methods for Applied General Equilibrium Modeling. In Scarf H.E. and Shoven J.B. (eds). *Applied General Equilibrium Analysis*. Cambridge University Press.
- Jorgenson D.W., Slesnick D. (1985). General Equilibrium Analysis of Economic Policy. In New Developments in Applied General Equilibrium Analysis. Piggott J., Whalley J. (eds). Cambridge University Press.
- Just R.E., Hueth D.L., Schmitz A. (1982). *Applied Welfare Economics and Public Policy*. Englewood Cliffs NJ : Prentice-Hall.
- Kehoe T.J., Noyala P.J., Manresa A., Polo C., Sancho F. (1988). A general equilibrium analysis of the 1986 tax reform in Spain. *European Economic Review*. 32, p. 334-342.
- Keller W.J. (1979). *Tax incidence : a general equilibrium approach*. Erasmus University, Rotterdam.
- Kilkenny M., Robinson S. (1988). Modelling the removal of production incentive distortions in the US agricultural sector. XX International Conference of Agricultural Economists, Buenos Aires, Argentina, August 27-September 1.
- Kilkenny M., Robinson S. (1990). Computable General Equilibrium Analysis of Agricultural Liberalization : Factor Mobility and Macro Closure. *Journal of Policy Modeling*. 12(3), p. 527-556.
- Kilkenny M. (1991). Computable General Equilibrium Modeling of Agricultural Policies : Documentation of the 30-Sector FPGE GAMS Model of the United States. Agriculture and Rural Economy Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Staff Report n° AGES 9125
- Kohli U. (1983). Non-Joint Technologies. *Review of Economic Studies*. 50, p. 209-219.
- Kohli U. (1991). *Technology, Duality, and Foreign Trade*. The GNP Function Approach to Modeling Imports and Exports. Harvester Wheatsheaf.

- Leathers H.D. (1991). Allocable fixed inputs as a cause of joint production : cost function approach. *American Journal of Agricultural Economics*. 73, p. 1083-1090.
- Lienert I. (1990). Quantifying Agricultural Policies in the Walras Model. *OECD Economic Studies*. 13, p. 103-130.
- Löfgren H., Robinson S. (1997). The Mixed-Complementarity Approach to Specifying Agricultural Supply in Computable General Equilibrium Models. Paper presented at the 23rd Conference of International Association of Agricultural Economics. Sacramento. California.
- Mahé L.P., Munk K.J. (1988). Impact of changes in agricultural policy measures based on results of an agro feed model. Paper prepared for EC Commission study « Disharmonies in EC and US Agricultural Policy Measures ».
- Mahé L.P., Rainelli P. (1987). Impact des pratiques et des politiques agricoles sur l'environnement. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales*. 4, p. 9-31.
- Mas Colell A., Whinston M.D., Green J.R. (1995). *Microeconomic Theory*. Oxford University Press.
- Mathieu M.A., Ramanantsoa J. (1995). Magali : un modèle d'offre de l'agriculture française. *Economie et prévision*. 117-118, p. 183-199.
- de Melo J., Robinson S. (1989). Product differentiation and the treatment of foreign trade in computable general equilibrium models of small economies. *Journal of International Economics*. 27, p. 47-67.
- de Melo J., Tarr D. (1992). *A General Equilibrium Analysis of Foreign Trade Policy*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Mercenier J. (1995). Can '1992' Reduce Unemployment in Europe ? On Welfare and employment effects of Europe's Move to a Single Market. *Journal of Policy Modeling*. 17(1), p. 1-38.
- Michalek J., Keyser M.A. (1992). Estimation of a two-stage LES-AIDS consumer demand system for eight EC countries. *European Review of Agricultural Economics*. 19, p. 137-163.
- Molina J.A. (1995). The Intertemporal behaviour of French consumers. *Economie appliquée*. Tome XLVIII(3), p. 175-191.
- Morke M., Tarr D. (1995). Reforming Hungarian agricultural trade policy: a quantitative evaluation. *Welwirtschaftliches Archiv, Review of World Economics*. 131, p. 106-131.
- Nichèle V., Robin J.M. (1993). Evaluation des effets budgétaires et redistributifs de réforme de la fiscalité indirecte française. *Economie et Prévision*. 110-111, p. 105-128.
- OCDE (1988). Feed Demand Elasticities. Unpublished Document of Joint Working Party n°2.
- Peerlings J. (1993). An applied general equilibrium model for Dutch agribusiness policy analysis. Thesis Wageningen Agricultural University, The Netherlands.

- Peerlings J. (1994). The effects of reducing agricultural production : an applied general equilibrium approach. Department of Agricultural Economics and Policy, Wageningen Agricultural University, The Netherland.
- Perraudin W., Pujol T. (1991). L'harmonisation fiscale en Europe et l'économie française : une approche en équilibre général. Observations et diagnostics économiques, *Revue de l'OFCE*. 37, p. 245-273.
- Perroni C., Rutherford T.F. (1995). Regular flexibility of nested CES functions. *European Economic Review*. 39, p. 335-343.
- Perroni C., Rutherford T.F. (1996). A Comparison of the Performance of Flexible Functional Forms for Use in Applied General Equilibrium Analysis. Adresse Internet : <http://www.gams.com/mpsge/domain.htm>.
- Peterson B.E. (1989). The Farm-Retail price spread revisited: A General Equilibrium Perspective. Unpublished Ph.D. Dissertation, Purdue University.
- Peterson B.E., Preckel P.V., Hertel T.W. (1992). CGE formulation focused on domestic food system. Working paper. Department of Agricultural Economics at Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Peterson B.E., Preckel P.V., Hertel T.W. (1993). A general equilibrium framework for the food marketing system. *European Review of Agricultural Economics*. 20, p. 38-57.
- Peterson B.E., Hertel T.W., Stout J. (1994). A critical assessment of supply-demand models of agricultural trade. *American Journal of Agricultural Economics*. 76, p. 709-721
- Phlips L. (1974). *Applied Consumption Analysis*. Amsterdam. North Holland.
- Pollak R.A., Wales T.S. (1987). *Demand System, Specification and Estimation*. Oxford University Press.
- Powell A.A., Gruen F.H. (1968). The Constant Elasticity of Transformation Production Frontier and Linear Supply System. *International Economic Review*. 9, p. 315-328.
- Pyatt G., Thorbecke E. (1976). *Planning Techniques for a Better Future*. Geneva : International Labour Office.
- Pyatt G., Round J.I. (1979). Accounting and Fixed Price Multipliers in a Social Accounting Framework. *Economic Journal*. 89, p. 850-873.
- Pyatt G., Round J.I. (1985). *Social Accounting Matrices. A basis for Planning*. The world Bank, Washington, D.C., U.S.A.
- Pyatt G. (1988) A SAM approach to Modeling. *Journal of Policy Modeling*. 10(3), p. 327-352.
- Rattso J. (1982). Different Macroclosures of the Original Johansen Model and Their Impact on Policy Evaluation. *Journal of Policy Modeling*. 4(1), p. 85-97.

- Rendleman C.M., Reinert K.A., Tobey J.A. (1995). Market-based Systems for Reducing Chemical Use in Agriculture in the United States. *Environmental and Resource Economics*. 5, p. 51-70.
- Roberts D. (1992). U.K. Agriculture in the Wider Economy : An analysis using a Social Accounting Matrix. Unpublished PhD Thesis, Department of Agricultural Economics, University of Manchester.
- Roberts D. (1994). A modified Leontieff model for analysis the impact of milk quotas on the wider economy. *Journal of Agricultural Economics*. 45(1), p. 90-101.
- Robidoux B., Smart M., Beauséjour L. (1988). The Economic Impact of Agriculture Policies : A General Equilibrium Assessment. Economic Studies and Policy Analysis Division. Department of Finance, Canada.
- Robidoux B., Smart M. (1990). The Agriculture expanded GET Model : Overview of model structure. Economic Studies and Policy Analysis Division. Department of Finance, Canada.
- Robinson S. (1989). Multisectoral Models. In : *Handbook of Development Economics*. Chenery H., Srinivasan T.N. (eds). 2, p. 886-947.
- Robinson S., Kilkenny M., Hanson K. (1990). The USDA/ERS Computable General Equilibrium (CGE) Model of the United States. United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Agricultural and Rural Economy Division, Staff Report n°AGES 9049.
- Rutherford T.F., Whalley J., Wigle R. (1990). Capitalization, Conditionality, and Dilution : Land Prices and the U.S. Wheat Program. *Journal of Policy Modeling*. 12, p. 605-622.
- Sadoulet E., de Janvry A. (1993). *Quantitative Development Policy Analysis*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Sayan S. (1996a). A Comparison of the Effects of Different Subsidy Schemes for U.S. Agriculture : A Computable General Equilibrium Analysis. Paper presented at the 8th Congress of European Association of Agricultural Economics. Edinburgh, Scotland.
- Sayan S. (1996b). Budget Deficits and Agricultural Support Spending : General Equilibrium Effects under Alternative Support Schemes. *Yapi Kredi Economic Review*. 7(2), p. 27-46.
- Sayan S. (1997). CGE Models vs SAM Multipliers : Which Do We Need for Agricultural Support Policy Analysis ? Paper presented at the METU International Conference on Economics. Ankara, Turkey.
- Scarf H.E. (1967). The Approximation of Fixed Points of Continuous Mapping. *SIAM Journal of Applied Mathematics*. 15, p. 1328-1343.
- Schubert K., Letournel P.Y. (1991). Un modèle d'équilibre général appliqué à l'étude de la fiscalité française : résultats de long terme. *Economie et Prévision*. 98, p. 83-101.

- Schubert K. (1993). Les modèles d'équilibre général calculable : une revue de la littérature. *Revue d'économie politique*. 103(6), p. 775-825.
- Senhadji A.S. (1997). Two common problems related to the use of the Armington aggregator in computable general equilibrium models. *Applied Economics Letters*. 4, p. 23-25.
- Shoven J.B., Whalley J. (1984). Applied General Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey. *Journal of Economic Literature*. 22, p. 1007-1051.
- Shoven J.B., Whalley J. (1992). *Applying general equilibrium*. Cambridge University Press.
- Spencer J.E. (1985). The European Economic Community: General Equilibrium Computations and the Economic Implications of Membership. In General Equilibrium Trade Policy Modeling (T.N. Srinivasan and J. Whalley, Eds.). Cambridge, MIT Press. p. 119-142.
- Stoeckel A.B. (1985). Intersectoral Effets of the CAP: Growth, Trade and Unemployment. Canberra, Australian Government Publishing Service.
- Stoeckel A.B., Breckling J. (1989). Some Economywide Effects of Agricultural Policies in the European Community: A General Equilibrium Study. In Stoeckel A.B., Vincent D., Cuthberston S. (eds) *Macroeconomic Consequences of Farm Support Policies*. Duke University Press, Durham.
- Stoeckel A.B., Vincent D., Cuthberston S. (ed) (1989). *Macroeconomic Consequences of Farm Support Policies*. Duke University Press, Durham.
- Stone J.R.N. (1954). Linear expenditure systems and demand analysis: an application to the pattern of British demand. *Economic Journal*. 66, p. 511-527.
- Stone R. (1985). The Disaggregation of the Household Sector in the National Accounts. In: *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning*. Pyatt G. and Round J.I. (eds).
- Storm S. (1994). The Macroeconomic Impact of Agricultural Policy: A CGE Analysis for India. *Journal of Policy Modeling*. 16(1), p. 55-95.
- Surry Y. (1988). An Evaluation of the Effects of Alternative Cereal Policies on the European Community's Feed/Livestock Sector with an Emphasis on France. Phd Thesis, University of Guelph.
- Surry Y. (1990). Econometric Modelling of the European Community Compound Feed Sector: An Application to France. *Journal of Agricultural Economics*. 41(3), p. 404-421.
- Suwa A. (1991). Les modèles d'équilibre général calculable. *Economie et Prévision*. 97, p. 69-76.
- Thabet C. (1995). Spécification d'un modèle d'équilibre général calculable centré sur le complexe agro-alimentaire français. Mémoire de DEA. INRA.
- Trela I., Whalley J., Wigle R. (1987). International Trade in Grain: Domestic Policies and Trade Conflicts. *Scandinavian Journal of Economics*. 89(3), p. 271-283.

- Van der Mensbrugge D., Martin J.P., Burniaux J.M. (1990). Fiabilité des résultats du modèle Walras. *Revue Economique de l'OCDE*. 13, p. 195-230.
- Varian H.L. (1984). *Microeconomic Analysis*. Third Edition. Norton Press, New York and London.
- Vermersch D. (1989). Economie et Technologie des systèmes céréaliers : une approche duale et économétrique. Thèse de Doctorat. Université de Rennes 1.
- Wajzman N. (1991). EU's Common Agricultural Policy and Denmark : An applied general equilibrium analysis. *Nationalokonomisk Tidsskrift*. 129, p. 182-197.
- Whalley J., Wigle R. (1990). Terms of Trade Effects, Agricultural Trade Liberalization and Developing Countries. In Goldin I and Knudsen O. *Agricultural Trade Liberalisation*. OECD Paris, p. 371-390.
- Willenbockel D. (1994). *Applied General Equilibrium Modeling. Imperfect Competition and European Integration*. Series in Financial Economics and Quantitative Analysis.
- Willig R. (1976). Consumer surplus without apology. *American Economic Review*. 66, p. 589-597.
- Wohlgenant M.K. (1989). Demand for farm output in a complete system of demand functions. *American Journal of Agricultural Economics*. 71(2), p. 241-252.

TABLE DES MATIERES

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Partie 1. - Chapitre 1. La modélisation en équilibre général calculable : principes et modalités d'application au complexe agro-alimentaire français

1.0. Introduction du chapitre 1	10
1.1. Les principes de la modélisation en équilibre général calculable	11
1.2. Les étapes de construction d'un modèle d'équilibre général calculable	12
1.2.1. L'étape de spécification	12
1.2.1.1. Le choix d'une couverture sectorielle et géographique	12
1.2.1.2. Les comportements des agents	13
1.2.1.3. Les équilibres.....	14
1.2.2. L'étape de chiffrage	15
1.2.2.1. Les matrices de comptabilité sociale	15
1.2.2.1.1. Les MCS : définition et principes de construction	16
1.2.2.1.2. La MCS de l'économie française à trois secteurs d'activité mono-produit pour l'année 1990.....	21
1.2.2.2. Le calibrage des paramètres de comportement	24
1.2.3. L'étape de résolution	24
1.3. Avantages et inconvénients de la modélisation en équilibre général calculable	24
1.3.1. Les propriétés des modèles d'EGC.....	24
1.3.2. Les limites de la modélisation en équilibre général calculable	26
1.4. Conclusion du chapitre 1	27

Partie 2. Description du modèle d'équilibre général calculable centré sur le complexe agro-alimentaire français

Chapitre 2. La désagrégation du modèle

2.0. Introduction du chapitre 2	30
2.1. La désagrégation des produits et des secteurs d'activité	32
2.1.1. La désagrégation de la branche agricole	32
2.1.2. La désagrégation de la branche agro-alimentaire	37
2.1.3. La désagrégation des autres branches de l'économie.....	39
2.2. Les autres dimensions du modèle	41
2.3. Conclusion du chapitre 2 : la matrice de comptabilité sociale centrée sur le complexe agro-alimentaire français	44

Chapitre 3. L'offre et les technologies de production

3.0. Introduction du chapitre 3	56
3.1. Les hypothèses	57
3.2. La spécification de base du comportement des producteurs	59
3.2.1. Les hypothèses supplémentaires	60
3.2.2. Résolution du programme d'optimisation des producteurs	62
3.3. L'introduction des possibilités de substitution dans les technologies agricoles et agro-alimentaires	65
3.3.1. La modélisation des possibilités de substitution dans les technologies agricoles et agro-alimentaires : revue de la littérature	66
3.3.1.1. L'introduction des possibilités de substitution dans les technologies agro-alimentaires	67
3.3.1.2. L'introduction des possibilités de substitution dans les technologies des productions animales	69
3.3.1.3. L'introduction des possibilités de substitution dans les technologies des productions végétales	71
3.3.2. La modélisation des technologies végétales mono-produit	76
3.3.3. La modélisation des technologies animales mono-produit	81
3.4. La représentation des technologies multi-produits	84
3.4.1. La représentation des technologies multi-produits dans les modèles d'EGC : revue de la littérature	85
3.4.1.1. Le concept de jointure	85
i) définition de la non-jointure dans les quantités d'inputs	85
ii) définition de la non-jointure dans les quantités d'outputs	86
iii) définition de la non-jointure dans les prix d'outputs	87
iv) définition de la non-jointure dans les prix d'inputs	87
3.4.1.2. La représentation des technologies multi-produits	88
3.4.2. Modélisation de la technologie de production de l'industrie laitière	94
3.4.3. Modélisation de la technologie de production de l'industrie des corps gras, des élevages laitiers et des élevages mixtes	97
3.4.5. Modélisation de la technologie de production de l'industrie des viandes	98
3.4.6. Modélisation de la technologie de production du secteur des grandes cultures	101
3.5. Conclusion du chapitre 3	103

Chapitre 4. La demande finale des ménages

4.0. Introduction	107
4.1. Les hypothèses	107
4.2. Les équations représentant le comportement des consommateurs	113
4.2.1. Résolution du sous-programme défini dans le nid des viandes	114
4.2.2. Résolution du sous-programme défini dans le nid des biens alimentaires	116

4.2.3. Résolution du sous-programme défini dans le nid de l'ensemble des biens et services	117
4.2.4. Résolution de l'arbitrage entre épargne et consommation de biens et services	119
4.3. Calibrage des paramètres de la fonction d'utilité	120
4.3.1. Le calibrage des paramètres des fonctions d'utilité de Stone Geary	120
4.3.2. Estimation des systèmes de demande.....	122
4.4. Conclusion du chapitre 4	129

Chapitre 5. Les échanges

5.0. Introduction	132
5.1. Modélisation des exportations	133
5.1.1. La demande d'exportation	133
5.1.2. L'offre d'exportation.....	134
5.2. Modélisation des importations	138
5.2.1. La demande d'importation	138
5.2.2. L'offre d'importation	140
5.3. Discussion.....	141
5.4. Conclusion du chapitre 5	145

Chapitre 6. Equilibre des marchés des produits : équations de prix et instruments de la PAC

6.0. Introduction	148
6.1. Fonctionnement des marchés des produits et équations de prix des produits : le cas de base	148
6.1.1. Les autres composantes des marchés des produits.....	148
6.1.2. L'équilibre sur le marché domestique et les relations entre les prix.....	149
6.1.3. Une représentation schématique du fonctionnement des marchés des produits	151
6.2. Modélisation des instruments de politique agricole	154
6.2.1. La modélisation implicite versus explicite des instruments de politique.....	156
6.2.2. La modélisation des instruments de la PAC en équilibre général : revue de la littérature	158
6.2.2.1. La modélisation du quota de production.....	159
6.2.2.2. La modélisation du régime de l'intervention.....	160
6.2.2.2.1. La modélisation du prix de seuil	160
6.2.2.2.2. La modélisation des autres instruments du régime de l'intervention	161
6.2.3. La modélisation des instruments de politique agricole.....	163
6.2.3.1. La modélisation des mesures relatives aux échanges	164
6.2.3.1.1. Les mesures à l'exportation	164

6.2.3.1.2. Les mesures à l'importation	164
6.2.3.2. La modélisation du prix d'intervention.....	165
6.2.3.3. La modélisation des subventions aux consommations intermédiaires	167
6.2.3.4. La modélisation du quota de production.....	168
6.2.3.5. La modélisation des subventions à la production	171
6.3. Conclusion du chapitre 6	171

Chapitre 7. Le bouclage macro-économique du modèle

7.0. Introduction du chapitre 7	174
7.1. Equilibre sur les marchés des facteurs primaires de production	175
7.1.1. Equilibre sur les marchés des facteurs primaires de production sans intervention publique.....	176
7.1.1.1. Mobilité parfaite des facteurs primaires de production	176
7.1.1.2. Mobilité imparfaite des facteurs primaires de production	177
7.1.1.3. Immobilité parfaite des facteurs primaires de production	179
7.1.2. Prise en compte de l'intervention publique sur les marchés des facteurs primaires de production.....	180
7.2. Le bouclage des secteurs institutionnels publics	181
7.2.1. L'administration française.....	181
7.2.2. Le FEOGA partie française	183
7.3. L'égalité entre l'épargne et l'investissement	183
7.4. L'équilibre des balances des paiements	183
7.5. Le numéraire et la loi de Walras	184
7.6. Conclusion du chapitre 7	185

Partie 3. Simulations

Chapitre 8. Analyse du fonctionnement du modèle

8.0. Introduction du chapitre 8	188
8.1. Définition du scénario de référence	189
8.2. Les résultats du scénario de référence.....	190
8.2.1. Impacts sur le secteur des grandes cultures.....	191
8.2.1.1. Impacts sur les équilibres de marché des céréales.....	191
8.2.1.1.1. Impacts sur le blé tendre.....	192
8.2.1.1.2. Impacts sur l'orge, le maïs grain et les autres céréales	195
8.2.1.2. Impacts sur les équilibres de marché des graines oléagineuses et des protéagineux.....	199
8.2.1.3. Impacts sur le secteur d'activité des grandes cultures	201
8.2.2. Impacts sur les secteurs d'activité utilisateurs de produits de grandes cultures..	204

8.2.2.1. Impacts sur le secteur des corps gras.....	204
8.2.2.2. Impacts sur le secteur d'activité agro-alimentaire de l'alimentation animale	206
8.2.2.3. Impacts sur les secteurs agricoles animaux.....	210
8.2.2.4. Impacts sur le secteur de la transformation des céréales	215
8.2.3. Impacts sur les autres secteurs d'activité agricoles et agro-alimentaires	216
8.2.3.1. Impacts sur les équilibres de marché des autres produits agricoles	216
8.2.3.2. Impacts sur les équilibres de marché des autres produits agro-alimentaires	218
8.2.3.2.1. Impacts sur l'industrie des viandes	218
8.2.3.2.2. Impacts sur l'industrie laitière.....	219
8.2.3.2.3. Impacts sur les autres industries alimentaires	220
8.2.4. Les impacts sur le reste de l'économie et les impacts macro-économiques	221
8.2.4.1. Les impacts sur la distribution alimentaire et la consommation finale des produits alimentaires.....	221
8.2.4.2. Impacts sur les autres secteurs d'activité.....	224
8.2.4.3. Impacts macro-économiques	226
8.3. Sensibilité des résultats du scénario de référence.....	229
8.3.1. Sensibilité des résultats au fonctionnement des marchés des facteurs primaires de production.....	229
8.3.1.1. Analyse de la variante technique « mobilité parfaite des facteurs ».....	232
8.3.1.2. Analyse de la variante technique « capital spécifique »	234
8.3.2. Sensibilité des résultats à la règle de bouclage du budget du gouvernement français.....	235
8.3.3. Sensibilité des résultats aux valeurs des élasticités	237
8.3.3.1. Influence de l'élasticité de transformation entre les productions	239
8.3.3.2. Influence de l'élasticité prix propre de la demande d'exportation de blé tendre par le RdM	240
8.4. Conclusion du chapitre 8	241

Chapitre 9. Analyse d'une réorientation du mode de soutien du revenu dans le secteur des grandes cultures.

9.0. Introduction	245
9.1. Les impacts d'une réorientation du mode de soutien du revenu dans le secteur des grandes cultures par une aide directe couplée au facteur terre	249
9.1.1. Impacts sur le secteur des grandes cultures.....	250
9.1.1.1. Analyse des résultats dans le scénario terre mobile	252
9.1.1.2. Analyse des résultats dans le scénario terre fixe	255
9.1.2. Impacts sur le complexe agro-alimentaire français.....	255
9.1.2.1. Analyse des résultats dans le scénario terre mobile	257
9.1.2.2. Analyse des résultats dans le scénario terre fixe	258
9.1.3. Impacts sur le reste de l'économie.....	259

9.1.3.1. Analyse des résultats dans le scénario terre libre	259
9.1.3.2. Analyse des résultats dans le scénario terre fixe	260
9.1.4. Conclusion partielle	261
9.2. Les impacts d'une réorientation du mode de soutien du revenu dans le secteur des grandes cultures par une aide directe couplée au facteur travail	262
9.2.1. Impacts sur le secteur des grandes cultures.....	263
9.2.1.1. Analyse des résultats dans le scénario travail mobile	264
9.2.1.2. Analyse des résultats dans le scénario travail fixe	267
9.2.2. Impacts sur le complexe agro-alimentaire français.....	267
9.2.2.1. Analyse des résultats dans le scénario travail mobile	269
9.2.2.2. Analyse des résultats dans le scénario travail fixe	269
9.2.3. Impacts sur le reste de l'économie.....	270
9.2.3.1. Analyse des résultats dans le scénario travail mobile	270
9.2.3.2. Analyse des résultats dans le scénario travail fixe	271
9.2.4. Conclusion partielle	271
9.3. Conclusion du chapitre 9	272
Conclusion générale.....	274
Annexes.....	280
Références bibliographiques.....	284

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 3.1. La structure de base de la technologie de production	61
Graphique 3.2. La structure des technologies agro-alimentaires dans le modèle de Peerlings (1993)	67
Graphique 3.3. La structure des technologies agro-alimentaires dans le modèle de Peterson et al. (1993)	68
Graphique 3.4. La structure des technologies animales dans le modèle de Peterson et al. (1993)	70
Graphique 3.5. La structure des technologies végétales dans le modèle de Kilkenny (1991)	71
Graphique 3.6. La structure des technologies végétales dans le modèle WALRAS	72
Graphique 3.7. La structure des technologies végétales dans le modèle de Boyd et Uri (1995)	73
Graphique 3.8. La structure des technologies végétales dans le modèle de Peterson (1989)	74
Graphique 3.9. La structure des technologies végétales dans le modèle de Rendleman et al. (1995)	75
Graphique 3.10. Représentation de la technologie végétale	76
Graphique 3.11. Représentation de la technologie animale mono-produit	82
Graphique 3.12. Représentation d'une technologie multi-produits, multi-facteurs globalement séparable entre inputs et outputs	89
Graphique 3.13. La structure multi-produits, multi-facteurs des exploitations laitières néerlandaises adoptée par Peerlings (1993)	90
Graphique 3.14. Représentation d'une technologie multi-produits, multi-facteurs dans le cas où la jointure est uniquement due à l'existence d'un facteur fixe allouable	93
Graphique 3.15. La technologie de production de l'industrie laitière	94
Graphique 3.16. Représentation de la technologie de production de l'industrie des viandes	98
Graphique 3.17. Représentation de la technologie dans le secteur des grandes cultures ..	102
Graphique 4.1. L'arbre d'utilité des ménages	111
Graphique 6.1. Représentation schématique du fonctionnement d'un marché d'un produit	152
Graphique 6.2. Les effets d'un quota à l'importation	156

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Construction et interprétation d'une matrice de comptabilité sociale.....	18
Tableau 1.2 : La matrice de comptabilité sociale centrée sur le complexe agro-alimentaire français	22
Tableau 2.1. La désagrégation de la branche agricole	33
Tableau 2.2. La désagrégation de la branche agro-alimentaire	37
Tableau 2.3. La désagrégation du reste de l'économie.....	40
Tableau 2.4. La matrice de comptabilité sociale centrée sur le complexe agro-alimentaire français.....	44
Tableau 3.1. Elasticités de substitution et de transformation des technologies de production des différents secteurs d'activité	104
Tableau 4.1 : Paramètres estimés du système LES défini sur les viandes	124
Tableau 4.2. Les élasticités estimées des demandes de viandes.....	125
Tableau 4.3. Paramètres estimés du système LES défini sur les biens alimentaires	126
Tableau 4.4. Les élasticités estimées des demandes d'agrégats alimentaires.....	127
Tableau 4.5. Paramètres estimés du système LES défini sur l'ensemble des biens et services	128
Tableau 4.6. Les élasticités estimées des demandes des biens alimentaires, non alimentaires et des services	129
Tableau 5.1. Elasticités de transformation et de substitution entre les produits domestiques et étrangers ; élasticités prix des demandes d'exportation et des offres d'importation	146
Tableau 8.1. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des céréales	191
Tableau 8.2. Impacts du scénario de référence sur la consommation intermédiaire de blé tendre par secteur d'activité	194
Tableau 8.3. Impacts du scénario de référence sur la consommation intermédiaire des céréales par secteur d'activité	197
Tableau 8.4. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des oléagineux et des protéagineux.....	199
Tableau 8.5. Impacts du scénario de référence sur les inputs « spécifiques » alloués aux différentes productions du secteur des grandes cultures.....	201
Tableau 8.6. Impacts du scénario de référence sur le secteur des grandes cultures	202
Tableau 8.7. Impacts du scénario de référence sur l'équilibre de marché des tourteaux d'oléagineux	205
Tableau 8.8. Impacts du scénario de référence sur le secteur de l'alimentation animale	207
Tableau 8.9. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des produits animaux	211
Tableau 8.10. Impacts du scénario de référence sur les secteurs de l'élevage laitier, l'élevage bovin et l'élevage mixte	214
Tableau 8.11. Impacts du scénario de référence sur l'équilibre de marché des produits transformés des céréales	216
Tableau 8.12. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des autres produits de culture et des vins	217

Tableau 8.13. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des viandes	219
Tableau 8.14. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des produits laitiers	220
Tableau 8.15. Impacts du scénario de référence sur l'équilibre de marché des autres produits alimentaires	221
Tableau 8.16. Impacts du scénario de référence sur le secteur de la distribution alimentaire et sur la consommation finale des produits alimentaires.....	222
Tableau 8.17. Impacts du scénario de référence sur le reste de l'économie	225
Tableau 8.18. Impacts du scénario de référence sur les équilibres de marché des facteurs primaires de production	227
Tableau 8.19. Sensibilité des résultats à la mobilité des facteurs primaires de production	230
Tableau 8.20. Sensibilité des résultats à la règle de bouclage du budget du gouvernement	236
Tableau 8.21. Sensibilité des résultats aux valeurs des élasticités.....	239
Tableau 9.1. Impacts d'une aide directe couplée au facteur dans le secteur d'activité des grandes cultures.....	251
Tableau 9.2. Impacts d'une aide directe couplée au facteur terre sur les comptes de production et d'exploitation du secteur d'activité des grandes cultures.....	254
Tableau 9.3. Impacts d'une aide directe couplée au facteur terre sur le complexe agro-alimentaire français	256
Tableau 9.4. Impacts d'une aide directe couplée au facteur terre sur le reste de l'économie	259
Tableau 9.5. Impacts d'une aide directe couplée au facteur travail dans le secteur d'activité des grandes cultures	263
Tableau 9.6. Impacts d'une aide directe couplée au facteur terre sur les comptes de production et d'exploitation du secteur d'activité des grandes cultures.....	266
Tableau 9.7. Impacts d'une aide directe couplée au facteur travail sur le complexe agro-alimentaire français	268
Tableau 9.8. Impacts d'une aide directe couplée au facteur travail sur le reste de l'économie	270