



HAL
open science

Modèle mondial des productions, des demandes et des échanges de céréales : fonctionnement et premiers résultats [Rapport final]

Catherine Benjamin, Frederic Chantreuil, Chantal Guéguen, Aurélie Hess-Miglioretti, Magalie Houée Bigot

► To cite this version:

Catherine Benjamin, Frederic Chantreuil, Chantal Guéguen, Aurélie Hess-Miglioretti, Magalie Houée Bigot. Modèle mondial des productions, des demandes et des échanges de céréales : fonctionnement et premiers résultats [Rapport final]. [Rapport Technique] Ministère de l'Agriculture de la Pêche et de l'Alimentation. 2002, 89 + 65 p. hal-01905544

HAL Id: hal-01905544

<https://hal.science/hal-01905544>

Submitted on 25 Oct 2018

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



**Institut National de la Recherche Agronomique
Unité d'Economie et Sociologie Rurales de Rennes**

Rapport final pour le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales

Modèle mondial des productions, des demandes et des échanges de céréales : fonctionnement et premiers résultats

Catherine Benjamin,
Frédéric Chantreuil
Chantal Guéguen
Aurélie Hess-Miglioretti
Magalie Houée

La présente étude est réalisée en collaboration avec l'ONIC (Service Economique – Bureau de la Prévision, sous la responsabilité de M. Mahé) dans le cadre d'une convention INRA-ONIC pour la réalisation d'un modèle mondial des productions et des échanges de céréales et des autres grandes cultures.

**Recherche ayant bénéficié d'une aide du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la
Pêche et des Affaires Rurales
(Direction des Politiques Economique et Internationale).
Référence MAP 01.G5.01.02**

Le contenu du présent document n'engage que la responsabilité de ses auteurs.

Septembre 2002

Modèle mondial des productions, des demandes et des échanges de céréales : fonctionnement et premiers résultats

Catherine Benjamin,
Frédéric Chantreuil
Chantal Guéguen
Aurélie Hess-Miglioretti
Magalie Houée

INRA-Economie, rue Adolphe Bobierre,
CS 61103,
35011 Rennes cedex,

Benjamin@roazhon.inra.fr

SOMMAIRE

Introduction	6
1. Spécifications des équations de comportement	8
1.1. Le module offre	10
1.1.1. Spécification des équations de base : surfaces et rendements	10
1.1.2. Spécificités nationales ou régionales	11
1.2. Equations de comportement de demande et équations de stocks	13
1.3. Equations de transmission de prix	14
Le module prix de l'Union européenne.....	15
1.4. Equations des échanges	17
2. Fonctionnement des marchés.....	18
2.1. Fonctionnement d'un marché intérieur	18
2.1.1. Le principe de bouclage d'un marché intérieur et la formation des prix intérieurs.....	18
2.1.2. Illustrations graphiques.....	20
2.2. Fonctionnement du marché mondial	23
2.2.1. Analyse de la formation des prix mondiaux	24
2.2.2. Liens entre les marchés intérieurs et le marché mondial	26
2.2.3. Illustration graphique.....	27
3. Présentation des résultats.....	28
3.1. Fonctionnement des marchés intérieurs.....	28
3.1.1. Illustration au marché du blé en Union européenne	29
3.1.2. Illustration au marché du blé au Canada.....	32
3.1.3. Illustration au marché de l'orge en Chine	33
3.2. Fonctionnement des marchés mondiaux : illustration au marché mondial du maïs	35
3.2.1. Evaluation de la qualité de l'ajustement : « Reproduction » du prix mondial.....	35
3.2.2. Utilisation du modèle mondial à des fins de projection.....	37
3.2.3. Utilisation du modèle mondial à des fins de simulation.....	38
4. Prolongements et perspectives.....	43
5. Annexe : présentation détaillée des modélisations adoptées pour chaque pays ou zone.....	44
5.1. Modélisation retenue pour l'Argentine	44
5.1.1. Notes sur les données	44
5.1.2. Module offre	44
5.1.3. Module demande	45
5.1.4. Module prix	46
5.1.5. Module échanges et stocks	46
5.2. Modélisation retenue pour l'Australie.....	47
5.3. Modélisation retenue pour le Canada	49
5.3.1. Module offre	49
5.3.2. Module demande	49
5.3.3. Module prix	50
5.3.4. Module échanges et stocks	51
5.4. Modélisation retenue pour la Chine.....	52
5.4.1. Module offre	52
5.4.2. Module demande	53
5.4.3. Module prix	53
5.4.4. Module échanges et stocks	54
5.5. Modélisation retenue pour les Etats-Unis.....	55
5.5.1. Module offre	55
5.5.2. Module demande	56
5.5.3. Module prix	57
5.5.4. Module Echanges et stocks.....	58
5.6. Modélisation retenue pour les pays d'Europe Centrale et Orientale.....	59
5.6.1. Module offre	59
5.6.2. Module demande	65

5.6.3. Module prix	66
5.6.4. Module échanges et stocks	68
5.7. Modélisation retenue pour l'Union européenne.....	68
5.7.1. Remarques générales	68
5.7.2. Modélisation retenue pour l'Allemagne.....	76
5.7.3. Modélisation retenue pour l'Espagne.....	78
5.7.4. Modélisation retenue pour la France	80
5.7.5. Modélisation retenue pour l'Italie	82
5.7.6. Modélisation retenue pour le Royaume-Uni.....	84
5.7.7. Modélisation retenue pour le Reste de l'Union européenne	86
Références	89

Le rapport final comprend deux volumes : le premier document synthétise les principaux enseignements de l'étude et le second volume reprend les annexes qui permettent d'apporter des précisions supplémentaires sur les données utilisées, les fonctionnements des marchés mondiaux et les premiers résultats des projections.

Introduction

Le développement d'un modèle mondial des principales céréales s'inscrit dans le cadre d'un programme de construction d'un modèle des productions, des demandes et des échanges de produits agricoles¹. L'origine de ce travail est liée au constat partagé par les pouvoirs publics français et des professionnels du monde agricole de la nécessité de renforcer la capacité de prospective française sur les secteurs agricoles et agro-alimentaires. Par rapport aux modèles mondiaux existants², l'originalité de ce projet porte sur plusieurs points : représentation explicite des instruments de politique agricole et en particulier des mesures de soutien de l'Union européenne (soutien interne, soutien au niveau des échanges), estimation économétrique des relations de comportement en respect avec la théorie économique sous-jacente, modélisation des échanges.

De manière schématique, l'élaboration du modèle mondial est divisée en trois phases correspondant à i) la construction d'un modèle mondial des céréales (phase I), ii) la construction d'un modèle mondial des céréales, des oléagineux et des protéagineux (phase II), et iii) la construction d'un modèle mondial des produits agricoles végétaux et animaux (phase III). Le modèle qui doit être construit a une double finalité : d'une part, l'utilisation à des fins de prévision à moyen terme (perspectives d'évolution des marchés considérés dans les différentes zones distinguées dans un contexte de politiques agricoles inchangées), d'autre part, l'utilisation à des fins de simulation pour étudier, relativement à un scénario de base, les conséquences de réformes unilatérales ou bilatérales des politiques agricoles des différents pays considérés. La décomposition du travail de construction du modèle en trois étapes emboîtées doit permettre de satisfaire ce double objectif de prévision et de simulation à chacune des trois phases successives.

La première phase de ce travail a été réalisée dans le cadre d'une convention avec le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales (contrat prenant fin en septembre 2002). Le présent rapport qui en présente les principaux enseignements répond à deux objectifs :

- Le premier objectif correspond à une présentation des principales caractéristiques du modèle mondial des céréales. C'est tout d'abord un modèle économétrique. Nous allons ainsi préciser les spécifications retenues et estimées pour les pays ou zones actuellement modélisées. De plus, le mode de fonctionnement du modèle est expliqué (en distinguant le fonctionnement des marchés intérieurs de celui des marchés mondiaux des principales céréales : blé, maïs, orge).
- Le second objectif est de montrer que la version actuelle du modèle est opérationnelle en présentant des premiers résultats à la fois en termes de prévisions sur les marchés intérieurs et sur

¹ Ce projet fait l'objet d'une convention entre l'INRA et l'ONIC.

² Les deux modèles, fonctionnant à l'échelle mondiale, généralement utilisés pour définir des projections sont AGLINK, modèle géré par l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique) et le modèle géré par FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute).

les marchés mondiaux des trois principales céréales et aussi en termes de simulations (impacts de scénarii d'évolution des instruments de soutien).

Avant de présenter les caractéristiques générales et les résultats du modèle, nous précisons la couverture géographique actuelle du modèle.

Rappelons dans un premier temps que les pays ou zones prévus initialement dans la modélisation avaient été retenus sur la base de leur importance relative en termes de production et/ou d'échanges de céréales. Les zones identifiées étaient les principaux exportateurs de céréales : l'Argentine, l'Australie, le Canada, les Etats-Unis, et l'Union européenne et les principaux pays producteurs et consommateurs : le Brésil, la Chine, l'Inde et enfin les Pays d'Europe Centrale et Orientale, l'Afrique du Nord et Moyen-Orient et un bloc agrégé le "Reste du monde". Ces régions représentent plus des $\frac{3}{4}$ de la production mondiale de céréales et 90% des exportations (hors riz). En outre, l'ensemble Afrique du Nord et Moyen-Orient, avec le Brésil, la Chine et l'Inde représentent plus du quart des importations mondiales de céréales.

Dans la version actuelle du modèle, en raison de problèmes de disponibilité de données, certains pays ou zones n'ont pas été modélisés de manière désagrégée ou sont modélisés de manière incomplète ; ils sont, donc, inclus dans la zone "reste du monde". Il s'agit de l'Afrique du Nord et Moyen-Orient, l'Australie, le Brésil, et l'Inde³.

Les pays ou zones actuellement modélisés sont l'Argentine, le Canada, la Chine, les Etats-Unis, les Pays d'Europe Centrale et Orientale (Bulgarie, Hongrie, Pologne, République Tchèque, Roumanie Slovaquie⁴) et l'Union européenne (la représentation de cette zone est basée sur la modélisation économétrique de l'Allemagne, de l'Espagne, de la France, de l'Italie, du Royaume-Uni, et d'une zone constituée du reste de l'Union, ce qui constitue un apport par rapport aux modèles mondiaux existants).

La construction du modèle mondial des céréales a été décomposée en trois phases de travail : i) la représentation des marchés intérieurs de chaque zone, ii) l'intégration de ces modèles nationaux⁵ dans un modèle mondial pour étudier les équilibres sur les marchés mondiaux des principales céréales (blé, maïs, orge) et iii) la mise en œuvre du modèle pour prévoir les évolutions des principales variables sur les marchés étudiés (consommation, production, prix mondiaux et nationaux,...).

La première phase consiste à définir et à estimer des modèles nationaux d'offre, de demande, de stocks et d'échanges pour les principales céréales. Concernant les oléo-protéagineux, seules les offres sont modélisées. Cette phase a permis de disposer de modèles opérationnels pour chacune des zones ou

³ Voir la partie 2 du rapport pour plus de précisions.

⁴ Nous avons modélisé le "module offre" des six pays de manière désagrégée. La demande a, par contre, été modélisée en agrégeant ces six pays comme les autres modules (prix, échanges).

⁵ Dans certains cas, ces marchés "nationaux" correspondent en réalité à une zone plus large (comme par exemple le marché de l'Union européenne).

pays prédéfinis dans le sens où ils peuvent être utilisés pour étudier le fonctionnement de chaque marché intérieur et comprendre la formation des prix intérieurs, les prix mondiaux étant donnés.

La deuxième phase porte sur la représentation des équilibres sur les marchés mondiaux du blé, du maïs, de l'orge et des autres céréales (phase de "bouclage"). Le terme « bouclage » fait référence à la façon dont la condition d'équilibre sur le marché considéré est réalisée, on peut de façon équivalente parler d'ajustement. L'objectif est d'expliquer et de représenter la formation des prix mondiaux des principales céréales (blé, maïs, orge, autres céréales), les prix des graines et tourteaux oléagineux sont pour le moment considérés comme exogènes. Pour chaque céréale, le marché mondial s'équilibre pour un prix mondial unique qui est ensuite répercuté sur les marchés intérieurs des différents pays modélisés.

La troisième étape consiste à utiliser le modèle mondial pour construire des projections et aussi à établir des simulations de changement de politique, de chocs exogènes par rapport à un scénario de base (scénario qui reconduit le contexte actuel dans le futur).

Dans ce document, nous reprenons les caractéristiques de ces trois phases et nous en dégagons les principaux enseignements. Ce rapport comprend trois parties : la première partie présente la structure général du modèle mondial et les choix méthodologiques effectués, la seconde partie détaille le fonctionnement du marché mondial des principales céréales, la troisième partie présente les résultats actuellement disponibles à la fois en termes de projections et des résultats de plusieurs simulations. En fin de document, une annexe décrit les caractéristiques de chaque pays/zone modélisé.

1. Spécifications des équations de comportement

Chaque marché intérieur est caractérisé par une production, une consommation, des stocks et des échanges et des prix. Pour chaque zone ou pays étudié, nous avons ainsi estimé les différentes relations de comportement représentant l'offre, la demande, les prix, les stocks et les échanges.

Les modules nationaux d'offre permettent d'expliquer les variations des rendements et des surfaces pour les cultures considérées. Les estimations de ces deux variables pour chaque pays sont utilisées pour calculer les productions estimées pour chaque culture. Cette décomposition présente l'avantage de distinguer lors des phases de projections et de simulations les variations de l'offre de céréales dues aux modifications des surfaces de celles dues aux évolutions des rendements. Au niveau de l'offre, les productions des grandes cultures sont étudiées à savoir les céréales, les oléagineux, les protéagineux et pour certaines zones la pomme de terre⁶. Les cultures prises en compte dans les différents pays varient suivant les spécificités nationales et selon leurs importances relatives dans la production nationale. Les

⁶ Pour les Pays d'Europe Centrale et Orientale modélisés, la pomme de terre est rajoutée dans le schéma d'assolement en raison de son poids important dans les surfaces.

cultures considérées dans les modèles nationaux d'offre sont répertoriées de manière exhaustive dans les annexes.

Dans le module demande, nous étudions pour le moment les variations de la demande de céréales. La demande de céréales comprend les débouchés fourragers, les débouchés non fourragers et le niveau des stocks. A ce stade, deux remarques sont à faire : tout d'abord, nous avons jugé préférable de désagréger la demande suivant ses débouchés, les déterminants de la demande étant différents suivant qu'elle est fourragère ou non. De plus, dans la première phase de travail, seules les cultures que nous souhaitons considérer sur les marchés mondiaux sont modélisées à savoir le blé tendre, le blé dur, l'orge, le maïs, le riz et un agrégat "les autres céréales". La demande d'oléagineux sera intégrée ultérieurement (phase 2 du projet).

Le module prix comprend les équations de transmission de prix. De manière générale ⁷, dans les pays considérés, les prix à la production sont distingués des prix à la consommation ⁸. L'objectif de ce module est de déterminer par zone ou par pays modélisé l'évolution des prix à la production et des prix à la consommation des céréales, ces prix étant ensuite utilisés respectivement dans les modules nationaux d'offre de grandes cultures, et dans les modules nationaux de demande. De plus, ce module explique les relations entre les prix domestiques et les prix mondiaux. Dans les spécifications de ce module prix, nous introduisons, quand ils existent, les instruments de politiques agricoles (par exemple les prix de soutien à la production), ces instruments étant considérés de manière exogène.

Enfin, le module d'échanges nous permet d'expliquer les variations des échanges par zones pour les céréales considérées sur le marché mondial. Pour certaines zones, les importations et les exportations ont été estimées séparément. Pour d'autres zones, ce sont les échanges nets qui ont été estimés (c'est-à-dire les exportations moins les importations).

De manière générale, les spécifications retenues dans chaque module reposent sur plusieurs critères. Le premier critère est d'assurer une cohérence des équations estimées avec la théorie micro-économique afin d'obtenir une interprétation aisée des paramètres estimés. Le souci d'éviter une spécification "ad-hoc" doit permettre également une homogénéisation des spécifications économétriques pour les différents pays analysés dans le modèle mondial. Le second critère repose sur l'introduction explicite des instruments de politiques agricoles quand ils existent. Ce choix est justifié par le souci de disposer à terme d'un outil permettant de simuler les effets d'instrumentation différente de politique agricole ⁹.

⁷ Pour certaines zones, cette distinction n'a pas pu être réalisée faute de données sur les prix à la consommation.

⁸ Dans le modèle, le prix à la consommation ne représente pas uniquement la consommation finale mais le prix de toutes les utilisations.

⁹ Beaucoup de modèles en équilibre partiel ont été conçus dans le contexte réglementaire de la fin des années quatre-vingts, période caractérisée par la mise en place progressive des politiques de gestion de l'offre avec un maintien du soutien direct par les prix. Cette structure n'est donc pas adaptée pour évaluer l'impact de la réinstrumentation actuelle des aides.

Dans la version actuelle du modèle mondial, pour l'Australie, tous les modules n'ont pas pu être estimés en raison de problèmes de disponibilité de données. Pour l'Australie, nous avons pour le moment pu modéliser le module offre ¹⁰.

Pour chaque module étudié, nous décrivons les principes généraux guidant les différentes spécifications estimées et les adaptations introduites pour prendre en compte les spécificités nationales.

1.1. Le module offre

Pour chaque zone, le module offre comprend deux équations correspondant à l'explication des surfaces et des rendements des cultures "Céréales Oléo-Protéagineux" (COP). Les estimations de ces deux variables pour chaque pays sont utilisées pour calculer les niveaux d'offre associés à chaque culture.

1.1.1. Spécification des équations de base : surfaces et rendements

Les estimations sont basées sur un schéma d'assolement spécifique à chaque zone modélisée expliquant l'allocation de la terre entre les différentes cultures. Ces schémas d'allocation permettent de prendre en compte les spécificités nationales et régionales. Les schémas d'assolement pour chaque pays modélisé sont présentés dans l'annexe 1 du rapport.

On suppose que la surface semée en grandes cultures est répartie en n cultures. La surface semée dans la culture i l'année t notée $ss_{i,t}$ s'écrit

$$ss_{i,t} = ss(p_{j,t}^a, v_{t-1}, ssgc_t) \quad i, j = 1, \dots, n \quad (1)$$

où $p_{j,t}^a$ définit le prix anticipé pour l'année t à la production de la culture j ($j=1, \dots, n$), v_{t-1} le prix des intrants en $t-1$ et $ssgc_t$ la surface semée en grandes cultures l'année t .

Nous avons retenu l'hypothèse d'anticipations naïves pour définir les anticipations réalisées par rapport aux prix c'est-à-dire $p_{j,t}^a = p_{j,t-1}$.

Parmi les variables explicatives, les prix de toutes les cultures doivent théoriquement apparaître. Pour chaque équation, nous retenons systématiquement l'effet prix propre de la céréale considérée et les effets croisés des prix des autres céréales uniquement quand ils sont significatifs. Les signes des prix dans les équations de surfaces nous renseignent sur les relations de substitution complémentarité entre les différentes cultures (positif dans le cas de deux cultures complémentaires, négatif dans le cas de deux cultures substituables).

¹⁰ Nous n'avons pas les autres données nécessaires à l'estimation des autres modules.

L'équation expliquant les variations du rendement de la culture i noté $rr_{i,t}$ est définie par la relation suivante

$$rr_{i,t} = r(p_{i,t}^a, v_{t-1}, T) \quad (2)$$

où T définit le trend qui mesure l'effet du progrès technique.

Pour chaque zone modélisée, les équations de surface et de rendement sont estimées de manière simultanée par la méthode de Zellner itérative ¹¹. Cette méthode nécessite d'estimer $n-1$ équations. L'équation omise dans le système diffère suivant les pays. Le choix de l'équation omise n'influe pas les résultats d'estimation ¹² mais nous évitons de retenir la culture ayant la surface la plus faible pour ne pas être confronté à des surfaces prédites négatives. Les données utilisées sont présentées par zone dans le document des annexes (définition, source, périodicité). Par rapport à ce cadre général, des adaptations ont dû être réalisées pour prendre en compte des spécificités nationales notamment pour l'Union européenne et pour les Etats-Unis.

1.1.2. Spécificités nationales ou régionales

A. Spécificités du module d'offre de l'Union européenne

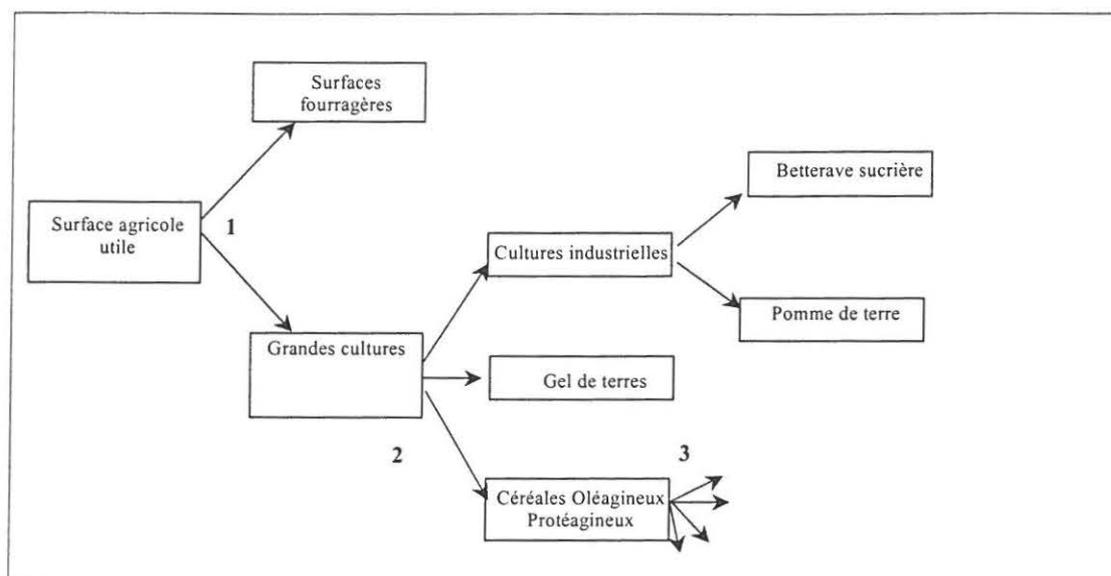
Nous modélisons les comportements d'offre de grandes cultures pour cinq pays de l'Union européenne. Ces pays sont l'Allemagne, l'Espagne, la France, l'Italie et le Royaume-Uni. Les données relatives au reste de l'Union européenne sont agrégées pour permettre la modélisation du bloc "reste de l'Union européenne". Le calcul de l'offre de cette zone est ainsi déterminé à partir des six modules d'offre.

Pour chaque pays modélisé, le schéma général représentant l'allocation de la terre entre les différentes cultures peut être représenté par la figure suivante.

¹¹ Les contraintes liées à la symétrie et l'additivité sont imposées lors de l'estimation des paramètres. La contrainte d'additivité exprime le fait que la somme des surfaces semées est égale à la surface totale de grandes cultures (connue). La contrainte d'homogénéité est imposée en utilisant des prix normalisés.

¹² Les résultats ne sont pas dépendants de l'équation omise car nous utilisons la méthode itérative de Zellner.

Figure 1. Schéma d'assolement



La figure décrit l'allocation de la surface agricole utile. La première étape (1) décrit la répartition de cette surface entre les surfaces fourragères et les surfaces consacrées aux grandes cultures. La seconde allocation représentée (2) représente la répartition de la surface grandes cultures entre la surface consacrée aux cultures industrielles, au gel de terres, à la "surface céréales et oléo-protéagineux".

Dans le module offre, nous expliquons pour le moment l'allocation de "la surface céréales et oléo-protéagineux" entre les différentes cultures possibles, "la surface céréales et oléo-protéagineux" étant donnée (3)¹³. Les étapes précédentes seront ensuite à intégrer.

La spécificité de l'Union européenne est liée à l'introduction explicite des principaux instruments de la Politique Agricole Commune et notamment du système d'aides à l'hectare. Ainsi, nous avons écrit les équations intervenant dans les modules d'offre en veillant à ne pas supposer *a priori* que les effets des variations des prix et des aides sur l'offre soient identiques. Par rapport à l'équation (1), nous avons rajouté comme argument supplémentaire les paiements à l'hectare (voir pour plus de renseignements l'annexe en fin de document).

B. Spécificités du module d'offre des Etats-Unis

Dans la spécification actuelle, tous les instruments de soutien interne américain ne sont pas pris en compte. En effet, dans une première approche les notions de risque et d'incertitude ne sont pas intégrées dans le modèle. Ainsi, les programmes d'assurance sont exclus.

Les instruments de politique agricole sont introduits de façon explicite.

¹³ Une alternative aurait été de modéliser la surface consacrée au gel de terres comme une culture à part entière, mais nous ne disposons pas suffisamment d'années pour estimer cette surface.

Pour chaque culture, une moyenne par hectare des dépenses gouvernementales est calculée, ces dépenses correspondant aux paiements compensatoires, aux dépenses de mise hors cultures (diversion payments), aux dépenses pour les calamités naturelles (disaster payments) et aux dépenses pour les contrats de flexibilité de production à partir de 1996. Cette aide est ensuite indicée en base 100 en 1995. De plus, les gains de "l'aide à la commercialisation" (marketing loan) sont ajoutés directement aux prix producteurs.

Pour éviter des problèmes de multicolinéarité et de manque d'observations, une variable aide par groupe a été définie. L'aide 'céréales' construite correspond à la moyenne des aides attribuées au blé, à l'orge, au sorgho et aux autres céréales (voir pour plus de renseignements l'annexe en fin de document).

1.2. Equations de comportement de demande et équations de stocks

L'objectif du module de demande de céréales est d'expliquer les variations nationales des consommations fourragères et non fourragères pour les différentes céréales considérées.

Avant de présenter la spécification adoptée pour la consommation non fourragère plusieurs remarques sont à préciser. Tout d'abord, même si la consommation non fourragère de céréales concerne plusieurs types de débouchés (alimentation humaine, usages industriels, semences et pertes), elle est traitée dans notre modélisation de manière agrégée. De plus, les utilisations non fourragères de céréales sont telles que les substitutions entre céréales sont quasi nulles. Aussi, les effets prix croisés sont exclus de la spécification retenue. Enfin, la réaction des agents aux variations de prix se fait souvent avec lenteur et décalage d'une part parce que les agents ont besoin de temps pour réaliser les changements et d'autre part parce qu'il existe des habitudes dans leurs comportements. Pour rendre compte de cette inertie de comportement, l'équation de demande va comporter une variable endogène décalée (mécanisme d'ajustement partiel).

La demande non fourragère par habitant est spécifiée de la manière suivante :

$$uha_{i,t} = uha(pc_{i,t}, pib_t / pop_t, uha_{i,t-1}) \quad (3)$$

où $uha_{i,t}$ mesure le niveau de consommation non fourragère par habitant de la culture i en t , $pc_{i,t}$ le prix à la consommation de la culture i , pib_t / pop_t mesure le produit intérieur brut réel par habitant.

La demande fourragère dépend des productions indigènes brutes des différentes espèces animales considérées, du prix de cette céréale et des prix des autres matières premières utilisées en alimentation animale (oléagineux, tourteaux, PSC et autres matières protéiques). En effet, cette demande est liée aux relations de complémentarité/substitution entre les différentes matières premières et dépend également de l'orientation des productions animales, car la composition des rations varie fortement d'une espèce à l'autre. L'équation associée à la demande fourragère s'écrit

$$ua_{i,t} = ua(pc_{i,t}, pc_{j,t}, PB_{kt}, T) \quad (4)$$

où $ua_{i,t}$ mesure le niveau de consommation fourragère de la culture i l'année t , $pc_{i,t}$ le prix de la céréale i , $pc_{j,t}$ mesure le prix à la consommation de la matière première i , PB_{kt} , mesure la production indigène brute de l'espèce k ¹⁴, T représente le trend.

La méthode d'estimation retenue pour les demandes non fourragères est celle des Moindres Carrés Ordinaires, les demandes fourragères étant estimées à partir de la méthode SURE de Zellner.

Dans les cas du blé tendre et de l'orge, les prix à la consommation sont différents suivant l'origine fourragère ou non de la demande (humaine/fourragère). Cette différence est liée à la qualité du produit. Nous distinguons ainsi, quand l'information existe, le prix à la consommation du blé panifiable de celui du prix du blé fourrager¹⁵, et le prix de l'orge fourragère de celui de l'orge brassicole¹⁶.

Enfin, la dernière composante de la demande correspond au niveau des stocks qui est expliqué par l'équation suivante

$$st_{i,t} = st(pc_{i,t}, st_{i,t-1}) \quad (5)$$

où $st_{i,t}$ mesure le niveau de stocks finaux de la culture i . Il est fonction du prix à la consommation $pc_{i,t}$ et du stock initial $st_{i,t-1}$.

Nous reportons en annexe le détail par zone des cultures considérées pour représenter la demande.

1.3. Equations de transmission de prix

Pour chaque zone ou pays modélisé, l'objectif du module prix est de déterminer l'évolution des prix à la production et des prix à la consommation des céréales, ces prix étant respectivement utilisés dans les modules nationaux d'offre de grandes cultures et les modules nationaux de demande. Ce module permet de lier les prix nationaux d'une part aux instruments de politique agricole quand ils existent (par exemple les prix de soutien à la production), instruments considérés de manière exogène, et d'autre part, aux prix mondiaux des céréales.

La première équation¹⁷ traduit le lien entre prix à la production et prix à la consommation.

$$pc_{i,t} = pc(p_{i,t}) \quad (6)$$

Le prix à la consommation est fonction du prix à la production.

La seconde équation traduit le lien entre prix à la production et prix mondial.

¹⁴ Cette production est égale aux abattages contrôlés redressés, augmentés du solde du commerce extérieur de tous les animaux

¹⁵ Cette distinction est faite pour la France, le Royaume-uni, l'Allemagne

¹⁶ Cette distinction existe pour les cinq pays de l'Union européenne.

$$p_{i,t} = p(pm_{i,t}, pe_{i,t}) \quad (7)$$

Le prix à la production est fonction du prix mondial de la culture i $pm_{i,t}$ et du prix de soutien, $pe_{i,t}$, quand il existe. Les différents prix utilisés sont exprimés en monnaie nationale. Par contre, le prix mondial des cultures est défini en dollars. Aussi les taux de changes sont pris en compte dans les équations de transmission du prix mondial vers le prix à la production.

Cette équation décrit la manière dont le prix mondial est répercuté sur le marché intérieur du pays étudié. Ainsi la transmission n'est pas parfaite. L'existence de cette équation de transmission des prix peut être due à différents facteurs comme le transport, la qualité, des politiques, ...

Par définition, dans la première phase du travail, seuls les prix des céréales sont modélisés car nous ne considérons pas les équilibres sur les marchés mondiaux des oléagineux. Les prix de ces cultures sont considérés de manière exogène à ce stade du projet.

Ce schéma général a été adapté dans le cas de l'Union européenne.

Le module prix de l'Union européenne

Nous ne présentons que les spécifications adoptées pour les prix des cultures dont les marchés sont étudiés au niveau mondial (blé, orge, maïs). Les spécifications précises sont détaillées dans le document des annexes.

La procédure proposée pour déterminer l'évolution des prix à la production des céréales est basée sur plusieurs variables prix.

Tout d'abord, nous intégrons les prix d'intervention associés à chaque céréale, ces séries proviennent de la réglementation européenne. Ces prix d'intervention sont considérés de manière exogène dans le module des prix. Le second prix est le prix directeur associé à la céréale considérée. Pour chaque céréale, un marché national est considéré comme directeur au niveau européen. Cette hypothèse signifie que les variations des prix à la production des autres pays sont expliquées par les variations du prix à la production du pays considéré comme directeur. Les variations du prix directeur sont elles-mêmes expliquées par les variations du prix mondial et les variations du prix d'intervention. Enfin, le troisième prix est le prix à la consommation, prix intervenant dans les différentes équations de demande. Les prix à la consommation sont définis de manière linéaire par rapport aux prix à la production (équation de marge).

Les équations du module prix sont donc définies par culture (blé tendre, blé dur, orge, maïs) et définissent un système d'équations simultanées.

¹⁷ Cette équation n'existe pas pour tous les pays, i.e. pour certaines zones il n'y a pas de distinction entre prix domestique à la production et prix domestique à la consommation.

$$p_{i,t}^d = \beta_1 + \beta_2 pm_{i,t} e_t^d + \beta_3 pe_{i,t} + \mu_{1t} \quad (8)$$

$$p_{i,t}^p = \eta_1 + \eta_2 p_{i,t}^d + \mu_{2t} \quad p \neq d \quad (9)$$

$$pc_{i,t}^p = \lambda_1 + \lambda_2 p_{i,t}^p + \mu_{3t} \quad (10)$$

où $p_{i,t}^d$ désigne le prix à la production de la culture i à la date t dans le pays d considéré comme directeur, $pm_{i,t}$ le prix mondial de la céréale i l'année t , e_t^d le taux de change de la monnaie du pays d par rapport au dollar, $pe_{i,t}$ le prix de soutien¹⁸, $p_{i,t}^p$ désigne le prix à la production de la culture i en t dans le pays p (non considéré comme directeur) et μ_{1t} , μ_{2t} et μ_{3t} les termes d'erreur.

La première équation de ce système existe uniquement pour le pays directeur. Elle permet d'expliquer les variations du prix directeur en fonction du prix mondial et du prix d'intervention.

La seconde équation du système (équation 9) apparaît dans le système pour les autres pays producteurs. Elle permet d'expliquer les prix à la production des pays p "non directeurs". Les variations de ces prix sont expliquées en fonction de celles du prix dans le pays directeur.

Enfin, la dernière équation estimée pour chaque pays définit l'indice du prix de consommation comme une fonction linéaire du prix à la production (équation de marge).

Plusieurs précisions sont à apporter sur l'estimation de ces systèmes.

Le prix directeur varie suivant la céréale considérée¹⁹. Le tableau suivant donne les hypothèses utilisées sur le prix directeur pour chaque céréale.

Tableau 1. Définition des prix directeurs pour les prix à la production

i = céréale considérée	Prix directeur
Blé dur	Prix Italien
Blé tendre	Prix Français
Maïs	Prix Français
Orge	Prix Français
Riz	Prix Italien

Pour le prix mondial, les données utilisées sont définies dans le tableau 3.

¹⁸ Nous avons retenu dans les estimations le prix de soutien effectif correspondant au prix d'intervention corrigé des variations saisonnières (source ONIC).

¹⁹ Le choix correspond au principal pays producteur ou consommateur pour la culture considérée.

Tableau 2. Définition du prix mondial des céréales

i = céréale considérée	Prix mondial
Blé tendre	soft red winter n°2 – Saint Louis
Blé dur	n°1 dark amber durum - Minneapolis
Maïs	Yellow Corn n°2 Gulfport
Orge	Barley n°2 , Western – Portland
Riz	Thaïland milled rice prices, 100% Grade B

Source: USDA

Comme nous l'avons déjà mentionné dans le module demande, pour deux céréales (orge et blé), il existe deux prix à la consommation suivant la qualité du produit. En effet, pour ces deux cultures, les prix de marché sont différents suivant l'origine fourragère ou non de la demande. Nous distinguons ainsi le prix du blé panifiable de celui du prix du blé fourrager, et le prix de l'orge fourragère du prix de l'orge brassicole.

Le système constitué par l'ensemble des équations doit être estimé simultanément pour les cinq pays. Le nombre d'équations varie suivant la céréale considérée ²⁰. Chaque système d'équations simultanées est estimé par la méthode des triples moindres carrés.

1.4. Equations des échanges

De manière générale, la modélisation des échanges est réalisée dans la version actuelle du modèle sous la forme de flux nets. Toutefois, pour certaines zones, nous avons modélisé séparément des fonctions d'importations et des fonctions d'exportations. Dans les extensions programmées du travail de modélisation, nous allons étendre cette distinction à tous les pays. Notre objectif est une représentation explicite des fonctions d'exportations et d'importations. Ce travail doit permettre de distinguer explicitement les instruments à l'exportation (subventions directes aux exportations, crédits à l'exportation, aide alimentaire internationale,...) et les instruments à l'importation (barrières tarifaires et barrières non tarifaires, quotas à l'importation,...). Ainsi, ce modèle doit permettre des prévisions et des simulations selon différents scénarii de politique agricole (libéralisation totale, effets de la suppression des subventions à l'exportation,...).

L'équation des importations s'écrit

$$im_{i,t} = im(pi b_t, im_{i,t-1}, pm_{i,t}) \quad (11)$$

Les importations sont une fonction du produit intérieur brut réel, des importations passées et du prix mondial de la culture.

L'équation des exportations s'écrit

$$\text{Pour l'Union européenne : } \exp_{i,t} = \exp((pe_{i,t} - pm_{i,t}), pm_{i,t}, disp_{t-1}) \quad (12 a)$$

$$\text{Pour les autres zones : } \exp_{i,t} = \exp(pm_{i,t}, disp_{t-1}) \quad (12 b)$$

Les exportations sont une fonction du prix mondial et du prix de soutien pour l'Union européenne. De plus une variable notée $disp_{t-1}$ représentant le niveau disponible est introduite, cette variable est égale au niveau de la production augmentée du stock initial et des importations.

2. Fonctionnement des marchés

Après avoir estimé pour chaque zone ou pays les différentes équations de comportement précédemment décrites, nous étudions les équilibres sur les marchés nationaux (ou le marché de la zone) des différentes céréales, préambule nécessaire avant l'analyse des marchés mondiaux.

Nous détaillons tout d'abord les principes utilisés pour étudier le fonctionnement de chaque marché intérieur. Nous présentons le passage à l'échelle mondiale i.e. le fonctionnement du marché mondial.

2.1. Fonctionnement d'un marché intérieur

Le premier paragraphe précise comment les conditions d'équilibre sur les marchés intérieurs sont établies. Nous présentons ensuite à l'aide d'illustrations graphiques le fonctionnement de chaque marché national ou régional.

2.1.1. Le principe de bouclage d'un marché intérieur et la formation des prix intérieurs

Pour compléter chaque modèle régional, il est nécessaire de rajouter aux équations de comportement précédemment écrites l'équation comptable décrivant l'équilibre sur le marché considéré i.e. l'égalité entre les ressources et les emplois.

Pour chaque zone, cette équation s'écrit :

Production en t + Importations en t + Stocks de début de période = Consommation fourragère en t + Consommation non fourragère en t + Stocks de fin période + Exportations en t

ou en reprenant les notations du modèle

$$\underbrace{(ss_{i,t} * rr_{i,t})}_{(1)} + \underbrace{im_{i,t}}_{(2)} + st_{i,t-1} = \underbrace{ua_{i,t}}_{(3)} + \underbrace{(uha_{i,t} * pop_t)}_{(4)} + \underbrace{st_{i,t}}_{(5)} + \underbrace{\exp_{i,t}}_{(6)} \quad (13)$$

où pop_t définit le niveau de population dans le pays considéré l'année t.

Les différents numéros définissent les six variables endogènes.

²⁰ Ce nombre varie car tous les pays ne sont pas producteurs de toutes les cultures modélisées.

Les termes présents à gauche de l'égalité (13) correspondent à la quantité nationale produite à la période courante (variable 1) auxquelles viennent s'ajouter l'offre provenant des autres pays (les importations ou variable 2) et les stocks initiaux (céréales produites mais non consommées lors des périodes précédentes), variable prédéterminée.

A droite, nous retrouvons la demande composée de la consommation nationale (demande fourragère ou variable 3 et demande non fourragère ou variable 4), augmentée des quantités non utilisées à la fin de t (stocks finaux en t, variable 5) et de la demande nationale émanant des autres économies (les exportations, variable 6).

Cette équation permet d'équilibrer chaque marché intérieur ou en d'autres termes de "boucler" chaque marché intérieur. Si chacune des six variables est estimée économétriquement par les équations de comportement précédemment écrites, rien ne garantit que les différentes valeurs calculées respectent la condition d'équilibre. Aussi, pour garantir cet équilibre, une variable de comportement doit être déterminée de manière résiduelle à partir de cette égalité au lieu d'être estimée, les autres variables étant prédites par les estimations des équations de comportement. Se pose alors le problème du choix de cette variable, qualifiée de variable d'ajustement qui permet de satisfaire l'équilibre.

Le choix de cette variable varie suivant le pays étudié. Généralement, l'ajustement ²¹ se fait par la variable "stocks" ou par une variable "échanges" (soit les exportations, soit les importations ou les échanges nets i.e. les exportations moins les importations). Les choix réalisés pour chaque zone sont précisés en annexe.

La logique sous-jacente est la suivante : étant données les valeurs exogènes, les stocks (ou les échanges nets si cela correspond davantage au fonctionnement du marché intérieur considéré) sont déterminés de façon à ce que l'équilibre intérieur entre l'offre et la demande (elles-mêmes dépendantes de ces exogènes) soit réalisé. On parle alors d'un bouclage du marché intérieur par les quantités stockées.

Si le rôle de variable d'ajustement revient aux stocks, la condition d'équilibre s'écrit

$$(st_{i,t} - st_{i,t-1}) = ss_{i,t} * rr_{i,t} - ua_{i,t} - (uha_{i,t} * pop) - (exp_{i,t} - im_{i,t}) \quad (14)$$

Aussi, dans les équations de comportement nous n'estimons pas l'équation (5) relative aux stocks.

De la même façon, si, par exemple, l'équilibre entre l'offre et la demande nationale est assuré par un ajustement par les échanges nets, alors la condition d'équilibre s'écrit

$$exp_{i,t} - im_{i,t} = \underbrace{(ss_{i,t} * rr_{i,t} + st_{i,t-1})}_{offre\ domestique} - \underbrace{(ua_{i,t} + (uha_{i,t} * pop) + st_{i,t})}_{demande\ domestique} \quad (15)$$

²¹ Ce choix n'est pas exclusif.

où le terme à gauche de l'égalité représente les exportations nettes définies comme la variable d'ajustement. Cette variable est donc déterminée de manière résiduelle. Aussi, dans les équations de comportement nous n'estimons pas les équations (11) et (12) (équations d'importations et d'exportations).

Le terme à droite de l'inégalité donne la différence entre l'offre domestique et la demande domestique du produit considéré. Cette différence correspond à l'excès d'offre ou l'offre nette d'exportation, positive si le pays est exportateur net du produit considéré, négative si le pays est importateur net.

2.1.2. Illustrations graphiques

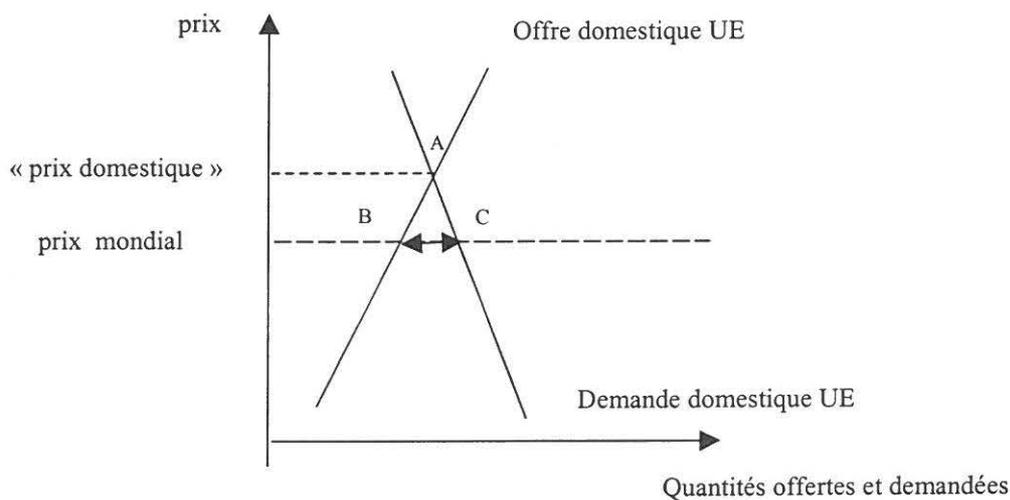
Nous représentons graphiquement le fonctionnement d'un marché intérieur, sous l'hypothèse que le prix mondial est donné, à la fois pour préciser la définition de la variable d'ajustement et pour illustrer comment un marché intérieur peut être utilisé à des fins de simulation.

A. Définition de la variable d'ajustement

En guise d'illustration, nous nous intéressons au fonctionnement du marché intérieur de l'Union européenne.

L'offre domestique correspond aux quantités de la céréale produites à la période courante augmentées des stocks accumulés à la période précédente. C'est une fonction croissante du prix. De la même manière, la demande domestique regroupe les quantités consommées et non consommées lors de la période courante dans la zone considérée (soit la consommation et les stocks), elle ne comprend donc pas les quantités consommées hors zone (les exportations). La consommation et les stocks étant des fonctions décroissantes du prix de la céréale, la demande domestique est également décroissante.

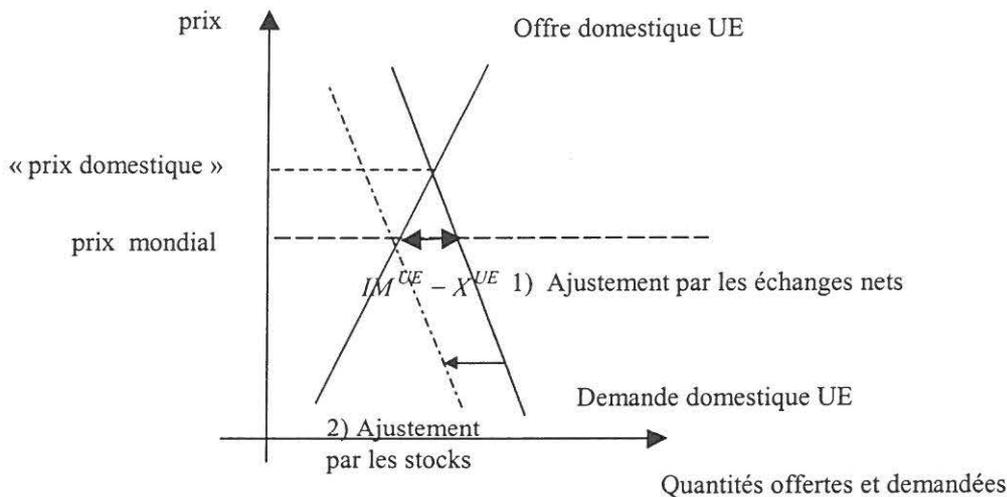
Figure 2. Fonctions d'offre et de demande



Sur ce marché intérieur, le prix qui permet d'égaliser l'offre à la demande domestiques est appelé « prix domestique », ce prix serait observé dans le cas d'une économie fermée. Mais dans le cas d'une économie d'échanges, les offreurs domestiques peuvent se trouver en concurrence avec des offreurs étrangers proposant des prix inférieurs. Si tel est le cas et que le prix mondial, qui s'impose à l'Union européenne²², est inférieur au « prix domestique », l'offre domestique européenne va se réduire (déplacement sur l'offre domestique de A à B) tandis que la demande domestique va s'accroître (déplacement de A à C). On voit donc que la demande devient supérieure à l'offre.

La manière dont l'équilibre est résorbé est illustrée par la figure suivante.

Figure 3 Définition de la variable d'ajustement



Ce déséquilibre peut alors être résorbé :

*soit par augmentation de l'offre via un recours aux importations (on parlera d'ajustement par les échanges nets car les importations seront alors supérieures aux exportations) (cas 1 sur la figure 4).

*soit par une réduction de la demande via la baisse des stocks (on a alors un ajustement par les stocks) ce qui se traduit par un déplacement vers la gauche de la demande domestique (cas 2 sur la figure 4.).

Dans les deux cas, on a ainsi respect de l'équilibre comptable entre l'offre et la demande totales.

B. Exemples d'utilisation d'un marché intérieur

La spécification actuelle du modèle permet aisément d'« isoler » un pays ou une zone afin d'en étudier plus précisément le fonctionnement mais également de procéder à des simulations de chocs exogènes et d'en comprendre les répercussions sur la zone considérée. Pour cela, il suffit d'isoler du modèle mondial les équations de comportement et la condition d'équilibre comptable relatives à la zone

²² En d'autres termes le prix mondial est exogène lorsque l'on raisonne sur un seul marché intérieur. Cette hypothèse implique que le poids du pays en question est trop faible pour influencer significativement sur la formation du prix mondial.

considérée et d'y ajouter l'hypothèse d'exogénéité du prix mondial²³. Une fois les équations de comportement estimées, la variable d'ajustement choisie, il est alors possible de réaliser des simulations.

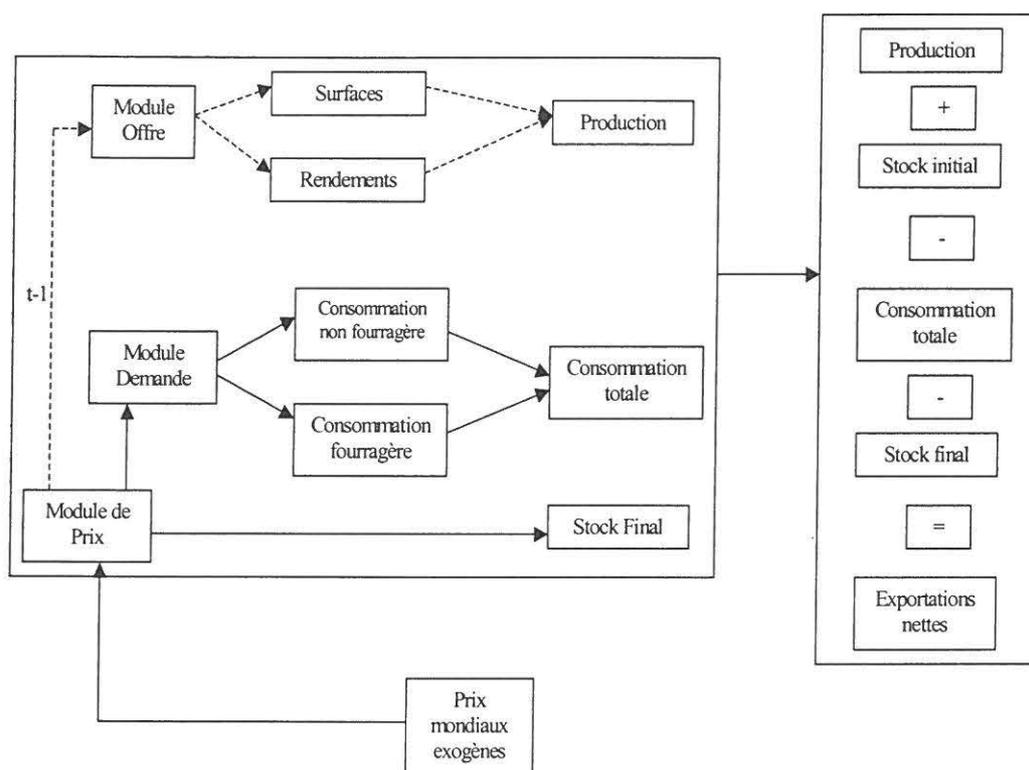
Ainsi, si on veut étudier l'impact d'une variation exogène du prix mondial sur la zone considérée deux cas sont à considérer :

- Dans le cas d'une zone où l'ajustement se fait par les stocks, on peut déterminer dans quelle mesure une variation du prix mondial, en se répercutant sur le prix national, entraîne une variation de la consommation et des échanges nets lors de la période courante. On en déduit alors le déséquilibre entre l'offre et la demande (car l'offre ne sera affectée par cette variation du prix mondial qu'à la période suivante), puis la valeur des stocks qui permet de résorber ce déséquilibre.
- Dans le cas d'une zone où l'ajustement se fait par les échanges, on peut déterminer dans quelle mesure une variation du prix mondial entraîne une variation de la consommation et des stocks (qui dépendent dans ce cas des prix) lors de la période courante. On en déduit alors le déséquilibre entre l'offre et la demande, puis la valeur des échanges qui permet de résorber ce déséquilibre.

De manière graphique, le fonctionnement de chaque marché intérieur peut être représenté par la figure suivante dans le cas où les échanges nets définissent la variable d'ajustement.

²³ Il convient ici de noter que cette démarche revient à supposer que la zone isolée a un impact relativement faible sur la formation du prix mondial, cela correspond donc mieux à l'étude soit de petites zones soit de zones dont le poids sur le marché mondial de la céréale considéré n'est pas primordial.

Figure 4. Fonctionnement du marché intérieur (ajustement par les échanges nets)



Sur la figure précédente, les traits en pointillés définissent ce qui se passe l'année t-1, les traits pleins l'année t. Les prix mondiaux sont exogènes, ils se répercutent sur le marché intérieur du pays étudié et déterminent ainsi les prix intérieurs. Ces prix déterminent la demande. L'offre est prédéterminée (elle dépend des niveaux de prix l'année t-1).

Il est également possible de procéder à d'autres simulations : effets de la variation des prix d'intervention, des aides à l'hectare, du prix des intrants, de la richesse par tête...

Avant d'analyser l'équilibre sur le marché mondial i.e. de lier les différents modèles nationaux, il est primordial de vérifier le fonctionnement de chaque marché intérieur. Cette vérification signifie que nous comparons sur la période passée les valeurs des différentes variables observées aux variables prévues par le modèle, le prix mondial étant donné. Nous avons réalisé cette étape sur chaque zone pour vérifier le fonctionnement correct de la zone ou pays (se reporter à la partie 3 pour des illustrations appliquées au marché du blé dans l'Union européenne et au Canada, et au marché de l'orge en Chine).

2.2. Fonctionnement du marché mondial

Après avoir vérifié le fonctionnement de chaque marché intérieur, nous nous intéressons aux marchés mondiaux. Rappelons que l'objectif est de comprendre la formation des prix mondiaux des céréales (blé, maïs, orge, autres céréales), les prix des graines et tourteaux oléagineux sont pour le moment

considérés comme exogènes. Pour chaque marché, nous intégrons une équation représentant l'équilibre sur le marché mondial pour permettre ainsi de dépasser l'hypothèse d'exogénéité du prix mondial précédemment posée à l'échelle des différents marchés intérieurs.

Nous précisons dans un premier paragraphe la représentation du fonctionnement du marché mondial notamment en caractérisant les liens entre les marchés intérieurs et le marché mondial. Nous définissons tout d'abord les conditions d'équilibre sur le marché mondial avant de décrire les principes d'ajustements.

2.2.1. Analyse de la formation des prix mondiaux

Nous avons montré précédemment lors de l'étude d'un marché intérieur que la réalisation de l'équilibre sur le marché impliquait la détermination résiduelle d'une variable. En effet, en cas d'estimation économétrique de toutes les variables d'offre et de demande, rien ne garantissait la satisfaction de la condition d'équilibre comptable. La solution retenue pour le « bouclage » de chaque marché intérieur a été d'enlever une des équations de comportement. De la même manière, sur le marché mondial, la réalisation de l'équilibre entre l'offre et la demande mondiales nécessite une opération de bouclage. En effet, le raisonnement sur le marché mondial ne se réduit pas à une simple « juxtaposition » de l'ensemble des marchés intérieurs précédemment modélisés. Si tel était le cas, rien ne garantirait l'égalisation de l'ensemble des offres estimées sur les différents marchés intérieurs et de l'ensemble des demandes, en d'autres termes, la condition d'équilibre au niveau mondial ne serait pas forcément réalisée. Il convient donc de procéder au « bouclage » du marché mondial. Cela revient à rendre endogène une variable précédemment supposée exogène dans un marché intérieur, ou en d'autres termes à ajouter une inconnue au lieu d'enlever une équation. La variable pertinente à endogénéiser est naturellement le prix mondial. Économiquement, cela revient à supposer que ce dernier soit déterminé par la confrontation entre l'offre et la demande mondiales et non plus de façon exogène. On est donc en présence d'un ajustement par le prix. La question qui se pose alors est de savoir comment s'établit ce prix d'équilibre mondial ?

Par définition, sur le marché mondial de la céréale considérée se confrontent l'offre mondiale et la demande mondiale.

- L'offre mondiale de la céréale étudiée à la date t est composée de la somme des quantités nationales produites à la période courante auxquelles viennent s'ajouter les stocks accumulés lors de la période précédente.
- La demande mondiale de la céréale étudiée à la date t est composée de l'ensemble des consommations nationales augmentées des quantités non utilisées à la fin de la période (stocks finaux).

L'équilibre sur le marché mondial est caractérisé par l'égalité entre offre et demande et est décrit par l'équation suivante.

$$\underbrace{\sum_p (ss_{i,t}^p * rr_{i,t}^p) + \sum_p st_{i,t-1}^p + \bar{O}_{i,t}^{rdm} + \bar{st}_{i,t-1}^{rdm}}_{\text{offre mondiale}} = \underbrace{\sum_p (ua_{i,t}^p + (uha_{i,t}^p * pop^p)) + \sum_p st_{i,t}^p + \bar{D}_{i,t}^{rdm} + \bar{st}_{i,t}^{rdm}}_{\text{demande mondiale}} \quad (16)$$

où p définit un pays ou une zone modélisé explicitement dans le modèle (l'Argentine, le Canada, la Chine, les Etats-Unis et l'Union européenne), où $\bar{O}_{i,t}^{rdm}$ représente le niveau de production de l'agrégat "Reste du monde " (noté rdm), $\bar{st}_{i,t}^{rdm}$ (respectivement $\bar{st}_{i,t-1}^{rdm}$) le niveau des stocks en t de l'agrégat "Reste du monde (respectivement l'année t-1) et $\bar{D}_{i,t}^{rdm}$ la demande du reste du monde. Dans les résultats que nous présenterons, le reste du monde est supposé exogène i.e. les différentes variables correspondant à cet agrégat ne sont pas modifiées suite à une variation du prix mondial²⁴. Nous revenons sur ce point dans la troisième partie.

De manière équivalente, cette équation peut se traduire en une condition sur la somme des offres nettes d'exportations des pays modélisés et du reste du monde. En effet, l'égalité (16) peut se réécrire

$$\sum_p (ss_{i,t}^p * rr_{i,t}^p + st_{i,t-1}^p - (ua_{i,t}^p + (uha_{i,t}^p * pop^p)) + st_{i,t}^p) + \bar{O}_{i,t}^{rdm} + \bar{st}_{i,t-1}^{rdm} - (\bar{D}_{i,t}^{rdm} + \bar{st}_{i,t}^{rdm}) = 0 \quad (17)$$

Cette égalité peut aussi s'écrire en termes d'échanges nets

$$\sum_p (\exp_{i,t}^p - im_{i,t}^p) + (\bar{\exp}_{i,t}^{rdm} - \bar{im}_{i,t}^{rdm}) = 0 \quad (18)$$

Cette équation est résolue en $pm_{i,t}$ (le prix mondial de la culture considérée). Pour chaque céréale, le marché mondial s'équilibre pour un prix mondial unique qui est ensuite répercuté sur les marchés intérieurs des différents pays modélisés. La confrontation des modèles régionaux permet ainsi la détermination de l'équilibre mondial et donc du prix d'équilibre mondial²⁵.

Le modèle mondial est donc constitué d'un ensemble de sous-modèles correspondant à des zones ou pays. Chacun de ces sous-modèles est composé d'équations déterminant l'offre, la demande, les échanges nets et les prix nationaux. L'ensemble des équations de comportement estimées par pays, les équations définissant les équilibres sur les marchés intérieurs et l'équation décrivant l'équilibre sur le marché mondial définissent la forme structurelle du modèle mondial pour chaque culture. Quand nous analysons les différents marchés mondiaux nous reprenons toutes les équations et nous résolvons simultanément pour déterminer les différents prix d'équilibre.

²⁴ En d'autres termes, les différentes variables caractérisant le reste du monde sont inélastiques par rapport au prix mondial.

²⁵ Pour déterminer les niveaux d'équilibre de toutes les variables endogènes on utilise de façon générale l'algorithme de Newton-Raphson qui se résume ici à un calcul matriciel puisque les spécifications sont linéaires.

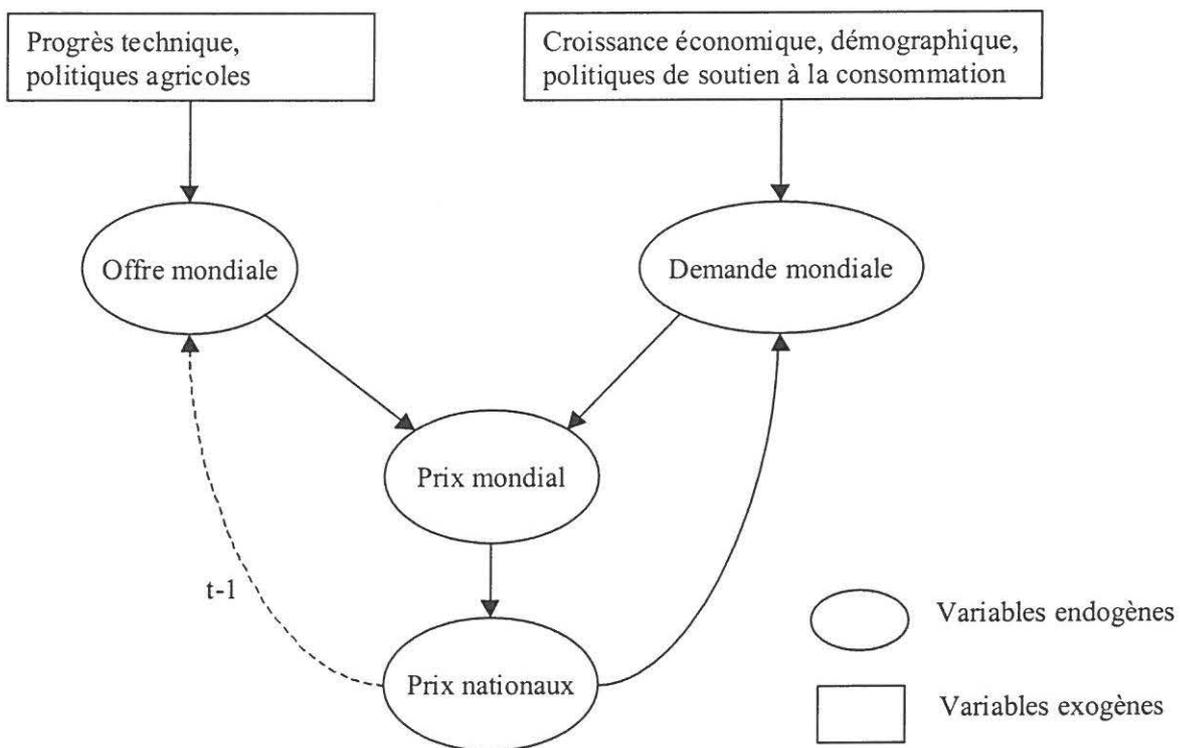
2.2.2. Liens entre les marchés intérieurs et le marché mondial

Le marché mondial s'ajuste par le prix ²⁶. Ainsi, tout déséquilibre sur le marché mondial se traduit par une variation du prix mondial qui a pour effet d'agir sur la demande lors de la période courante (membre de droite de (16)) et sur l'offre (membre de gauche de (16)) lors de la période suivante dans le sens d'une réduction du déséquilibre initial, ou si l'on raisonne sur les quantités échangées la variation du prix mondial agit sur les importations et les exportations.

Toutefois, cette transmission n'est pas si directe. En effet, nous avons supposé dans les modèles régionaux que les quantités offertes, demandées ne sont pas directement liées au prix mondial. Ces quantités dépendent en effet des prix nationaux eux-mêmes dépendants du prix mondial d'une part mais également du prix de soutien pratiqué dans la zone considérée.

Ainsi, de manière schématique, l'ajustement sur le marché mondial peut être représenté par la figure suivante

Figure 5. Description du marché mondial



Ainsi, si on se situe dans le cas d'un excès d'offre mondiale, ce déséquilibre entraîne une baisse du prix mondial. Cette diminution entraîne des baisses des prix nationaux plus ou moins fortes selon l'ampleur et la force des réglementations. Cette diminution provoque une baisse des offres nationales en $t+1$. Cette variation est d'ampleur différente selon les pays car les sensibilités aux prix des composantes de

²⁶Dans le cas d'ajustement par les prix, les quantités offertes et demandées sont également variables dans la mesure où elles dépendent du prix par lequel l'ajustement se réalise.

l'offre peuvent différer d'un pays à l'autre mais également car les prix nationaux diffèrent d'une zone à l'autre selon les politiques nationales retenues. Il en résulte donc une baisse de l'offre mondiale en $t+1$. De même, on a une hausse de la demande mondiale en t via la hausse des demandes nationales ²⁷.

De manière analytique, les ajustements vont donc dépendre de la valeur des élasticités prix des différentes composantes des offres et demandes nationales.

2.2.3. Illustration graphique

Pour représenter graphiquement le marché mondial, deux solutions équivalentes sont envisageables :

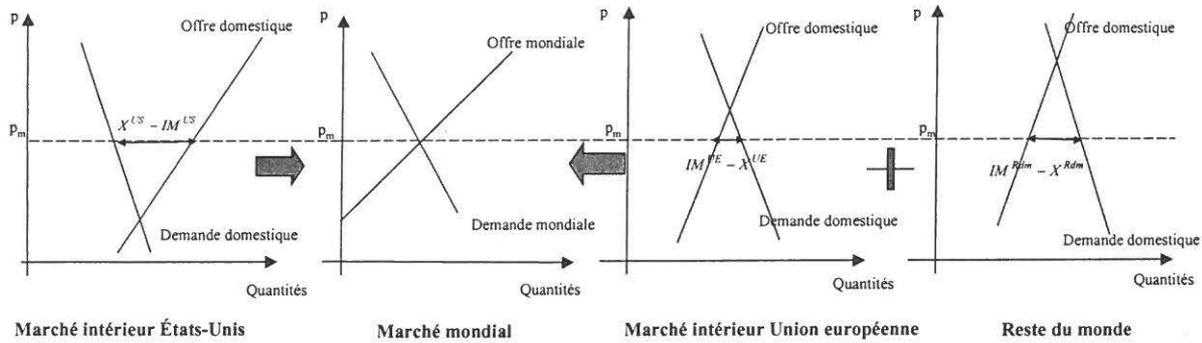
- soit on considère que le marché mondial est le lieu de rencontre de toutes les quantités produites et demandées pour la céréale considérée, auquel cas l'offre (respectivement la demande) mondiale sera construite en sommant toutes les offres (respectivement les demandes) domestiques,
- soit on considère le marché mondial comme le lieu de rencontre des quantités faisant effectivement l'objet d'échanges, à savoir les quantités exportées par les uns et importées par les autres, auquel cas la demande mondiale est constituée de l'ensemble des importations nettes, soit dans notre représentation simplifiée celles de l'Union européenne et du reste du monde. La courbe de demande mondiale est donc construite en sommant, pour chaque niveau de prix, les importations nettes de ces 2 zones. C'est une fonction décroissante du prix. De l'autre côté, l'offre mondiale correspond, pour chaque niveau de prix, aux exportations nettes des USA (i.e. écart entre l'offre et la demande domestiques américaines, écart nul pour le « prix domestique » américain).

Il est à noter que ces 2 types de raisonnement sont strictement équivalents, comme le montre le passage de l'équation (17) à l'équation (18).

Les quatre graphiques suivants montrent la construction du marché mondial dans la seconde logique. La demande mondiale est donc construite par sommation des importations nettes et l'offre mondiale par sommation des exportations nettes. Le prix mondial est obtenu par égalisation de l'offre et de la demande mondiale.

²⁷ D'ampleur différente selon les pays car les sensibilités aux prix des composantes de la demande peuvent différer d'un pays à l'autre mais également car les prix nationaux diffèrent d'une zone à l'autre selon les politiques nationales retenues.

Figure 6. Construction du marché mondial



Ces graphiques peuvent ensuite être utilisés pour décomposer les effets de chocs exogènes sur le prix mondial ainsi que sur les offres et demandes sur les marchés intérieurs.

Ainsi un changement de politique agricole en Union européenne favorisant l'offre aura deux types d'effets sur le marché intérieur de l'UE :

- les premiers sont directs : déplacement de l'offre vers la droite et donc réduction des importations nettes européennes à prix mondial inchangé,
- les seconds sont indirects et transitent par le marché mondial : l'UE produisant plus sera moins importatrice, il en résulte un déplacement vers la gauche de la demande mondiale. Cela aura pour effet de réduire le prix mondial. Cette baisse se répercutera sur l'ensemble des marchés intérieurs et également sur le marché intérieur de l'UE. Les effets d'une telle politique seront donc différents de ceux que l'on aurait obtenus dans le cas d'un raisonnement sur le seul marché intérieur de l'UE car dans ce cas il n'y aurait pas eu d'effet sur le prix mondial.

3. Présentation des résultats

Pour donner un aperçu de ce qui peut être réalisé avec la version courante du modèle nous avons organisé la présentation des résultats en deux parties. Dans un premier temps, nous allons nous intéresser aux fonctionnements de différents marchés intérieurs (Union européenne, Canada, Chine). Dans un second temps, nous présentons le fonctionnement des marchés mondiaux. Dans chaque cas, nous allons présenter les prévisions du modèle sur la période passée ²⁸ et sur un horizon de 10 ans.

3.1. Fonctionnement des marchés intérieurs

Comme nous l'avons déjà mentionné, la structure du modèle permet d'isoler un pays ou une zone afin d'en étudier plus précisément le fonctionnement mais également de procéder à des simulations de chocs exogènes. Le fonctionnement des marchés intérieurs implique que les prix mondiaux des céréales sont exogènes.

Nous présentons les résultats des marchés intérieurs en terme de prévisions. Il s'agit ainsi de prévoir l'évolution des différentes variables endogènes (surfaces, rendements, offres, consommations fourragères, non fourragères, stocks, échanges en l'absence de changement dans les politiques,...). Le calcul des prévisions nous permet de définir un scénario de base. Les simulations de changements de politique sont comparées à ce scénario.

Dans tous les exemples présentés nous réalisons des prévisions et simulations dynamiques²⁹ (simulations réalisées avec le logiciel TSP³⁰ sous Unix).

Nous nous sommes appuyés sur les projections de FAPRI³¹ pour reproduire les variables exogènes (Produit Intérieur Brut, population, taux de change, niveau général des prix...) sur le futur. Tous les résultats de projection des marchés intérieurs présentés sont détaillés en annexe.

Nous allons prendre pour illustration les marchés du blé en Union européenne, au Canada et le marché de l'orge en Chine.

3.1.1. Illustration au marché du blé en Union européenne

Sur la période d'observation présentée (de 1990 à 1998), la production européenne de blé totale (blé tendre et blé dur) représente en moyenne 16% de la production mondiale de blé. Les exportations de l'Union européenne couvrent 17% des échanges mondiaux de blé total.

Pour l'Union européenne, avant de présenter les résultats de prévisions, il est important de vérifier la qualité des ajustements sur la période passée. Pour cette zone ce sont les stocks qui permettent d'ajuster l'équilibre sur le marché européen.

A. Evaluation de la qualité de l'ajustement

Nous comparons les valeurs des variables observées aux variables prévues par le modèle, le prix mondial étant donné.

Prenons l'exemple des exportations de blé tendre dans l'Union européenne.

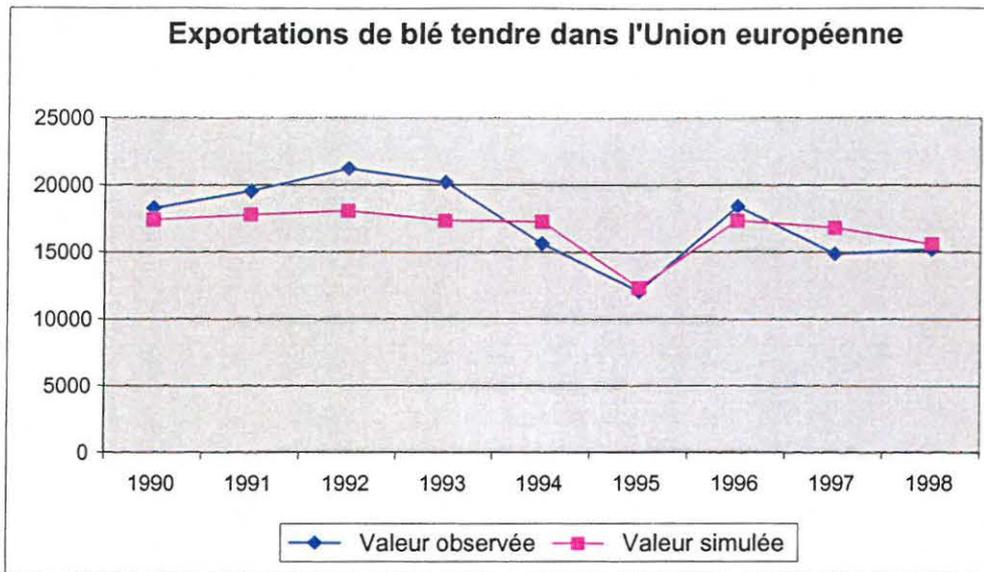
²⁸ Cette période correspond à la période d'estimation, pour alléger la présentation nous présentons les valeurs estimées depuis 1990.

²⁹ Cette méthode signifie que pour les équations dynamiques (avec présence parmi les variables explicatives d'une variable endogène décalée) on utilise dans les prévisions la valeur prévue par le modèle et non la valeur observée.

³⁰ Nous utilisons la version 4.4.

³¹ Food and Agricultural Policy Research Institute

Figure 7. Représentation des exportations de blé tendre dans l'Union européenne sur la période 1990-1998



Sur la période passée (1990-1998), le modèle reproduit bien les fluctuations des exportations de blé tendre en Union européenne (et notamment les points de retournement i.e. les changements de tendance qui ont eu lieu sur la période). Nous avons effectué ces vérifications pour les différentes variables endogènes (voir le paragraphe sur les projections pour une présentation plus complète).

Nous pouvons alors réaliser des projections des variables de comportement sur la période 1990-2009.

B. Définition des projections

Les projections sont définies jusqu'à l'année 2010³². Nous retenons des hypothèses identiques à celles utilisées par FAPRI pour les différentes variables exogènes, les variables de politique sont supposées inchangées.

Nous donnons trois graphiques qui représentent des variables de comportement (exportations, production et consommation en Union européenne) sur la période passée et les projections couvrant la période 2000-2009.

³² Nous avons retenu l'horizon généralement reporté dans les publications des autres modèles.

Figure 8. Représentation des exportations de blé tendre dans l'Union européenne sur la période 1990-2009

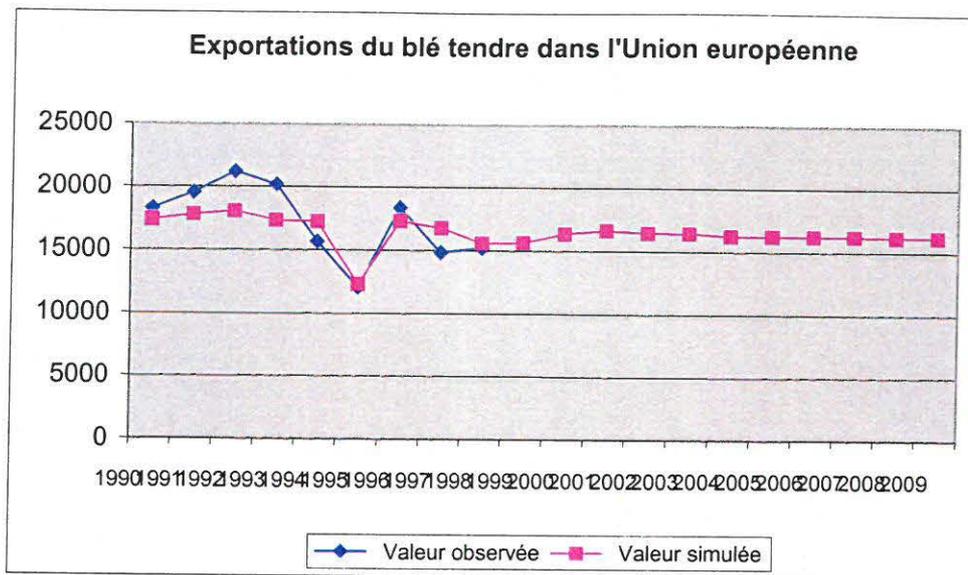


Figure 9. Représentation de la production de blé tendre dans l'Union européenne sur la période 1990-2009.

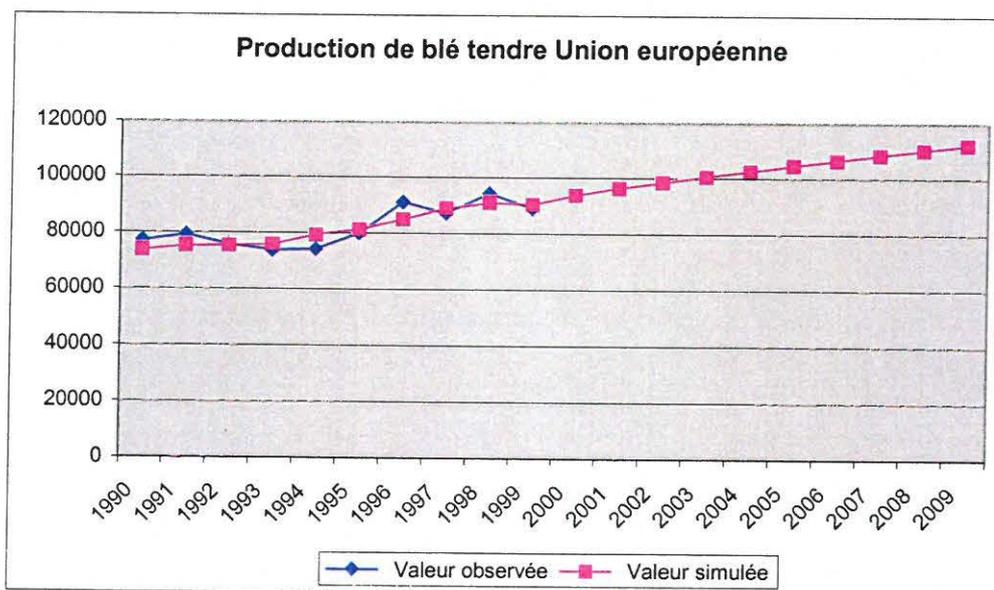
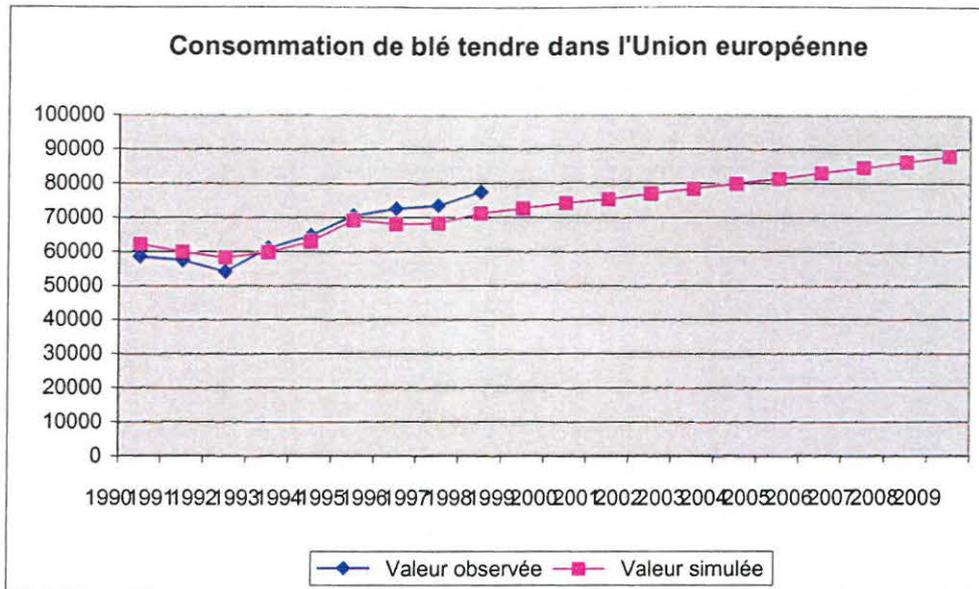


Figure 10. Représentation de la consommation totale de blé tendre dans l'Union européenne sur la période 1990-2009



Au vu des graphiques, nous remarquons que les projections sont linéaires. Ce résultat n'est pas surprenant et s'explique par les hypothèses adoptées sur les variables de projections (hypothèses qui lissent l'évolution de ces différentes variables exogènes).

3.1.2. Illustration au marché du blé au Canada

Les exportations du Canada représentent environ 20% des échanges mondiaux, la production canadienne représente 5% de la production mondiale de blé total.

Nous présentons les résultats des variables de consommation totale et du prix à la consommation du blé tendre au Canada sur la période passée et en projections.

Figure 11. Représentation de la consommation totale de blé tendre au Canada sur la période 1990-2009

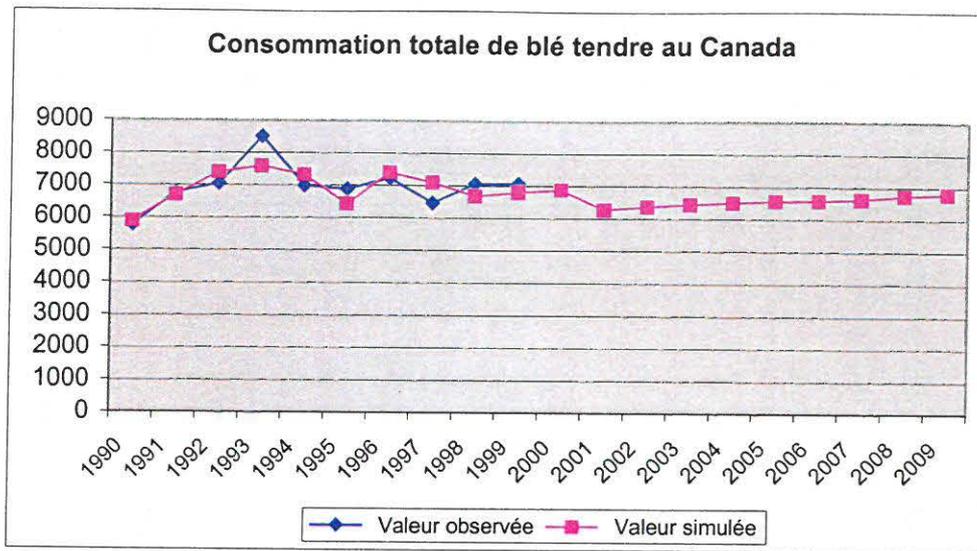
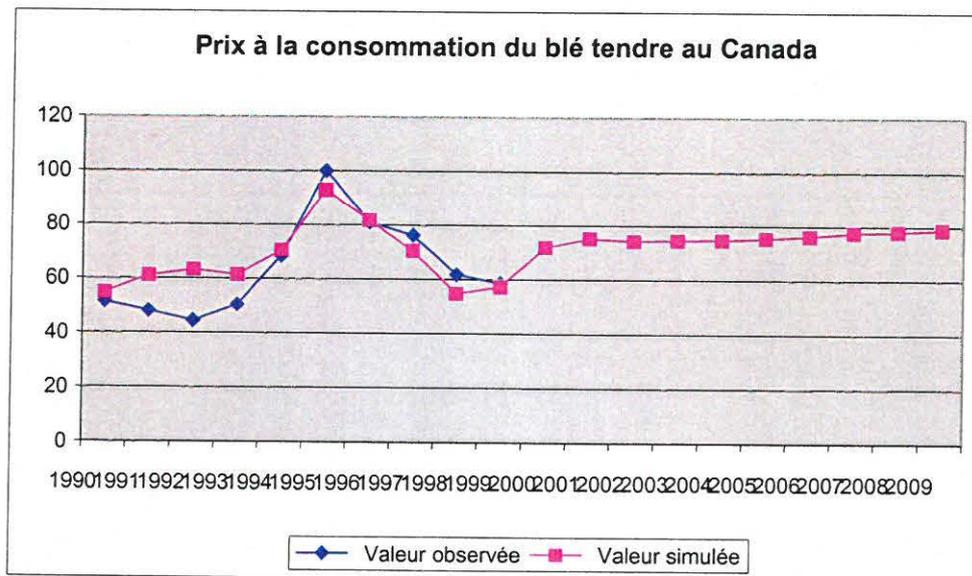


Figure 12. Représentation du prix à la consommation du blé tendre au Canada sur la période 1990-2009



Dans les deux cas, nous pouvons noter que le modèle reproduit bien les fluctuations passées de ces variables de comportement.

3.1.3. Illustration au marché de l'orge en Chine

Sur la période présentée, la production d'orge en Chine représente moins de 5% de la production mondiale, les importations d'orge ne couvrent que 10% des échanges mondiaux mais la Chine est le deuxième importateur mondial d'orge.

Nous présentons les résultats des variables de consommation totale et du prix à la consommation de l'orge en Chine sur la période passée et en projections.

Figure 13. Consommation totale (fourragère et non fourragère) d'orge en Chine sur la période 1990-2009

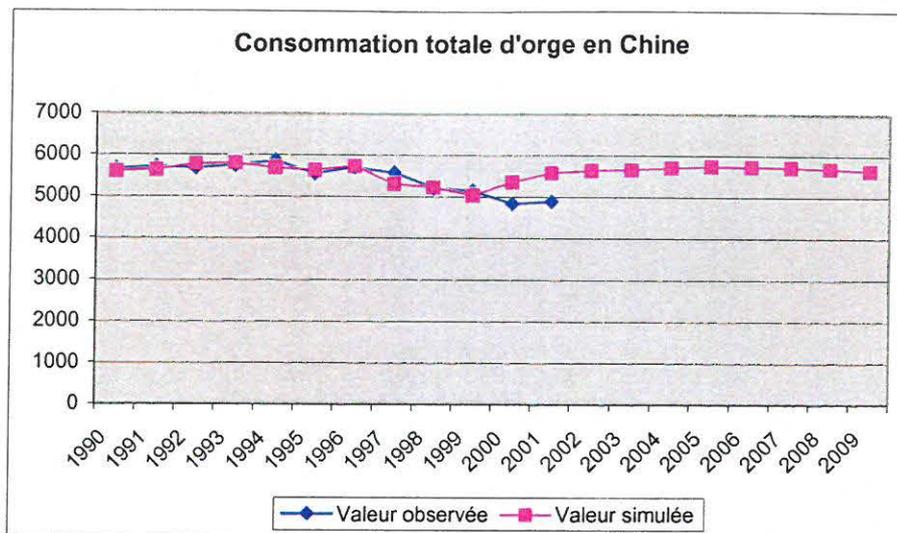
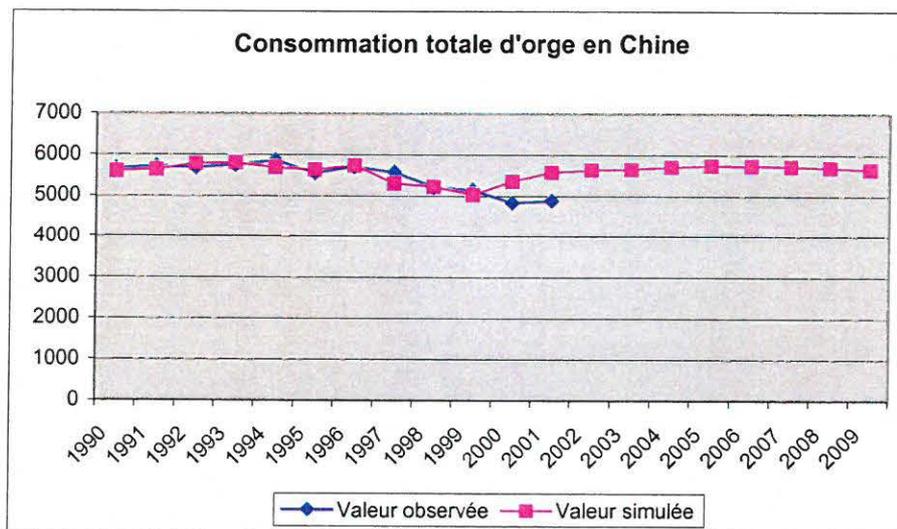


Figure 14. Prix à la consommation de l'orge fourragère en Chine sur la période 1990-2009



Les résultats présentés pour la Chine sont de moins bonne qualité sur la période passée que ceux du Canada ou de l'Union européenne. Nous remarquons des écarts entre les valeurs des variables observées et celles des variables prédites par le modèle en particulier pour le prix à la consommation en fin de période. Le marché de la Chine présente plusieurs particularités que nous n'avons pu modéliser pour l'instant. La Chine possède un système de soutien des prix nationaux à la production que nous n'avons pas introduit faute de données. De plus, dans le cadre de son entrée à l'OMC (2001), la Chine doit procéder à de nombreux changements des politiques d'échanges non considérés actuellement dans le modèle.

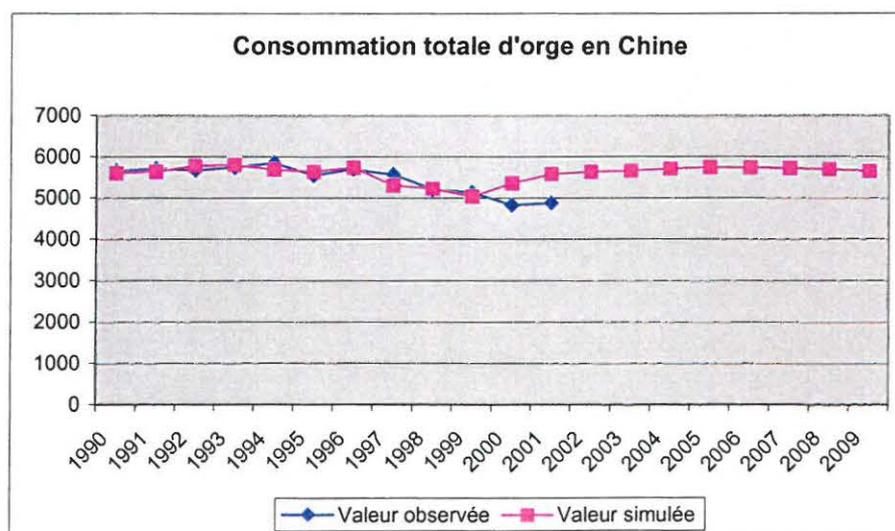
3.2. Fonctionnement des marchés mondiaux : illustration au marché mondial du maïs

Les zones actuellement modélisées (Etats-Unis, Argentine, Union européenne, Canada, Chine) représentent une part importante de l'offre et de la demande mondiales (respectivement 70 % et 60%). En revanche, du point de vue des échanges, seules les exportations sont largement couvertes (à 95%) par l'intégration des 2 principaux exportateurs (Etats-Unis, Argentine qui assurent respectivement 70% et 20% des exportations totales). En effet, seules 8% des importations sont couvertes dans la mesure où les pays asiatiques (qui comptent pour 50% des importations mondiales), le Moyen Orient, l'Amérique Latine et les PECO ne sont pas intégrés, dans la version actuelle du modèle. Les importateurs actuellement pris en compte, Union européenne et Canada, ne représentent qu'une faible part des importations au niveau mondial. Le reste du monde correspond par conséquent à plus de 90% des importations.

3.2.1. Evaluation de la qualité de l'ajustement : « Reproduction » du prix mondial

L'inclusion du prix mondial aux variables endogènes a d'importantes répercussions sur le fonctionnement du modèle. En effet, dans ce cas les offres et demandes intérieures seront différentes de celles auxquelles on aboutissait lors de l'étude sur les marchés intérieurs dans la mesure où elles dépendent désormais, plus ou moins directement, du prix mondial devenu endogène. A titre illustratif nous reprenons une variable précédemment étudiée : la consommation d'orge en Chine. Nous présentons sur la figure suivante deux courbes : la première qui représente le niveau estimé sur le marché intérieur (le prix mondial est supposé exogène), la seconde qui représente le niveau estimé sur le marché mondial (le prix mondial est endogène).

Figure 15. Estimation de consommation totale d'orge en Chine sur la période 1990-1999

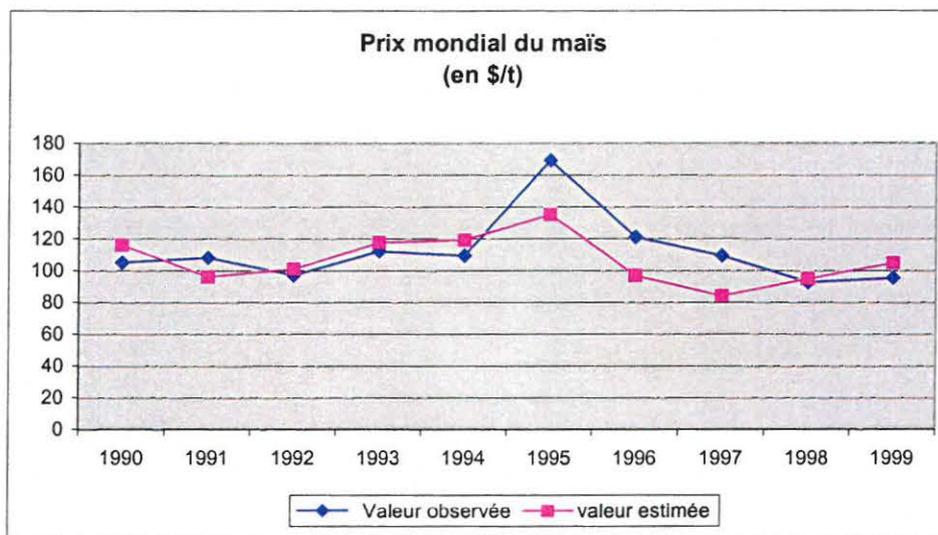


La différence entre les estimations sur le marché intérieur et sur le marché mondial sera d'autant plus importante que le pays aura un rang mondial élevé (par exemple premier importateur mondial).

L'analyse du marché mondial rend possible l'étude du prix mondial en fonction d'autres exogènes telles que les politiques agricoles, commerciales, démographiques... puis, par la suite, permet d'effectuer des projections de ce prix dans le futur en cas de poursuite des politiques actuelles et enfin permet de prévoir les effets sur ce prix de différents scénarii d'instrumentations de ces différentes politiques.

La figure suivante permet de comparer la valeur du prix mondial du maïs calculée par notre modèle à celle observée par le passé.

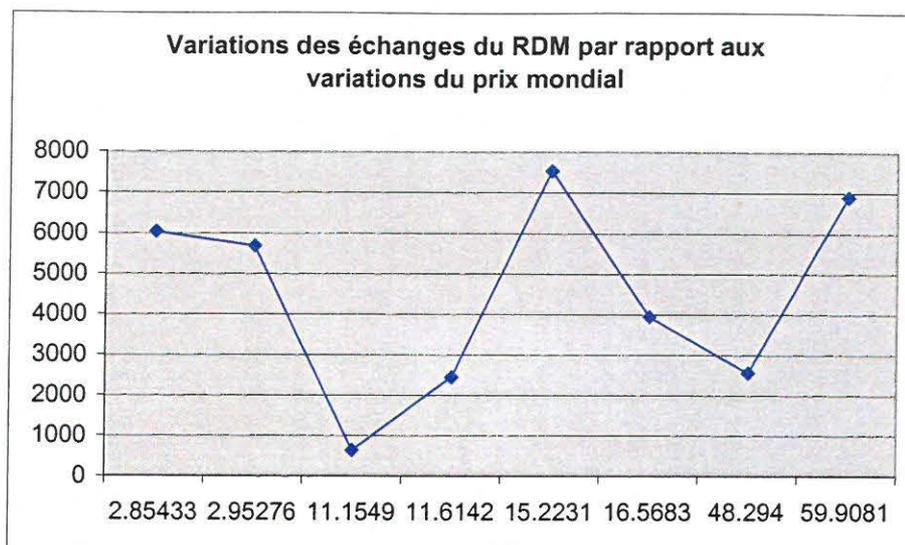
Figure 14. Représentation du prix mondial du maïs sur la période 1990-1999



Globalement, notre modèle reproduit bien les fluctuations passées du prix mondial du maïs, il est en particulier important de relever que les changements de tendance sont dans l'ensemble bien prévus par le modèle, mis à part 1998 où le modèle prévoit une augmentation du prix alors qu'il a en réalité baissé. De plus, de 1995 à 1997 on note une sous-estimation du prix mondial. Toutefois, ceci peut aisément s'expliquer par le fait qu'une part importante des importations mondiales n'est pas explicitement modélisée : en effet, la demande des pays asiatiques et du Moyen Orient est pour l'instant considéré comme exogène et ne réagit donc pas au prix mondial.

Pour mieux comprendre, nous représentons les variations des échanges de cet agrégat en fonction du prix mondial.

Figure 16. Variations des échanges du Reste Du Monde (RDM) par rapport aux variations du prix mondial sur la période 1991-1998



Nous avons fait l'hypothèse que les échanges nets du reste du monde ne variaient pas suite aux variations du prix mondial (voir le paragraphe sur la formation des prix mondiaux) or ce graphique nous montre le contraire.

Certains résultats de simulations ou projections peuvent apparaître de mauvaise qualité. Il faut bien se rappeler que l'agrégat reste du monde est très important (voir les pourcentages présentés dans le premier paragraphe). Dans le fonctionnement du modèle, cet agrégat n'est pas modifié suite à une variation du prix mondial. Cette hypothèse d'exogénéité peut être levée en endogénéisant cet agrégat. Ainsi, pour améliorer la qualité des projections, nous avons spécifié un modèle régional pour l'agrégat "reste du monde" en estimant de façon rudimentaire des modules d'offre, demande pour cette zone. Les premiers résultats d'estimation ne sont pas concluants ce qui n'est guère surprenant vu l'hétérogénéité de cet agrégat.

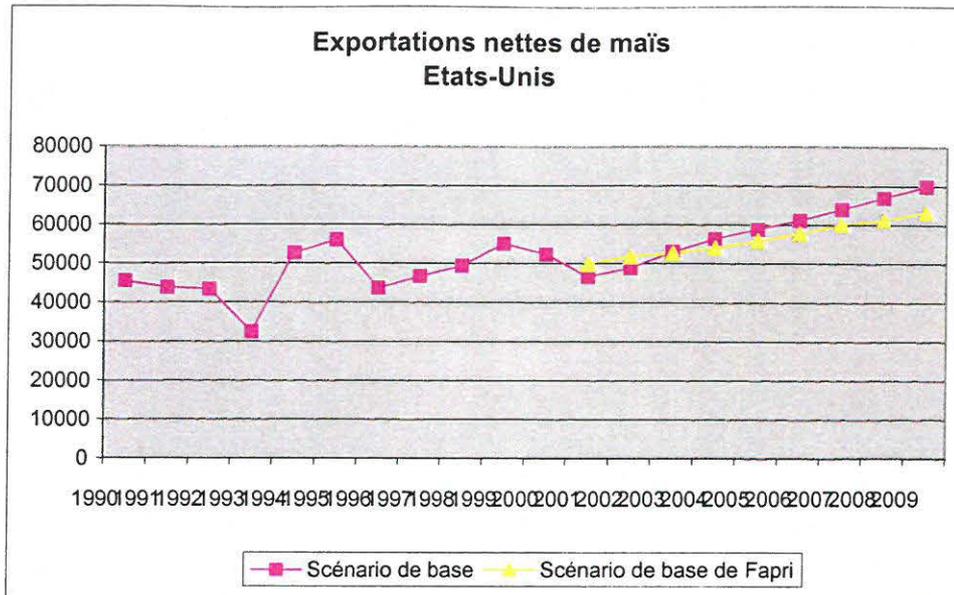
3.2.2 Utilisation du modèle mondial à des fins de projection

Après avoir défini le scénario de base, nous réalisons des projections pour prévoir l'évolution des différentes variables endogènes.

Ces projections des endogènes nécessitent l'élaboration préalable de projections pour chaque pays pour l'ensemble des variables exogènes. A ce stade, en ce qui concerne les projections des variables « macro-économiques » (PIB réel, niveau général des prix, taux de change, population...), nous avons utilisé les mêmes projections que FAPRI.

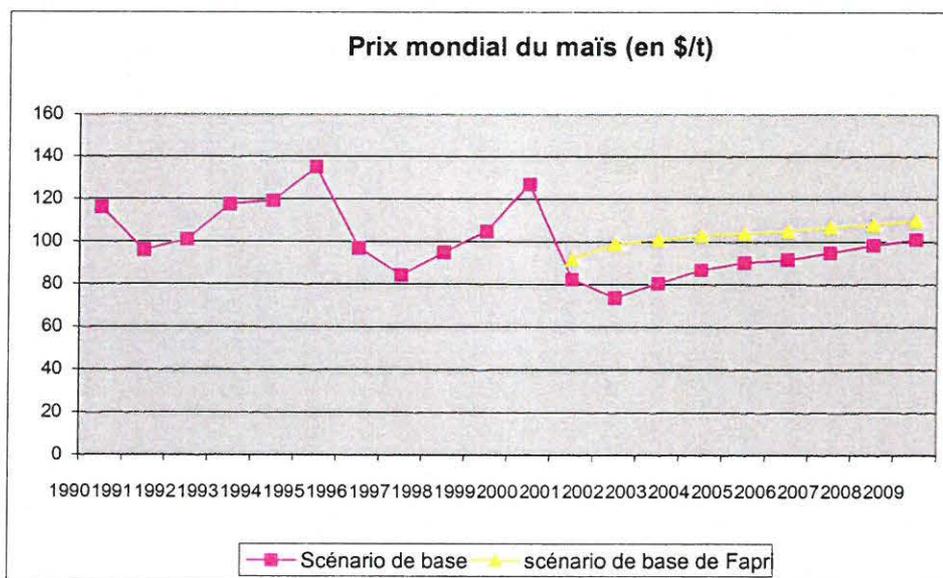
Les figures suivantes comparent pour certaines variables notre scénario de base à celui obtenu par FAPRI.

Figure 17. Exportations nettes de maïs aux Etats-Unis sur la période 1990-2009



Nous obtenons des exportations nettes de maïs supérieures à celles réalisées par FAPRI.

Figure 18. Variation du prix mondial du maïs sur la période 1990-2009



Pour le prix du maïs, nous obtenons un prix inférieur.

3.2.3 Utilisation du modèle mondial à des fins de simulation

L'utilisation du modèle à des fins de simulation permet d'étudier, relativement à un scénario de base, les conséquences de réformes unilatérales ou bilatérales des politiques agricoles des différents pays considérés.

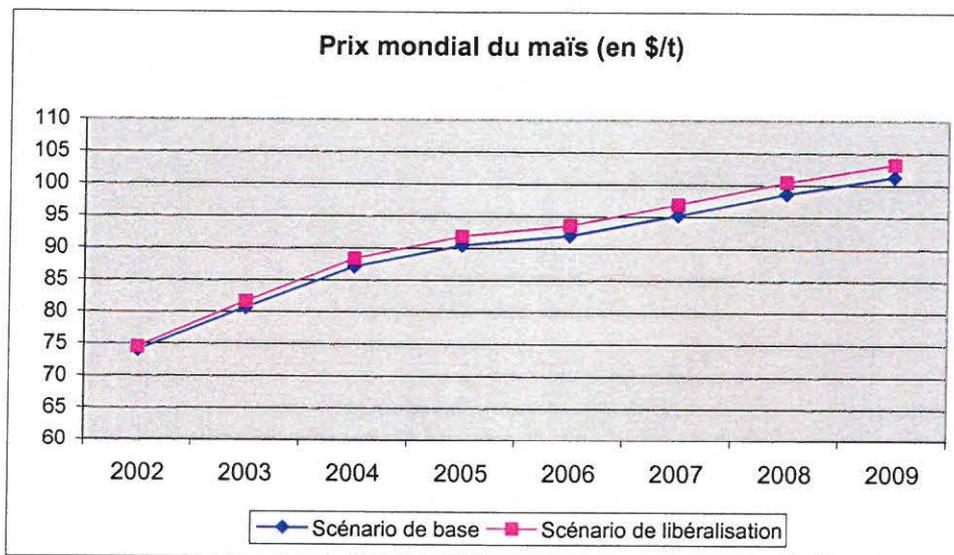
Le scénario mis en place (appelé par la suite scénario de libéralisation) correspond à un changement de la politique agricole en Union européenne.

Le scénario de libéralisation se traduit par la suppression du prix de soutien dans l'Union européenne. Ainsi, on suppose que le prix européen est égal au prix mondial, plus précisément, on suppose que le prix directeur est égal au prix mondial. Dans le cas du marché du maïs, le prix français à la production du maïs est donc égal au prix mondial du maïs.

Le scénario de libéralisation est mis en place à partir de 2002, les résultats obtenus avec ce scénario sont comparés à ceux obtenus avec le scénario de base (scénario qui reproduit le contexte actuel sur le futur).

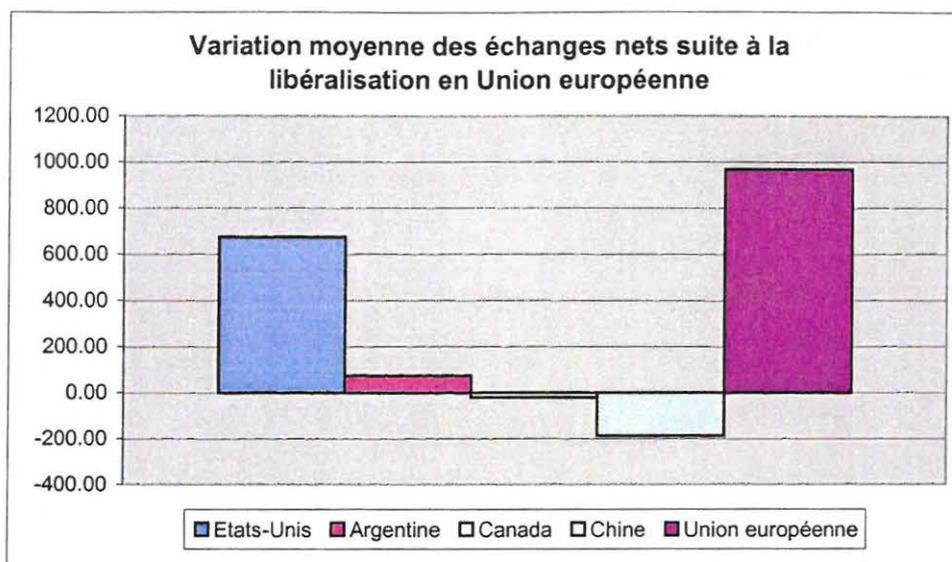
Nous observons tout d'abord les résultats obtenus au niveau du prix mondial et des échanges.

Figure19. Représentation du prix mondial du maïs selon les deux scénarii



Nous observons une faible variation du prix mondial, la "libéralisation" en Union européenne entraîne une hausse du prix mondial de moins de 2% en moyenne sur toute la période.

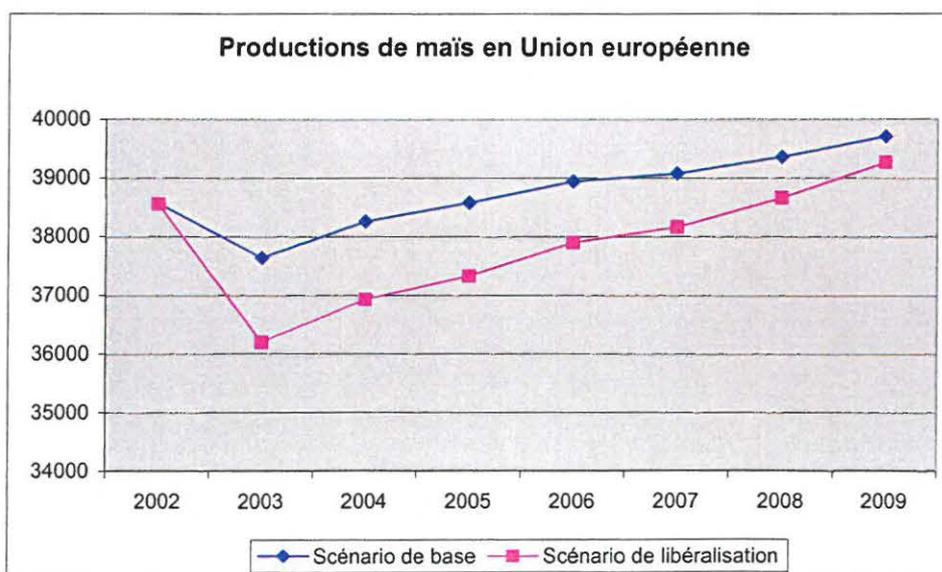
Figure 20. Représentation des variations moyennes (en volume) des échanges nets des différents pays modélisés suite à la libéralisation dans l'Union européenne



Ce graphique représente les variations des échanges nets (en volume) suite à la suppression des prix de soutien en Union européenne. L'Union européenne voit ses importations nettes augmenter, les exportations nettes des Etats-Unis et de l'Argentine augmentent, et les importations nettes de la Chine et du Canada diminuent. Nous remarquons ainsi que la hausse de la demande d'importations européenne est essentiellement résorbée par les Etats-Unis. Nous pouvons noter que la hausse du prix mondial a un effet plus important sur la demande d'importations en Chine qu'au Canada.

Les changements apportés par la mise en place du scénario de libéralisation seront les plus forts en Union européenne. Ainsi, nous présentons les effets du changement de politique sur l'offre et la demande en Union européenne et sur le pays directeur, c'est-à-dire la France.

Figure 21. Représentation de la variation de la production de maïs en Union européenne

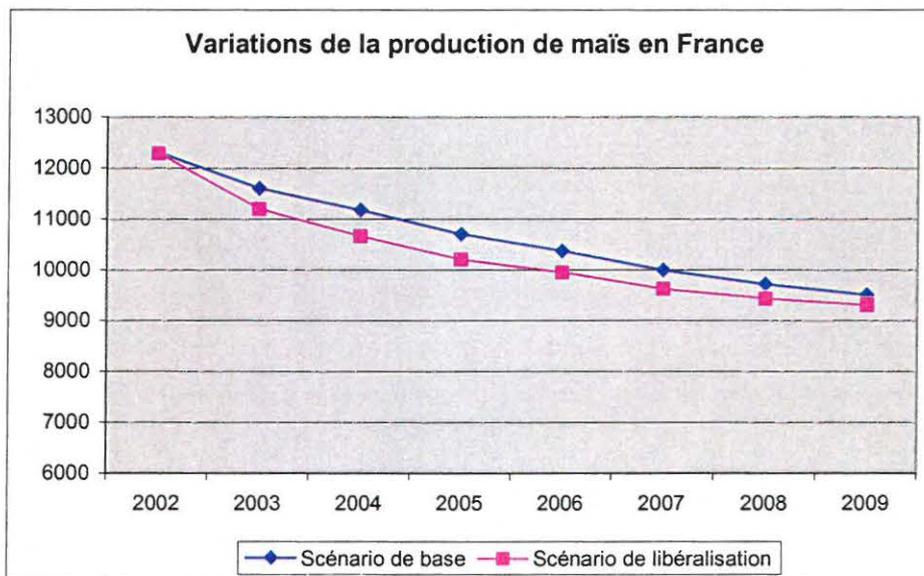


La production de maïs en Union européenne est plus faible dans le cadre du scénario de libéralisation que dans celui du scénario de base. La variation de la production est forte sur le début de période (baisse de 3% en 2003) mais elle va en diminuant sur toute la période (baisse de 1% en 2009).

La variation de la consommation totale de maïs dans l'Union européenne étant très faible (moins de 1%), nous ne représentons pas les séries graphiquement (les résultats sont détaillés en annexe).

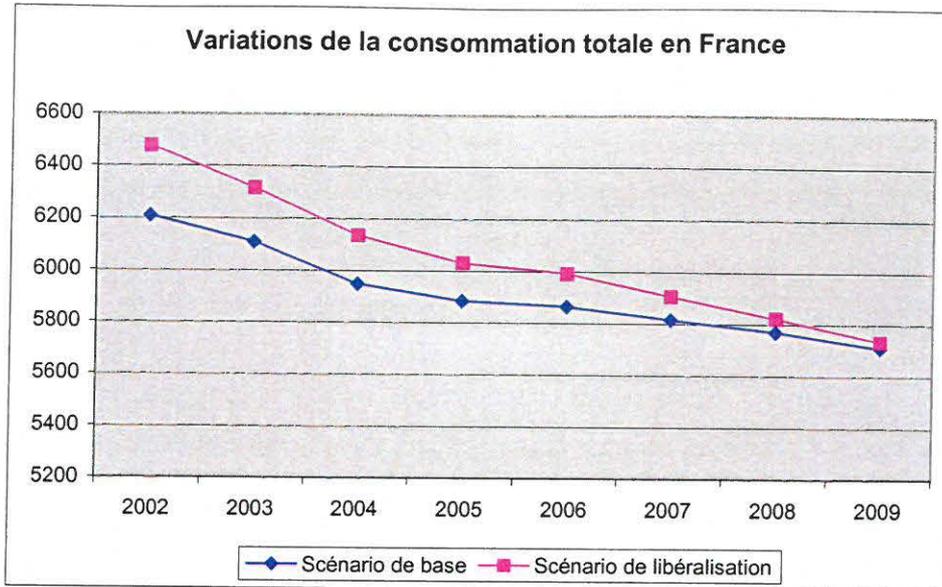
La modélisation adoptée pour l'Union européenne présente l'avantage de permettre d'obtenir des résultats nationaux. Nous présentons certains résultats obtenus sur la France.

Figure 22. Représentation de la variation de la production de maïs en France



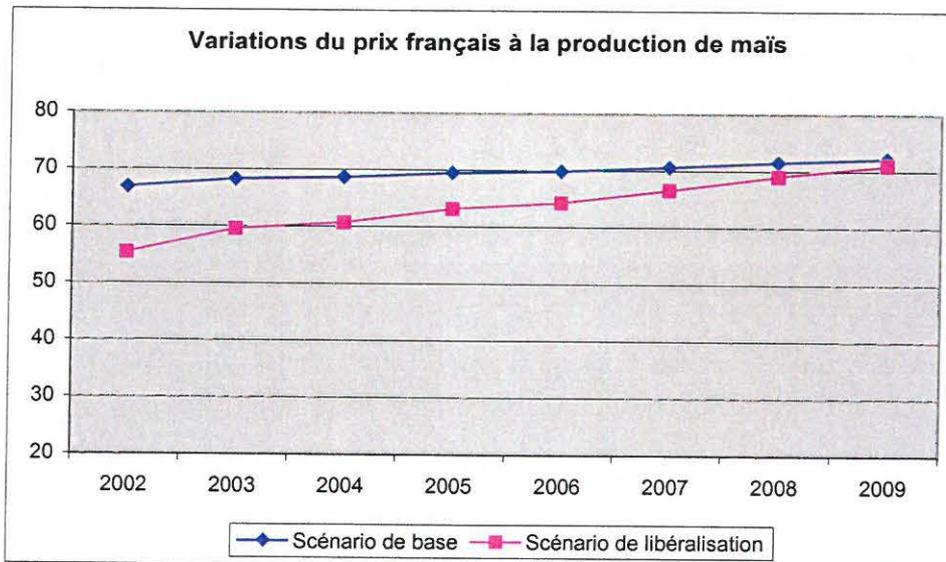
La production de maïs en France est plus faible dans le cadre du scénario de libéralisation. Nous remarquons la même évolution qu'au niveau européen, la variation est plus forte en début de période (baisse de 4% en 2004) qu'en fin de période (baisse de moins de 2% en 2009).

Figure 23. Représentation de la variation de la consommation totale de maïs en France



Les variations de la consommation totale en France ne sont pas négligeables contrairement aux variations de la consommation totale au niveau européen. Nous observons une hausse de la demande de 4% en 2002. Ce surplus de demande diminue sur toute la période et est quasiment nul en 2009.

Figure 24. Représentation de la variation de l'indice du prix français à la production du maïs



Le prix à la production français dans le cas de la libéralisation est plus faible de 17% en 2002, et seulement de 1.5% en 2009.

Dans le scénario de libéralisation, nous considérons que le prix directeur est égal au prix mondial, le prix directeur pour le maïs correspondant au prix français à la production. Cette simulation nous permet de voir que le prix français à la production dans notre scénario de base (le contexte actuel étant reproduit sur le futur) se rapproche de plus en plus du prix mondial.

4. Prolongements et perspectives

Par rapport au travail déjà réalisé, plusieurs améliorations sont à apporter :

- Une amélioration de la couverture géographique du modèle. En commentant les résultats nous avons pu observer que l'agrégat du reste du monde est pour certaines cultures trop important. Il nous semble donc important de continuer à améliorer la couverture géographique. Deux voies complémentaires peuvent à notre sens être adoptées : i) modéliser des marchés intérieurs manquants : Brésil, Inde, ii) pour d'autres marchés ne modéliser qu'un aspect demande ou offre pour limiter le besoin en données (module à sélectionner suivant la position du pays exportateur ou importateur net (cf. Afrique du Nord et Moyen-Orient).
- Un prolongement naturel est d'intégrer la demande d'oléo-protéagineux. L'objectif de ce travail est de modéliser pour les différentes zones la demande oléo-protéagineux et leurs échanges. Cette modélisation permettra d'endogénéiser la formation des prix mondiaux des graines et tourteaux oléagineux, jusqu'alors considérés comme exogènes.
- La prise en compte explicite des mécanismes de politique agricole dans les équations d'échanges. Cette intégration n'est pas si simple car généralement la variable échanges est choisie comme une variable d'ajustement. Cependant, les instruments de soutien externe peuvent néanmoins être introduits via l'équation de transmission de prix (solution adoptée dans certains modèles mondiaux).

Ces prolongements font l'objet d'une convention signée entre l'INRA et Pluriagri³³, (juillet 2002-juin 2003).

³³ Pluriagri est une association qui rassemble les établissements financiers des producteurs de céréales et d'oléoprotéagineux, ainsi que la caisse nationale du Crédit agricole et la confédération générale des planteurs de betteraves.

5. Annexe : présentation détaillée des modélisations adoptées pour chaque pays ou zone

Pour chaque pays ou zone modélisée, nous détaillons par module les différents choix méthodologiques effectués. Nous présentons ainsi par pays les caractéristiques du module offre, du module demande, du module prix et enfin les celles du module comprenant les échanges et les stocks. Pour ce dernier module, les échanges et les stocks sont modélisés uniquement pour les cultures considérés au bilan à savoir le blé, l'orge et le maïs. Les spécifications ne sont pas homogènes et les instruments à l'exportation ou à l'importation ne sont pas introduits dans la version actuelle du modèle.

Pour chaque pays, nous utilisons le prix mondial des cultures modélisées sur le marché mondial dans le module prix et dans le module des échanges. Le tableau suivant précise les sources des données.

Tableau 3. Définition du prix mondial des céréales

Culture	Prix mondial
Blé dur	n°1 dark amber durum - Minneapolis
Blé tendre	Soft Red Winter n°2 St Louis
Maïs	Yellow Corn n°2 Gulfport
Orge	Barley n°2 Western Portland

Source: USDA

5.1. Modélisation retenue pour l'Argentine

5.1.1. Notes sur les données

La seule information disponible sur les prix en Argentine concerne les prix à l'exportation. Cette série est donc utilisée dans les modules offre et demande en remplacement des séries prix à la production et prix à la consommation. Ce choix n'est pas restrictif vu le poids important des exportations pour la plus grande partie des productions : à titre d'exemple en 2000, les exportations de blé et de maïs représentent 70% de la production. Ces prix à l'exportation, initialement exprimés en dollar par tonne, sont convertis en peso par tonne à l'aide du taux de change (ce taux de change étant exprimé en indice base 1 en 1995), ils sont ensuite passés en indice base 100 en 1995.

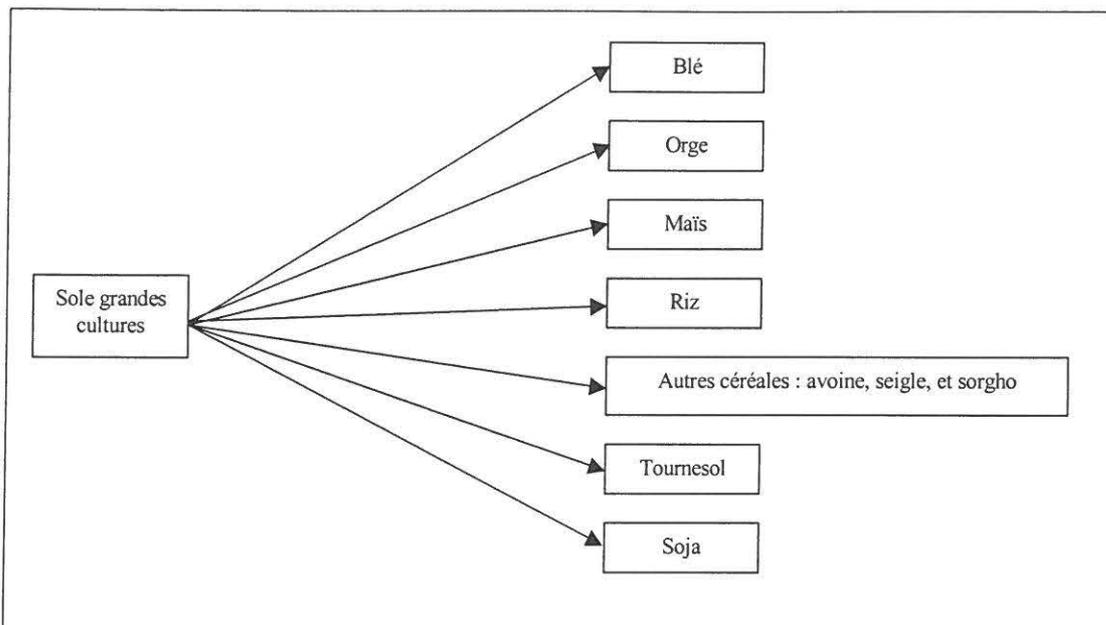
D'autre part, l'information sur le prix des intrants n'étant pas disponible, cette variable a été remplacée par l'indice général des prix à la consommation (base 100 en 1995).

Dans toutes les équations, les prix utilisés (exprimés en base 100 en 1995) sont déflatés par l'indice général des prix à la consommation.

5.1.2. Module offre

Dans le cas de l'Argentine, l'estimation de l'offre porte sur sept cultures : cinq céréales (blé, orge, maïs, riz, autres céréales) et deux oléagineux (tournesol, soja).

Schéma d'allocation



Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1978–1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en tournesol.

Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales", nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le sorgho. La surface blé est la somme des surfaces blé tendre et blé dur, le prix du blé utilisé est celui du blé tendre.

5.1.3. Module demande

L'estimation des demandes non fourragères porte sur quatre céréales et un agrégat « autres céréales », celle des demandes fourragères porte sur trois céréales et un agrégat "autres céréales". Le tableau suivant présente les céréales considérées

Tableau 4. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé	Blé
Orge	Orge
Maïs	Maïs
Autres céréales (avoine et mélanges, seigle, sorgho)	Autres céréales (avoine et mélanges, seigle, sorgho)
Riz	

Tableau 5. Composition des agrégats de matières premières

Oléagineux	Tourteaux
Soja	Soja
Tournesol	Tournesol

Nous ne distinguons pas les prix de l'orge et du blé selon l'origine fourragère ou non de la demande. Le prix de l'agrégat "autres céréales" utilisé pour la demande non fourragère et fourragère est celui du sorgho. Le prix des tourteaux et des oléagineux intervient dans l'équation de la demande fourragère. Des indices de Fisher sont construits à partir des prix et des quantités consommées des matières premières composant ces agrégats (tableau 3).

Les données utilisées portent sur la période 1978-1999 pour les consommations non fourragères et la période 1979-1999 pour les consommations fourragères. La méthode d'estimation retenue pour les demandes non fourragères est celle des moindres carrés ordinaires, les demandes fourragères étant estimées à partir de la méthode SURE de Zellner.

Les prix sont passés en indice base 100 en 1995 et sont déflatés par l'indice général des prix à la consommation (base 100 en 1995).

5.1.4. Module prix

Dans le cas de l'Argentine, l'estimation des prix concerne cinq céréales (blé tendre, orge, maïs, riz, autres céréales). Pour l'agrégat autres céréales, nous retenons le prix du produit le plus important à savoir le prix du sorgho. Le prix à la production n'est pas distingué du prix à la consommation, le module prix ne comporte qu'une équation à estimer par culture : l'équation de transmission du prix mondial vers le prix à la production.

L'équation expliquant les variations du prix à la production s'écrit :

$$pp_{it} = \alpha_1 + \alpha_2(pm_{it} \cdot e_t) + \varepsilon_{it} \quad (19)$$

Le prix à la production de la culture i $pp_{i,t}$ est fonction du prix mondial $pm_{i,t}$ converti en monnaie nationale $e_{i,t}$ (taux de change base 1 en 1995). Le prix mondial, comme le prix à la production, est en base 100 en 1995.

Les estimations sont réalisées par la méthode des moindres carrés ordinaires.

5.1.5. Module échanges et stocks

Pour chaque culture, nous choisissons une variable d'ajustement. Le tableau suivant donne les choix effectués.

Tableau 6. Définition de la variable d'ajustement

	Variable d'ajustement
Blé (total)	Utilisation totale
Orge	Stocks
Maïs	Echanges nets

Blé :

Pour le blé, la variable d'ajustement retenue étant l'utilisation totale (demande fourragère + non fourragère), cela implique l'estimation économétrique des stocks et des échanges :

$$st_{i,t} = st(pp_{i,t}, (pm_{i,t} \cdot e_t), offre_{i,t-1}) \quad (20)$$

Les stocks de blé $st_{i,t}$ sont fonction du prix à la production $pp_{i,t}$, du prix mondial $pm_{i,t}$ converti en monnaie nationale et d'une variable offre en t-1 $offre_{i,t-1}$ égale au niveau de la production augmentée des stocks initiaux et des importations.

$$exn_{i,t} = exn((pm_{i,t} \cdot e_t), disp_{i,t-1}) \quad (21)$$

Les échanges nets de blé $exn_{i,t}$ sont fonction du prix mondial $pm_{i,t}$ converti en monnaie nationale et d'une variable disponible en t-1 $disp_{i,t-1}$ égale au niveau de la production augmentée des stocks initiaux.

Orge :

Pour l'orge, la variable d'ajustement retenue étant les stocks, cela implique l'estimation économétrique des échanges :

$$exn_{i,t} = exn((pm_{i,t} \cdot e_t), \frac{qp_{i,t-1}}{ut_{i,t-1}}) \quad (22)$$

Les échanges nets d'orge $exn_{i,t}$ sont fonction du prix mondial converti en monnaie nationale et d'un ratio en t-1 correspondant à la production en t-1 $qp_{i,t-1}$ sur l'utilisation totale en t-1 $ut_{i,t-1}$.

Maïs :

Pour le maïs, la variable d'ajustement retenue étant les échanges, cela implique l'estimation économétrique des stocks :

$$st_{i,t} = st(pp_{i,t}, qp_{i,t}) \quad (23)$$

Les stocks de maïs $st_{i,t}$ sont fonction du prix à la production $pp_{i,t}$ et de la production en t $qp_{i,t}$.

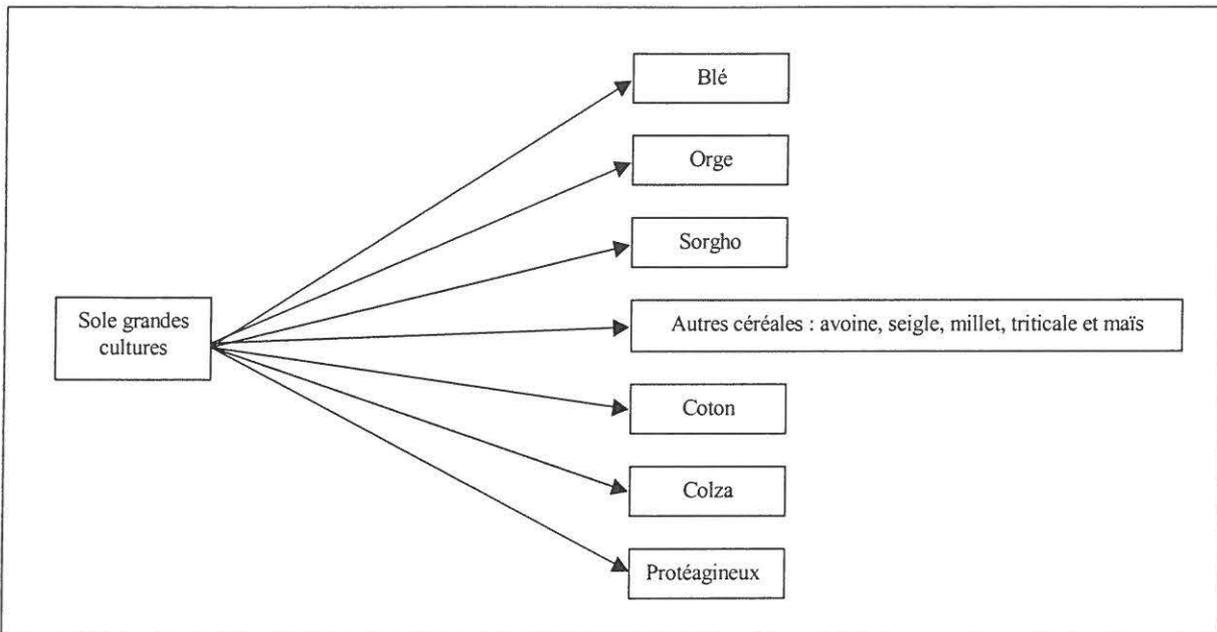
La méthode d'estimation retenue pour ces équations de stocks et d'échanges est la méthode des Moindres Carrés Ordinaires sur la période 1981-1999.

5.2. Modélisation retenue pour l'Australie

Seul le module offre a été estimé pour ce pays, les données ne sont pas disponibles pour le moment pour estimer les autres modules.

L'estimation de l'offre porte sur sept cultures : quatre céréales (blé, orge, sorgho, autres céréales), le coton, un oléagineux (colza) et un agrégat protéagineux.

Schéma d'allocation



La surface "autres céréales" comprend les surfaces en avoine, seigle, millet, triticale et maïs, la surface protéagineux : lupins et pois.

Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1970–1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en "autres céréales".

Enfin, pour disposer de suffisamment de degrés de liberté, le prix du colza a été reconstitué sur la période 1970-1974 à partir des prix de la base FAO.

$$\text{Prix}_t = \text{Prix}_{t+1} * \text{Prix}_t^{\text{cronos ou FAO}} / \text{Prix}_{t+1}^{\text{cronos ou FAO}}$$

Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales", nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat, c'est-à-dire le prix de l'avoine ; pour le prix protéagineux, nous avons retenu le prix lupin.

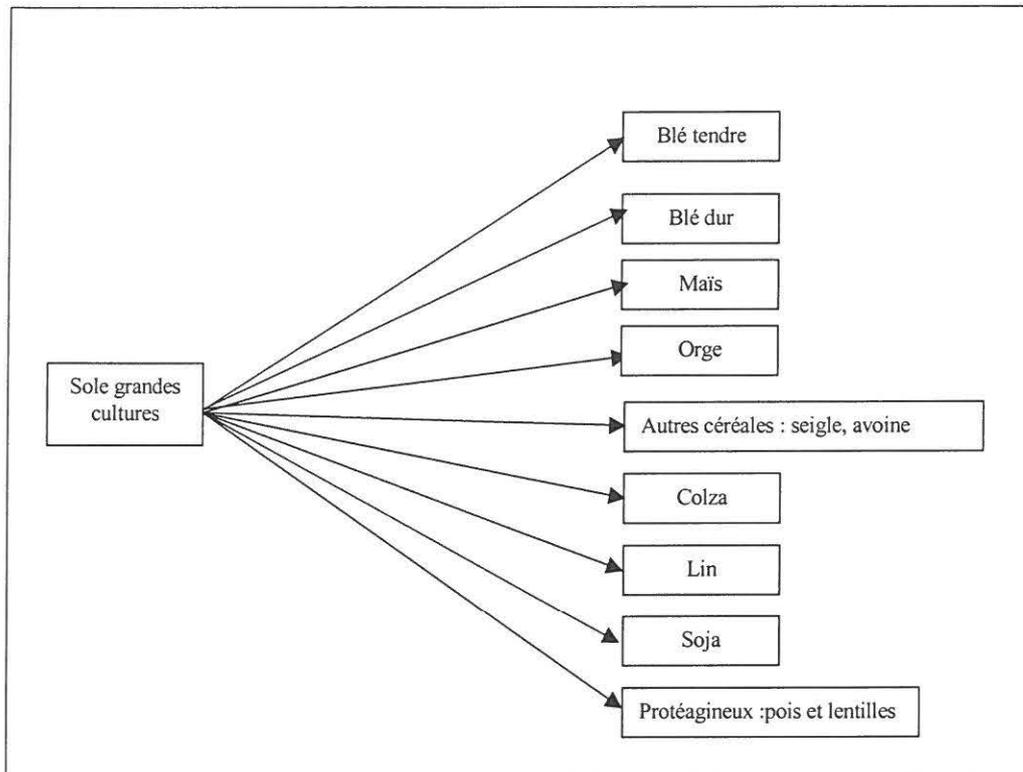
Enfin, l'Australie a connu des sécheresses importantes en 1982 et en 1994 ainsi que des inondations en 1991. Ces accidents climatiques justifieront l'utilisation de variables indicatrices pour les années concernées.

5.3. Modélisation retenue pour le Canada

5.3.1. Module offre

Dans le cas du Canada, l'estimation de l'offre porte sur neuf cultures : cinq céréales (blé tendre, blé dur, maïs, orge, autres céréales), trois oléagineux (colza, lin, soja,) et un agrégat protéagineux.

Schéma d'allocation



Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1972–1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en lin.

De plus, pour ce pays il n'existe pas de système d'aides à l'hectare, il n'y a donc pas de variables "aides" dans les spécifications des équations de surfaces et de rendements.

Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix de l'avoine, et pour le prix de l'agrégat protéagineux nous avons retenu le prix des pois.

5.3.2 Module demande

L'estimation des demandes non fourragère et fourragère porte sur quatre céréales et un agrégat "autres céréales". Le tableau suivant présente les céréales considérées.

Tableau 7. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé tendre	Blé tendre
Blé dur	Blé dur
Orge	Orge
Maïs	Maïs
Autres céréales (avoine et seigle)	Autres céréales (avoine et seigle)

Le prix de l'agrégat "autres céréales" utilisé pour la demande non fourragère et fourragère est celui de l'avoine. Les prix intervenant dans l'équation de la demande fourragère au titre des autres matières premières sont : le prix de tourteaux de soja pour les tourteaux, le prix des pois fourragers pour les AMP et le prix des issues de minoterie pour les PSC³⁴. Les équations sont estimées sur la période 1980-1999. La méthode d'estimation retenue pour les demandes non fourragères est celle des Moindres Carrés Ordinaires, les demandes fourragères étant estimées à partir de la méthode SURE de Zellner.

Les prix à la consommation sont exprimés en indice base 100 en 1995 (indices calculés à partir des prix exprimés en monnaie nationale). Les prix sont déflatés par l'indice général des prix à la consommation (base 100 en 1995). Nous distinguons les prix du blé selon l'origine de la demande (blé panifiable et blé fourrager). Le prix de l'orge fourragère est utilisé dans les équations de consommation fourragère et non fourragère (seule information disponible).

5.3.3. Module prix

L'estimation des prix concerne les céréales considérées au bilan à savoir le blé (blé tendre, blé dur), l'orge et le maïs. Les variations des prix à la production sont expliquées par les variations du prix mondial. Les prix à la consommation sont définis de manière linéaire par rapport aux prix à la production (équation de marge). Pour chaque culture, nous définissons un système d'équations simultanées.

$$pp_{it} = \beta_1 + \beta_2(pm_{it} \cdot e_t) + \mu_{1t} \quad (24)$$

$$pv_{it} = \gamma_1 + \gamma_2 pp_{it} + \mu_{2t} \quad (25)$$

Les prix à la production de la culture i $pp_{i,t}$ sont fonction du prix mondial $pm_{i,t}$ converti en monnaie nationale avec le taux de change e_t . Les prix à la consommation de la culture i $pv_{i,t}$ sont fonction des prix à la production de la culture.

³⁴ Dans un souci de simplification, nous n'avons pas construit d'indice de Fisher pour les agrégats de matières premières comme dans les autres zones (ou pays).

Les prix à la production, les prix à la consommation et les prix mondiaux sont exprimés en indice base 100 en 1995³⁵. Le taux de change est exprimé en indice base 1 en 1995.

La méthode d'estimation retenue est la méthode des Triples Moindres Carrés sur la période 1981-1999.

5.3.4. Module échanges et stocks

Pour chaque culture, nous choisissons une variable comme étant la variable d'ajustement (les stocks ou les échanges).

Tableau 8. Définition de la variable d'ajustement

	Variable d'ajustement
Blé (total)	Echanges nets
Orge	Stocks
Maïs	Echanges nets

Blé :

Pour le blé, la variable d'ajustement retenue étant les échanges nets, cela implique l'estimation économétrique des stocks :

$$st_{i,t} = st((pm_{i,t} \cdot e_t), (st_{i,t-1} + st_{i,t-2})/2, qp_{i,t-1}) \quad (26)$$

Les stocks de blé $st_{i,t}$ sont fonction du prix mondial $pm_{i,t}$ converti en monnaie nationale, de la moyenne des stocks passées sur deux périodes et de la quantité produite en t-1 $qp_{i,t-1}$.

Orge :

Pour l'orge, la variable d'ajustement retenue étant les stocks, cela implique l'estimation économétrique des exportations et des importations :

$$exp_{i,t} = exp((pm_{i,t} \cdot e_t), (st_{i,t-1} - st_{i,t-2})) \quad (27)$$

Les exportations d'orge $exp_{i,t}$ sont fonction du prix mondial converti en monnaie nationale et de la variation de stocks en t-1.

$$im_{i,t} = im(im_{i,t-1}, pib_t) \quad (28)$$

Les importations d'orge $im_{i,t}$ sont fonction des importations de la période précédente et du produit intérieur brut réel pib_t .

Maïs :

Pour le maïs, la variable d'ajustement retenue étant les échanges nets, cela implique l'estimation économétrique des stocks :

$$st_{i,t} = st(pp_{i,t}, offre_{i,t-1}) \quad (29)$$

³⁵ Les indices des prix à la production et ceux des indices des prix à la consommation sont calculés à partir des prix exprimés en monnaie nationale.

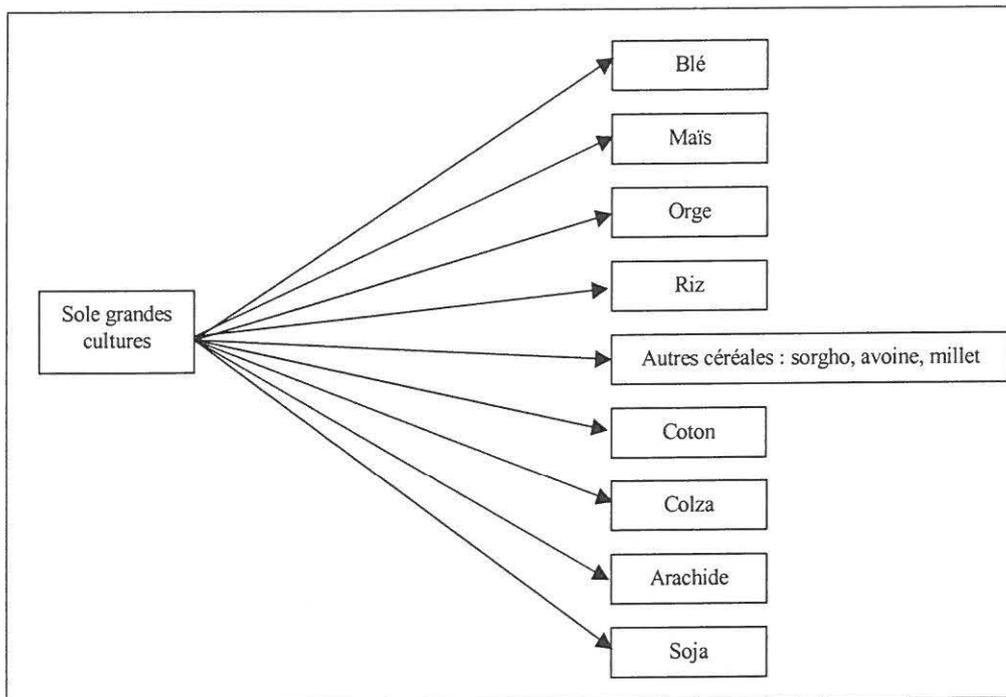
Les stocks de maïs $st_{i,t}$ sont fonction du prix à la production $pp_{i,t}$ et d'une variable offre en t-1 $offre_{i,t-1}$ égale au niveau de la production augmentée des stocks initiaux et des importations.

5.4. Modélisation retenue pour la Chine

5.4.1. Module offre

Dans le cas de la Chine, l'estimation de l'offre porte sur neuf cultures : cinq céréales (blé, maïs, orge, riz, autres céréales), le coton, trois oléagineux (colza, arachide, soja).

Schéma d'allocation



Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1979-2000. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface du soja.

Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix du sorgho.

La surface blé comprend la surface blé tendre et la surface blé dur.

Les prix à la production sont exprimés en indice base 100 en 1978³⁶, ils ont été convertis en base 100 en 1995. Le déflateur utilisé est le prix des intrants, plus précisément le prix des engrais chimiques, exprimé en base 100 en 1995.

³⁶ Les indices des prix à la production sont calculés à partir des prix exprimés en monnaie nationale.

5.4.2. Module demande

L'estimation des demandes non fourragères porte sur quatre céréales et un agrégat "autres céréales", celle des demandes fourragères porte sur trois céréales et un agrégat "autres céréales". Le tableau suivant présente les céréales considérées.

Tableau 9. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé	Blé
Orge	Orge
Maïs	Maïs
Autres céréales (avoine et mélanges, millet, sorgho)	Autres céréales (avoine et mélanges, millet, sorgho)
Riz	

Le prix de l'agrégat "autres céréales" utilisé pour la demande non fourragère et fourragère est celui du sorgho. Les prix intervenant dans l'équation de la demande fourragère au titre des autres matières premières sont : le prix du soja pour les oléagineux et le prix tourteaux d'oléagineux pour les tourteaux³⁷. Les équations sont estimées sur la période 1978-2000. La méthode d'estimation retenue pour les demandes non fourragères est celle des Moindres Carrés Ordinaires, les demandes fourragères étant estimées à partir de la méthode SURE de Zellner.

Les prix des produits utilisés sont les prix à la consommation exprimés en yuan par tonne, ces prix sont en indice base 100 en 1995. De plus, les prix sont déflatés par l'indice général des prix à la consommation (base 100 en 1995). Nous ne distinguons pas les prix du blé (blé panifiable et blé fourrager). Le prix de l'orge fourragère est utilisé dans les équations de consommation fourragère et non fourragère (seule information disponible).

5.4.3. Module prix

L'estimation des prix concerne les céréales considérés au bilan à savoir le blé, l'orge et le maïs.

Les variations des prix à la production sont expliquées par les variations du prix mondial. Les prix à la consommation sont définis de manière linéaire par rapport aux prix à la production (équation de marge). Pour chaque culture, nous définissons un système d'équations simultanées.

$$pp_{it} = \beta_1 + \beta_2(pm_{it} \cdot e_t) + \beta_3 \frac{qp_{i,t-1}}{ut_{i,t-1}} + \mu_{1t} \quad (30)$$

$$pv_{it} = \gamma_1 + \gamma_2 pp_{it} + \mu_{2t} \quad (31)$$

³⁷ Dans un souci de simplification, nous n'avons pas construit d'indice de Fisher pour les agrégats de matières premières comme dans les autres zones (ou pays).

Les prix à la production de la culture i $pp_{i,t}$ sont fonction du prix mondial $pm_{i,t}$ converti en monnaie nationale avec le taux de change e_t et d'une variable correspondant au rapport entre la production de la culture i en $t-1$ $qp_{i,t-1}$ et la consommation totale de la culture i en $t-1$ $ut_{i,t-1}$.

Les prix à la consommation de la culture i $pv_{i,t}$ sont fonction des prix à la production $pp_{i,t}$.

Les prix à la production, les prix à la consommation et les prix mondiaux sont exprimés en indice base 100 en 1995. Le taux de change est exprimé en indice base 1 en 1995.

La méthode d'estimation retenue est la méthode des Triples Moindres Carrés sur la période 1981-1999.

La Chine possède un système de soutien des prix nationaux à la production que nous n'avons pas introduit faute de données.

5.4.4. Module échanges et stocks

Pour chaque culture, nous choisissons une variable comme étant la variable d'ajustement (les stocks ou les échanges).

Tableau 10. Définition de la variable d'ajustement

	Variable d'ajustement
Blé (total)	Echanges nets
Orge	Echanges nets
Maïs	Stocks

Blé et orge :

Pour le blé et l'orge, les variables d'ajustement retenues étant les échanges nets, cela implique l'estimation économétrique des stocks :

$$st_{i,t} = st((pm_{i,t} \cdot e_t), qp_{i,t-1}) \quad (32)$$

Les stocks de blé $st_{i,t}$ sont fonction du prix mondial $pm_{i,t}$ converti en monnaie nationale avec le taux de change e_t (base 1 en 1995), et de la production de la culture i en $t-1$ $qp_{i,t-1}$.

Maïs :

Pour le maïs, la variable d'ajustement retenue étant les stocks, cela implique l'estimation économétrique des échanges nets :

$$exn_{i,t} = exn(pm_{i,t} \cdot e_t, \frac{qp_{i,t-1}}{ut_{i,t-1}}, st_{i,t-1}) \quad (33)$$

Les échanges nets de maïs $exn_{i,t}$ sont fonction du prix mondial converti en monnaie nationale, d'une variable correspondant au rapport entre la production de la culture i en $t-1$ $qp_{i,t-1}$ et la consommation totale de la culture i en $t-1$ $ut_{i,t-1}$ et des stocks initiaux $st_{i,t-1}$.

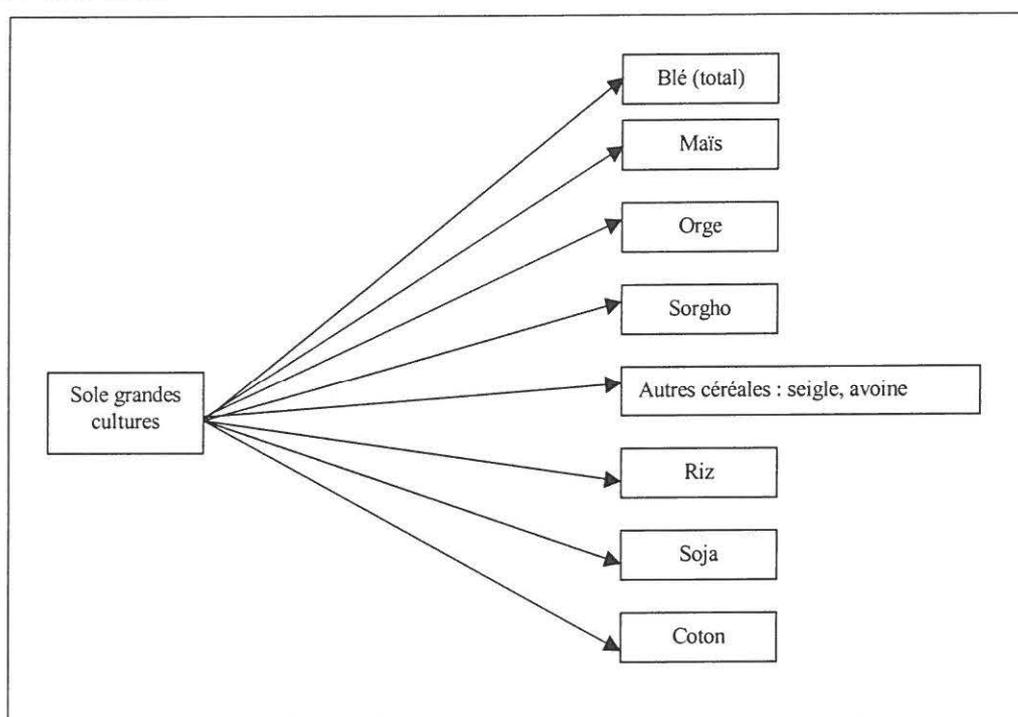
La méthode d'estimation retenue pour les stocks et les échanges est la méthode des Moindres Carrés Ordinaires sur la période 1981-1999. Les prix utilisés dans ces équations sont exprimés en monnaie nationale, ils sont en indice base 100 en 1995 et sont déflatés par l'indice général des prix à la consommation.

5.5. Modélisation retenue pour les Etats-Unis

5.5.1. Module offre

Dans le cas des Etats-Unis, l'estimation de l'offre porte sur huit cultures : six céréales (blé, maïs, orge, sorgho, autres céréales, riz), un oléagineux (soja) et le coton.

Schéma d'allocation



Le coton génère deux productions jointes : la fibre et la graine oléagineuse. Nous considérons la production totale de coton et le prix du coton est un indice de Fisher calculé à partir des prix et des quantités du coton fibre et du coton graine.

Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix de l'avoine.

Dans les équations de surfaces, les aides à l'hectare sont introduites de façon explicite. Pour chaque culture, nous calculons les dépenses totales gouvernementales qui correspondent aux dépenses au titre des "deficiency payments", des "disaster payments", des "diversion programs", et des contrats de flexibilité. Ces dépenses totales sont ensuite converties en dollar par hectare. On obtient ainsi une aide en dollar par hectare pour chaque culture (à savoir blé (total), orge, maïs, avoine, sorgho, soja, riz et

coton fibre). Théoriquement, les aides devraient toutes apparaître dans chaque équation de surface. Cependant, les aides attribuées aux différentes cultures évoluent de manière parallèle. La prise en compte de toutes les aides entraînerait des problèmes de multicollinéarité dans la spécification économique. Nous avons donc construit des groupes homogènes de cultures et défini une variable "aide par groupe". Nous avons retenu quatre aides : une aide céréales (moyenne des aides blé, orge, sorgho et avoine), l'aide maïs, l'aide coton et l'aide riz. Cette variable aide est passée en indice base 100 en 1995.

Dans les équations de surfaces et de rendements, les prix à la production des cultures introduits tiennent compte des gains de "l'aide à la commercialisation" (marketing loan et loan deficiency payment). En effet, les gains³⁸ sont directement ajoutés aux prix à la production. Ces prix sont en base 100 en 1995.

Le déflateur utilisé dans les équations de surfaces et de rendements est l'indice général des prix à la consommation, le prix des intrants tous biens et services de l'agriculture (base 100 en 1995) apparaît comme une variable explicative.

Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1975–1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface autres céréales.

5.5.2. Module demande

L'estimation des demandes non fourragères porte sur cinq céréales et un agrégat "autres céréales", celle des demandes fourragères porte sur quatre céréales et un agrégat "autres céréales". Le tableau suivant présente les céréales considérées.

Tableau 11. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé (total)	Blé (total)
Orge	Orge
Maïs	Maïs
Sorgho	Sorgho
Autres céréales: avoine et seigle	Autres céréales: avoine et seigle
Riz	

Par ailleurs les agrégats de matières premières sont définis dans le tableau suivant.

³⁸ Les gains du marketing sont calculés par l'ONIC.

Tableau 12. Composition des agrégats de matières premières

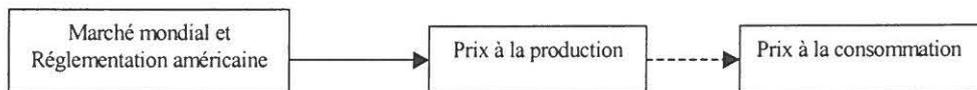
Tourteaux	PSC	Autres Matières Protéiques
Soja	Sons de blé	CGF
Germe de maïs	Sons de riz	Luzerne déshydratée
Coton	Mélasses	Farines de poisson
		Farines de viande

Le prix de l'agrégat "autres céréales" utilisé pour la demande non fourragère et fourragère est celui de l'avoine. Pour les tourteaux, les PSC et les autres matières protéiques, des indices de Fisher sont construits à partir des prix et des quantités consommées des matières premières composant ces agrégats (tableau 10). Toutes ces données sont des données annuelles couvrant la période 1978-2000 pour les consommations non fourragères et la période 1981-2000 pour les consommations fourragères. La méthode d'estimation retenue pour les demandes non fourragères est celle des moindres carrés ordinaires, les demandes fourragères étant estimées à partir de la méthode SURE de Zellner.

Les prix à la consommation (base 100 en 1995) sont déflatés par l'indice général des prix à la consommation. Par ailleurs, nous distinguons les prix à la consommation de l'orge brassicole et de l'orge fourragère.

5.5.3. Module prix

La transmission des prix est représentée par le schéma suivant :



La transmission entre les prix à la production et les prix à la consommation n'est pas systématiquement représentée dans la mesure où pour le blé, le prix à la production n'est pas distinct du prix à la consommation. Pour le blé, il n'y a qu'une équation à estimer (équation de transmission de prix du prix mondial vers le prix à la production). Pour les autres cultures il y a une seconde équation à estimer de manière simultanée à savoir une équation de marge qui définit simplement le prix à la consommation comme une fonction linéaire du prix à la production.

Enfin, nous prenons en compte dans les spécifications un aspect important de la politique américaine à savoir le prix de soutien (ou loan rate) qui est l'instrument de base de l'intervention fédérale en agriculture et le prix objectif qui fait son retour dans la nouvelle loi agricole américaine.

Tous les prix sont exprimés en dollars par tonne et sont en indice base 100 en 1995. Les prix de soutien, les prix objectifs et les prix mondiaux sont également en indice base 100 en 1995.

L'équation expliquant les variations du prix à la production du blé s'écrit :

$$pp_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 pm_{it} + \alpha_3 pe_{it} + \alpha_4 p_{it} + \varepsilon_{it} \quad (34)$$

Le prix à la production de la culture i pp_{it} est fonction prix mondial pm_{it} , du prix de soutien (ou "loan rate") pe_{it} , et du prix objectif (ou "target price") tp_{it} .

Le prix à la production est estimé par la méthode des Moindres Carrés Ordinaires³⁹ sur la période 1981-1999.

Les prix à la production et les prix à la consommation sont estimés simultanément à l'aide du système suivant:

$$pp_{it} = \beta_1 + \beta_2 pm_{it} + \beta_3 pe_{it} + \beta_4 tp_{it} + \mu_{1t} \quad (35)$$

$$pv_{it} = \gamma_1 + \gamma_2 pp_{it} + \mu_{2t} \quad (36)$$

Le prix à la production de la culture i l'année t pp_{it} est fonction du prix mondial de la culture i pm_{it} , du prix de soutien pe_{it} , et du prix objectif tp_{it} . Le prix à la consommation de la culture i pv_{it} est fonction du prix à la production de cette culture pp_{it} .

Le marché mondial de l'avoine étant inexistant, nous estimons les prix de l'avoine de façon simultanée avec le sorgho. Le prix à la production de l'avoine est fonction du prix à la production du sorgho, du prix de soutien de l'avoine et du prix objectif de l'avoine. Le prix à la consommation de l'avoine est fonction du prix à la production de l'avoine.

Les systèmes de prix sont estimés par la méthode des Triples Moindres Carrés sur la période 1981-1999.

5.5.4. Module Echanges et stocks

Pour chaque culture, nous choisissons une variable comme étant la variable d'ajustement (les stocks ou les échanges).

Tableau 13. Définition de la variable d'ajustement

	Variable d'ajustement
Blé (total)	Exportations
Orge	Stocks
Maïs	Echanges nets

Blé :

Pour le blé, la variable d'ajustement étant les exportations, cela implique l'estimation économétrique des importations et des stocks :

$$im_{it} = im(pm_{i,t}, disp_{i,t-1}) \quad (37)$$

³⁹ Avec correction de l'autocorrélation au premier ordre quand c'est nécessaire (ajout d'un terme AR1)

Les importations de blé im_{it} sont fonction du prix mondial pm_{it} , et d'une variable disponible en t-1 $disp_{it-1}$ égale au niveau de la production augmentée du stock initial.

$$st_{i,t} = st(pv_{i,t}, offre_{i,t-1}, sti_{i,t}) \quad (38)$$

Les stocks du blé st_{it} sont fonction du prix à la consommation⁴⁰ pv_{it} , d'une variable offre en t-1 $offre_{i,t-1}$ égale au niveau de la production augmentée du stock initial et des importations, et des stocks publics sti_{it} (les stocks publics correspondent au programme de stockage à la ferme "FOR" et aux stocks de la Commodity Credit Corporation "CCC").

Orge :

Pour l'orge, la variable d'ajustement étant les stocks, cela implique l'estimation économétrique des exportations et des importations :

$$exp_{i,t} = \exp(pm_{i,t}, (st_{i,t-1} - st_{i,t-2})) \quad (39)$$

$$im_{i,t} = im(pm_{i,t}, disp_{i,t-1}) \quad (40)$$

Les exportations d'orge exp_{it} sont fonction du prix mondial pm_{it} , de la variation de stocks en t-1 $st_{i,t-1}$.

Les importations sont fonction du prix mondial et d'une variable disponible en t-1 $disp_{i,t-1}$ égale au niveau de la production augmentée du stock initial.

Maïs :

Pour le maïs, la variable d'ajustement étant les échanges nets, cela implique l'estimation économétrique des stocks :

$$st_{i,t} = st(pv_{i,t}, sti_{i,t}) \quad (41)$$

Les stocks de maïs sont fonction du prix à la consommation pv_{it} , et des stocks publics st_{it} .

La méthode d'estimation retenue pour les stocks et les échanges est la méthode des Moindres Carrés Ordinaires sur la période 1981-1999. Les prix utilisés dans ces équations sont exprimés en dollar par tonne, ils sont en indice base 100 en 1995 et sont déflatés par l'indice général des prix à la consommation.

5.6. Modélisation retenue pour les pays d'Europe Centrale et Orientale

5.6.1. Module offre

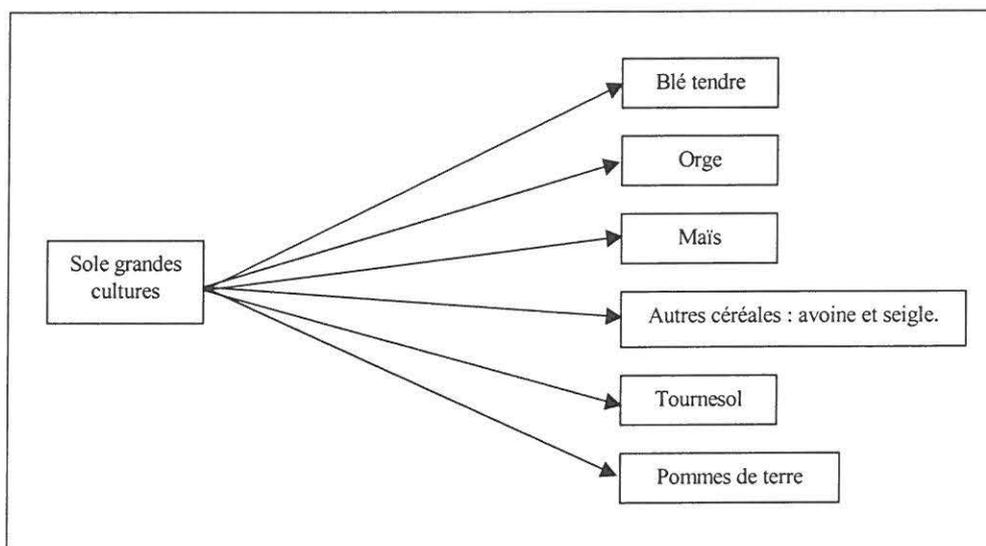
Le "module offre" des Pays d'Europe Centrale et Orientale correspond à la modélisation de l'offre des six pays candidats à l'accession à l'Union européenne : la Bulgarie, la Hongrie, la Pologne, la République Tchèque, la Roumanie et la Slovaquie. Pour tous les Pays d'Europe Centrale et Orientale

modélisés la pomme de terre est rajoutée dans le schéma d'assolement en raison de son poids important dans les surfaces.

A. Bulgarie

Dans le cas de la Bulgarie, l'estimation de l'offre porte sur six cultures : quatre céréales (blé tendre, orge, maïs, autres céréales), un oléagineux (tournesol) et une plante sarclée (pomme de terre).

Schéma d'allocation



Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1970 – 1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en pomme de terre. Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de l'avoine⁴¹. Enfin, l'information sur le prix des intrants n'est pas disponible, cette variable a été remplacée par l'indice général des prix à la consommation. Les prix à la production sont exprimés en indice base 100 en 1995⁴². Le déflateur utilisé est l'indice général des prix à la consommation (base 100 en 1995).

B. Hongrie

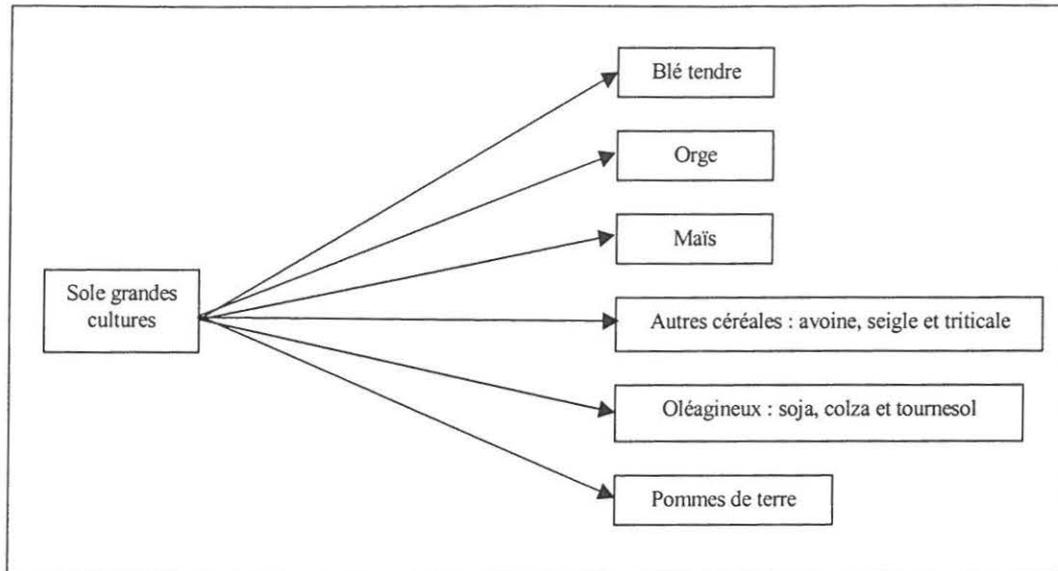
Dans le cas de la Hongrie, l'estimation de l'offre porte sur six cultures : quatre céréales (blé tendre, orge, maïs, autres céréales), un agrégat oléagineux (soja, colza, tournesol) et une plante sarclée (pomme de terre).

⁴⁰ dans le cas du blé, le prix à la consommation est égale au prix mondial.

⁴¹ Le prix du seigle n'est disponible qu'à partir de 1993.

⁴² Les indices de prix à la production sont calculés à partir des prix exprimés en monnaie nationale.

Schéma d'allocation



Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1973 – 1999.

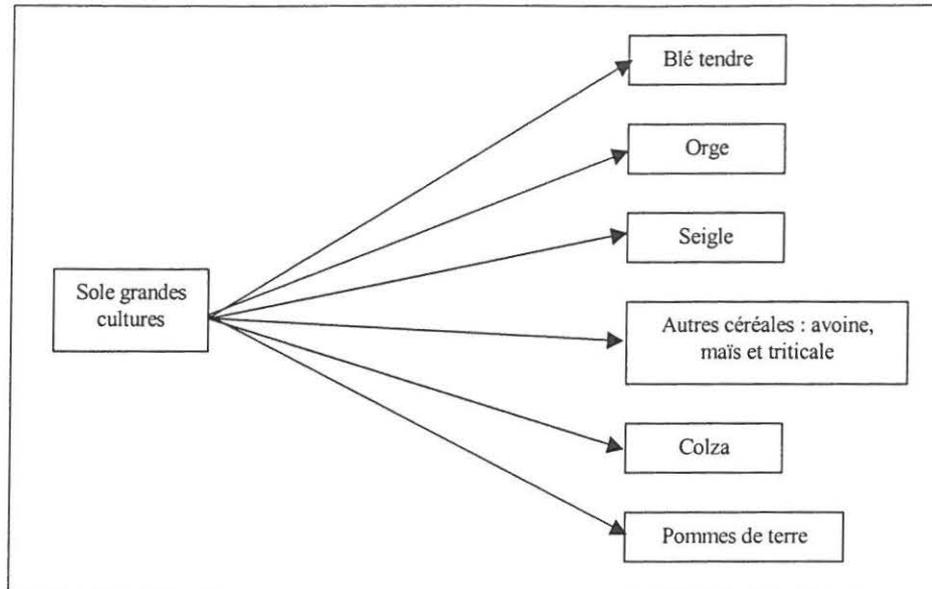
L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en pomme de terre. Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix de l'avoine. Pour définir le prix de l'agrégat "oléagineux" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix du tournesol.

Les prix à la production, initialement en monnaie nationale, sont exprimés en base 100 en 1995. Le déflateur utilisé est le prix des intrants (base 100 en 1995).

C. Pologne

Dans le cas de la Pologne, l'estimation de l'offre porte sur six cultures : quatre céréales (blé tendre, orge, seigle, autres céréales), un oléagineux (colza) et une plante sarclée (pomme de terre).

Schéma d'allocation



Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1975 – 1999.

L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en pomme de terre. Par ailleurs il n'existe pas de système d'aides, il n'y a donc pas de variables "aides" dans la spécification. Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix de l'avoine.

Les prix à la production sont exprimés en indice base 100 en 1995⁴³. Le déflateur utilisé est le prix des engrais⁴⁴ (base 100 en 1995).

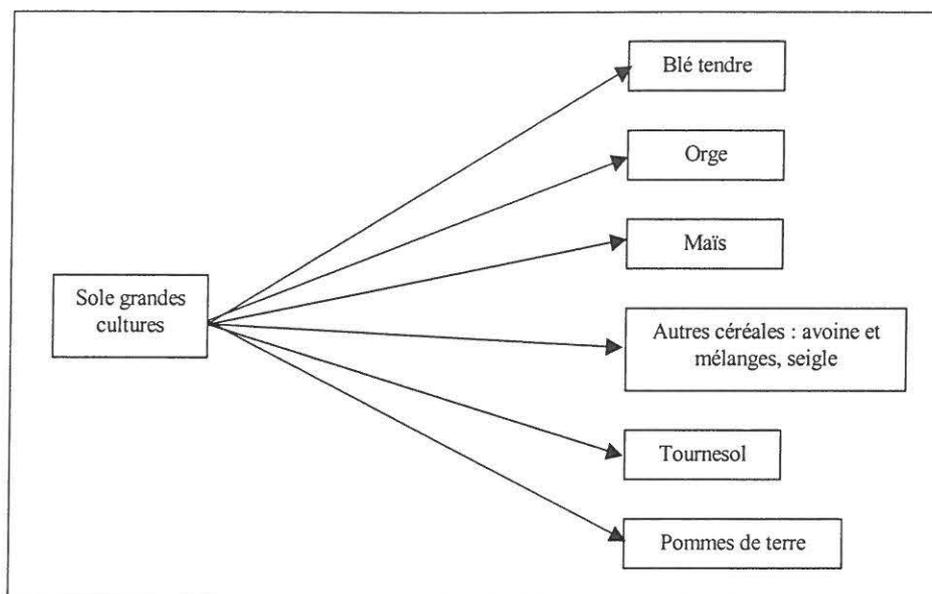
D. Roumanie

Dans le cas de la Roumanie, l'estimation de l'offre porte sur six cultures : quatre céréales (blé tendre, orge, maïs, autres céréales), un oléagineux (tournesol) et une plante sarclée (pomme de terre).

⁴³ Les indices des prix à la production sont calculés à partir des prix exprimés en monnaie nationale.

⁴⁴ L'information sur les prix des intrants tous biens et services de l'agriculture n'est pas disponible.

Schéma d'allocation



Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1979 – 1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en pomme de terre. Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix de l'avoine.

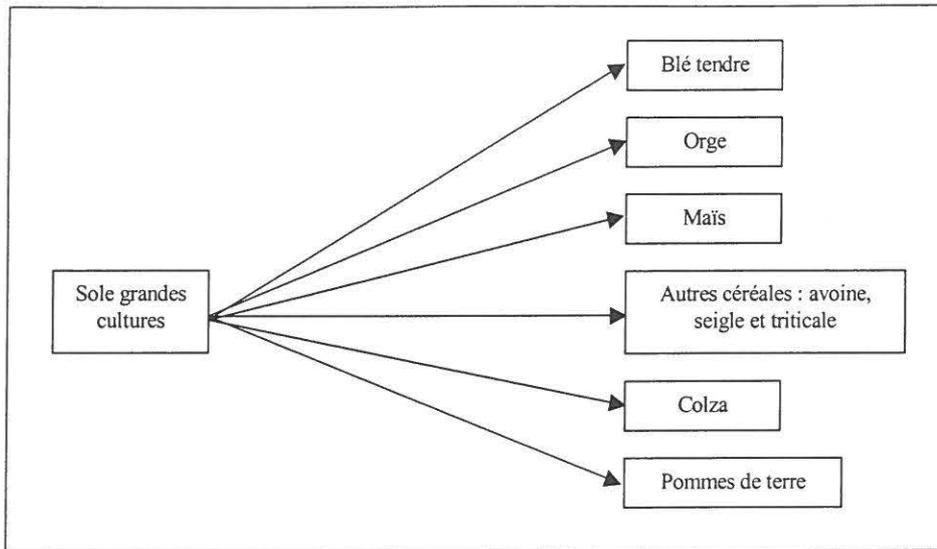
Les prix à la production sont exprimés en indice base 100 en 1995⁴⁵. Le déflateur utilisé est le prix des intrants (base 100 en 1995).

E. République Tchèque

Dans le cas de la République Tchèque, l'estimation de l'offre porte sur six cultures : quatre céréales (blé tendre, orge, maïs, autres céréales), un oléagineux (colza) et une plante sarclée (pomme de terre).

⁴⁵ Les indices des prix à la production sont calculés à partir des prix exprimés en monnaie nationale.

Schéma d'allocation

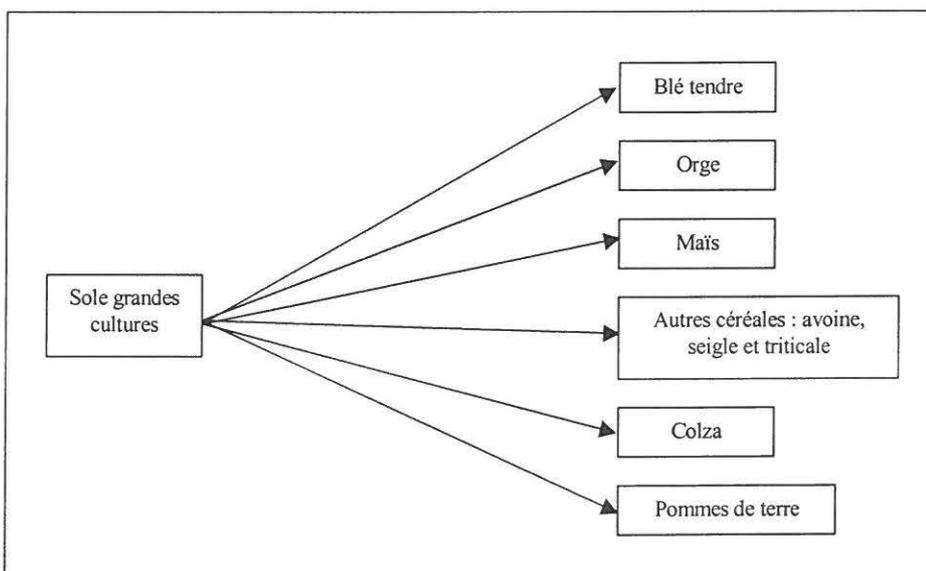


Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1970 – 1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en colza. Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix du seigle. Les prix à la production sont exprimés en indice base 100 en 1995 (indices calculés à partir des prix exprimés en monnaie nationale). Le déflateur utilisé est le prix des intrants (base 100 en 1995).

F. Slovaquie

Dans le cas de la Slovaquie, l'estimation de l'offre porte sur six cultures : quatre céréales (blé tendre, orge, maïs, autres céréales), un oléagineux (colza) et une plante sarclée (pomme de terre).

Schéma d'allocation



Les équations de surfaces et de rendements sont estimées par la méthode SURE itérative de Zellner sur la période 1970 – 1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en

pomme de terre. Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix du seigle. Enfin, l'information sur le prix des intrants tous biens et services de l'agriculture n'est pas disponible, cette variable a été remplacée par l'indice général des prix à la consommation.

Les prix à la production sont exprimés en indice base 100 en 1995 (indices calculés à partir des prix exprimés en monnaie nationale). Le déflateur utilisé est le prix des intrants (base 100 en 1995).

5.6.2. Module demande

La demande des PECO est modélisée de façon agrégée. L'estimation des demandes non fourragères porte sur trois céréales⁴⁶ et un agrégat "autres céréales", celle des demandes fourragères porte sur trois céréales et un agrégat "autres céréales". Les céréales considérées ainsi que la composition des agrégats des autres matières premières sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 14. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé tendre	Blé tendre
Orge	Orge
Maïs	Maïs
Autres céréales	Autres céréales

La composition de l'agrégat "autres céréales" n'est pas définie car cet agrégat est déduit des autres demandes. La demande "autres céréales" est égale à la demande "toutes céréales" moins la demande blé tendre, orge et maïs. Le prix de l'agrégat "autres céréales" utilisé pour la demande non fourragère et fourragère est celui de l'avoine⁴⁷. Les prix intervenant dans l'équation de la demande fourragère au titre des autres matières premières sont : le prix tourteaux d'oléagineux pour les tourteaux, le prix des pommes de terre pour les PSC et le prix des protéagineux pour les AMP⁴⁸. Toutes ces données sont des données annuelles couvrant la période 1978-2000 pour les consommations non fourragères et la période 1978-2000 pour les consommations fourragères. La méthode d'estimation retenue pour les demandes non fourragères est celle des Moindres Carrés Ordinaires, les demandes fourragères étant estimées à partir de la méthode SURE de Zellner.

L'information sur les prix à la consommation n'est pas disponible que pour la Hongrie, la Pologne et la République Tchèque. Pour chaque culture, nous avons retenu la notion de prix directeur (prix du pays directeur, principal producteur ou consommateur de la culture considérée). Le tableau suivant récapitule les séries de prix retenu.

⁴⁶ Le blé dur n'est pas modélisé car la demande non fourragère de blé dur est trop faible. Cependant, la demande non fourragère de blé dur n'a pas été ajoutée à celle du blé tendre.

⁴⁷ L'agrégat "autres céréales" est essentiellement constitué de l'avoine et du seigle.

⁴⁸ Dans un souci de simplification, nous n'avons pas construit d'indice de Fisher pour les agrégats de matières premières comme dans les autres zones (ou pays).

Tableau 15. Prix à la consommation retenus

Cultures	Pays directeur
Blé tendre fourrager	Hongrie
Blé tendre panifiable	Pologne
Orge brassicole	Hongrie
Orge fourragère	Pologne
Maïs	Hongrie
Autres céréales : avoine	Pologne

Nous distinguons les prix du blé panifiable et fourrager, et les prix de l'orge brassicole et fourragère.

Les prix à la consommation sont exprimés en indice base 100 en 1995 (indices calculés à partir des prix exprimés en monnaie nationale). Afin d'avoir une unité commune aux différents pays directeurs, les prix à la consommation sont convertis en dollar à l'aide du taux de change (base 1 en 1995).

Les prix sont déflatés par un indice général des prix à la consommation PECO correspondant à la moyenne des indices des prix à la consommation convertis en dollar.

Les productions indigènes brutes de viande (bovin, porc et volaille) sont disponibles pour la zone PECO. Le Produit Intérieur Brut de la zone PECO correspond à la somme des PIB nationaux convertis en dollar.

5.6.3. Module prix

L'estimation des prix porte sur les céréales considérées au bilan à savoir blé, orge, et maïs. Les variations des prix à la production sont expliquées par les variations du prix mondial. Les prix à la consommation sont définis de manière linéaire par rapport au prix à la production (équation de marge).

Nous n'avons pas retenu l'hypothèse de prix directeur comme dans l'Union européenne, cette hypothèse signifiant que les variations des prix à la production des autres pays sont expliquées par les variations du prix à la production du pays considéré comme directeur.

Les prix à la production des trois céréales sont estimées pour les six pays (Bulgarie, Hongrie, Pologne, République Tchèque, Roumanie, Slovaquie), nous avons donc un prix à la production par culture et par pays (18 prix à la production). Les prix à la consommation sont définies uniquement par culture, un seul pays est retenu, nous avons donc 3 prix à la consommation à estimer.

Les équations du module prix (prix à la production et prix à la consommation) définies par culture et par pays définissent un système d'équations simultanées.

$$pp_{i,t}^p = \alpha_1 + \alpha_2 pm_{i,t} \cdot e_t + \mu_{1,t} \quad (42)$$

$$pv_{i,t}^p = \beta_1 + \beta_2 pp_{i,t}^p + \mu_{2,t} \quad (43)$$

Les prix à la production de la culture i du pays p $pp_{i,t}^p$ sont fonction du prix mondial $pm_{i,t}$ converti en monnaie nationale à l'aide du taux de change e_t . Les prix à la consommation $pv_{i,t}^p$ sont fonction du prix à la production de la culture. Chaque système d'équations est estimé par la méthode des Triples Moindres Carrés sur la période 1981-1999.

Pour les pays où le prix à la consommation n'a pas été retenu dans le module demande, seule l'équation (24) est estimée. La méthode d'estimation est alors la méthode des Moindres Carrés Ordinaires.

Les prix à la production, les prix à la consommation, les prix mondiaux sont exprimés en indice base 100 en 1995. Le taux de change est en base 1 en 1995. Les spécifications de prix adoptées pour chaque céréale sont présentées dans les tableaux suivants. Le caractère "✓" indique la présence de la variable dans l'équation estimée⁴⁹.

Tableau 16. Prix du blé tendre

Equations	Variables explicatives	
	Prix mondial	Prix à la production
Prix à la production		
Bulgarie	✓	
Hongrie	✓	
Pologne	✓	
République Tchèque	✓	
Roumanie	✓	
Slovaquie	✓	
Prix à la consommation		
Blé panifiable Pologne		✓
Blé fourrager Hongrie		✓

Tableau 17. Prix de l'orge

Equations	Variables explicatives	
	Prix mondial	Prix à la production
Prix à la production		
Bulgarie	✓	
Hongrie	✓	
Pologne	✓	
République Tchèque	✓	
Roumanie	✓	
Slovaquie	✓	
Prix à la consommation		
Orge brassicole Hongrie		✓
Orge fourragère Pologne		✓

⁴⁹ Toutes les équations estimées comportent de plus une constante.

Tableau 18. Prix du maïs

Equations	Variables explicatives	
	Prix mondial	Prix à la production
Prix à la production		
Bulgarie	✓	
Hongrie	✓	
République Tchèque	✓	
Roumanie	✓	
Slovaquie	✓	
Prix à la consommation		
Hongrie		✓

5.6.4. Module échanges et stocks

L'information concernant les stocks et les échanges des céréales n'est disponible que pour la zone PECO⁵⁰. Actuellement, les stocks et les échanges des céréales ne sont pas modélisés.

La zone PECO a été introduite dans le marché mondial du maïs. Nous avons considéré les stocks de maïs de la zone PECO comme étant exogènes et les échanges nets de maïs comme la variable résiduelle.

5.7. Modélisation retenue pour l'Union européenne

5.7.1. Remarques générales

Module offre

Les prix des cultures sont exprimés en indice base 100 en 1995 (indices calculés à partir des prix exprimés en monnaie nationale). Dans les équations de surfaces et de rendements, les prix des différentes cultures sont déflatés par l'indice général des prix à la consommation. Le prix des intrants (base 100 en 1995) apparaît comme une variable explicative.

Dans les équations de surfaces, le système d'aides à l'hectare est introduit de façon explicite. Pour chaque culture considérée, une aide à l'hectare exprimée en équivalent indice de prix de la culture est calculée en tenant compte des dépassements de surface. De manière plus précise, les aides céréales introduites dans chaque pays sont calculées de la façon suivante :

$$Aide\ payée_i^P = aide\ de\ base_i^P * (1 - dépassement^P) * taux\ de\ participation^P \quad (44)$$

avec

$$aide\ de\ base_i^P = aide\ de\ base\ (\text{à la tonne}) * taux\ vert^P * rendement\ régionalisé\ céréales\ à\ paille^P \quad (45)$$

i : céréale (sauf maïs) et p : pays

⁵⁰ Base de données ONIC

Pour le maïs, l'aide de base est calculée avec le rendement régionalisé du maïs.

L'aide payée de la céréale i du pays p est ensuite divisée par le prix à la production en 1995 de la céréale i .

Pour les oléagineux, les aides sont calculées de la façon suivante :

$$\text{Aide payée } P_j = \text{aide de base } P_j * (1 - \text{dép.}^P) * \text{taux de participation } P * (1 - \text{dép.oléagineux } P) \quad (46)$$

avec

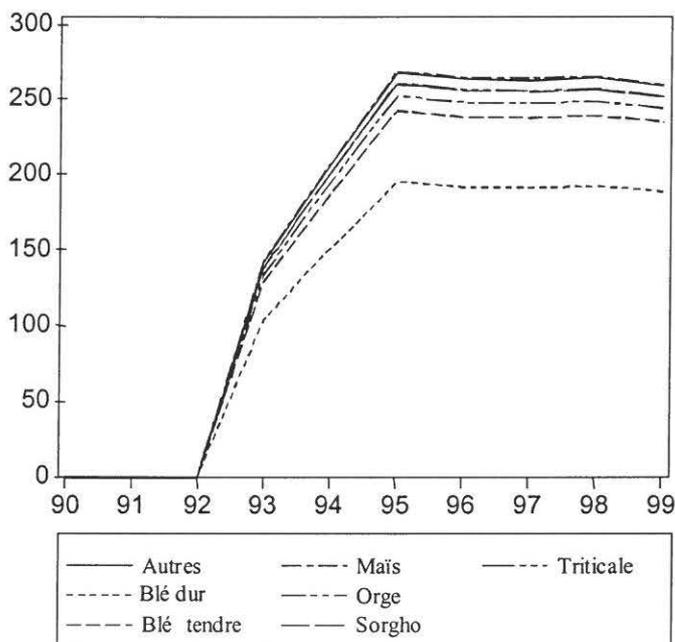
$$\text{aide de base } P_j = \text{aide de base (à la tonne)} * \text{taux vert } P * \text{rendement régionalisé oléagineux } P \quad (47)$$

j : oléagineux , p : pays, et dép. : dépassement.

L'aide payée de l'oléagineux j du pays p est ensuite divisé par le prix à la production en 1995 de l'oléagineux j .

Théoriquement, les aides devraient toutes apparaître dans chaque équation de surface. Cependant, les aides attribuées aux différentes cultures évoluent de manière parallèle comme l'illustre la figure 1 dans le cas de la France.

Figure 1. Aides perçues à l'hectare en équivalent indice des prix pour les céréales



La prise en compte de toutes les aides entraînerait des problèmes de multicolinéarité dans la spécification économique. Nous avons donc construit des groupes homogènes de cultures et défini une variable "aide par groupe" (variable différente selon les pays). Cette variable "aide par groupe" est une moyenne des aides considérées, ces aides étant en équivalent indice des prix de la culture. Le tableau suivant résume les groupes retenus pour chaque pays modélisé dans l'Union européenne.

Tableau 19. Définition des aides retenues pour l'Union européenne.

Allemagne	Aide céréales Aide colza Aide protéagineux
Espagne	Aide céréales Aide riz Aide tournesol Aide protéagineux
France	Aide céréales Aide tournesol-colza Aide soja Aide protéagineux
Italie	Aide céréales Aide riz Aide oléagineux
Royaume-Uni	Aide céréales Aide colza Aide protéagineux
Reste européenne	Aide de base céréales Aide de base riz Aide de base oléagineux

Pour les six pays modélisés, les aides sont issues des calculs de l'ONIC ⁵¹. Pour le reste de l'Union européenne, nous avons retenu l'aide de base ⁵².

Les équations de surfaces et de rendements sont estimés par la méthode SURE itérative de Zellner.

Module demande : consommations fourragère et non fourragère

Pour chaque pays de l'Union européenne, les céréales retenues pour la consommation non fourragère, les céréales retenues pour la consommation fourragère ainsi que la composition des quatre agrégats des autres matières premières utilisées en alimentation animale (oléagineux, tourteaux, PSC et AMP) sont présentées par pays.

Les prix à la consommation de chaque pays sont exprimés en indice base 100 en 1995 (indices calculés à partir des prix à la consommation exprimés en monnaie nationale). Le déflateur utilisé est l'indice général des prix à la consommation.

Par ailleurs, les prix à la consommation du blé tendre panifiable et du blé tendre fourrager sont distincts dans les estimations de la France, de l'Allemagne, du Royaume-Uni et du Reste de l'Union Européenne. Les prix à la consommation de l'orge brassicole et de l'orge fourragère sont distincts pour tous les pays.

La méthode d'estimation retenue pour les demandes non fourragères est celle des moindres carrés ordinaires, les demandes fourragères étant estimées à partir de la méthode SURE de Zellner.

⁵¹ Voir calculs précédemment décrits.

⁵² Source ONIC.

Module prix

Le module prix permet de déterminer l'évolution des prix à la production et des prix à la consommation. Pour chaque céréale, un marché national est considéré comme directeur au niveau européen. Cette hypothèse signifie que les variations des prix à la production des autres pays sont expliquées par les variations du prix à la production du pays considéré comme directeur. Les variations du prix directeur sont expliquées par les variations du prix mondial et les variations du prix d'intervention⁵³. Les prix à la consommation sont définis de manière linéaire par rapport aux prix à la production (équation de marge).

Les équations du module prix sont donc définies par culture (blé tendre, blé dur, orge, maïs et riz) et définissent un système d'équations simultanées.

$$p_{i,t}^d = \beta_1 + \beta_2 pm_{i,t} e_t^d + \beta_3 pe_{i,t} + \mu_{1t} \quad (48)$$

$$p_{i,t}^p = \eta_1 + \eta_2 p_{i,t}^d + \mu_{2t} \quad p \neq d \quad (49)$$

$$pc_{i,t}^p = \lambda_1 + \lambda_2 p_{i,t}^p + \mu_{3t} \quad (50)$$

où $p_{i,t}^d$ désigne le prix à la production de la culture i à la date t dans le pays d considéré comme directeur, $pm_{i,t}$ le prix mondial de la céréale i l'année t , e_t^d le taux de change du pays d par rapport au dollar, $pe_{i,t}$ le prix d'intervention⁵⁴, $p_{i,t}^p$ désigne le prix à la production de la culture i en t dans le pays p (non considéré comme directeur) et μ_{1t} , μ_{2t} et μ_{3t} les termes d'erreur.

La première équation de ce système est estimée uniquement pour le pays directeur. La deuxième équation du système apparaît dans le système pour les autres pays producteurs. Elle permet d'expliquer les prix à la production des pays p "non directeurs". Enfin, la dernière équation estimée pour chaque pays définit l'indice du prix à la consommation (équation de marge).

Le prix directeur varie suivant la céréale considérée⁵⁵. Le tableau suivant donne les hypothèses utilisées sur le prix directeur pour chaque céréale.

Tableau 20. Définition des prix directeurs pour les prix à la production

i = céréale considérée	Prix directeur
Blé dur	Prix Italien
Blé tendre	Prix Français
Maïs	Prix Français
Orge	Prix Français
Riz	Prix Italien

⁵³ Nous intégrons les prix d'intervention associés à chaque céréale, ces prix sont considérés de façon exogène.

⁵⁴ Nous avons retenu dans les estimations le prix de soutien effectif. Ce prix de soutien correspond au prix d'intervention corrigé des variations saisonnières (source et calcul ONIC).

⁵⁵ Le choix correspond au principal pays producteur ou consommateur pour la culture considérée.

Les prix à la production sont exprimés en une unité commune à l'aide du taux vert, les prix à la consommation et les prix de soutien sont exprimés en écus puis en euros à l'aide du taux de change. Ces prix sont ensuite passés en indice base 100 en 1995. Le prix mondial est également en base 100 en 1995 et le taux de change est en base 1 en 1995.

Le système constitué par l'ensemble des équations doit être estimé simultanément pour les cinq pays. Le nombre d'équations varie suivant la céréale considérée⁵⁶. Chaque système d'équations simultanées est estimé par la méthode des Triples Moindres Carrés.

Nous présentons successivement les spécifications de prix adoptées pour chaque céréale considérée au bilan. Les équations de prix concernent l'Allemagne, l'Espagne, la France, le Royaume-Uni, l'Italie. Dans chaque tableau, le caractère "✓" indique la présence de la variable dans l'équation estimée⁵⁷.

Tableau 21. Système estimé pour le blé tendre

Equations	Variables explicatives			
	Prix mondial	Prix d'intervention	Prix directeur français	Prix à la production (autres pays)
Prix à la production				
Prix directeur français	✓	✓		
Prix à la production (autres pays, 4 équations)			✓	
Prix à la consommation				
Français				
Blé tendre fourrager			✓	
Blé tendre panifiable			✓	
Allemand-Anglais				
Blé tendre fourrager				✓
Blé tendre panifiable				✓
Espagnol-Italien				
Prix à la consommation du blé tendre				✓

Les prix à la consommation du blé fourrager et du blé panifiable sont différenciés pour la France, le Royaume-Uni, l'Allemagne. Pour l'Espagne et l'Italie nous ne disposons que d'un seul prix à la consommation "blé tendre".

Pour le blé dur, le système est plus simple car il n'y a que trois pays producteurs considérés : la France, l'Italie et l'Espagne.

⁵⁶ Ce nombre varie car tous les pays ne sont pas producteurs de toutes les cultures modélisées (comme par exemple le blé dur, ...).

⁵⁷ Toutes les équations estimées comportent de plus une constante.

Tableau 22. Système estimé pour le blé dur

Equations	Variables explicatives			
	Prix mondial	Prix d'intervention	Prix directeur italien	Prix à la production (autres pays)
Prix à la production				
Prix directeur italien	✓	✓		
Prix à la production (autres pays, 2 équations)			✓	
Prix à la consommation				
Italien			✓	
Espagnol-Français				✓

Tableau 23. Système estimé pour l'orge

Equations	Variables explicatives			
	Prix mondial	Prix d'intervention	Prix directeur français	Prix à la production (autres pays)
Prix à la production				
Prix directeur français	✓	✓		
Prix à la production (autres pays, 4 équations)			✓	
Prix à la consommation				
Français				
orge fourragère			✓	
orge brassicole			✓	
Autres pays				
orge fourragère				✓
orge brassicole				✓
Prix à la production du sorgho français			✓	

Pour l'orge, le prix de l'orge fourragère et de l'orge brassicole sont distingués pour chaque pays.

Pour le sorgho, il n'y a qu'un pays producteur considéré : la France

Tableau 24. Système estimé pour le maïs et le triticale

Equations	Variables explicatives			
	Prix mondial (maïs)	Prix d'intervention	Prix directeur français	Prix à la production (autres pays)
Prix à la production du maïs				
Prix directeur français	✓	✓		
Prix à la production (autres pays, 4 équations)			✓	
Prix à la consommation				
Français			✓	
Autres pays				✓
Prix à la production du triticale				
Prix directeur français	✓			
Prix allemand			✓	
Prix à la consommation				
Français			✓	
Prix allemand				✓

Il n'existe pas de prix de soutien pour l'avoine et le triticale, ni de prix mondial pour trois céréales : l'avoine, le seigle et le triticale. La solution retenue a été d'estimer les variations des prix du triticale simultanément avec le système du prix du maïs. Pour l'avoine, le système de prix a été estimé simultanément avec le système de prix du seigle.

Tableau 25. Système estimé pour le riz

Equations	Variables explicatives			
	Prix mondial (riz)	Prix d'intervention	Prix directeur italien	Prix à la production
Prix à la production				
Prix directeur italien	✓	✓		
Prix espagnol			✓	
Prix à la consommation				
Italien			✓	
Espagnol				✓

Tableau 26. Système estimé pour l'avoine et le seigle

Equations	Variables explicatives			
	Prix d'intervention de l'orge	Prix directeur allemand	Prix à la production (autres pays)	Prix à la production du seigle en Allemagne
Prix à la production du seigle				
Prix directeur allemand	✓			
Prix français				
Prix espagnol		✓		
Prix à la consommation allemand		✓		
Prix à la production de l'avoine				
Prix directeur allemand				✓
Prix à la production autres pays (4 équations)		✓		
Prix à la consommation de l'avoine				
allemand		✓		
Autres pays			✓	

Pour le reste de l'Union européenne, nous avons utilisé dans tous les modules le prix défini comme directeur pour la culture considérée.

Module échanges et stocks

Pour chaque culture, nous choisissons une variable comme étant la variable d'ajustement (les stocks, ou les échanges nets).

Tableau 27. Définition de la variable d'ajustement

	Variable d'ajustement
Blé tendre	Stocks
Blé dur	Echanges nets
Orge	Stocks
Maïs	Stocks

Blé tendre :

Pour le blé tendre, la variable d'ajustement retenue étant les stocks, cela implique l'estimation économétrique des exportations et des importations :

$$\exp_{i,t} = \exp((pe_{i,t} - pm_{i,t} \cdot e_t), (pm_{i,t} \cdot e_t)) \quad (51)$$

Les exportations de blé tendre $\exp_{i,t}$ sont fonction de la différence entre le prix de soutien de la culture $pe_{i,t}$ et le prix mondial $pm_{i,t}$ converti en euros avec le taux de change e_t (base 1 en 1995), du prix mondial.

$$im_{i,t} = im(pib_t, (pm_{i,t} \cdot e_t), trq_{i,t}) \quad (52)$$

Les importations de blé tendre $im_{i,t}$ sont fonction du produit intérieur brut réel, du prix mondial et du contingent d'importations à droits réduits $trq_{i,t}$.

Blé dur :

Pour le blé dur, la variable d'ajustement retenue étant les échanges nets, cela implique l'estimation économétrique des stocks :

$$st_{i,t} = st(prod_{i,t-1}, pe_{i,t}, (pm_{i,t} \cdot e_t)) \tag{53}$$

Les stocks de blé dur sont fonction de la quantité produite de blé dur en t-1 $prod_{i,t-1}$, du prix de soutien et du prix mondial.

Orge :

Pour l'orge, la variable d'ajustement retenue étant les stocks, cela implique l'estimation économétrique des échanges :

$$exn_{i,t} = exn((pm_{i,t} \cdot e_t), exn_{i,t-1}) \tag{54}$$

Les exportations nets de l'orge $exn_{i,t}$ sont fonction du prix mondial et des exportations nets en t-1.

Maïs :

Pour le maïs, la variable d'ajustement retenue étant les stocks, cela implique l'estimation économétrique des exportations et des importations :

$$exp_{i,t} = exp((pm_{i,t} \cdot e_t), pe_{i,t}, exp_{i,t-1}) \tag{55}$$

Les exportations de maïs sont fonction du prix mondial, du prix de soutien et des exportations en t-1.

$$im_{i,t} = im(pe_{i,t}, im_{i,t-1}) \tag{56}$$

Les importations de maïs sont fonction du prix de soutien et des importations de maïs en t-1.

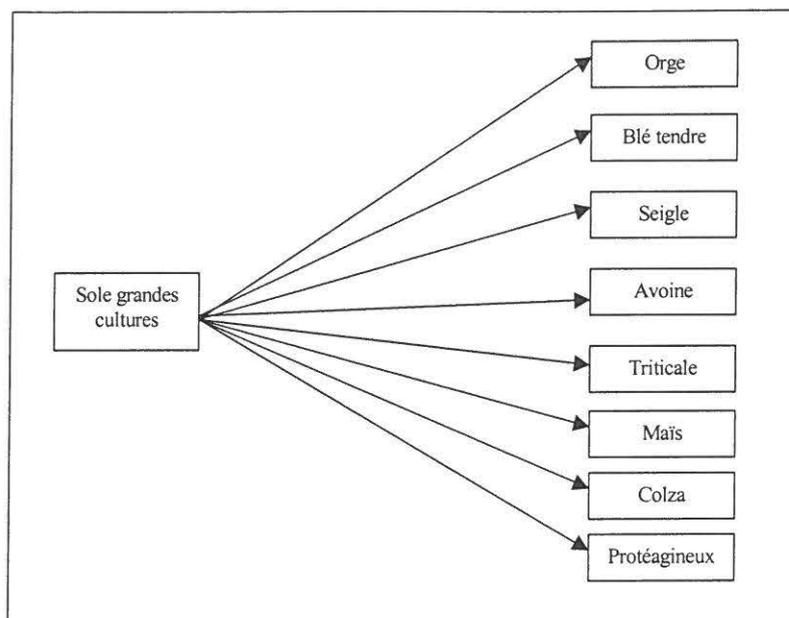
La méthode d'estimation retenue pour les stocks et les échanges est la méthode des Moindres Carrés Ordinaires sur la période 1981-1998. Les indices de prix utilisés dans les équations de stocks et d'échanges sont calculés à partir de prix exprimés en euros et sont déflatés par l'indice général des prix à la consommation "Reste Union" (moyenne des indices de prix à la consommation des 5 pays).

5.7.2. Modélisation retenue pour l'Allemagne

A. Module offre

Dans le cas de l'Allemagne, l'estimation de l'offre porte sur huit cultures : six céréales (orge, blé tendre, seigle, avoine, triticale, maïs), un oléagineux (colza) et les protéagineux.

Schéma d'allocation



Pour l'Allemagne, nous disposons des données sur la RFA avant 1990 et depuis 1990 sur l'Allemagne. Aussi dans l'estimation nous avons testé l'existence d'un changement structurel après 1990 par l'introduction de variables muettes⁵⁸. Cet ajout n'a pas été maintenu car il n'améliorait pas la spécification.

Pour les variables aides nous avons retenu pour l'Allemagne trois variables : l'aide céréales, l'aide colza et l'aide Protéagineux.

Les équations de surfaces et de rendements sont estimées sur la période 1970 – 1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en colza.

Pour disposer suffisamment de degrés de liberté les prix des protéagineux ont été reconstitués sur la période 1970–1977 à partir des prix de la base FAO.

B. Module demande

Dans le cas de l'Allemagne, l'estimation des demandes non fourragères portent sur six céréales, les demandes fourragères portent sur cinq céréales et un agrégat « autres céréales ». Les céréales considérées, la composition de l'agrégat « autres céréales » ainsi que la composition des quatre agrégats des autres matières premières sont présentées dans les tableaux suivants :

⁵⁸ Différents tests ont été effectués notamment en introduisant les variables muettes après 1990 soit de manière multiplicative soit de manière additive.

Tableau 28. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé tendre	Blé tendre
Blé dur	Orge
Orge	Maïs
Maïs	Avoine et mélanges
Avoine et mélanges	Seigle
Seigle	Autres céréales : triticales, sorgho
Riz	

Tableau 29. Composition des agrégats de matières premières

Oléagineux	Tourteaux	PSC	Autres matières protéiques
Colza	Soja	Sons	Protéagineux
	Colza	Manioc	CGF
	Tournesol	Pulpe de betterave	Farines de poissons
	Lin	Melasse	Luzerne déshydratée

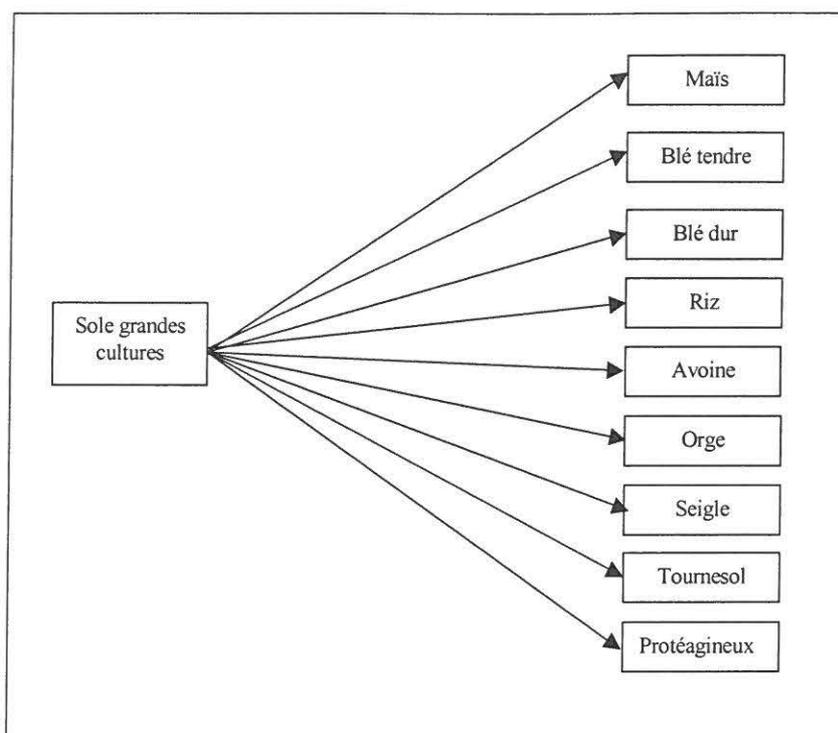
Les consommations sont estimées en prenant en compte la réunification des deux Allemagnes. Le prix de l'agrégat "autres céréales" utilisé pour la demande fourragère est celui du triticales. Les prix du blé dur et du riz utilisés dans les équations de demandes non fourragères sont les prix du blé dur et du riz utilisés dans le bloc "reste Union européenne" (indices de Fisher calculés à partir des prix et des quantités consommées respectivement en France, Italie et Espagne pour le blé dur et en Italie et Espagne pour le riz). Pour les tourteaux, les PSC et les autres matières protéiques, des indices de Fisher sont construits à partir des prix et des quantités consommées des matières premières composant ces agrégats (tableau 27). L'indice de prix à la consommation des oléagineux est égal à l'indice de prix à la consommation du colza. Toutes ces données sont des données annuelles couvrant la période 1980-1999 pour les consommations non fourragères et la période 1978-1999 pour les consommations fourragères.

5.7.3. Modélisation retenue pour l'Espagne

A. Module offre

Dans le cas de l'Espagne, l'estimation de l'offre porte sur neuf cultures : sept céréales (maïs, blé tendre, blé dur, riz, avoine, orge, seigle), un oléagineux (tournesol) et les protéagineux.

Schéma d'allocation



Pour l'Espagne, nous avons retenu quatre variables d'aides : l'aide céréales, l'aide tournesol, l'aide riz et l'aide protéagineux.

Les équations de surfaces et de rendements sont estimées sur la période 1970 – 1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en protéagineux. La surface "Protéagineux" comprend les surfaces en pois et en féveroles.

B. Module demande

Dans le cas de l'Espagne, l'estimation des demandes non fourragères porte sur cinq céréales et un agrégat « autres céréales », celle des demandes fourragères porte sur quatre céréales et un agrégat "autres céréales". Les céréales considérées, la composition de l'agrégat "autres céréales" ainsi que la composition des quatre agrégats des autres matières premières sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 30. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé tendre	Blé tendre
Blé dur	Blé dur
Orge	Orge
Maïs	Maïs
Autres céréales (avoine et mélanges, seigle)	Autres céréales (avoine et mélanges, seigle, triticales, sorgho)
Riz	

Tableau 31. Composition des agrégats de matières premières

Oléagineux	Tourteaux	PSC	Autres matières protéiques
Tournesol	Soja	Sons	Protéagineux
	Tournesol	Manioc	CGF
		Pulpe de betterave	Farines de poissons
			Luzerne déshydratée

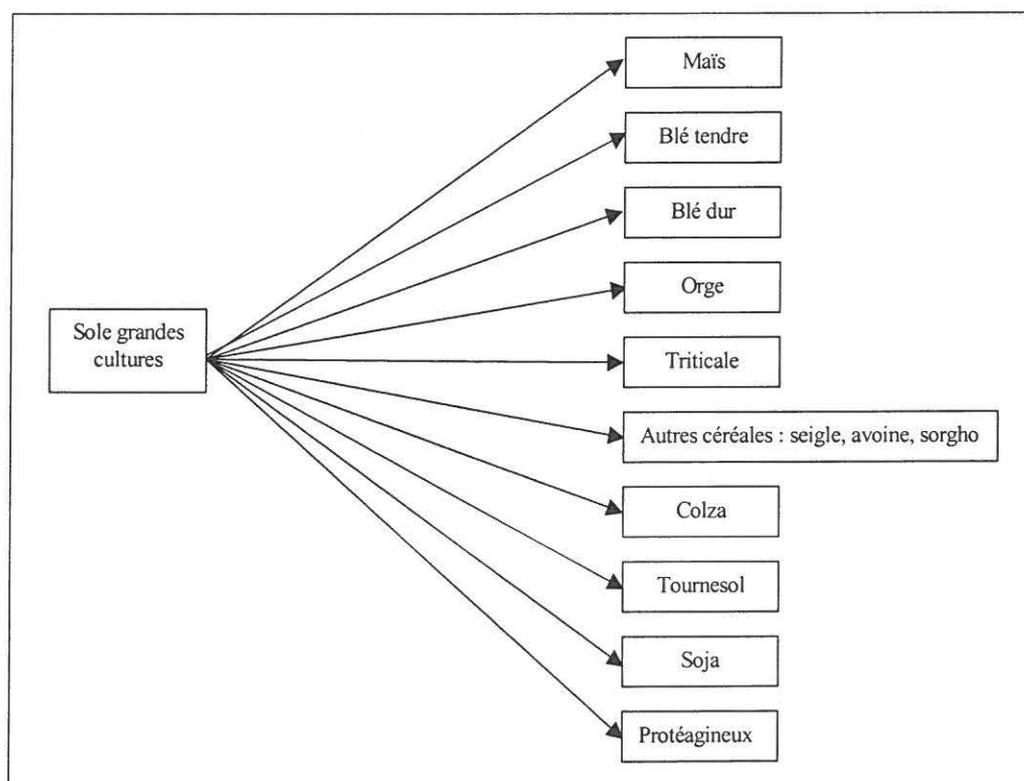
Le prix de l'agrégat "autres céréales" utilisé pour la demande non fourragère et fourragère est celui de l'avoine et des mélanges. Pour les tourteaux, les PSC et les autres matières protéiques, des indices de Fisher sont construits à partir des prix et des quantités consommées des matières premières composant ces agrégats (tableau 29). L'indice de prix à la consommation des oléagineux utilisé est l'indice de prix à la consommation du tournesol. Toutes ces données sont des données annuelles couvrant la période 1980-1999 pour les consommations non fourragères et la période 1978-1999 pour les consommations fourragères.

5.7.4. Modélisation retenue pour la France

A. Module offre

Dans le cas de la France, l'estimation de l'offre porte sur dix cultures : six céréales (maïs, blé tendre, blé dur, orge, triticale, autres céréales), trois oléagineux (colza, tournesol, soja) et les protéagineux.

Schéma d'allocation



Pour la France, nous avons retenu quatre variables aides: l'aide céréales, l'aide tournesol-colza, l'aide soja et l'aide protéagineux.

Les équations de surfaces et de rendements sont estimées sur la période 1970 – 1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en colza.

Pour disposer suffisamment de degrés de liberté, certains prix ont été reconstitués à partir des prix des bases Cronos ou FAO :

- prix des protéagineux sur la période 1970-1977 à partir de la base Cronos,
- prix du tournesol sur la période 1970 – 1974 à partir de la base FAO,
- prix du soja sur la période 1970 – 1974 à partir de la base FAO.

Le prix de l'agrégat "autres céréales" est un indice de Fisher calculé à partir des prix et des quantités produites de l'avoine, du seigle et du sorgho.

La surface "Protéagineux" comprend les surfaces en pois et en féveroles.

B. Module demande

Dans le cas de la France, l'estimation des demandes non fourragères porte sur cinq céréales et un agrégat "autres céréales" et l'estimation des demandes fourragères sur quatre céréales et un agrégat "autres céréales". Les céréales considérées, la composition de l'agrégat "autres céréales" ainsi que la composition des quatre agrégats des autres matières premières sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 32. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé tendre	Blé tendre
Blé dur	Orge
Orge	Maïs
Maïs	Triticale
Riz	Autres céréales (avoine et mélanges, seigle, sorgho)
Autres céréales (avoine et mélanges et seigle)	

Tableau 33. Composition des agrégats de matières premières

Oléagineux	Tourteaux	PSC	Autres matières protéiques
Colza	Colza	Sons	Protéagineux
Soja	Soja	Manioc	CGF
Tournesol	Tournesol	Pulpe de betterave	Farines de poissons
	Lin		Luzerne déshydratée

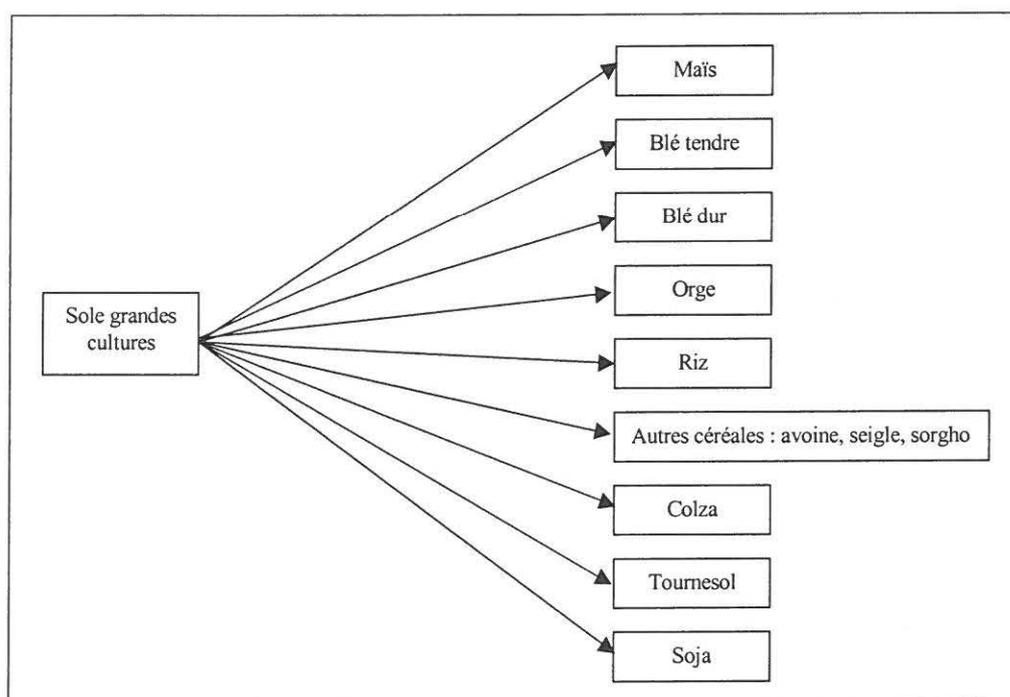
Le prix de l'agrégat "autres céréales" utilisé est celui de l'avoine et des mélanges. Pour les oléagineux, tourteaux, les PSC et les autres matières protéiques, des indices de Fisher sont construits à partir des prix et des quantités consommées des matières premières composant ces agrégats (tableau 31). Le prix du riz utilisé est l'indice de Fisher calculé pour le bloc "reste Union européenne" à partir des prix et des quantités en Italie et en Espagne. Toutes ces données sont des données annuelles couvrant la période 1981-1999 pour les consommations non fourragères et la période 1978-1999 pour les consommations fourragères.

5.7.5. Modélisation retenue pour l'Italie

A. Module offre

Dans le cas de l'Italie, l'estimation de l'offre porte sur neuf cultures : six céréales (maïs, blé tendre, blé dur, orge, riz, autres céréales), et trois oléagineux (colza, tournesol, soja).

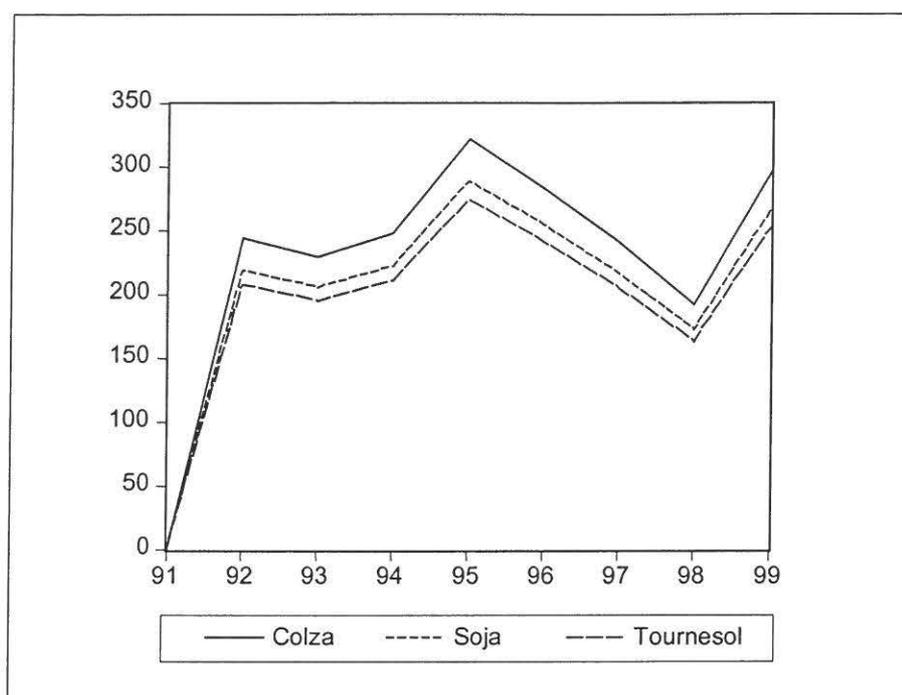
Schéma d'allocation



Les équations de surfaces et de rendements sont estimées sur la période 1975 – 1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en soja.

Pour l'Italie, nous avons retenu trois variables d'aides : l'aide céréales, l'aide riz et l'aide oléagineux. L'aide soja évolue de manière parallèle à l'aide tournesol et à l'aide colza (figure 2), elle n'est donc pas dissociée de l'aide oléagineux comme dans le cas de la France.

Figure 2. Aide perçue à l'ha en équivalent indice des prix



Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix de l'avoine. Enfin pour disposer suffisamment de degrés de liberté le prix du colza a été reconstitué sur la période 1975 – 1978 à partir des prix de la base FAO.

La surface "Protéagineux" comprend les surfaces en pois et en féveroles.

B. Module demande

Dans le cas de l'Italie, l'estimation des demandes non fourragères et fourragères porte sur quatre céréales et un agrégat "autres céréales". Les céréales considérées, la composition des agrégats "autres céréales" ainsi que la composition des quatre agrégats des autres matières premières sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 34. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé tendre	Blé tendre
Blé dur	Orge
Orge	Maïs
Maïs	Autres céréales (avoine et mélanges, seigle, triticale, sorgho)
Autres céréales (avoine et mélanges et seigle)	
riz	

Tableau 35. Composition des agrégats de matières premières

Oléagineux	Tourteaux	PSC	Autres matières protéiques
Soja	Soja	Sons	CGF
Tournesol	Tournesol	Manioc	Farines de poissons
	Coton	Pulpe de betterave	Luzerne déshydratée
	Lin	Mélasses	

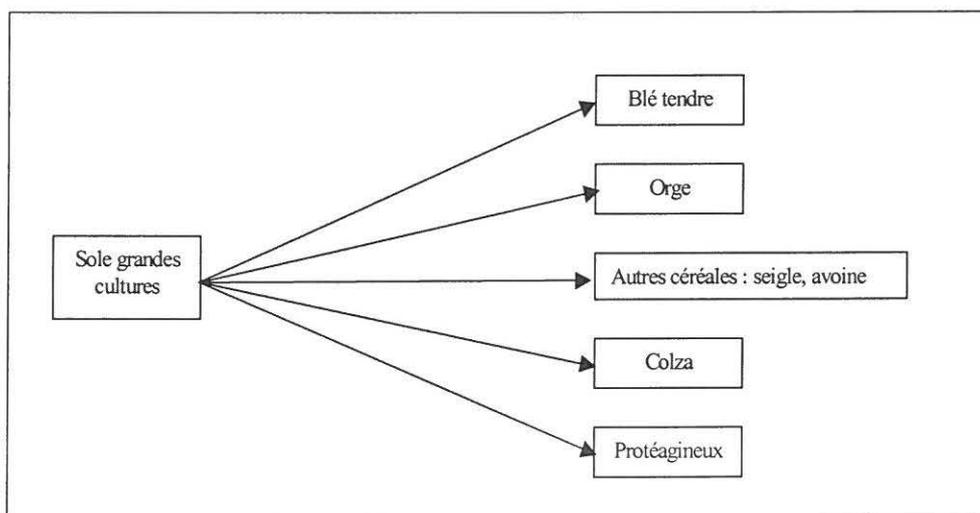
Le prix des agrégats "autres céréales" utilisé pour les demandes non fourragère et fourragère est celui de l'avoine et des mélanges et la distinction entre blé tendre fourrager et blé tendre panifiable n'est pas considérée. Pour les oléagineux, les tourteaux, les PSC et les autres matières protéiques, des indices de Fisher sont construits à partir des prix et des quantités consommées des matières premières composant ces agrégats (tableau 33). L'indice de prix à la consommation des oléagineux utilisé est l'indice de prix à la consommation du colza. Toutes ces données sont des données annuelles couvrant la période 1980-1999 pour les consommations non fourragères et la période 1978-1999 pour les consommations fourragères.

5.7.6. Modélisation retenue pour le Royaume-Uni

A. Module offre

Dans le cas du Royaume-Uni, l'estimation de l'offre porte sur cinq cultures : trois céréales (blé tendre, orge, autres céréales), un oléagineux (colza) et les protéagineux.

Schéma d'allocation



Pour le Royaume-Uni, nous avons retenu trois variables : l'aide céréales, l'aide colza et l'aide protéagineux.

Les équations de surfaces et de rendements sont estimées sur la période 1974 – 1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface autres céréales. Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix de l'avoine. La surface "Protéagineux" comprend les surfaces en pois et en féveroles. Enfin pour disposer suffisamment de degrés de liberté les prix des protéagineux ont été reconstitués sur la période 1974 – 1977 à partir des prix de la base Cronos.

B. Module demande

Dans le cas du Royaume-Uni, l'estimation des demandes non fourragères porte sur cinq céréales et un agrégat "autres céréales" et l'estimation des demandes fourragères porte sur trois céréales et un agrégat "autres céréales". Les céréales considérées, la composition des agrégats "autres céréales" ainsi que la composition des quatre agrégats des autres matières premières sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 36. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé tendre	Blé tendre
Blé dur	Orge
Orge	Maïs
Maïs	Autres céréales (avoine et mélanges, seigle, triticale, sorgho)
Autres céréales (avoine et mélanges, seigle)	
Riz	

Tableau 37. Composition des agrégats de matières premières

Oléagineux	Tourteaux	PSC	Autres matières protéiques
Soja	Soja	Sons	Protéagineux
	Tourmesol	Pulpe de betterave	CGF
	Colza		Farines de poissons
	Palmiste		

Le prix de l'agrégat "autres céréales" utilisé pour la demande non fourragère et fourragère est celui de l'avoine et des mélanges. Les prix du blé dur et du riz utilisés dans les équations de consommations non fourragères sont les prix du blé dur et du riz utilisés dans le bloc "reste Union européenne" (indices de Fisher calculés à partir des prix et des quantités consommées respectivement en France, Italie et Espagne pour le blé dur et en Italie et Espagne pour le riz). Pour les tourteaux, les PSC et les autres matières protéiques, des indices de Fisher sont construits à partir des prix et des quantités consommées des matières premières composant ces agrégats (tableau 35). L'indice de prix à la consommation des oléagineux utilisé est l'indice de prix à la consommation du soja. Toutes ces

données sont des données annuelles couvrant la période 1980-1999 pour les consommations non fourragères et la période 1978-1999 pour les consommations fourragères.

5.7.7. Modélisation retenue pour le Reste de l'Union européenne

Le bloc reste de l'Union européenne tient compte de l'entrée des pays dans l'Union européenne.

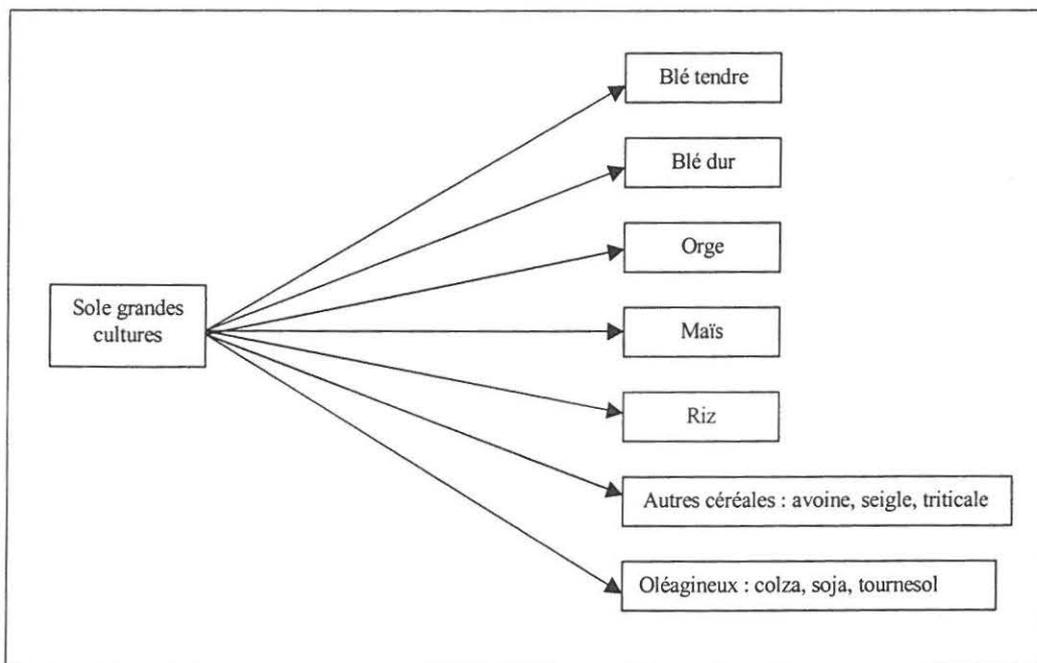
Constitution du bloc reste Union européenne :

Pays participant en 1970	Belgique Luxembourg Pays-Bas
Entrées en 1973	Irlande Danemark
Entrée en 1981	Grèce
Entrée en 1986	Portugal
Entrées en 1995	Autriche Finlande Suède

A. Module offre

Pour modéliser le reste de l'Union européenne, l'estimation de l'offre porte sur sept cultures : six céréales (blé tendre, blé dur, orge, maïs, riz, autres céréales), et un agrégat oléagineux (colza, tournesol, soja).

Schéma d'allocation



Pour le reste de l'Union européenne, nous avons retenu trois variables : l'aide de base céréales, l'aide de base riz et l'aide de base oléagineux. Ces variables aides, exprimées en euros par tonne, sont divisées par le prix à la production (en euros) en 1995 de la culture (du pays directeur) .

Les équations de surfaces et de rendements sont estimées sur la période 1975 – 1999. L'équation omise dans le système correspond à l'équation de surface en oléagineux.

Pour définir le prix de l'agrégat "autres céréales" nous avons retenu le prix de la culture principale dans cet agrégat c'est-à-dire le prix de l'avoine. De la même manière, le prix du colza est retenu pour le prix de l'agrégat oléagineux.

Nous avons utilisé les prix directeurs pour définir les prix des différentes cultures :

- Prix français pour le blé tendre, le maïs, et le colza,
- Prix italien pour le blé dur et le riz,
- Prix allemand pour l'avoine et l'orge.

Dans les équations de surfaces et de rendements, le déflateur utilisé est un indice général des prix à la consommation 'Reste Union européenne'. Cet indice correspond à la moyenne des indices des prix à la consommation des 5 pays modélisés convertis en unité commune (à l'aide du taux vert). Le prix des intrants provient de la base Cronos d'EUROSTAT et correspond au prix moyen des intrants dans le reste de l'Union (les entrées successives de nouveaux membres étant prises en compte dans le calcul du prix moyen).

B. Module demande

Dans le cas du reste de l'Union européenne, l'estimation des demandes non fourragères porte sur sept céréales et l'estimation des demandes non fourragères porte sur cinq céréales et un agrégat "autres céréales". Les céréales considérées, la composition des agrégats "autres céréales" ainsi que la composition des quatre agrégats des autres matières premières sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 38. Céréales considérées

Demande non fourragère	Demande fourragère
Blé tendre	Blé tendre
Blé dur	Orge
Orge	Maïs
Maïs	seigle
seigle	Avoine
Avoine et mélanges	Autres céréales : triticales et sorgho
Riz	

Tableau 39. Composition des agrégats de matières premières

Oléagineux	Tourteaux	PSC	Autres matières protéiques
Soja	Soja	Sons	Protéagineux
Tournesol	Tournesol	Manioc	CGF
	Coton	Pulpe de betterave	Farines de poissons
	Lin	Mélasses	Luzerne déshydratée

Le prix des agrégats "autres céréales" utilisé pour la demande fourragère est celui du triticale. Les prix à la consommation de céréale utilisés sont des indices de Fisher construits à partir des prix à la consommation et des quantités consommées dans les cinq pays européens modélisés. De manière similaire, pour les tourteaux, les PSC et les autres matières protéiques, des indices de Fisher sont construits à partir des prix et des quantités consommées des matières premières composant ces agrégats (tableau 37) dans ces cinq pays. Toutes ces données sont des données annuelles couvrant la période 1980-1999 pour les consommations non fourragères et la période 1978-1999 pour les consommations fourragères.

Le déflateur utilisé est un indice général des prix à la consommation "Reste Union" qui correspond à la moyenne des indices des prix à la consommation des cinq pays.

Références

Binfield J., Donnellan T., Hanrahan K., McQuinn K., Westhoff P., Young R. (2002), FAPRI-Ireland 2002 EU baseline briefing book, FAPRI-UMC Technical Data Report 01-02

Coyle B.L., 1993. On modeling systems of crop acreage demands. *J. Agric. and Res. Econ*, 18, 57-69.

Devadoss S., Helmar M., Meyers W.H. (1991) The world feed grains trade model : specification, estimation, and validation, Technical Report 91-TR 18 CARD.

FAPRI, 1999. Analysis of the Berlin Accord reforms of the European Union's Common Agricultural Policy, CARD Briefing Paper 99BP24.

<http://www.fapri.org/Outlook2002/outlook2002.htm>

Guyomard H., Baudry M., Carpentier A., 1996. Estimating crop supply response in the presence of farm programmes : application to the CAP. *Eur. Rev. of Agric. Eco.* 23, 401-420.

"Modèle MONIC : méthodologie", Bases de juin 2000 Août 2000, 80p.

Mitchell D.O, Duncan R.C. (1987), Market behavior of grain exporters, *Research observer*, n°1, The international bank for reconstruction and development, the world bank, 21 p.

Van Tongeren, van Meijl H., Surry Y., 2001. Global models applied to agricultural and trade policies: a review and assessment. *Agri. Eco.*, 26, 149-172.