



HAL
open science

Modèle mondial des productions et des échanges de grandes cultures. Projections et simulations du modèle Wemac. Rapport final

Catherine Benjamin, Nadine Herrard, Magalie Houée Bigot, Isabelle Piot-Lepetit

► To cite this version:

Catherine Benjamin, Nadine Herrard, Magalie Houée Bigot, Isabelle Piot-Lepetit. Modèle mondial des productions et des échanges de grandes cultures. Projections et simulations du modèle Wemac. Rapport final. [Travaux universitaires] Inconnu. 2005, 59 p. hal-01931542

HAL Id: hal-01931542

<https://hal.science/hal-01931542v1>

Submitted on 22 Nov 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 et de la pêche

Modèle mondial des productions et des échanges de grandes cultures

Projections et simulations du modèle WEMAC

**Approfondissement du travail de modélisation du modèle mondial
des grandes cultures pour produire des résultats opérationnels**

Catherine Benjamin,
Nadine Herrard
Magalie Houée
Isabelle Piot-Lepetit

Le support documentaire de ce rapport a été assuré par Christine Valade

Recherche ayant bénéficié d'une aide du Ministère de l'agriculture et de la pêche
(Direction des Politiques Economique et Internationale).
Référence MAP 02.G5.01.01

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

Volume 1

JUIN 2005

Agrocampus-INRA Economie
Documentation
4 Rue Adolphe Bobierre
CS 61103
35011 Rennes Cedex

Introduction	3
1. Approfondissement du travail de modélisation : WEMAC la version 1.3	8
1.1 Caractéristiques générales du modèle WEMAC.....	9
1.2 Modélisation des marchés intérieurs dans le modèle WEMAC	10
1.2.1. Le module offre.....	11
1.2.2. Le module demande.....	13
Les variables expliquées dans le module demande	14
Les facteurs explicatifs.....	15
1.2.3. Le module prix	17
1.2.4. Le module échanges	18
1.2.5. Représentation de l'équilibre sur le marché intérieur.....	18
1.3. Détermination des prix mondiaux.....	19
1.4. Mise en œuvre des projections et des simulations	22
1.5. Les spécificités du modèle WEMAC	24
1.5.1. Représentation désagrégée des principaux pays de l'UE	25
1.5.2. Détail des cultures dans le module offre	25
1.5.3. Estimation conjointe des équations de rendements et de surfaces.....	25
1.5.4. Introduction des effets prix et des effets des paiements directs dans les équations de surfaces	25
1.5.5. Estimation de la demande fourragère en nid	25
1.5.6. Représentation des instruments de politique	26
1.5.7. Estimation des paramètres de comportement.....	28
1.5.8. Bouclage des marchés mondiaux	28
2. Mise en œuvre du scénario de référence	28
2.1 Les hypothèses de base : sur la mise en œuvre des politiques	28
2.1.1. Pour l'Union européenne.....	28
2.1.2. Au niveau des Etats-Unis : Mise en œuvre du scénario de référence 2005 et représentation du Farm Act 2002	29
2.2. Bases de données et hypothèses sur les autres variables exogènes	31
2.2.1 Actualisation des données	31
2.2.2 Les données projetées	31



3. Résultats des projections et comparaisons avec les autres modèles	33
3.1. Des différences dans les données observées	33
3.2. Présentation par marché	36
3.3. Quelques comparaisons des résultats des projections avec FAPRI	48
4. Résultats des simulations	50
4.1. Définition des scénarii mis en œuvre	50
4.2. Résultats des simulations	51
5. Prolongements et améliorations futurs	52
6. Références	54
7. Liste des tableaux	55
8. Liste des figures	56
10. Références WEMAC	58

Le rapport final comprend 2 volumes : le volume 1 qui reprend les principaux résultats de la convention, le volume 2 qui contient toutes les annexes.

Introduction

Le rapport final détaille le travail réalisé dans le cadre d'une convention avec le Ministère de l'agriculture et de la pêche (convention couvrant la période janvier 2004 – juin 2005).

L'origine du projet WEMAC (World Econometric Modelling of Arable Crops) 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. 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. Suivant les termes de la convention avec le Ministère, « la construction d'un modèle des productions et des échanges de céréales et d'oléoprotéagineux au niveau mondial, doit permettre de ne pas dépendre des seules données chiffrées publiées par l'OCDE, l'USDA et le FAPRI. De fait, la prise en charge de ce projet par une équipe française devrait assurer une meilleure représentation des problématiques françaises et européennes, l'effort étant concentré sur la description des producteurs européens et des PECO ».

De manière schématique, la construction du modèle mondial a été divisée en quatre 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), iii) la mise en œuvre de projections mondiales à moyen terme, de manière similaire aux exercices réalisés par les organismes de référence en la matière (phase III) et iv) la construction d'un modèle mondial des produits agricoles végétaux et animaux (phase IV).

La première phase de ce travail, réalisée dans le cadre d'une convention avec le Ministère de l'agriculture (contrat couvrant la période juillet 2001-septembre 2002) portait sur la représentation des marchés mondiaux des principales céréales (blé, maïs, orge). Les pays ou zones modélisés, à l'issue de cette convention, sont : l'Argentine, le Canada, les Etats-Unis, les Pays d'Europe Centrale et Orientale (Bulgarie, Hongrie, Pologne, République Tchèque, Roumanie, Slovaquie¹) 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). La version réalisée dans le cadre de cette première convention est opérationnelle pour étudier les marchés mondiaux des céréales (WEMAC, version 1.1).

La deuxième phase correspondant à l'extension du modèle aux oléagineux a été réalisée dans le cadre d'une convention avec PLURIAGRI (juillet 2002-décembre 2003). L'objectif principal est

¹ Nous avons modélisé le "module offre" des ces six pays de manière désagrégée. La demande a, par contre, été modélisée en agrégeant ces six pays comme les autres modules (prix, échanges).

d'expliquer et de représenter la formation des prix mondiaux des graines et tourteaux oléagineux, jusqu'alors considérés comme exogènes. L'extension du modèle mondial des céréales aux oléagineux a été décomposée en trois principales phases de travail : i) l'extension de la couverture géographique du modèle avec l'intégration de zones/pays supplémentaires : Afrique du Nord et Moyen-Orient, Brésil, Chine, ii) l'intégration de la demande des oléo-protéagineux et enfin iv) la validation du modèle mondial des grandes cultures (analyse des fonctionnements des marchés mondiaux des grandes cultures : céréales et oléo-protéagineux). Cette dernière phase comprend les estimations nécessaires pour compléter l'analyse des marchés mondiaux des oléagineux à savoir les estimations des échanges et des stocks. Les graines et les tourteaux d'oléagineux sont modélisés dans chaque pays ou zone. A l'issue de la convention, le modèle (WEMAC, version 1.2) est opérationnel à la fois en termes de prévisions sur les marchés intérieurs et sur les marchés mondiaux des principales grandes cultures et aussi en termes de simulations (impacts de scénarii d'évolution des instruments de soutien).

Dans le cadre de la convention avec le Ministère de l'agriculture (décembre 2004 - juin 2005), l'approfondissement du travail de modélisation a été décomposé en trois phases de travail. Une première phase devait permettre d'enrichir le modèle des améliorations nécessaires selon les priorités définies par le comité de pilotage : représentation des politiques agricoles relatives aux échanges, amélioration de la désagrégation géographique de l'ensemble « reste du monde ». La version correspondante du modèle est opérationnelle pour fournir des prévisions et des simulations (WEMAC, version 1.3). La deuxième phase devait conduire à élaborer des projections mondiales à l'horizon 10 ans, de manière similaire aux exercices réalisés par les organismes de référence en la matière (USDA, OCDE, FAPRI, Ministères de l'Agriculture australien et canadien). La troisième phase évalue l'impact sur les échanges mondiaux de la modification des politiques agricoles européennes dans le secteur des grandes cultures. Trois scénarii établis par la DPEI sont ainsi présentés, notamment en termes de changement des équilibres mondiaux et européens par rapport à ceux projetés précédemment.

De manière synthétique, le tableau suivant liste les rapports effectués au cours des différentes phases de travail et décrit leur contenu.

Tableau 1. Rapports effectués lors des différentes phases de l'élaboration de WEMAC

Conventions		Titre du rapport	Contenu
Ministère 2001-2002	Rapport intermédiaire	Volume 1 : Note méthodologique (février 2002)	Description des choix retenus pour les spécifications des modules offre, demande et prix.
		Volume 2 : Résultats des estimations du module offre (mars 2002)	Résultats d'estimation du module offre pour : UE, PECO (6 pays), Argentine, Australie, Canada, Etats-Unis.
		Volume 3 : Résultats des estimations des modules demandes et prix (mars 2002)	Résultats d'estimation des modules demande et prix pour : UE, Etats-Unis, Argentine.
		Le bouclage du modèle mondial (mai 2002)	Description des modèles régionaux (équations de comportement et équilibres) et du fonctionnement du marché mondial.
	Rapport final	Volume 1 : Modèle mondial des productions, des demandes et des échanges de céréales : fonctionnement et premiers résultats (septembre 2002)	Spécification des équations de comportement : production, consommation, prix, stocks et échanges (détail par pays). Fonctionnement des marchés intérieurs et mondiaux. Présentation des résultats.
	Volume 2 : Annexes du rapport final (septembre 2002)	Source des données, fonctionnement du marché mondial, définition du scénario de référence (hypothèses sur les variables exogènes), résultats de simulation, programme du bouclage du marché mondial du maïs. WEMAC 1.1	
PLURIAGRI 2002-2003	Rapport intermédiaire	Extension du modèle mondial des productions et des échanges de céréales : vers un modèle de grandes cultures. Méthodologie et premiers résultats (juin 2003)	Modélisation des demandes de graines et de tourteaux d'oléagineux. Modélisation des échanges.

	Rapport final	Volume 1 : Extensions du modèle mondial des productions et des échanges de céréales : modélisation des marchés mondiaux des oléagineux (juillet 2003)	Note méthodologique sur la modélisation des marchés des oléagineux. Introduction des instruments de politique dans les échanges.
		Volume 2 : Résultats des estimations par pays (juillet 2003)	Résultats d'estimation pour les pays suivants : Brésil, Chine, échanges nets du blé pour l'Afrique Nord Moyen-Orient et l'Ukraine. Résultats d'estimations de la demande de trituration et de la demande fourragère de céréales et tourteaux (UE, Argentine, Brésil, Chine, Etats-Unis). Résultats d'estimations des stocks et échanges de céréales et oléagineux : UE, Argentine, Chine, Etats-Unis.
	Rapport	Extension du modèle mondial des productions et des échanges de céréales : modélisation des marchés mondiaux des oléagineux (janvier 2004)	Rappel des spécifications retenues pour les céréales, oléagineux et tourteaux (offre, demande, échanges et prix). Projections et simulations sur le marché mondial du soja. WEMAC 1.2
Ministère 2004-2005	Rapport intermédiaire	Approfondissement du travail de modélisation du modèle mondial (juillet 2004)	Représentation des instruments de soutien externe. Désagrégation géographique : Intégration de l'Inde et de l'Ukraine.
	Rapport intermédiaire	Guide d'utilisation du modèle WEMAC (version provisoire juin 2004)	Description de la base de données WEMAC et des outils mis en œuvre pour y accéder.
	Rapport intermédiaire CD rom	Base de données (mars 2005)	Description de la base de données WEMAC et des outils mis en œuvre pour y accéder.

	Rapport intermédiaire	Projections et scénarii de politique (mars 2005)	Tests sur la mise en œuvre des simulations.
	Rapport intermédiaire CD rom	Mise en œuvre du scénario de référence (mars 2005)	Définition du scénario de référence : hypothèses sur les politiques agricoles et sur les évolutions des secteurs non intégrés dans le modèle, intégration de l'élargissement.
	Rapport final	Présentation des projections et des simulations (juin 2005)	Analyse des forces et des faiblesses, identification des points d'amélioration futurs, et comparaison avec les autres modèles mondiaux. WEMAC 1.3
Pluriagri 2005		Intégration du sucre : Travail sur les débouchés non alimentaires Travail sur l'intégration des productions animales	

Ce rapport final reprend les résultats liés à l'ensemble des trois volets de la convention. Nous précisons en conclusion le travail engagé dans le cadre d'une convention avec Pluriagri pour l'année 2005.

Le rapport est organisé en cinq parties. La première partie détaille les améliorations dans la modélisation réalisées dans le cadre de la convention avec le ministère. Ces améliorations ont produit une nouvelle version du modèle (WEMAC 1.3) utilisée pour réaliser les projections et simulations présentées dans ce rapport. La seconde partie présente la mise en œuvre du scénario de référence et notamment les hypothèses de politiques agricoles et d'évolutions des secteurs non intégrés dans le modèle. La troisième partie présente les résultats des projections du modèle WEMAC comparés avec les résultats des autres modèles mondiaux d'équilibre partiel. La quatrième partie présente les résultats des scénarii d'évolution de politique agricole transmis à l'INRA par le Ministère en septembre 2004. Enfin, la dernière partie du rapport identifie les points d'amélioration futurs du modèle.

1. Approfondissement du travail de modélisation : WEMAC la version 1.3

Le modèle « World Econometric Modelling of Arable Crops » (WEMAC) est un modèle économétrique d'équilibre partiel construit pour représenter et analyser le fonctionnement des marchés mondiaux des grandes cultures.

Dans la version de 2005 (WEMAC 1.3), le modèle WEMAC permet d'expliquer la formation des prix mondiaux des principales céréales (blé, maïs, orge), des principales graines d'oléagineux (colza, tournesol, soja) et des tourteaux associés.

Par rapport au travail réalisé depuis le début du projet, les priorités d'amélioration identifiées soit dans le cadre de la convention soit au cours des réunions avec le comité de pilotage étaient de plusieurs ordres :

- Amélioration de la couverture géographique du modèle en poursuivant la désagrégation géographique de l'ensemble « reste du monde » en représentant, dans la mesure du possible, de façon isolée : l'Ukraine et l'Inde. De plus, après la présentation des premiers résultats du modèle, il s'est avéré important de modéliser aussi le bloc « reste du monde ».
- Travail pour représenter l'UE à 25 c'est-à-dire pour créer un bloc nouveaux pays membres,
- Meilleure représentation des instruments de politique aux échanges,
- Faisabilité de la modélisation des deux marchés de l'orge : l'objectif de ce travail était de dissocier les deux marchés de l'orge dans le modèle (orge de brasserie et orge d'alimentation animale).

Parmi ces différentes priorités, seule la segmentation du marché de l'orge (orge de brasserie et orge fourrager) n'a pas pu être prise en compte dans le modèle. En effet, il n'a pas été possible de

constituer une base de données permettant de représenter de manière distincte les marchés de ces deux types d'orge.

Pour avoir une idée du travail de modélisation réalisé, nous rappelons dans un premier temps les caractéristiques générales du modèle dans sa dernière version, les fonctionnements des marchés intérieurs, la détermination des prix mondiaux. Le dernier paragraphe détaille les spécificités du modèle WEMAC par rapport aux autres modèles des organismes tels que l'OCDE, FAPRI.

1.1 Caractéristiques générales du modèle WEMAC

Dans la version de 2005 (WEMAC 1.3), les pays importateurs et exportateurs majeurs de grandes cultures sont représentés individuellement c'est-à-dire toutes les variables de marché de ces pays (production, consommation, échanges, prix) sont expliquées par le modèle. D'un point de vue technique, la version 1.3 fonctionne sous TSP 4.5 sous Unix pour réaliser les projections et les simulations. Le modèle comprend aujourd'hui 1220 équations.

Le tableau suivant détaille la couverture géographique du modèle.

Tableau 2. Couverture géographique du modèle

Pays	Remarques
Afrique du Nord et Moyen-Orient	Modélisation des échanges de blé
Argentine	
Brésil	
Canada	
Chine	
Etats-Unis	
Inde	
Nouveaux Pays Membres de l'UE (10 pays)	
Pays d'Europe Centrale et Orientale (6 pays)	Bulgarie, Hongrie, Pologne, République Tchèque, Roumanie, Slovaquie
Reste du Monde	
Russie	Modélisation des échanges
Ukraine	Modélisation des échanges
Union européenne (15 pays)	Modélisation des marchés de l'Allemagne, la France, l'Espagne, l'Italie, le Royaume-Uni, et le Reste de l'Union à 15

Remarques

- La représentation de l'Union européenne à 15 est basée sur la modélisation économétrique de l'Allemagne, l'Espagne, la France, l'Italie, le Royaume-Uni et d'une zone constituée du reste de l'UE (à 15).
- Suite aux conclusions du comité de pilotage (réunion mars 2005), le bloc Reste du monde qui était jusqu'alors considéré de manière exogène a été endogénéisé pour les équations des échanges.
- Nous avons travaillé sur l'intégration des nouveaux pays membres dans l'Union européenne. Ce travail a induit des modifications dans la construction des zones Union européenne et PECO par rapport aux versions précédentes de WEMAC. Afin de tenir compte de l'entrée des

dix nouveaux membres de l'Union européenne, nous retirons de l'agrégat PECO les pays suivants : Hongrie, Pologne, République Tchèque, Slovaquie à partir de 2004. Ces quatre pays additionnés de Chypre, Estonie, Lituanie, Lettonie, Malte et Slovénie, constituent un nouveau bloc (Nouveaux Pays membres) qui est ajouté dans la zone Union européenne à partir de 2004. L'Union européenne est constituée à partir de 2004 des 5 pays (France, Allemagne, Italie, Espagne, Royaume-Uni), d'une zone reste de l'Union à 15 et d'un bloc nouveaux membres de l'Union (10 pays).

- Pour certaines zones, en raison de problèmes de disponibilité des données, toutes les variables n'ont pas pu être modélisées (pour la zone « Afrique-Nord, Moyen-Orient », seuls les échanges nets sont modélisés). Pour les PECO, seul le module offre est estimé de manière distincte suivant les six pays, les autres modules sont étudiés en agrégeant les données des six pays considérés.

Pour chaque zone ou pays, les relations de comportement liées à ces différentes variables sont estimées à partir de données annuelles historiques allant généralement de 1960 à 2002.

De manière générale pour chaque pays, les données en volume utilisées dans le modèle WEMAC proviennent de la base PS&D (Production Supply and Distribution) de l'USDA. La base couvre tous les pays. Néanmoins, elle ne contient pas le détail des pays membres de l'Union européenne mais seulement une information globale au niveau des quinze pays constituant l'UE avant l'entrée des dix nouveaux pays membres. Aussi, nous avons utilisé la base New Cronos fournie par Eurostat pour avoir le détail des pays européens.

Les séries de prix intérieurs, les variables de politique agricole, et autres variables exogènes proviennent de l'USDA et des Ministères agricoles des pays concernés.

Les variables macro-économiques proviennent de International Financial Statistics (IFS). Un document spécifique a été écrit pour décrire la base de données WEMAC et les outils mis en œuvre pour y accéder (voir Herrard, Houée, 2005).

1.2 Modélisation des marchés intérieurs dans le modèle WEMAC

Pour chaque pays modélisé explicitement, il y a deux groupes d'équations : les équations de comportement, les équations traduisant les conditions d'équilibre du marché.

Le premier groupe d'équations exprime la réaction des agents économiques participant au marché (en particulier les producteurs et les consommateurs) par rapport à des variations de prix. La spécification de ces équations est issue d'hypothèses particulières sur le comportement des agents participant au marché étudié. La représentation de chaque pays s'appuie sur la structure d'un modèle de marché c'est à dire comporte un bloc offre, un bloc demande, un bloc commerce extérieur, un bloc de transmission des prix. Le second groupe d'équations décrit l'équilibre de marché national en imposant l'égalité entre ressources et emplois. Seul le premier groupe comprend des paramètres à estimer.

Chaque marché intérieur est caractérisé par une production de grandes cultures, une consommation intérieure désagrégée suivant son origine (demande humaine, demande animale et stocks), des

échanges (exportations et importations) et des prix (les prix de marché sont différenciés des prix à la production).

Nous reprenons les principales caractéristiques des équations de comportement du modèle (pour un détail plus précis des spécifications, se reporter au premier rapport intermédiaire de la convention, Benjamin C, Guéguen C, Houée M, Piot-Lepetit I, 2004).

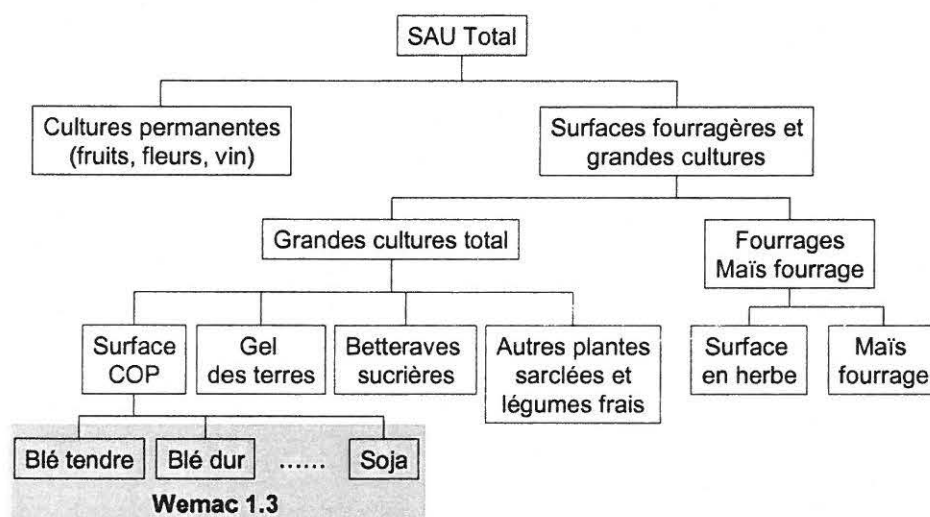
1.2.1. Le module offre

Les cultures considérées

Pour chaque zone, le module offre comprend les équations de surface et les équations de rendement pour les cultures Céréales et Oléo-Protéagineux. Les estimations de ces deux variables sont ensuite utilisées pour calculer les niveaux d'offre associés à chaque culture.

De manière plus précise, si on prend le cas de la France, la figure suivante résume le schéma d'allocation de la terre.

Figure 1. Schéma d'allocation de la terre pour la France



Dans la version actuelle, le modèle permet d'expliquer la répartition de la surface COP entre les différentes cultures. Les estimations sont basées sur un schéma d'assolement spécifique à chaque zone modélisée. Ces schémas d'allocation permettent de prendre en compte les spécificités nationales et régionales. Le tableau suivant récapitule les cultures modélisées dans chaque pays.

Tableau 3. Cultures modélisées

Pays	Céréales	Oléagineux	Autres cultures
Argentine	Blé Maïs Riz Autres céréales: avoine, seigle sorgho	Soja Tournesol	
Brésil	Blé Maïs Orge Riz Autres céréales: avoine, sorgho	Soja	Coton
Canada	Blé dur Blé tendre Maïs Orge Sorgho Autres céréales: avoine, seigle	Lin Colza Soja	Protéagineux: pois, lentilles
Chine	Blé Maïs Orge Riz Autres céréales: millet, avoine, sorgho,	Colza Soja	Coton Arachide
Etats-Unis	Blé Orge Maïs Riz Sorgho Autres céréales : avoine, seigle	Soja	Coton
Inde	Blé Maïs Orge Riz Sorgho Millet	Colza Soja Tournesol	Coton
Union européenne			
Allemagne	Avoine Blé tendre Maïs Orge Seigle Triticale	Colza	Protéagineux
Espagne	Avoine Blé dur Blé tendre Maïs Orge Riz Seigle		Protéagineux
France	Blé dur Blé tendre Maïs Orge Sorgho Triticale Autres céréales: avoine, seigle	Colza Soja Tournesol	Protéagineux
Italie	Blé dur Blé tendre	Colza Soja	

	Maïs Orge Riz Autres céréales : avoine, seigle, sorgho	Tournesol	
Royaume-Uni	Blé tendre Orge Autres céréales : avoine, seigle	Colza	Protéagineux
Reste de l'Union à 15	Blé dur Blé tendre Maïs Orge Riz	Oléagineux: colza, soja, tournesol	

Les facteurs explicatifs

Parmi les variables explicatives, les prix de toutes les cultures interviennent dans les équations de surfaces. Mais en pratique, nous ne retenons, en plus du prix propre de la culture considérée, que les prix des autres cultures dont l'impact est significatif. Les signes de ces effets prix croisés nous renseignent sur les relations de substitution ou complémentarité entre les différentes cultures (positif dans le cas de deux cultures complémentaires, négatif dans le cas de deux cultures substituables).

Les variations de rendements des différentes cultures sont expliquées par les variations du prix de la culture considérée (à la date t-1) et une tendance linéaire. Les rendements sont estimés de façon linéaire et en niveau par la méthode des Moindres Carrés Ordinaires (sauf cas particulier). Des variables indicatrices sont quelquefois ajoutées pour mesurer le gain ou la perte de rendement pour la culture considérée au cours d'années spécifiques du fait en particulier de conditions météorologiques exceptionnelles. Les variables indicatrices ne sont pas nécessairement les mêmes pour tous les produits. En effet, les évolutions des rendements par culture pour une même campagne sont très contrastées.

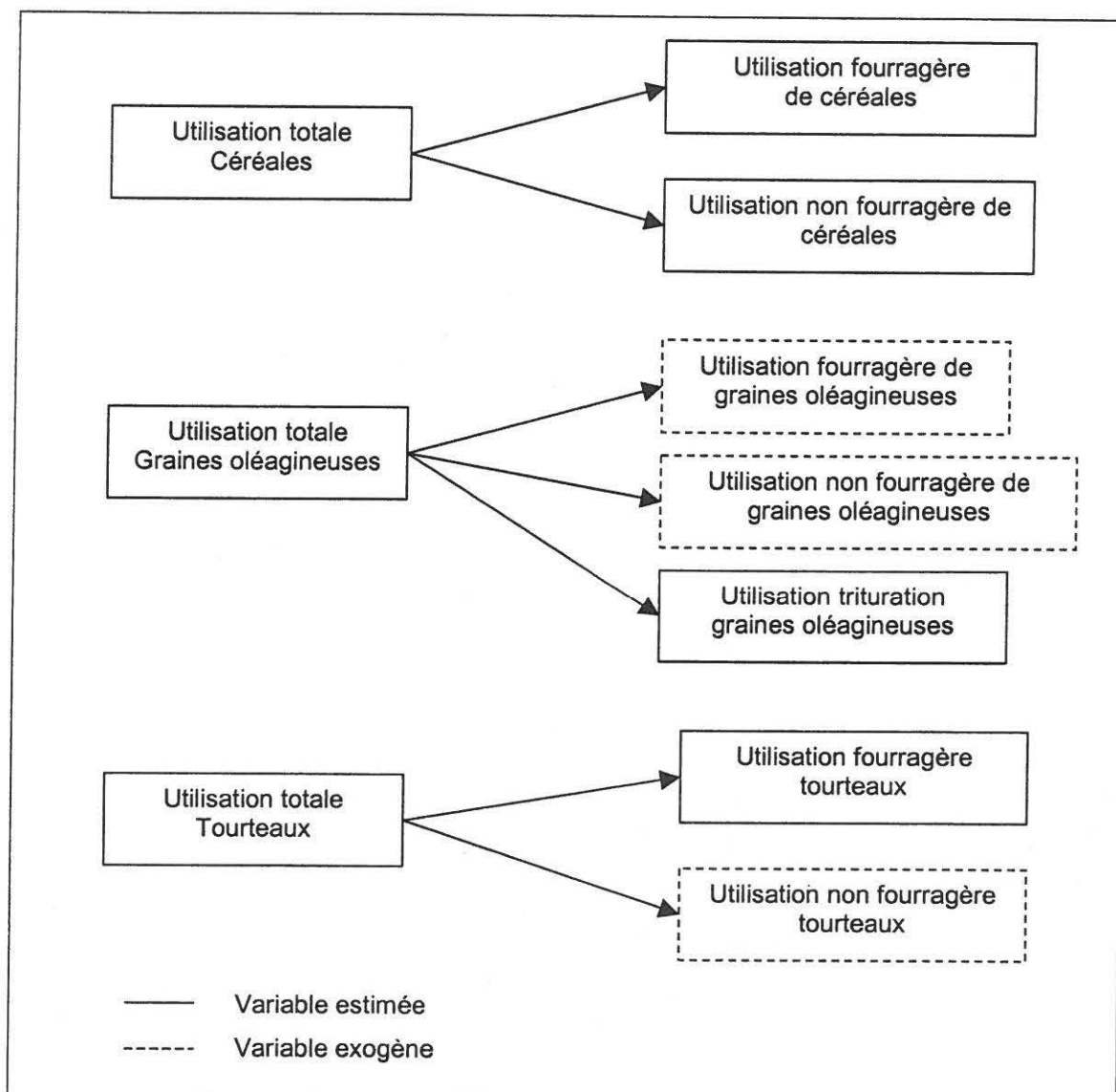
1.2.2. Le module demande

L'objectif du module de demande est d'expliquer pour chaque pays les utilisations des céréales et des oléagineux. Contrairement aux céréales qui sont directement utilisées dans l'alimentation humaine et animale, les oléagineux, en grande majorité, sont non pas directement utilisés sous forme de graines mais indirectement sous forme de produits dérivés issus de la trituration des graines : le tourteau et l'huile. L'huile est principalement utilisée dans l'alimentation humaine tandis que la forte teneur en protéines des tourteaux en font un substitut aux céréales dans l'alimentation animale. Aussi, l'évolution des quantités et des prix observés sur le marché de la graine de chaque oléagineux est largement liée à celle du marché du tourteau et de l'huile associé. Dans la version WEMAC 1.3, nous ne considérons pas pour le moment le marché des huiles, la méthodologie utilisée pour modéliser les marchés de la graine et du tourteau ne sera pas remise en cause lors de l'intégration du marché des huiles.

Les variables expliquées dans le module demande

Le module demande comprend différentes équations correspondant aux modélisations des différentes composantes de la demande : la demande non fourragère de céréales, la demande de trituration de graines oléagineuses, la demande fourragère de céréales et la demande fourragère de tourteaux. La figure suivante détaille les éléments pris en compte dans le modèle.

Figure 2. Composantes des demandes de céréales, des oléagineux et des tourteaux



Pour les céréales, la demande comporte deux origines qui sont estimées dans le modèle : fourragère et non fourragère. Bien que la consommation non fourragère de céréales concerne plusieurs types de débouchés (alimentation humaine, usages industriels, semences et pertes) celle-ci est traitée, pour chaque céréale considérée, de manière agrégée dans les modules nationaux de demande de céréales.

La demande primaire de graines oléagineuses comporte trois origines : la demande humaine, la demande de semences et la demande de l'industrie de la trituration :

- La demande humaine est supposée exogène en raison de son niveau très faible voire quasi nul.
- Les graines oléagineuses sont également utilisées en tant que semences ou directement pour l'alimentation animale, mais en quantité beaucoup plus faible. Dans un premier temps, nous considérons la demande pour alimentation animale et pour semences comme exogène, c'est à dire que l'équation de comportement de cette composante ne sera pas directement estimée.
- La demande primaire de graines oléagineuses est essentiellement due à la demande de l'industrie de la trituration (Dronne et al., 2001) qui transforme les graines oléagineuses en huile (destinée ensuite à l'alimentation humaine et à des utilisations industrielles) et en tourteau (destiné à l'alimentation animale). La transformation des graines en huile et tourteaux se fait en proportion quasiment fixe.

La demande fourragère de céréales et la demande fourragère de tourteaux sont estimées conjointement dans la mesure où elles entrent en concurrence dans l'alimentation animale.

Les facteurs explicatifs

La demande non fourragère de céréales

Elle dépend du prix de marché de la céréale considérée, du produit intérieur brut réel par habitant. 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 comporte une variable endogène décalée (mécanisme d'ajustement partiel). Les équations de demande non fourragère sont estimées par la méthode des Moindres Carrés.

La demande de trituration de graines oléagineuses

De part sa nature de fonction de demande, la trituration dépend :

- négativement du prix auquel les industries de transformation se procurent les graines. Les graines traitées étant pour moitié domestiques et pour moitié importées, le prix qu'il convient d'utiliser est soit le prix intérieur soit le prix à l'importation, ou en d'autres termes le prix mondial (prix au port de Rotterdam). A ce stade, on observe que quand ils sont disponibles les prix intérieurs sont très proches des prix mondiaux². Nous utilisons donc les prix mondiaux des graines dans toutes les estimations.

² A la seule différence que les fluctuations des prix mondiaux sont légèrement plus amorties que celles des prix intérieurs. Cette similitude s'explique en grande partie par le fait que le marché des oléagineux est un de ceux sur lequel l'intervention des pouvoirs publics est faible avec par conséquent des prix intérieurs peu différents du prix mondial. De plus, une grande partie des graines triturées dans l'UE proviennent d'importation payées au prix mondial.

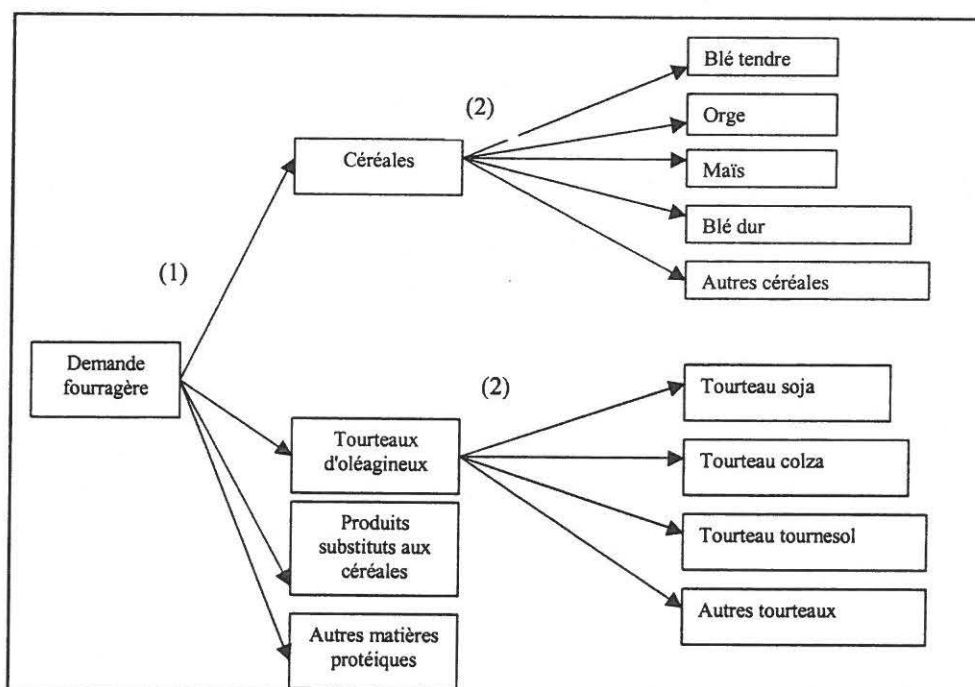
- positivement du prix de ses co-produits. A ce stade, nous supposons également que ce sont les prix mondiaux des huiles et des tourteaux qui déterminent la demande de trituration : plus ils sont élevés, plus la demande de transformation sera forte.
- positivement des capacités de production des usines, ce qui revient à introduire un phénomène de « rigidité » dans cette activité de transformation. Ainsi, un tritrateur qui veut satisfaire une demande durablement croissante de l'un des co-produits va chercher à se doter de moyens de production supplémentaires. Cependant, de tels investissements ne peuvent être réalisés immédiatement et demanderont un certain temps d'ajustement. Cette caractéristique des industries de trituration nous amène donc à envisager la présence d'un ajustement partiel dans nos spécifications. Ce dernier indique que la quantité de graines traitées en t est largement dépendante des capacités de trituration de la période passée avec comme meilleure approximation à notre disposition la quantité traitée lors de la période passée (t-1).

La demande fourragère de céréales et la demande fourragère de tourteaux

L'estimation de cette demande fourragère doit être réalisée en tenant compte des interactions entre les différents produits intervenant dans l'alimentation animale (céréales, produits substitués aux céréales, autres matières protéiques, tourteaux) ainsi qu'avec l'évolution des productions animales. Il existe de fortes relations de substitution entre ces différentes catégories de produits qu'il est indispensable de prendre en compte par des estimations groupées.

Nous proposons un raisonnement en deux étapes successives (estimation dite « en nids »). La figure suivante illustre la méthodologie appliquée.

Figure 3 .Schéma de répartition de la demande fourragère



Dans ce cadre d'analyse, nous supposons que dans une première étape, les éleveurs déterminent la répartition des matières protéiques entre quatre catégories : céréales, tourteaux, PSC³ et AMP⁴ (branche 1 du graphique). Puis dans une seconde étape, ils déterminent la répartition de la demande de céréales entre les différentes céréales, la répartition de la demande de tourteaux entre les quatre différents tourteaux, etc. (branches 2 du graphique).

La première étape consiste à estimer de manière conjointe les deux principales demandes fourragères : la demande de céréales et la demande de tourteaux d'oléagineux.

Ainsi, les utilisations totales des céréales et des tourteaux dépendent des prix réels des 4 catégories de matières protéiques, des productions animales qui utilisent ces matières protéiques et éventuellement de l'utilisation de la période passée permettant de prendre en compte les habitudes dans l'alimentation animale.

Une fois que les éleveurs ont déterminé les quantités globales de céréales, de tourteaux, de PSC et d'AMP qu'ils souhaitent utiliser, ils doivent la répartir entre les différents produits de chaque catégorie. On estime dans cette étape la part de la demande de chaque tourteau (soja, colza, tournesol et autres tourteaux) dans la demande totale de tourteaux. Chaque part dépend des prix de chaque tourteau. Les productions indigènes brutes de bovins, de porcs et de volaille interviennent également car même si les différents types d'animaux n'ont pas besoin spécifiquement de telle ou telle matière première, la composition des rations varie fortement d'une espèce à l'autre. Autrement dit, les différentes espèces animales n'ont pas les mêmes besoins en termes de protéines.

La part de la demande de chaque céréale dans la demande totale de céréales est estimée de la même façon. Autrement dit, chaque part dépend des prix de chaque céréale, et éventuellement des productions indigènes brutes de bovins, de porcins et de volailles.

1.2.3. Le module 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 produits, ces prix étant respectivement utilisés dans les équations d'offre de grandes cultures et les équations de demande. Ce module permet également 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 produits.

Le tableau suivant précise la source et la définition des prix mondiaux retenus dans le modèle.

Tableau 4. Définition des prix mondiaux des principaux produits

Source: USDA	Prix mondial
Blé	Soft Red Winter n°2 St Louis
Sorgho	n°2 Yellow Gulfport
Maïs	Yellow Corn n°2 Gulfport

³ PSC : sons, pulpes de betteraves, mélasses, manioc.

⁴ AMP : protéagineux, farines de poisson et de viande, Corn Gluten Feed, luzerne déshydratée.

Orge brassicole	n°2 Western Portland
Riz	Thaïland milled rice
Soja	CAF Rotterdam

1.2.4. Le module échanges

Les échanges sont modélisés pour les céréales, les graines oléagineuses et les tourteaux. Le modèle WEMAC distingue les importations et les exportations.

La modélisation des échanges internationaux repose sur l'hypothèse retenue pour la nature du bien. Le bien échangé est homogène, ou en d'autres termes parfaitement substituable : le consommateur ne fait pas de différence entre le bien produit à l'intérieur du pays et celui importé. Cette hypothèse implique que le pays est soit acheteur, soit vendeur mais ne peut pas être les deux. Cependant, la présence de politiques commerciales permet de justifier le fait qu'un pays exporte et/ou importe et donc de modéliser les exportations et les importations d'un même pays de façon distincte.

Les importations dépendent :

- positivement du revenu réel de la zone importatrice (PIB ou une variable demande),
- positivement d'un indicateur de compétitivité-prix (défini par le rapport entre le prix intérieur à la production et le prix mondial),
- d'un trend qui permet de tenir compte de l'ouverture croissante des économies et de l'insertion des pays émergents dans le commerce mondial. Le processus d'ouverture agit positivement sur les importations en raison du goût des consommateurs pour la diversité.

Les exportations dépendent :

- positivement de la demande étrangère adressée à un pays (demandes intérieures des partenaires commerciaux ou moyenne pondérée des importations des partenaires),
- positivement de la compétitivité à l'exportation (introduit par le rapport entre le prix mondial et le prix intérieur à la production),
- la contrainte d'offre peut également être déterminante dans les équations d'exportations, dans ce cas le niveau de production de la période précédente est rajouté dans la spécification,
- du trend dont l'effet est incertain dans la fonction d'exportation : effet positif de l'ouverture, effet négatif de l'entrée de nouveaux concurrents.

Nous avons pris en compte les instruments de politique de soutien externe.

1.2.5. Représentation de l'équilibre sur le marché intérieur

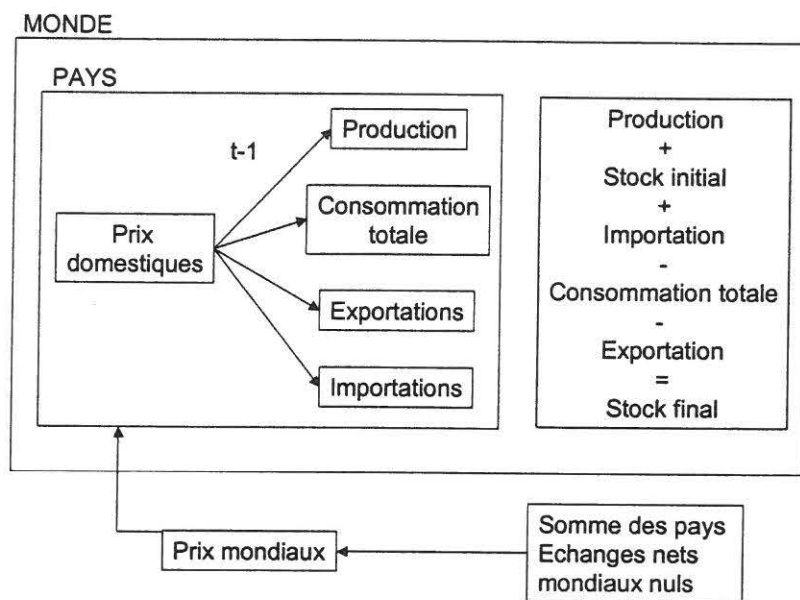
Pour compléter chaque modèle régional, nous rajoutons aux équations de comportement précédemment écrites l'équation comptable décrivant l'équilibre sur le marché i.e. l'égalité entre les ressources et les emplois. Cette équation permet de boucler chaque modèle régional. Aussi, pour garantir cet équilibre, une variable de comportement est déterminée de manière résiduelle à partir de

l'égalité comptable, les autres variables étant prédites par les estimations des équations de comportement.

1.3. Détermination des prix mondiaux

Le modèle mondial est 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 et les prix nationaux. La figure suivante illustre les liens entre les différents marchés intérieurs et le marché mondial.

Figure 4. Liens entre marché mondial et les marchés intérieurs

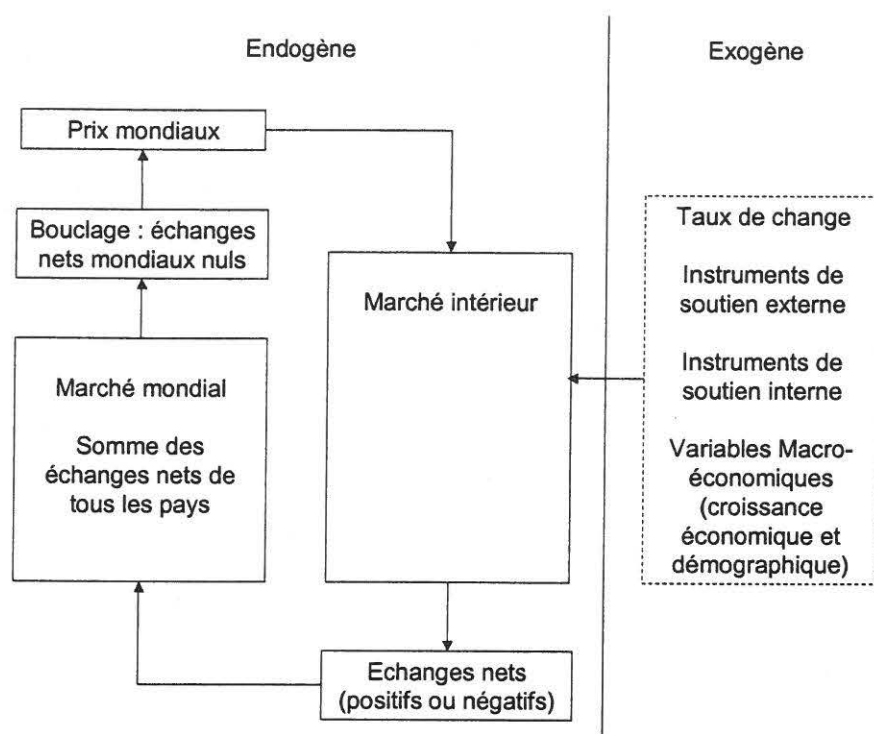


Le prix mondial joue sur le marché intérieur via notamment les équations de transmission des prix. Toutefois, cette transmission n'est pas si directe. En effet, nous avons supposé dans les modèles régionaux que les quantités offertes, demandées et échangées ne sont pas directement liées au prix mondial. Ces quantités dépendent en effet des prix nationaux eux-mêmes dépendants du prix mondial d'une part et du prix de soutien pratiqué dans la zone considérée d'autre part. Les prix à la production ont un effet retardé sur la production (les surfaces et les rendements), les prix à la consommation ont un effet instantané sur la demande (la consommation fourragère, la consommation non fourragère, les stocks). La production, la consommation totale et les stocks permettent de déterminer la position excédentaire ou déficitaire du pays. Toutes les équations sont résolues simultanément pour déterminer les différents prix d'équilibre mondiaux.

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.

La confrontation des modèles régionaux permet la détermination des équilibres mondiaux et donc des prix d'équilibres mondiaux (figure suivante).

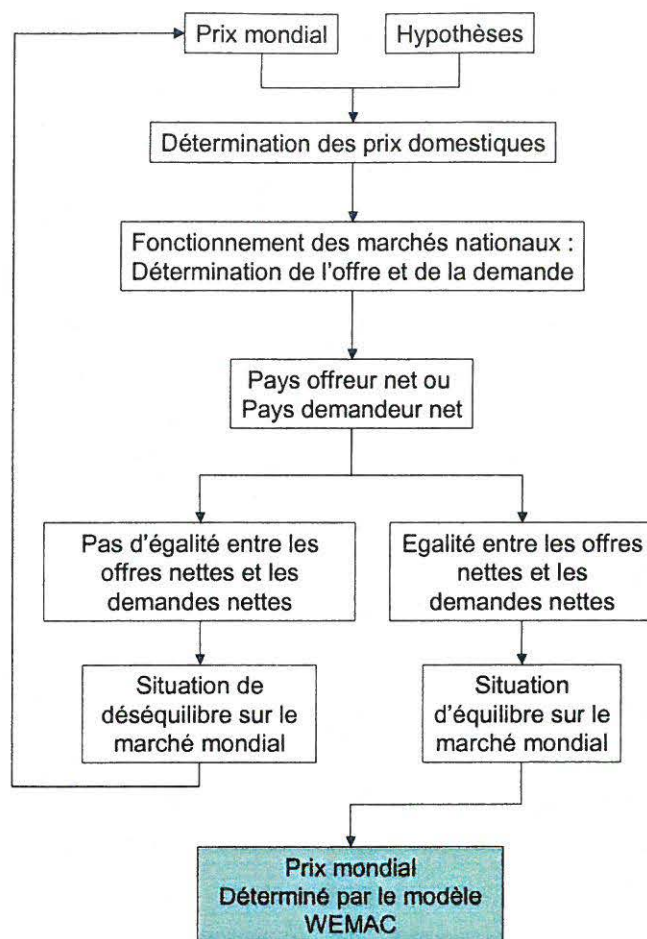
Figure 5. Détermination des prix mondiaux



Le prix mondial est la variable qui permet l'annulation de la somme des échanges nets au niveau mondial.

En guise de synthèse, nous présentons deux illustrations (graphique et numériques) pour montrer le fonctionnement du modèle et les ajustements qui s'opèrent sur les marchés mondiaux.

Figure 6. Description des ajustements



La figure montre comment s'établit le prix d'équilibre mondial ou en d'autres termes par quel type d'ajustement sur le marché mondial on parvient à ce prix d'équilibre. Le marché mondial s'ajuste par le prix ⁵. Une fois les positions de tous les pays additionnées, la situation du marché mondial est soit en équilibre, soit en déséquilibre auquel cas le prix mondial varie (baisse du prix mondial si l'offre mondiale est excédentaire et hausse du prix si excès de demande). On obtient ainsi des nouveaux prix domestiques, les offres et les demandes des pays sont modifiées, les niveaux des échanges nets varient, une nouvelle situation sur le marché mondial se détermine. Le processus se reproduit jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre l'offre et la demande au niveau mondial.

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 (en t) et sur l'offre lors de la période suivante (en $t+1$) 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 exportations.

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

⁵Dans 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'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 l'offre peuvent différer d'un pays à l'autre mais également du fait que 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 nationales⁶.

Il y a donc un processus de tâtonnement : si les variations de l'offre et de la demande mondiale provoquées par la baisse du prix mondial (et des prix nationaux) sont telles que l'excès d'offre n'est pas totalement résorbé, il y aura une nouvelle baisse du prix mondial (et inversement si il y a excès de demande).

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

1.4. Mise en œuvre des projections et des simulations

Pour la mise en œuvre des projections et des simulations par le modèle WEMAC, nous n'utilisons pas dans la version actuelle de « variable de calage ». Cette variable est une correction apportée à une projection fondée sur une équation pour la période de prévision. Par exemple, si une équation a abouti à une sous-estimation prévisionnelle d'une variable au cours des périodes récentes, on peut alors y apporter un "facteur additif" si l'on estime que l'équation va également aboutir à une sous-estimation au cours de la période de prévision. Au fond, les facteurs additifs sont des résidus d'équation appliqués à la période de prévision⁷. (

Il convient de noter que les prévisions de l'OCDE reposent sur la combinaison d'informations provenant d'un certain nombre de modèles économiques et statistiques, ainsi que d'avis d'experts.

A titre illustratif, nous utilisons le modèle pour étudier quantitativement les effets de chocs exogènes sur la demande ou l'offre sur les marchés mondiaux.

Nous mettons ainsi en œuvre deux simulations sur la période 1998-2014. La première simulation correspond à un choc sur l'offre d'un important producteur (sur les marchés du blé et du maïs). La deuxième simulation correspond à un choc sur la demande d'un gros importateur (sur le marché du maïs).

Le choc d'offre se traduit par une hausse de 10% de la production de blé tendre de l'Union européenne (à 15) et une hausse de 10% de la production de maïs des Etats-Unis.

Le choc de demande se traduit par une augmentation de la consommation humaine de blé tendre du Brésil, nous supposons qu'elle double sur la période de simulation.

Les impacts sur les prix mondiaux du blé tendre et du maïs sont présentés dans les tableaux suivants.

⁶ 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 en raison des différences des prix nationaux d'une zone à l'autre selon les politiques nationales retenues.

⁷ voir par exemple pour une illustration de ce type de variable le fonctionnement du modèle Aglink Source : http://www.oecd.org/document/3/0,2340,fr_2649_201185_1850895_1_1_1_1,00.html).

Tableau 5. Impacts des simulations sur le prix mondial du blé tendre : Résultats WEMAC

Unité : USD/t	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Scénario de référence	99	111	102	103	100	96	90	85	79	75	71
Choc d'offre	94	105	97	97	94	90	84	79	74	70	65
Choc de demande	128	138	130	130	127	123	118	112	107	103	98

Figure 7. Impacts de chocs exogènes sur le prix mondial du blé tendre : Résultats WEMAC

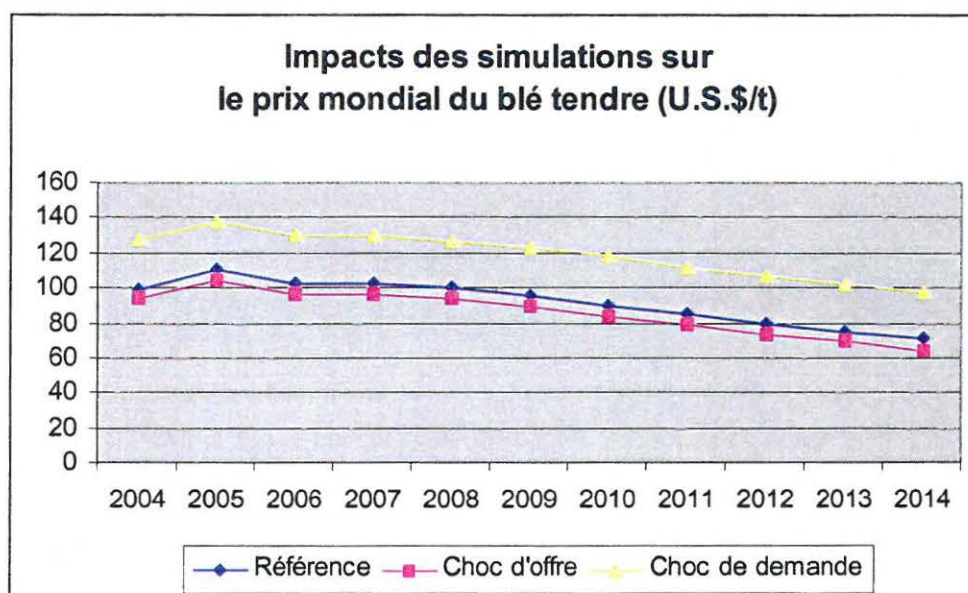
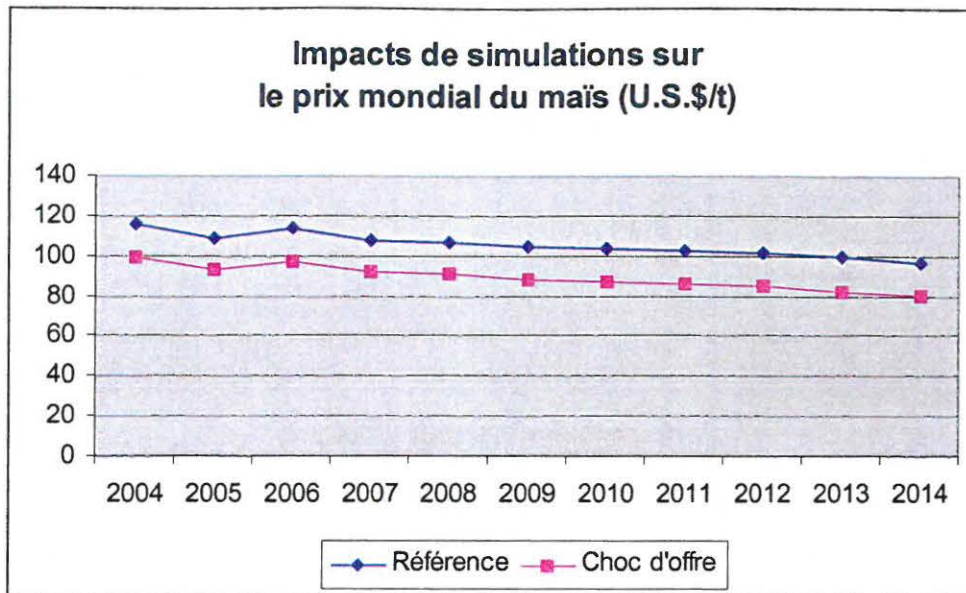


Tableau 6. Impacts de chocs exogènes sur le prix mondial du maïs : Résultats WEMAC

Unité : USD/t	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Scénario de référence	116	109	114	108	107	105	104	103	102	100	97
Choc d'offre	100	94	98	93	92	89	88	87	86	83	81

Figure 8. Impacts de chocs exogènes sur le prix mondial du maïs : Résultats WEMAC.



Le choc sur l'offre de blé tendre de l'UE entraîne une diminution du prix mondial du blé tendre sur toute la période : la baisse du prix est comprise entre 5 et 8% en début et fin de période respectivement. Le choc sur l'offre de maïs des Etats-Unis entraîne une diminution du prix mondial du maïs de l'ordre de 15% environ.

Le choc sur la demande de blé tendre du Brésil entraîne une augmentation du prix mondial de blé de plus de 30%.

Nous reviendrons dans la partie 3 du rapport sur la définition du scénario de référence.

1.5. Les spécificités du modèle WEMAC

Suivant les termes de la convention avec le Ministère « la construction d'un modèle des productions et des échanges de céréales et d'oléo-protéagineux au niveau mondial, doit permettre de ne pas dépendre des seules données chiffrées publiées par l'OCDE, l'USDA et le FAPRI. De fait, la prise en charge de ce projet par une équipe française devrait assurer une meilleure représentation des problématiques françaises et européennes, l'effort étant concentré sur la description des producteurs européens et des PECO. »

Les perspectives pour les marchés mondiaux sont généralement basées sur des prévisions établies à moyen et long terme par un nombre restreint d'organisations internationales (le modèle AGLINK géré par l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique), le modèle de la FAO) et par des universités américaines FAPRI (Food and Agricultural Policy Research). Ces modèles ont une couverture produits plus large que celle de WEMAC et étudient la plupart des principaux produits agricoles.

Par rapport aux autres modèles d'équilibre partiel, les spécificités du modèle WEMAC portent sur plusieurs points :

1.5.1. Représentation désagrégée des principaux pays de l'UE

La modélisation mise en œuvre permet de représenter les principaux pays de l'Union européenne. Ces pays sont l'Allemagne, l'Espagne, la France, la Grande Bretagne et l'Italie. Les données relatives au reste de l'Union Européenne sont agrégées pour permettre la modélisation du bloc "reste de l'Union Européenne à 15". De plus, un bloc nouveaux membres est constitué depuis 2004 pour obtenir une représentation de l'UE à 25.

1.5.2. Détail des cultures dans le module offre

Dans chaque module offre des pays modélisés, nous prenons en compte toutes les cultures spécifiques du pays considéré. A titre d'exemple, le modèle FAPRI privilégie les cultures importantes pour les Etats-Unis (blé, maïs, soja, riz, coton, etc.), qui ne le sont pas nécessairement pour l'Union européenne. Pour chaque pays, les estimations des équations de rendements et de surfaces sont basées sur un schéma d'assolement spécifique à chaque zone modélisée expliquant l'allocation de la « surface Céréales Oléagineux et Protéagineux » entre les différentes cultures.

1.5.3. Estimation conjointe des équations de rendements et de surfaces

Le modèle donne une information sur les équations de rendements et de surfaces. Pour les équations de surfaces, parmi les variables explicatives, les prix de toutes les cultures interviennent. Mais en pratique, nous ne retenons, en plus du prix propre de la culture considérée, que les prix des autres cultures dont l'impact est significatif. Les signes de ces effets prix croisés nous renseignent sur les relations de substitution ou complémentarité entre les différentes cultures (positif dans le cas de deux cultures complémentaires, négatif dans le cas de deux cultures substituables). Nous prenons en compte dans l'estimation la contrainte d'additivité induite par l'allocation des surfaces.

1.5.4. Introduction des effets prix et des effets des paiements directs dans les équations de surfaces

A la différence des autres modèles, nous estimons directement l'impact des prix sur les équations de surface et non pas l'impact via un revenu à l'hectare. Dans le cas de l'Union européenne, ce choix permet de différencier les effets des prix et des aides à l'hectare instaurées en 1992 définies comme des instruments partiellement découplés (OCDE, 2002). Ces paiements agissent, en effet, sur le niveau d'offre via les mécanismes d'allocation de surfaces. Cet impact consiste à favoriser une allocation des surfaces aux cultures qui garantissent des paiements à l'hectare plus élevés. De plus, la réforme de 2003 admet que des éléments de couplage limités soient maintenus. Ainsi les États membres peuvent choisir de maintenir un lien entre les aides et la production dans une certaine limite. Ces évolutions montrent l'intérêt majeur de pouvoir non seulement introduire explicitement des instruments possibles de soutien (prix et aides) mais aussi de les différencier pour se laisser la possibilité de simuler une instrumentation différente de la politique agricole.

1.5.5. Estimation de la demande fourragère en nid

Dans le module demande, la consommation fourragère de céréales et de tourteaux est estimée en plusieurs étapes sous forme de nids. En effet, nous estimons dans un premier temps la consommation fourragère totale de céréales et de tourteaux et dans un deuxième temps, nous étudions la répartition

des consommations des différentes céréales et des différents tourteaux. Les consommations fourragères des céréales (et des tourteaux) sont estimées sous forme de parts en imposant une contrainte d'additivité. Dans les autres modèles, les consommations sont étudiées par une seule équation.

1.5.6. Représentation des instruments de politique

La réinstrumentation des politiques agricoles nécessite une adaptation des outils de prévision utilisés pour analyser les impacts des nouvelles formes de soutien. En effet, les modèles usuels permettant de quantifier les effets des politiques agricoles chez les principaux pays agricoles intègrent de manière insuffisante les instruments de politique agricole (soutien interne, instruments aux échanges). La façon la plus simple et usuellement utilisée pour introduire les instruments de soutien accordé par un pays à ses producteurs agricoles est d'utiliser un indicateur construit par l'OCDE, l'ESP (Estimation du soutien aux producteurs) (Cahill, 1989). Par construction, cet indicateur prend en compte les différentes politiques, indépendamment de leurs objectifs ou de leur effets par exemple sur les productions. L'utilisation de cet indicateur synthétique ne permet pas de différencier les effets de changements simultanés de plusieurs instruments de politique lors des simulations.

Dans le modèle WEMAC, nous avons tenté d'introduire explicitement les instruments de politique quand nous disposions d'une information suffisante. Les tableaux suivants listent les instruments actuellement pris en compte.

Tableau 7. Récapitulatif des instruments de soutien externe

	Exportations	Importations
Union européenne		
Blé	Limites aux subventions à l'exportation à partir de 1995 (en tonnes) Aide alimentaire à partir de 1995 (en tonnes)	Droit de douane ⁸ (en €/t) Contingent tarifaire à partir de 1994 (volume réel utilisé)
Céréales secondaires	Limites aux subventions à l'exportation à partir de 1995 (en tonnes)	Droit de douane ⁸ (en €/t) Contingent tarifaire pour maïs, avoine, sorgho à partir de 1995 (volume réel utilisé)
Oléagineux	Limites aux subventions à l'exportation colza à partir de 1995 (en tonnes)	
Produits dérivés des oléagineux		Droit de douane huile de soja, huile de colza à partir de 1987 (en %)
Etats-Unis		
Blé	Aide alimentaire sur toute la période (en tonnes) Crédits à l'exportation (PL480, Section 416, Food for progress, crédit à l'export de la CCC, Export Enhancement Program).	
Céréales secondaires	Limites aux subventions à	

⁸ Source : CAP Monitor. Dans le cas de l'Union européenne, pour le blé et les céréales secondaires, le niveau du droit de douane est fixé sur la base de la différence entre le prix d'intervention multiplié par 1.55 et un prix d'importation CIF Rotterdam.

	l'exportation à partir de 1995 (en tonnes)	
Oléagineux		Droit de douane colza à partir de 1987 (en USD/t)
Produits dérivés des oléagineux	Limites aux subventions à l'exportation huiles oléagineuses à partir de 1995 (en tonnes)	Droit de douane tourteaux de soja et de colza (en USD/t), huiles de soja et de colza (en %) à partir de 1987
Brésil		
Blé		Droit de douane blé (%)
Canada	L'impact du CWB sur les échanges n'est pas modélisé	
Blé		Contingent tarifaire à partir de 1995 (en tonnes)
Céréales secondaires		Contingent tarifaire orge à partir de 1995 (en tonnes)
Produits dérivés des oléagineux	Limites aux subventions à l'exportation tourteaux d'oléagineux, huiles oléagineuses à partir de 1995 (en tonnes)	Droit de douane huile de colza à partir de 1987 (en %)
Chine		
Blé		Droit de douane à partir de 1980 (en %)
Céréales secondaires		Droit de douane (sauf maïs) à partir de 1980 (en%)
Oléagineux		Droit de douane soja à partir de 1980 (en %)
Produits dérivés des oléagineux		Droit de douane tourteaux d'oléagineux, huiles oléagineuses à partir de 1980 (en %)
Inde		
Blé		Droit de douane blé (%)

Tableau 8. Autres instruments

Pays/Région	Instruments	Equations concernées
Chine	Politiques de stockage	Equations de stocks
Union Européenne (15 pays)	Paiement à l'hectare	Equations de surfaces
	Gel des terres	Schéma d'allocation
	Prix de soutien	Equations de transmission des prix
Etats-Unis	Paiements compensateurs : deficiency payment, diversion, disaster payments. Contrats de production flexible (Production Flexibility Contract). Paiements d'aide liée aux pertes sur le marché (Market Loss Assistance Payment). Paiements pour les oléagineux (Oilseeds payments).	Equations de surfaces
	Marketing loan et loan deficiency payment	Equations du prix à la production
	Loan rate, target price	Equations de transmission des prix

1.5.7. Estimation des paramètres de comportement

Une caractéristique importante du modèle WEMAC repose sur l'estimation des équations de comportement. Une des lacunes liées aux modèles d'équilibre partiel de référence pour prévoir les évolutions des marchés des produits agricoles est sans doute le « degré de subjectivité » dans l'adoption des paramètres des équations de comportement. En effet, ces modèles sont souvent dénommés « empiriques », c'est à dire les paramètres proviennent soit de revues de la littérature soit sont calibrés à dire d'experts (van Tongeren and van Meijl, 2001). La construction d'un modèle mondial basé sur des équations économétriques a nécessité une première et longue phase de construction de bases de données homogènes pour tous les pays modélisés, les autres pays étant pour le moment agrégés. Nous avons choisi d'estimer les équations sur les bases de données annuelles généralement sur la période 1970-2001. Ce choix a conduit à la construction d'une base de données chronologiques très importante (Herrard N, Houée M, 2004).

1.5.8. Bouclage des marchés mondiaux

Nous n'avons pas choisi de marché résiduel pour boucler les marchés mondiaux. Dans le modèle FAPRI, le marché des Etats-Unis permet de boucler le marché mondial, le prix mondial est estimé en fonction du prix de marché américain, ce prix étant exogène. Le prix mondial estimé est ensuite répercuté sur les autres marchés. Dans le modèle WEMAC, aucun pays n'est retenu spécifiquement pour influencer la détermination du prix mondial. Le prix mondial n'est pas estimé via une équation mais il est déterminé par l'équilibre sur le marché mondial.

2. Mise en œuvre du scénario de référence

Le modèle permet d'une part, de réaliser des prévisions à moyen terme (perspectives d'évolution des marchés dans les différentes zones distinguées dans un contexte de politiques agricoles inchangées) et aussi des simulations pour étudier, relativement à un scénario de base, les conséquences de réformes des politiques agricoles des différents pays considérés.

La définition du scénario de référence est cruciale pour comprendre les résultats. L'objectif de cette section est de rappeler les différentes hypothèses effectuées pour définir le scénario de référence, hypothèses sur les politiques et hypothèses sur les variables non expliquées dans le modèle.

2.1 Les hypothèses de base : sur la mise en œuvre des politiques

2.1.1. Pour l'Union européenne

Les hypothèses de base correspondent à la prise en compte de l'élargissement de l'Union européenne et la dernière réforme de la PAC.

De manière plus précise nous incluons les points suivants

- Elargissement de l'Union européenne à 25 membres à partir de 2004,
- Mesures de la réforme de la PAC de 2003 : baisse de 50% des majorations mensuelles, baisse de 50% du prix d'intervention du riz, suppression de l'intervention du seigle,

introduction du paiement unique découplé (nous supposons un découplage partiel à 25% pour les 15 membres de l'UE à partir de 2005). Nous avons introduit les hypothèses transmises par le Ministère (voir annexe 2).

2.1.2. Au niveau des Etats-Unis : Mise en œuvre du scénario de référence 2005 et représentation du Farm Act 2002

Afin de prendre en compte les effets des mesures du Farm Act de 2002, nous rappelons la modélisation des politiques sur la période d'estimation. Dans les équations de surfaces, quatre instruments de politique agricole sont introduits de façon explicite :

- 1) les paiements compensateurs : deficiency payment, diversion, disaster payments, ces paiements existent sur la période 1970-1995;
- 2) les contrats de production flexible (Production Flexibility Contract), existant à partir de 1996;
- 3) les paiements d'aide liée aux pertes sur le marché (Market Loss Assistance Payment), existant à partir de 1996;
- 4) les paiements pour les oléagineux (Oilseeds payments), ces paiements existent pour l'année 1988 et à partir de 1999.

Nous rappelons dans un premier temps les principales mesures du Farm Act de 2002 et leur fonctionnement, et dans un deuxième temps, nous proposons les choix réalisés pour mettre en œuvre les effets des outils de la politique de 2002 dans le scénario de référence, étant donnée la modélisation actuelle du marché agricole aux Etats-Unis.

Rappelons que les principales mesures du Farm Act de 2002 sont les suivantes : les paiements directs, les paiements contra-cycliques, les marketing loan.

A) Les paiements directs sont de même nature que les PFC (Westcott et al., 2002). La variable représentant les PFC est commune à tous les produits. Afin de considérer les effets des paiements directs dans le scénario de référence, les hypothèses sur l'évolution de la variable PFC correspondent aux évolutions supposées des paiements directs. Dans les projections de FAPRI (Outlook 2005), nous disposons de nombreuses informations sur l'évolution des paiements directs : surface de base, rendement de référence, taux du paiement direct. A l'aide de ces différentes variables nous reconstituons le montant total versé au titre des paiements directs par produit de la façon suivante (USDA – Farm Service Agency) :

Montant du paiement direct = taux paiement direct * rendement de référence programme direct * (surface de base * 0.85)

Le montant total versé pour l'ensemble des produits considérés dans WEMAC correspond à la somme des montants du paiement direct de chaque produit. Le tableau 9 présente les hypothèses d'évolution de ce montant total.

B) Les paiements contra-cycliques sont censés remplacer les aides d'urgence qui ont été votées de manière exceptionnelle mais acquises tous les ans depuis 1998. Les projections de FAPRI (Outlook

2005) fournissent les informations relatives aux paiements contra cycliques suivantes : surface de base, rendement de référence, taux du paiement contra-cyclique. Nous disposons de ces informations pour chaque produit, nous pouvons par conséquent reconstituer le montant total versé au titre des paiements contra cycliques pour l'ensemble des produits. Le montant du paiement contra-cyclique de chaque produit est calculé de la façon suivante (USDA – Farm Service Agency) :

Montant du paiement contra-cyclique = taux paiement contra-cyclique * rendement de référence programme contra-cyclique * (surface de base * 0.85)

Nous présentons les hypothèses d'évolution de cette variable dans le tableau 9.

Tableau 9. Hypothèses sur l'évolution du montant total versé au titre des paiements directs et des paiements contra-cycliques

Unité : millions dollars	Paiements directs (A)	Paiements contra-cycliques (B)
2002	5242.72	1695.47
2003	5180.55	507.98
2004	5178.85	5212.99
2005	5177.02	4005.97
2006	5175.43	3411.17
2007	5173.83	2954.60
2008	5173.83	2730.00
2009	5173.30	2342.75
2010	5172.24	2152.56
2011	5171.18	1886.41
2012	5171.18	1695.51
2013	5171.18	1518.11
2014	5171.18	1322.49

Source : FAPRI Outlook 2005

Nous récapitulons les outils des politiques agricoles modélisés dans les équations de surface sur la période d'estimation et les évolutions sur la période de prévision.

Tableau 10. Outils de politique agricole considérés dans les équations de surfaces dans le modèle WEMAC

	1970-1996	1996-2002	2002-2014
Equations de surfaces	(1)		
		(2)	(A)
		(3)	(B)
		(4)	

C) Les marketing loan sont représentés de façon explicite dans le module offre via les prix à la production. L'évolution des marketing loan sur la période 2002-2004 provient des projections établies dans FAPRI Outlook 2005.

2.2. Bases de données et hypothèses sur les autres variables exogènes

La mise en œuvre du scénario de référence nécessite de réaliser des hypothèses sur les évolutions des variables non expliquées par le modèle. Le volume des annexes, reprend de manière exhaustive le détail des sources de l'actualisation des données et des hypothèses retenues pour le scénario de référence. Ces données sont regroupées par pays (un tableau pour chaque pays modélisé) et pour un pays donné, elles sont classées par indicateur.

2.2.1 Actualisation des données

Les données en volume ont été actualisées de 1999 à 2003.

Pour mémoire, les données concernant les volumes pour chaque pays proviennent de la base *Production Supply and Distribution (PS&D)* de l'USDA. Cette base ne contenant pas le détail des pays membres de l'Union Européenne, la base NewCronos fournie par Eurostat est utilisée pour avoir le détail des pays européens. Ces données ont parfois été ajustées pour répondre aux contraintes d'équilibre de marché (cf document sur les données utilisées par WEMAC). Les séries de prix intérieurs, les variables de politique agricole, et autres variables exogènes proviennent de l'USDA et des Ministères de l'agriculture des pays concernés.

Les variables macro-économiques proviennent de l'*International Financial Statistics (IFS)*.

2.2.2 Les données projetées

Hypothèses FAPRI

Les données projetées pour le scénario de référence suivent les hypothèses FAPRI (en général à partir de 2004). Dans la majorité des cas, les données en niveau ont été reprises sans modification, mais dans certains cas, pour des raisons de cohérence avec les données utilisées dans les estimations des relations de comportements (données de 1961 à 2001), nous avons utilisé le taux de variation proposé par FAPRI plutôt que le niveau.

Les autres hypothèses

Par manque d'information sur l'évolution de certaines variables, nous avons dû poser des hypothèses de façon *ad hoc*. Ces hypothèses sont détaillées par pays dans les tableaux suivants.

Tableau 11. Hypothèses sur des variables exogènes pour l'Union Européenne

Produit	Indicateur	Hypothèse retenue
	Produit Intérieur Brut	Fapri Outlook 2005 zone UE15 (même variation pour tous les pays)
	Indice général des prix	
	Indice de prix à la consommation	Application du taux de variation de l'indice général des prix du pays
	Indice de prix à la production	
	Population	USDA : la même variation est appliquée à tous les pays
Bovins	Production indigène brute	Fapri Outlook 2005, application pour chaque pays du taux de variation de la zone UE15

Porcs Volaille		
Céréales Oléagineux et Protéagineux	Surface	Hypothèse pas d'évolution (valeur en 1999) pour tous les pays
	Aides	Allemagne, Grande-Bretagne, Italie et Reste de l'Union Européenne : découplage total à partir de 2005 Espagne : découplage total (excepté Blé dur) à partir de 2006 France : découplage partiel (25%) à partir de 2006

Tableau 12. Hypothèses sur des variables exogènes pour l' Argentine

Produit	Indicateur	Hypothèse retenue
Céréales Oléagineux et Protéagineux	Surface	Variation moyenne sur la période 1990-2003 (soit 1.0309)
Sons de blé	Indice du prix à l'exportation	OCDE : taux de variation du prix moyen pondéré des céréales secondaires jusque 2006, pas de variation entre 2007-2014

Tableau 13. Hypothèses sur des variables exogènes pour le Brésil

Produit	Indicateur	Hypothèse retenue
Céréales Oléagineux et Protéagineux	Surface	Variation moyenne sur la période 1990-2003 (soit 1.009)
Autres céréales	Consommation fourragère	Taux de variation de 1.01 à partir de 2004
	Stocks de fin de période	

Tableau 14. Hypothèses sur des variables exogènes pour le Canada

Produit	Indicateur	Hypothèse retenue
Céréales Oléagineux et Protéagineux	Surface	Variation moyenne sur la période 1990-1999 (soit 1.0026)
Lin	Indice de prix à la production	Evolution du prix oléagineux, Perspectives agricoles de l'OCDE 2004-2013
Autres tourteaux	Indice de prix à la consommation	Evolution prix tourteaux oléagineux, Perspectives agricoles de l'OCDE 2004-2013

Tableau 15. Hypothèses sur des variables exogènes pour le Chine

Produit	Indicateur	Hypothèse retenue
Coton	Indice prix à la production	Projections OCDE jusque 2006, utilisation du taux de variation du prix oléagineux, pas de variation entre 2007- 2014
Céréales Oléagineux et Protéagineux	Surface	Variation moyenne sur toute la période

Tourteaux de colza	Consommation industrielle	Outlook Fapri 2004, pas de variation pour 2014
--------------------	---------------------------	--

Tableau 16. Hypothèses sur des variables exogènes pour l'Inde

Produit	Indicateur	Hypothèse retenue
Millet	Consommation non fourragère	Non renseigné dans Fapri : taux de variation de la période passée (soit 1.0218)
Colza, Orge, Soja	Consommation fourragère	Pas d'évolution
Soja, Tourteaux Soja	Consommation non fourragère	

3. Résultats des projections et comparaisons avec les autres modèles

L'objectif de cette section est de présenter les résultats des projections sur les marchés mondiaux en comparant les résultats avec des autres organismes. Avant de présenter les chiffres de WEMAC, nous nous arrêtons sur des différences qui apparaissent sur les données historiques utilisées par les différents modèles.

3.1. Des différences dans les données observées

Il existe des différences suivant les modèles dans les niveaux des variables. Des comparaisons ont été effectuées entre les données utilisées dans les modèles WEMAC (INRA), FAPRI (USDA) et AGLINK (OCDE) pour le Blé et pour les indicateurs Production, Consommation et Echanges. Les tableaux de données et les illustrations graphiques figurent dans l'annexe 1 du présent rapport.

De manière générale, les données de production et de consommation utilisées dans FAPRI et WEMAC sont identiques. Toutefois, on constate de légères différences avec le modèle AGLINK, notamment pour l'Argentine et le Brésil sur plusieurs années. Les différences sur les données observées peuvent s'expliquer par l'utilisation de sources différentes. En effet, l'USDA et l'OCDE utilisent de façon générale les statistiques officielles des attachés agricoles des pays, cependant d'autres sources d'information peuvent également être utilisées. Dans certains cas, l'USDA constitue sa base de données à partir de données transmises par des organismes internationaux, à partir de publications individuelles des pays, ou à partir d'un autre type d'information non précisé (http://www.fas.usda.gov/psd/about_psd.asp). L'OCDE élabore sa base de données à partir des réponses au questionnaire envoyé aux pays experts agricoles des pays membres. De plus, nous observons des différences sur les années de référence utilisées : année campagne ou année civile.

Figure 9. Consommation de Blé en Argentine

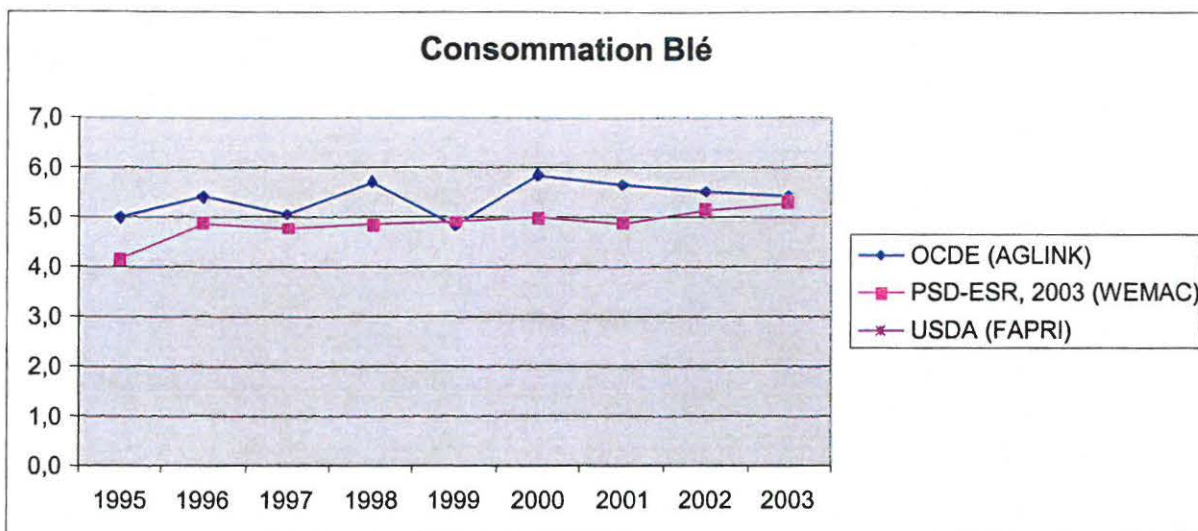
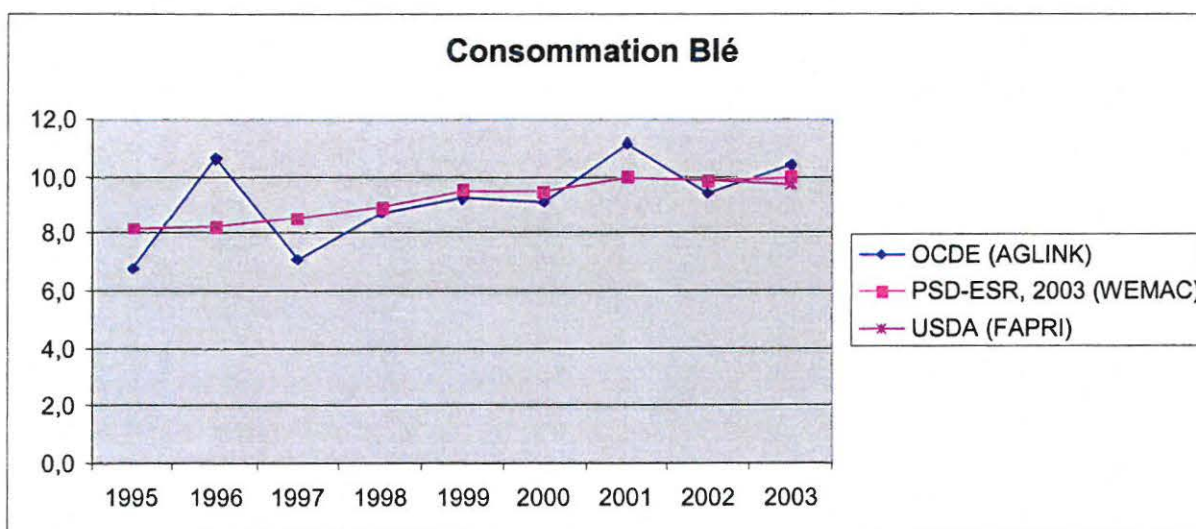
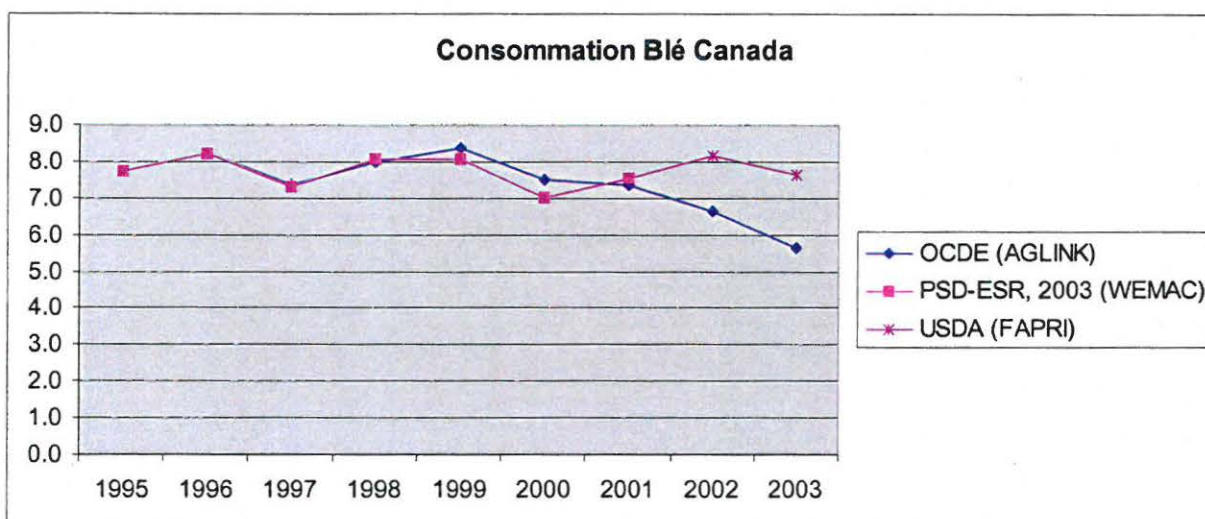
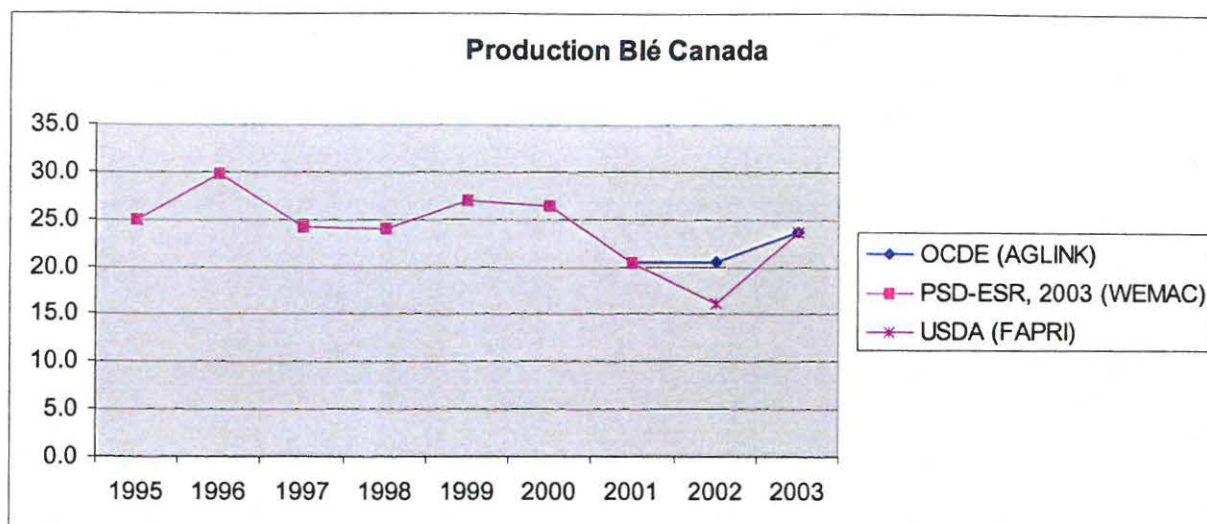


Figure 10. Consommation de Blé au Brésil



Concernant le Canada, ces différences sont constatées plus particulièrement à partir de 2001.

Figure 11. Production et consommation de Blé au Canada



En ce qui concerne les échanges, les comparaisons sont plus difficiles, notamment avec le modèle AGLINK, car les indicateurs ne sont pas les mêmes pour tous les pays. Ainsi, dans AGLINK, pour le Canada, on dispose des exportations, pour les Etats-Unis, on dispose des exportations et des importations et pour la Chine, seuls les échanges nets sont fournis, etc. (Voir Annexe 1 : Données numériques, source OCDE, Perspectives agricoles de l'OCDE : 2004-2013).

Quand la comparaison au niveau des trois modèles est possible (pour les Etats-Unis, l'Argentine et le Brésil), des différences sont constatées sur le niveau des exportations pour l'Argentine et sur les échanges nets au Brésil.

Figure 12. Exportation de blé en Argentine

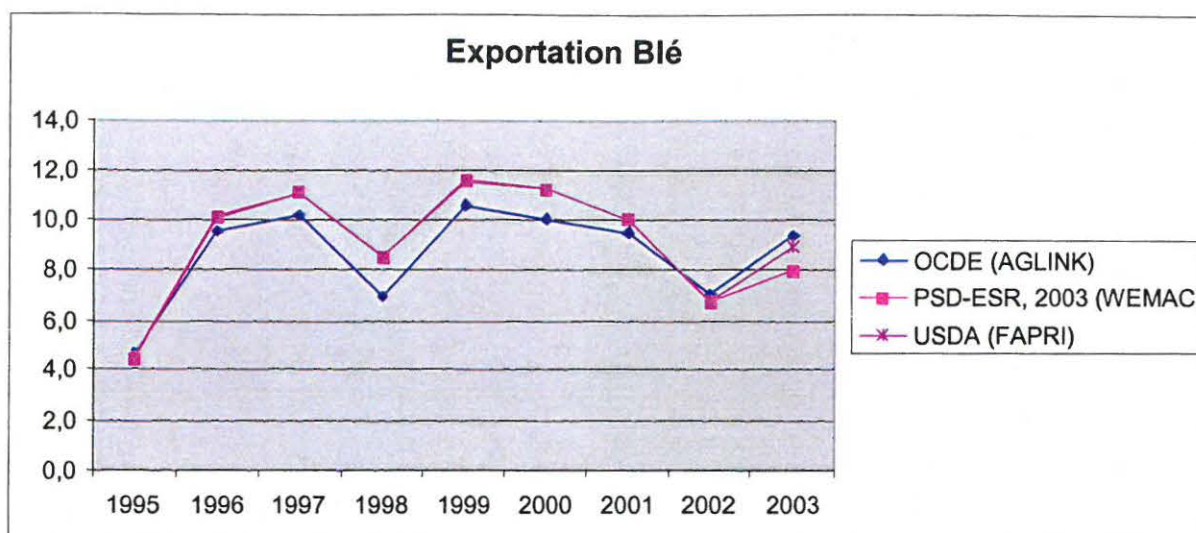
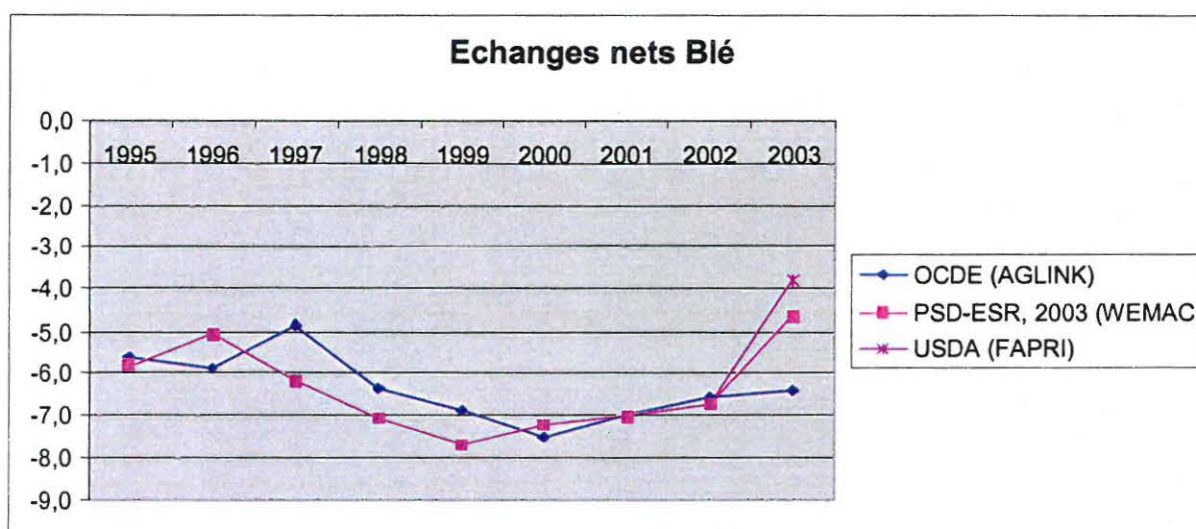


Figure 13. Echanges nets de Blé au Brésil



Les écarts sur les données observées expliquent en partie les différences au niveau des résultats de projections.

3.2. Présentation par marché

Nous présentons les résultats des projections à moyen long terme sur les marchés du blé, du maïs et du soja. Pour ces trois marchés, nous détaillons les projections de la production, de la consommation totale et des échanges pour deux groupes de pays (les pays exportateurs et les pays importateurs). Tous les résultats des projections de WEMAC sont disponibles sur le cd (WEMAC-CD-2005-2) : toutes les variables de marché (surface, rendement, production, consommations fourragère, non fourragère et totale, stocks, exportations, importations et/ou échanges nets, les prix domestiques) pour tous les produits considérés sont détaillées pour tous les pays représentés dans WEMAC sur la période 1998-2014. Les données observées (utilisées pour l'estimation des paramètres de

comportement) sont également disponibles sur le même cd sur la période 1998-2001 (ou sur le cd WEMAC-CD-2005-1 pour la période 1960-2002).

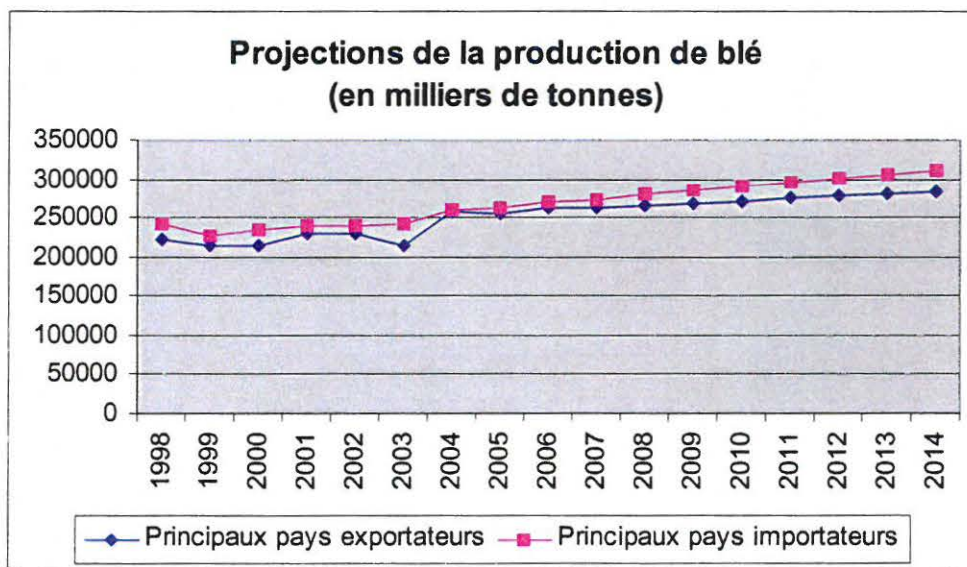
Les résultats des projections présentés sont définis selon le scénario de référence décrit au deuxième point.

3.2.1 Le marché du blé :

Les résultats sur le marché du blé sont présentés selon les principaux pays exportateurs et importateurs traditionnels et selon les pays ou zone considérés dans le modèle WEMAC. Les principaux pays exportateurs sur le marché du blé sont : l'Argentine, le Canada, les Etats-Unis, l'Union européenne et l'Ukraine. Les principaux pays importateurs de blé sont : le Brésil, la Chine, l'Inde, la zone Afrique Nord Moyen-Orient et le reste du monde.

Le graphique suivant présente les projections de la production de blé pour les principaux pays exportateurs et importateurs représentés dans le modèle. La production de la zone reste du monde n'est pas représentée.

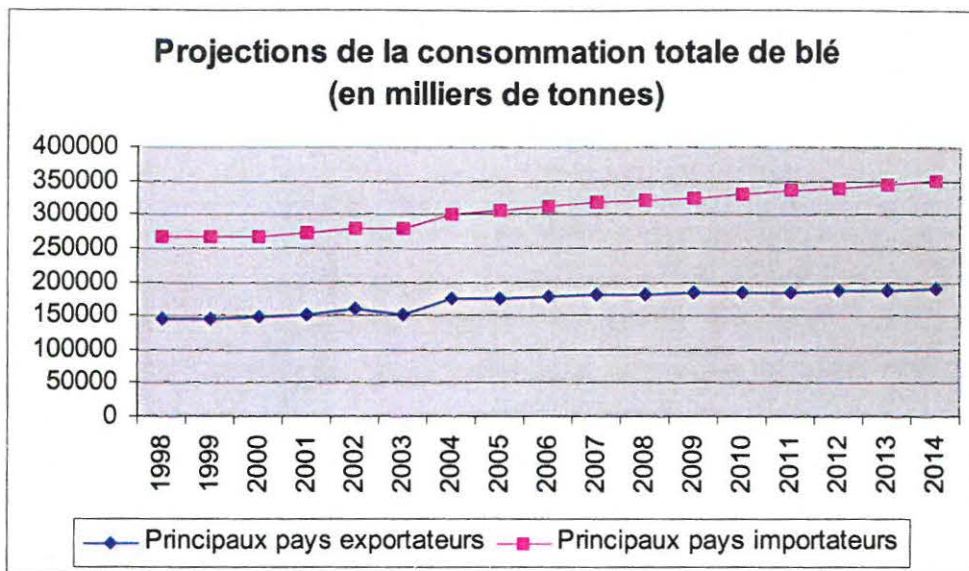
Figure 14. Production de blé : projections WEMAC



Nous constatons une hausse régulière de la production de blé pour les pays exportateurs et les pays importateurs. La production de blé des pays importateurs reste supérieure à celle des pays exportateurs. La croissance de la production de blé dans les pays importateurs est légèrement plus forte que celle des pays exportateurs en particulier à partir de 2004-2005.

La consommation de blé connaît la même évolution. Le graphique suivant représente l'évolution de la consommation totale de blé sur la période 1998-2014 pour les principaux pays exportateurs et importateurs.

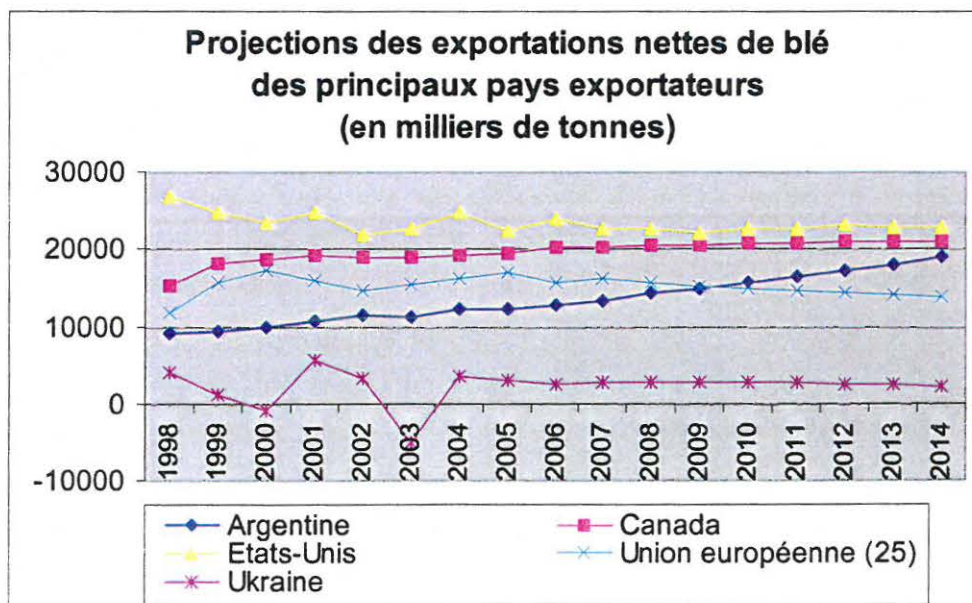
Figure 15. Consommation totale de blé : projections WEMAC



L'augmentation de la consommation totale de blé est particulièrement liée à la croissance de la consommation des pays importateurs. L'écart entre les quantités consommées dans les pays importateurs et les pays exportateurs s'accroît. L'augmentation de la consommation des pays importateurs s'explique par l'augmentation de la consommation non fourragère de blé (voir les résultats détaillés par pays). Nous pouvons remarquer que la consommation de blé des pays importateurs reste nettement supérieure à la production de blé de ces pays.

Au niveau des échanges de blé, nous détaillons les projections des exportations nettes des principaux pays traditionnellement exportateurs et les projections des importations nettes des importateurs traditionnels. Le graphique suivant présente les exportations nettes de blé prévues par le modèle sur la période 1998-2014.

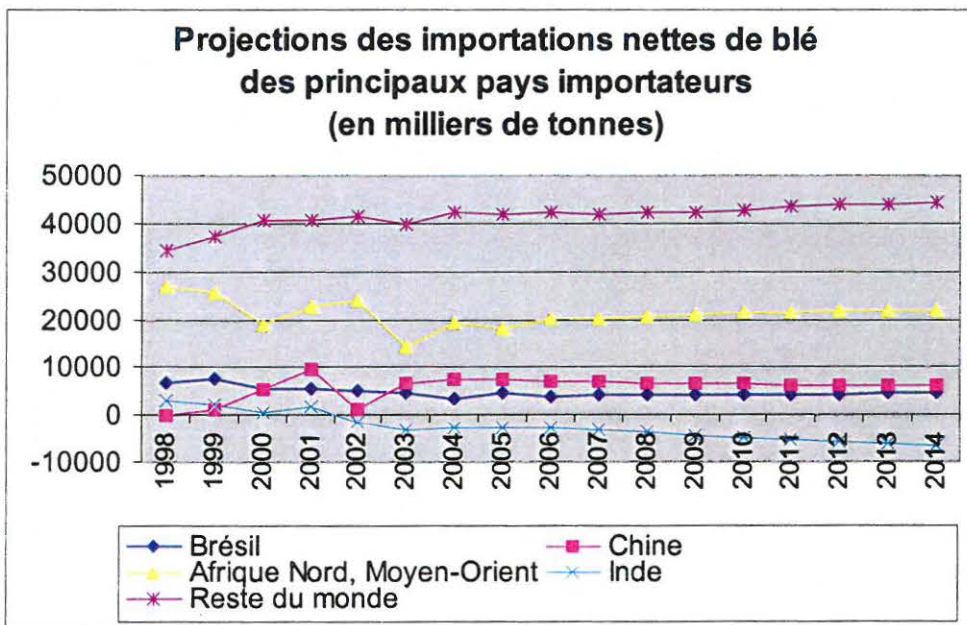
Figure 16. Exportations nettes de blé : projections WEMAC



Les exportations nettes de blé ont tendance à stagner pour les principaux pays exportateurs sur la période 1998-2014. Les exportations nettes de blé des Etats-Unis diminuent légèrement entre 1998 et 2003 puis stagnent jusqu'en 2014. Les exportations nettes de blé de l'Union européenne (à 25 membres) ont tendance à diminuer sensiblement à partir de 2007. Après quelques fluctuations sur les cinq premières années, les exportations de l'Ukraine semblent se stabiliser. Seules les exportations de blé de l'Argentine et du Canada augmentent sur la période.

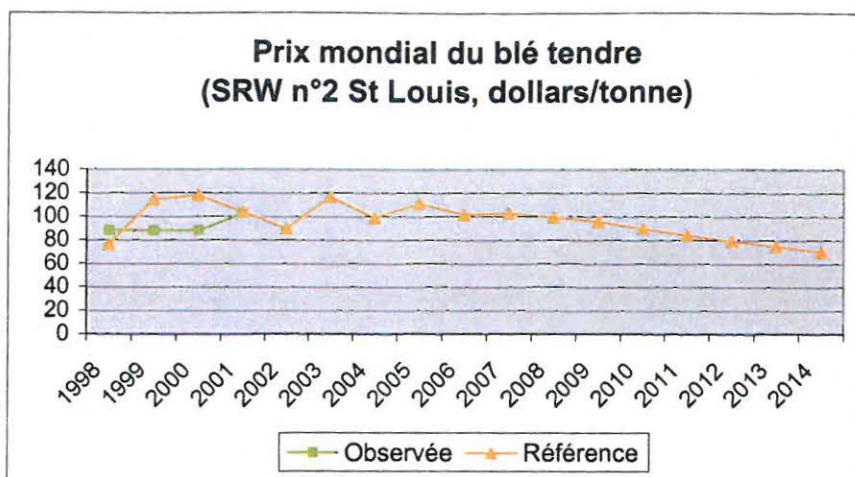
Le graphique suivant présente les projections des importations nettes de blé des pays traditionnellement importateurs. Les importations nettes de la zone Reste du monde sont également représentées.

Figure 17. Importations nettes de blé : projections WEMAC



La première constatation concerne l'Inde. En effet, l'Inde, traditionnellement importateur de blé, devient exportateur net de blé à partir de 2002, cette tendance étant observée sur toute la période de projection. Les importations nettes de la zone Afrique diminuent entre 1998 et 2003 puis augmentent sensiblement jusqu'à la fin de période. Les importations de blé de la Chine augmentent les premières années puis diminuent légèrement entre 2003 et 2014. Nous remarquons également une faible diminution des importations de blé du Brésil sur la période de projection. Le reste du monde voit ses importations augmenter régulièrement sur la période.

Figure 18. Prix mondial de blé : projections WEMAC



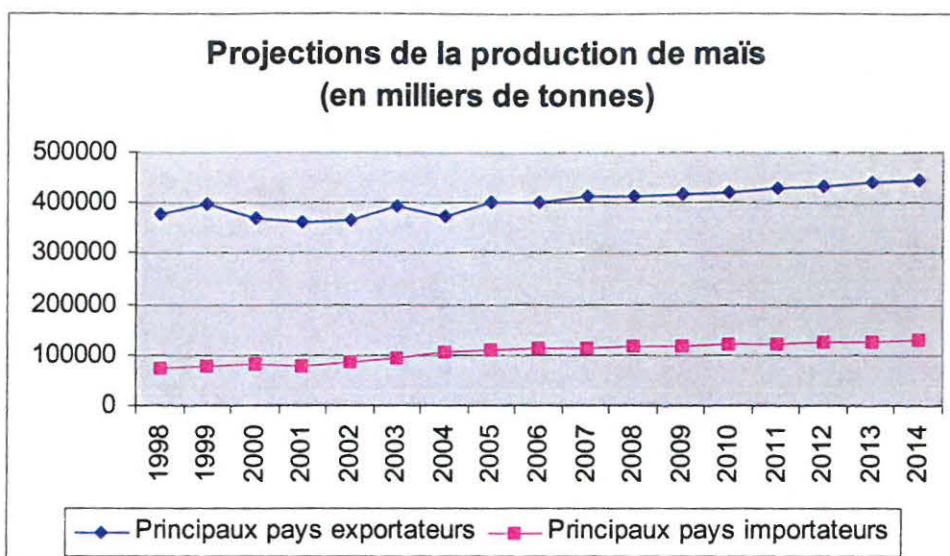
Le prix mondial de blé tendre connaît quelques fluctuations entre 1998 et 2005, il stagne jusque 2008 puis diminue légèrement jusqu'en 2014. L'évolution du prix mondial du blé tendre s'explique par le fait que la production totale de blé augmente plus que la consommation totale de blé en particulier à partir de 2008 (taux de croissance de 1.5%/an pour la production et de 1.2%/an pour la consommation). L'offre d'exportation de l'Argentine augmente avec un taux de croissance relativement fort, 5% en moyenne annuelle sur la période 2007-2014. L'offre d'exportation du Canada augmente de 2% en moyenne chaque année sur toute la période. Les variations des échanges nets des autres pays sont relativement faibles ou du moins plus faibles en fin de période que les variations des offres de l'Argentine et du Canada. Ces variations expliquent la diminution plus forte à partir de 2007 du prix mondial. Nous obtenons un résultat contraire aux résultats de FAPRI (résultats présentés de façon détaillée en annexe). En effet celui-ci prévoit une diminution du prix mondial en 2005, puis prévoit une hausse du prix mondial de 0.8% les dix prochaines années. Cette évolution du prix mondial est expliquée par le fait que la production mondiale est faiblement inférieure en 2005 mais comme le niveau des stocks est supérieur, l'offre total augmente entraînant une diminution du prix mondial. La hausse du prix mondial les années suivantes n'est pas expliquée.

- Le marché du maïs :

Les résultats sur le marché du maïs sont présentés selon les principaux pays exportateurs et importateurs traditionnels et selon les pays ou zone considérés dans le modèle WEMAC. Les principaux pays exportateurs sur le marché du maïs sont : l'Argentine, la Chine et les Etats-Unis. Les principaux pays importateurs de maïs sont : le Brésil, le Canada, l'Inde, l'Union européenne et le reste du monde.

Le graphique suivant présente les projections de la production de maïs pour les principaux pays exportateurs et importateurs représentés dans le modèle. La production de la zone reste du monde n'est pas représentée sur ce graphique.

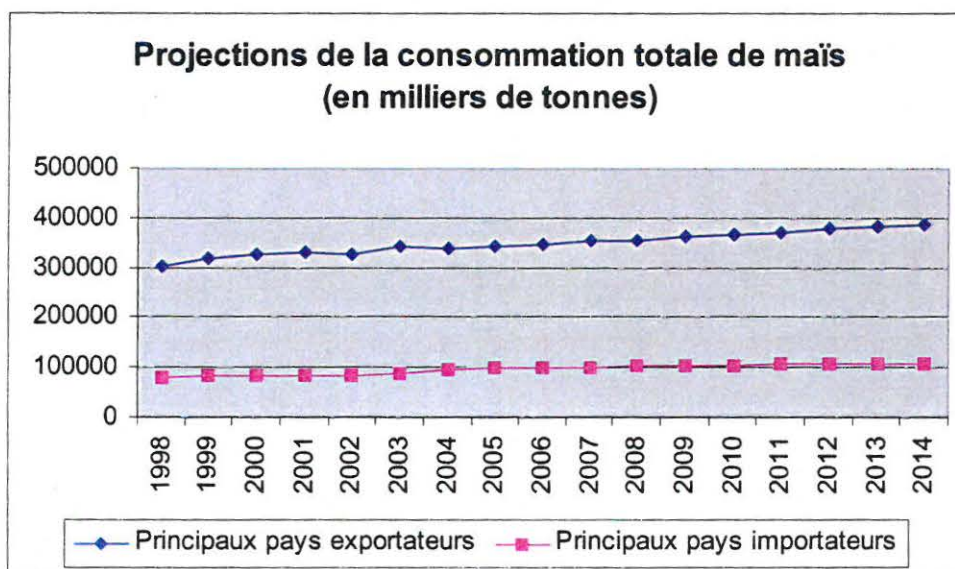
Figure 19. Production de maïs : projections WEMAC



Nous constatons une hausse régulière de la production de maïs pour les pays exportateurs et les pays importateurs. La production de maïs des pays exportateurs reste largement supérieure à celle des pays importateurs. La croissance de la production de maïs dans les pays exportateurs semble sensiblement plus forte que celle des pays importateurs en particulier à partir de 2005.

Le graphique suivant représente l'évolution de la consommation totale de maïs sur la période 1998-2014 pour les principaux pays exportateurs et importateurs.

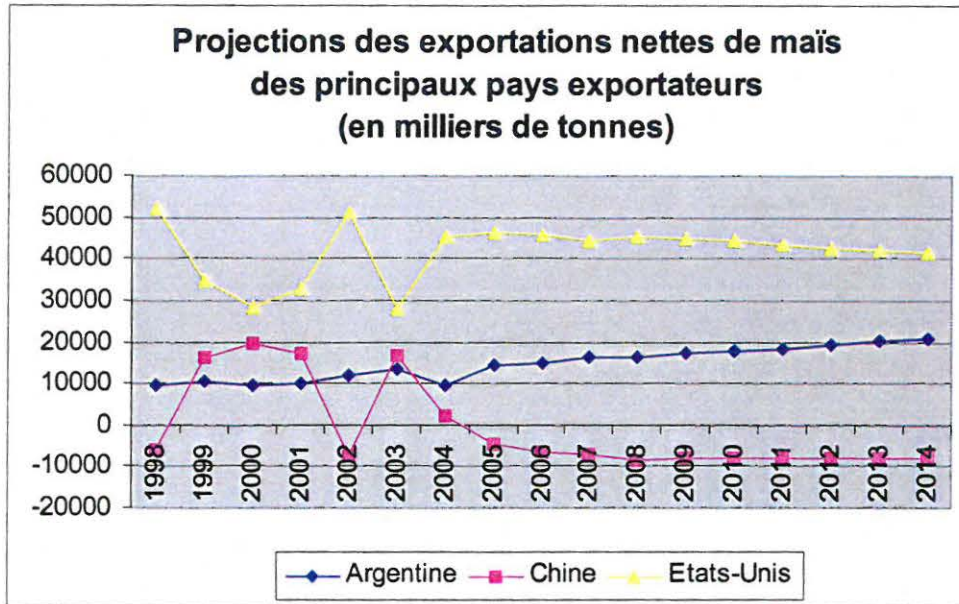
Figure 20. Consommation totale de maïs : projections WEMAC



La consommation totale de maïs augmente de façon régulière pour les deux groupes de pays. Nous pouvons toutefois noter une augmentation de la consommation de maïs plus forte dans les pays exportateurs. L'écart entre les quantités consommées dans les pays importateurs et les pays exportateurs semble s'accroître en particulier en fin de période.

Au niveau des échanges de maïs, nous détaillons les projections des exportations nettes des principaux pays traditionnellement exportateurs et les projections des importations nettes des importateurs traditionnels. Le graphique suivant présente les exportations nettes de maïs prévues par le modèle sur la période 1998-2014.

Figure 21. Exportations nettes de maïs : projections WEMAC

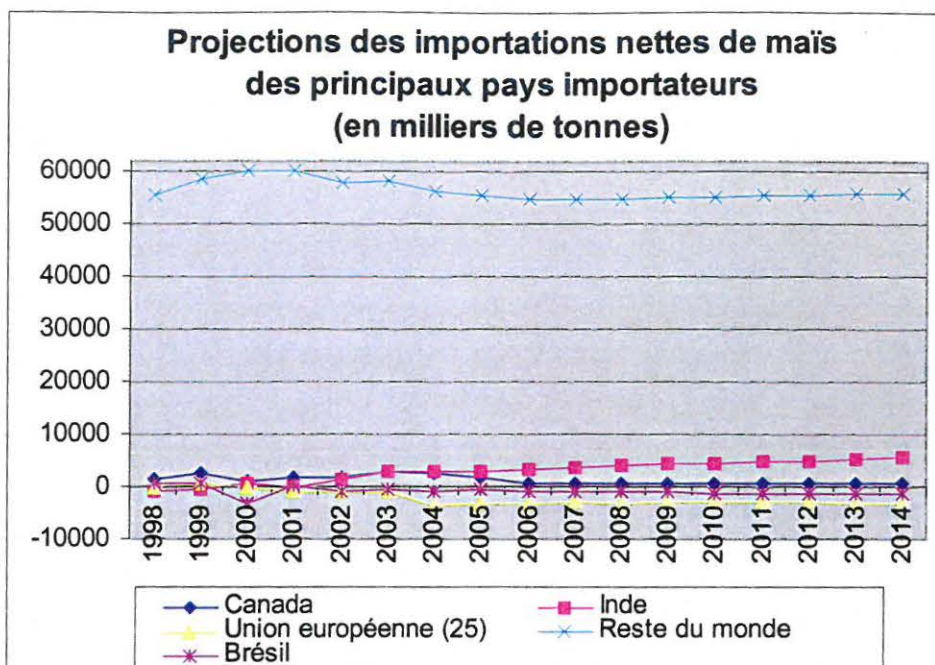


Nous pouvons remarquer qu'à partir de 2005, la Chine devient importatrice nette de maïs, cette situation est confirmée jusque la fin de période⁹. Les exportations nettes de maïs des Etats-Unis ont tendance à diminuer à partir de 2004. Les Etats-Unis gardent, malgré tout, leur place de 1^{er} exportateur au niveau mondial. Inversement, l'Argentine exporte davantage de maïs, cette augmentation est régulière à partir de 2005.

Le graphique suivant présente les projections des importations nettes de maïs des pays traditionnellement importateurs. Les importations nettes de la zone Reste du monde sont également représentées.

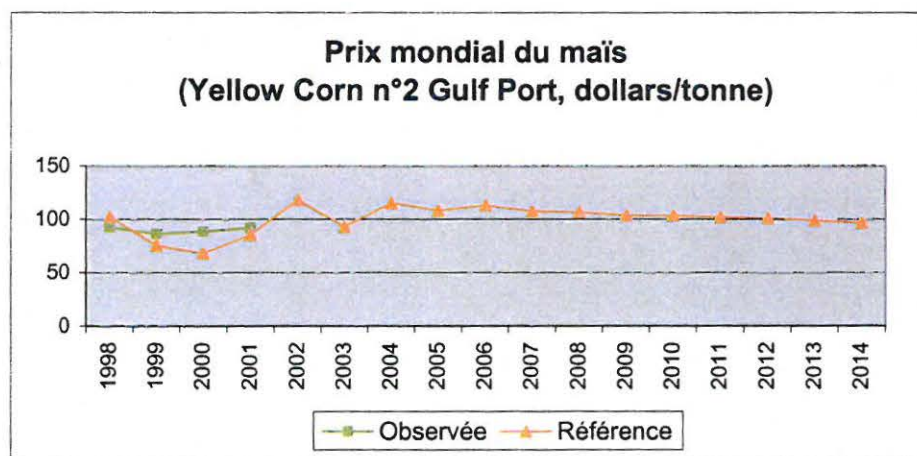
Figure 22. Importations nettes de maïs : projections WEMAC

⁹ A titre de comparaison, FAPRI prévoit ce renversement de situation (passage d'une situation excédentaire à une situation déficitaire) pour la campagne 2006/2007.



L'union européenne (à 25 membres) et le Brésil deviennent exportateur net de maïs sur la période de projections. Les niveaux exportés de maïs pour ces deux pays ou zones sont relativement stables. Les importations nettes de maïs du Canada diminuent légèrement à partir de 2004 puis stagnent jusqu'à la fin de période. Les importations de l'Inde augmentent de façon régulière. Au niveau du reste du monde, les quantités importées diminuent entre 2000 et 2005 puis ont une tendance croissante entre 2006 et 2014.

Figure 23. Prix mondial de maïs : projections WEMAC



Le prix mondial du maïs connaît quelques fluctuations entre 1998 et 2005. Nous observons quelques écarts par rapport à la série observée, en particulier en 2000, mais en 2001 le prix mondial projeté retrouve le niveau observé. La période 2005-2014 est marquée par une faible diminution du prix mondial qui s'explique par une croissance plus forte de la production que de la consommation respectivement, 1.4%/an et 1.3%/an. L'offre d'exportation de l'Argentine augmente avec un taux de croissance relativement fort, 4% en moyenne annuelle sur la fin de période 2009-2014. L'Union

européenne initialement importateur devient exportateur, et l'offre d'exportation a une augmentation plus marquée à partir de 2009 (+2.5% en moyenne annuelle sur la période 2009-2014). Les variations des échanges nets des autres pays étant relativement faibles et les évolutions des taux de croissance des offres d'exportation de l'Argentine et de l'Union européenne expliquent la diminution plus forte en fin de période du prix mondial. Nous obtenons un résultat différent de celui de FAPRI (résultats présentés de façon détaillée en annexe). En effet selon FAPRI¹⁰, le prix mondial du maïs augmente sur la période 2004-2014. Cette augmentation du prix mondial est expliquée par le fait que la consommation mondiale augmente plus que la production entraînant une hausse de 1.7% annuel du prix mondial. Cependant après quelques calculs sur les variations de la production et de la consommation mondiale, on s'aperçoit que la consommation augmente plus que la production en moyenne sur toute la période hors l'année 2005 est marquée par une baisse de la production. Si nous calculons la variation moyenne sur 2005-2014, nous obtenons un résultat inverse : la production augmente plus que la consommation. Les commentaires et les résultats de FAPRI ne semblent pas totalement cohérents. Le tableau suivant présente les évolutions de la production et de la consommation mondiale de maïs et les variations moyennes sur des périodes différentes.

Tableau 17. Projections de la production et de la consommation mondiale de maïs : FAPRI 2005

Monde	Production (milliers tonnes)	Variation annuelle (%)	Consommation (milliers tonnes)	Variation annuelle (%)
2004	700 828		682 804	
2005	677 558	-3.32	684 978	0.32
2006	691 763	2.10	693 737	1.28
2007	704 127	1.79	703 966	1.47
2008	714 419	1.46	713 213	1.31
2009	721 620	1.01	721 808	1.21
2010	731 346	1.35	731 018	1.28
2011	740 123	1.20	740 061	1.24
2012	749 268	1.24	748 686	1.17
2013	758 427	1.22	757 575	1.19
2014	767 092	1.14	765 996	1.11
Moyenne sur 2005-2014		0.92		1.16
Moyenne sur 2006-2014		1.39		1.25

Source : <http://www.fapri.iastate.edu/outlook2005/>

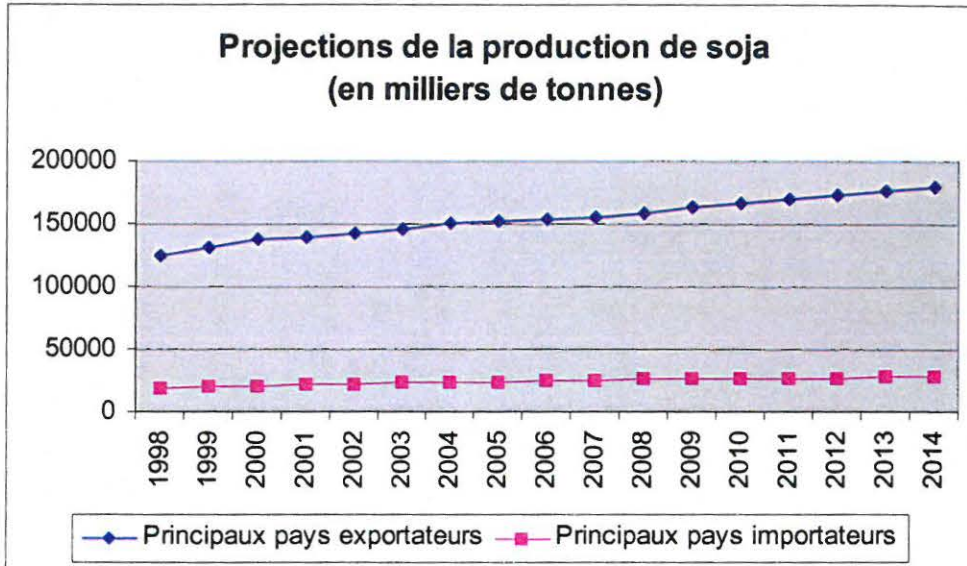
- Le marché du soja :

Les résultats sur le marché du soja sont présentés selon les principaux pays exportateurs et importateurs traditionnels et selon les pays ou zone considérés dans le modèle WEMAC. Les principaux pays exportateurs sur le marché du soja sont : l'Argentine, le Brésil, le Canada et les Etats-Unis. Les principaux pays importateurs de soja sont : la Chine, l'Union européenne (à 25), l'Inde et le reste du monde.

¹⁰ http://www.fapri.iastate.edu/outlook2005/text/FAPRI_OutlookPub2005.pdf

Le graphique suivant présente les projections de la production de soja pour les principaux pays exportateurs et importateurs représentés dans le modèle. La production de la zone reste du monde n'est pas représentée sur ce graphique.

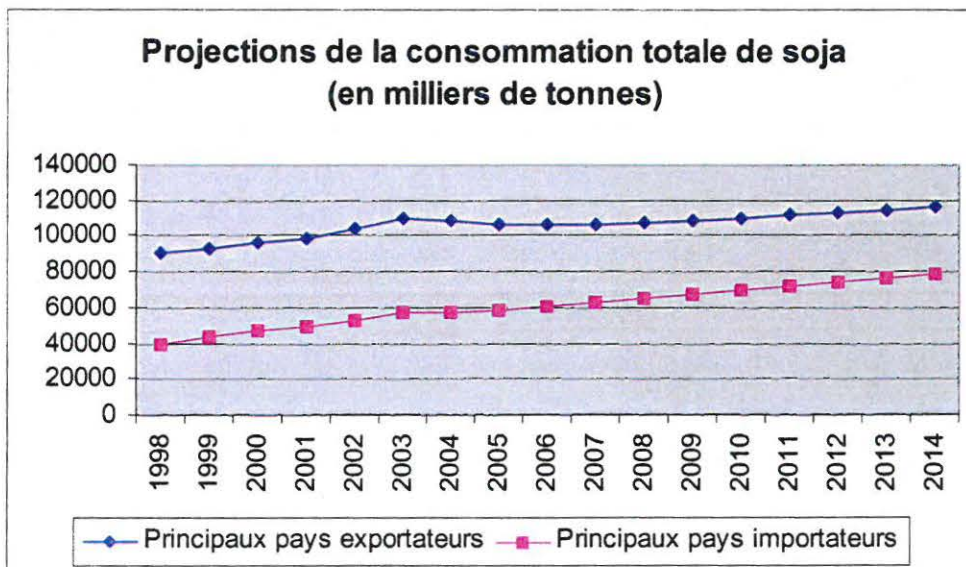
Figure 24. Production de soja : projections WEMAC



Nous constatons une hausse régulière de la production de soja pour les pays exportateurs et les pays importateurs. La croissance de la production est relativement forte pour les pays exportateurs, le niveau total produit par les pays exportateurs traditionnels augmente de 45% entre 1998 et 2014.

Le graphique suivant représente l'évolution de la consommation totale de soja sur la période 1998-2014 pour les principaux pays exportateurs et importateurs.

Figure 25. Consommation totale de soja : projections WEMAC

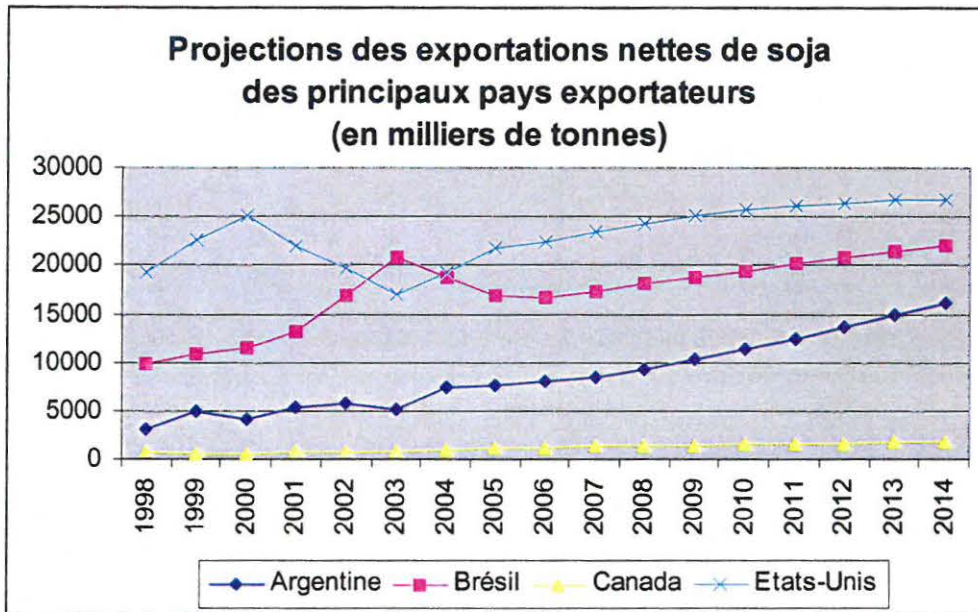


La consommation totale de soja augmente de façon régulière pour les deux groupes de pays. Nous remarquons toutefois une rupture dans la tendance croissante de la demande des pays exportateurs,

la croissance est moins forte à partir de 2003. Inversement l'augmentation de la consommation des pays importateurs est plus rapide à partir de 2003. Nous remarquons également que l'écart entre les quantités consommées dans les deux groupes diminue sur la période de projections.

Au niveau des échanges de soja, nous détaillons les projections des exportations nettes des principaux pays traditionnellement exportateurs et les projections des importations nettes des importateurs traditionnels. Le graphique suivant présente les exportations nettes de soja prévues par le modèle sur la période 1998-2014.

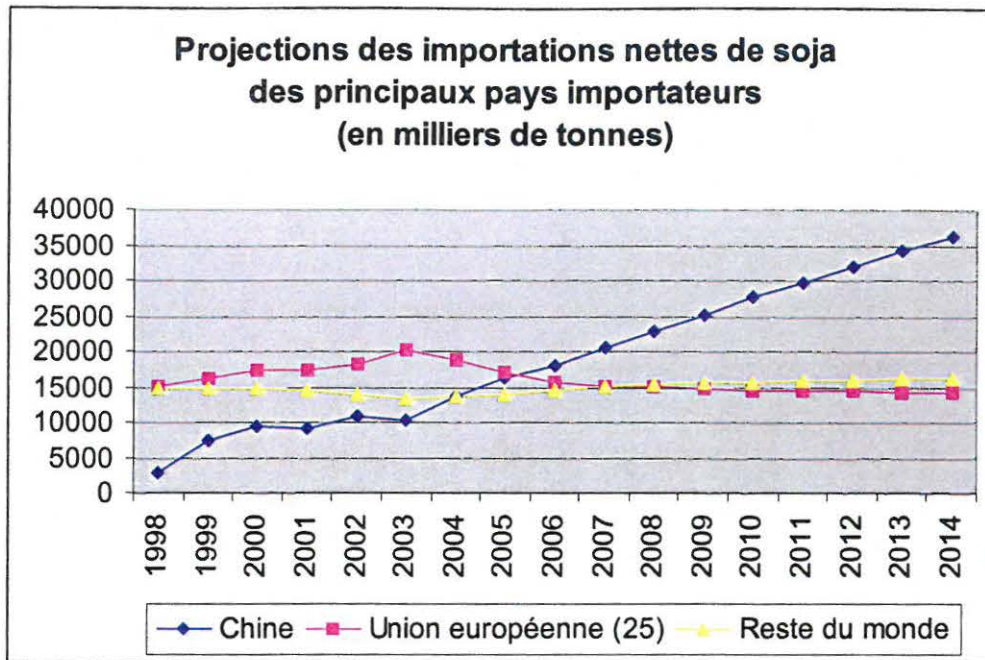
Figure 26. Exportations nettes de soja : projections WEMAC



A partir de 2003-2004, les exportations nettes des Etats-Unis, de l'Argentine et du Brésil augmentent plus fortement. Les exportations nettes de l'Argentine ont doublé entre 2004 et 2014. Les Etats-Unis gardent leur place de 1^{er} exportateur mondial malgré l'importance grandissante du Brésil. Les exportations du Canada augmentent mais restent très inférieures aux quantités exportées des autres pays.

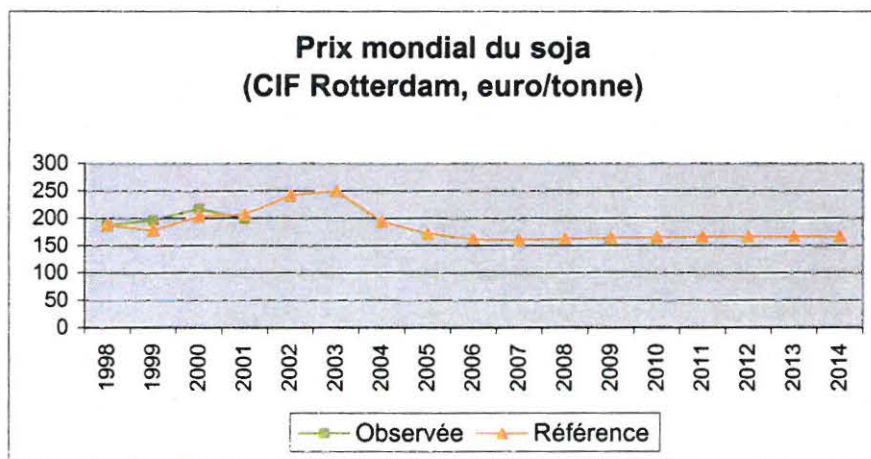
Le graphique suivant présente les projections des importations nettes de soja des pays traditionnellement importateurs. Les importations nettes de l'Inde ne sont pas représentées car elles sont inexistantes sur toute la période. Les quantités importées de la zone Reste du monde sont représentées.

Figure 27. Importations nettes de soja : projections WEMAC



Les importations nettes de la Chine augmentent de façon spectaculaire entre 1998 et 2014. En effet, les quantités importées d'un montant inférieur à 5 millions de tonnes en 1998 dépassent les 35 millions de tonnes en 2014¹¹. Les importations de l'Union européenne (à 25 membres à partir de 2004) augmentent entre 1998 et 2003 puis diminuent jusqu'en 2007 et semblent stagner jusqu'à la fin de période. Les importations du reste du monde augmentent sensiblement et deviennent plus importantes que celles de l'UE à partir de 2008.

Figure 28. Prix mondial du soja : projections WEMAC



Le prix mondial projeté par le modèle suit exactement le prix mondial observé. Le prix mondial augmente jusqu'en 2003 puis diminue jusqu'en 2006 à un niveau légèrement inférieur à celui de 1998. A partir de 2006-2007, le prix mondial augmente sensiblement jusqu'en 2014. Cette tendance à la

¹¹ FAPRI prévoit des importations nettes de soja de 45 millions de tonnes pour la Chine en 2014.

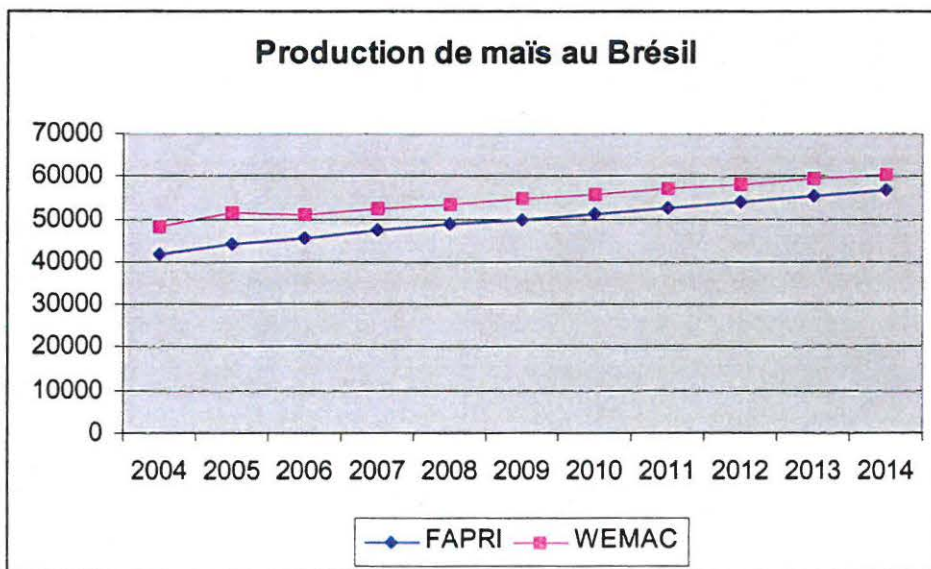
hausse sur la fin de période s'explique par une croissance plus forte de la consommation que de la production respectivement 2%/an et 1.9%/an.

3.3. Quelques comparaisons des résultats des projections avec FAPRI

Les résultats des projections de WEMAC sont détaillés par pays et présentés dans des tableaux en annexe. Les résultats sélectionnés correspondent à une demande du Ministère (cf relevé de décisions; réunion du 9 mai 2005). Les résultats des projections de FAPRI sont détaillés pour les mêmes variables et pays. Nous pouvons ainsi comparer les résultats de WEMAC avec ceux de FAPRI. Les différences qui apparaissent entre les résultats de WEMAC et ceux de FAPRI peuvent avoir plusieurs origines : différences dans les données observées, hypothèses sur les variables exogènes, modélisation des pays et notamment la règle de bouclage. Nous précisons également que les résultats de FAPRI ne proviennent pas tous d'estimation économétrique. Plusieurs indicateurs de nombreux pays sont exogènes et les résultats correspondent par conséquent à des projections à dire d'experts. Par exemple, le modèle FAPRI ne modélise que les échanges nets pour la Russie et l'Ukraine, les autres variables sont exogènes. Nous ne disposons pas de ce type d'information pour toutes les variables de tous les pays, autrement dit, nous ne pouvons pas savoir si les résultats proviennent d'estimation économétrique ou d'une technique de calibrage ou à dire d'experts.

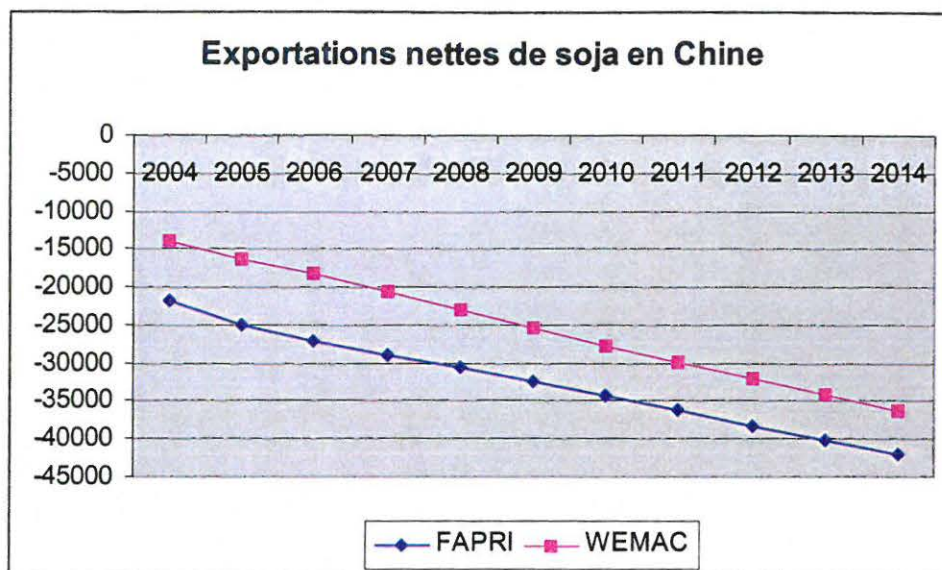
Nous présentons quelques exemples. Les graphiques suivants permettent de comparer les projections de la production de maïs au Brésil, des exportations nettes de soja de la Chine et de la production de colza de l'UE (à 15).

Figure 29. Comparaison des projections de WEMAC et de FAPRI : production de maïs au Brésil.



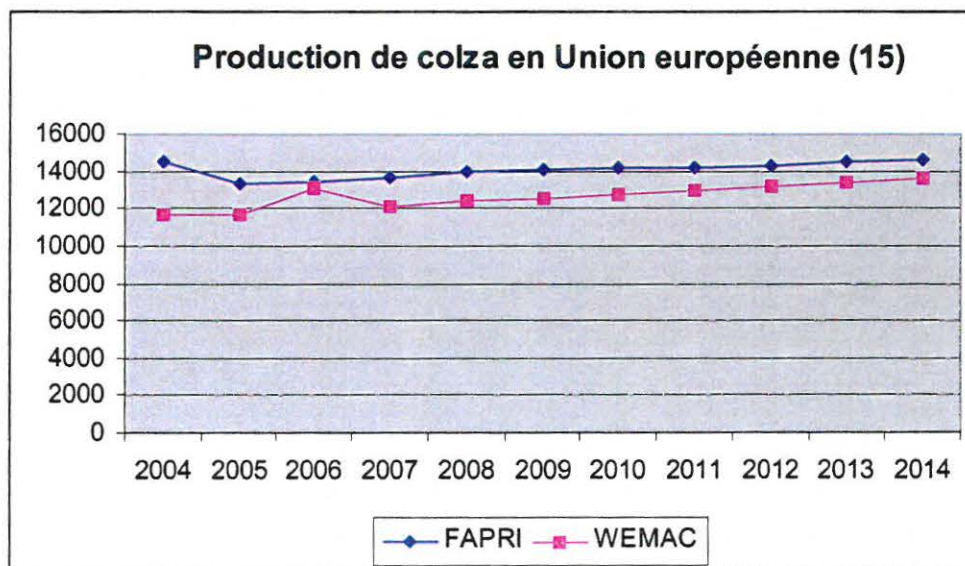
La production de maïs projetée par WEMAC est légèrement supérieure à celle de FAPRI (en particulier au début de la période). La quantité produite augmente suivant un taux de croissance identique pour les deux modèles.

Figure 30. Comparaison des projections de WEMAC et de FAPRI : exportations nettes de soja en Chine.



Nous avons remarqué dans la présentation des marchés que les importations nettes de soja de la Chine augmentaient fortement sur la période de projections. WEMAC prévoit des quantités importées plus faibles que FAPRI, mais la tendance est exactement la même.

Figure 31. Comparaison des projections de WEMAC et de FAPRI : production de colza en Union européenne (à 15 membres).



La production de colza de l'UE (15) projetée par WEMAC est inférieure à celle de FAPRI sur toute la période. L'écart entre les résultats des deux modèles diminue au cours du temps. Nous remarquons que la tendance est sensiblement la même à partir de 2007.

4. Résultats des simulations

4.1. Définition des scénarii mis en œuvre

Conformément à la demande du Ministère, nous mettons en œuvre deux scénarii de simulations (scénario comparé au scénario de référence). Le scénario 1 reprend les hypothèses de base définies par le Ministère : suppression des subventions à l'exportation en UE et aux Etats-Unis, et concessions dans le cadre de la négociation MERCOSUR, diminution des droits de douane in quota et des droits de douane NPF. Le scénario 2 reprend les hypothèses du scénario 1 avec des diminutions plus fortes des droits de douane. Les résultats présentés concernent les marchés mondiaux du blé et du maïs.

Les hypothèses communes aux deux scénarii mis en œuvre sont les suivantes:

- Subventions à l'exportation :

- Suppression linéaire des restitutions de l'UE : -10% par an pendant 10 ans;
- Suppression des EEP américains (-10% par an pendant 10 ans);
- Suppression en 10 ans des crédits à l'exportation de plus de 180 jours;

- Accès au marché : concessions dans le cadre de la négociation MERCOSUR

- Blé dur, blé tendre de haute qualité, orge : démantèlement des droits de douane en 10 ans;
- Maïs Flint : ouverture d'un contingent de 400 000 tonnes en faveur de l'Argentine;
- Maïs grain et sorgho : ouverture d'un contingent global de 300 000 tonnes en faveur du Brésil;
- Blé tendre de moyenne et basse qualité : ouverture d'un contingent de 200 000 tonnes avec un droit "intra-quota" de 47€/t en faveur de l'Argentine.

Les différentes mesures sont mises en œuvre à partir de 2005 (sauf mention contraire).

Concernant les EEP américains, nous précisons qu'ils sont supprimés avec le Fair Act de 1996 et sont donc déjà égaux à zéro dans le scénario de référence¹².

Au delà de ces hypothèses, des variantes sont envisagées sur le volet "accès au marché". Les deux scénarii diffèrent sur les diminutions des droits de douane.

Le premier scénario (ou scénario 1) mis en œuvre suppose les variations suivantes :

- baisse des droits de douane in quota de 20%
- baisse des droits NPF :
 - pour les droits de douane ayant une valeur comprise entre 0 et 15% : baisse de 20%;
 - pour les droits de douane ayant une valeur comprise entre 15 et 50% : baisse de 30%;
 - pour les droits de douane ayant une valeur comprise entre 50 et 100% : baisse de 50%.

¹² Hypothèse basée sur les "Perspectives agricoles de l'OCDE 2004-2013", OCDE 2004.

Ces diminutions sont appliquées pour les pays développés sur 10 ans. Pour les PVD, la réduction se fait sur 15 ans et on n'applique que 2/3 des réductions imposées aux pays développés.

Quelques remarques sur la mise en œuvre de ces hypothèses :

- nous avons choisi de modéliser les contingents tarifaires en volume, par conséquent les droits de douane in quota ne sont pas explicitement modélisés. Rappelons que nous avons introduit les volumes réellement utilisés sous contingent et non le niveau du contingent engagé, autrement dit nous pouvons augmenter les quantités importées sous contingent tout en restant dans la limite de l'engagement. Nous supposons que la baisse du droit de douane in quota va entraîner une augmentation des quantités importées sous contingent. Afin de considérer la baisse des droits de douane in quota de 20%, nous augmentons les quantités importées sous contingent de 20%. Rappelons également que peu de pays sont concernés par les contingents tarifaires (seuls le Canada et l'Union européenne utilisent réellement les contingents). L'hypothèse réalisée sur la variation de la quantité importée sous contingent peut paraître élevée mais nous verrons dans les résultats que l'impact reste assez faible.
- Pour les droits NPF, nous avons appliqué les diminutions proposées sur les droits de douane hors quota. Les pays concernés sont pour les pays développés, l'UE, et pour les PVD, le Brésil, la Chine et l'Inde.

Le deuxième scénario mis en œuvre, appelé scénario 2, reprend exactement les mesures du scénario 1 avec des diminutions plus fortes au niveau du droit de douane in quota. Dans ce scénario, une diminution du droit de douane in quota de 40% est imposée.

Quelques remarques sur la mise en œuvre de ces hypothèses : comme pour le scénario 1, nous avons fait l'hypothèse d'une augmentation du volume sous contingent mais cette fois-ci l'augmentation est de 40%.

4.2. Résultats des simulations

Les impacts des deux scénarii de simulations sont détaillés dans l'annexe 5. Nous présentons les impacts des négociations sur les échanges des pays considérés dans WEMAC et sur les prix mondiaux pour deux produits : le blé et le maïs.

Les résultats des deux scénarii sont très proches : les sens des variations (positives ou négatives) des échanges et des prix sont identiques, seuls les niveaux des impacts diffèrent. En effet, le scénario 2 (diminution plus forte des droits de douane relativement au scénario 1) présente des variations plus importantes.

L'effet de la "libéralisation" des marchés entraîne une augmentation des prix mondiaux : une hausse supérieure à 2% en fin de période pour le blé tendre (2.32% pour le scénario 1 et 2.57% pour le scénario 2) et une hausse proche de 1% pour le maïs (0.71% pour le scénario 1 et 0.95% pour le scénario 2).

Sur le marché du blé, les exportations nettes de l'Union européenne (à 15) diminuent sur toute la période, les variations des exportations augmentent et atteignent 5% en 2014. La diminution des

exportations nettes s'explique par l'augmentation des importations de blé due à une augmentation de l'utilisation des contingents tarifaires de blé et par une diminution des exportations de blé due à la suppression linéaire des restitutions. Les exportations nettes des autres exportateurs augmentent sensiblement. Les importations nettes des importateurs diminuent selon des variations inférieures en général à 0.5%, excepté pour la Chine où la variation est plus forte et atteint -3.8% en milieu de période. Seule l'Inde voit ses importations fortement augmenter : les quantités importées passent de 6 millions de tonnes dans le scénario de référence à 8 millions de tonnes dans les scénarii 1 et 2 en 2014.

Sur le marché du maïs, les exportations nettes de l'Union européenne (à 15) diminuent sur toute la période. Cette diminution s'explique par l'augmentation des importations, et plus précisément par l'augmentation de l'utilisation des contingents tarifaires. La variation des exportations de l'UE étant quasiment nulle, l'effet sur les exportations nettes se traduit par une diminution. Les exportations nettes de l'UE dépassent 1 million de tonnes dans le scénario de référence en 2014, ces quantités passent à 0.8 et 0.6 million de tonnes pour le scénario 1 et 2 respectivement. La diminution des exportations nettes du Brésil s'explique par l'ouverture du contingent maïs grain et sorgho en faveur du Brésil. Les quantités offertes sur le marché par les autres exportateurs augmentent sensiblement. Pour les importateurs, les quantités importées diminuent sur toute la période. Le Canada et l'Inde subissent les variations les plus fortes.

5. Prolongements et améliorations futurs

Le modèle actuellement disponible permet de fournir des évaluations quantitatives des effets des évolutions des politiques agricoles sur les comportements de production, de consommation et donc sur les équilibres de marchés (à la fois européens et mondiaux).

Les apports majeurs de ce modèle d'équilibre partiel multimarchés sont de deux ordres. Tout d'abord, il repose sur des fondements microéconomiques ; ce qui permet la dérivation puis l'estimation des équations de comportement impliquées dans les équilibres de marchés (production, consommation, importations, exportations). D'autre part, il a été construit de manière à prendre en compte la réinstrumentation des politiques agricoles en représentant de manière séparée les instruments de politique agricole mis en place par les principaux pays agricoles (soutien interne, instruments aux échanges) dans les différentes équations de comportement concernées.

Pour conforter son opérationnalité, le modèle d'équilibre partiel sera étendu ; les principaux points d'améliorations portant sur une poursuite de la désagrégation par pays et par produit.

A titre d'exemple dans le modèle WEMAC (version 1.3) les produits représentés sont les céréales et les oléagineux. Alors que les céréales sont directement utilisées dans l'alimentation humaine et animale, les oléagineux sont en grande majorité non pas directement utilisés sous forme de graines mais indirectement sous forme de produits dérivés issus de la trituration des graines : le tourteau et l'huile. L'évolution des quantités et des prix observés sur le marché de la graine de chaque oléagineux est largement liée à celle de ses produits dérivés du marché du tourteau et de l'huile associé. Aussi, la modélisation du marché de l'huile est une extension naturelle et conduit aussi à une amélioration de la

couverture géographique pour représenter les pays acteurs sur ce marché (Japon, Malaisie, Indonésie).

Ce travail de modélisation est principalement structuré dans le cadre d'un programme européen (coordonné par l'INRA de Rennes) sur les trois prochaines années. Il regroupe des partenaires localisés dans différents pays européens dont les compétences en termes de modélisation et d'analyse des effets des changements de politique sont reconnues. Le projet doit débuter courant 2005 pour une durée totale de 3 ans. Des études complémentaires seront de plus menées tout au long du projet afin d'affiner les analyses et possibilités d'utilisation du modèle WEMAC (travail sur le risque et les facteurs de production).

De manière parallèle, des extensions supplémentaires du modèle se réalisent via un contrat avec Pluriagri sur l'année 2005. Dans le cadre de cette convention, plusieurs développements sont en cours : l'intégration du sucre dans le modèle en prenant pour application l'Union européenne (UE) et le Brésil, une réflexion sur une extension aux productions animales et aux valorisations non alimentaires des produits agricoles.

Enfin, le modèle WEMAC est reconnu par les autres organismes fournissant des projections et des simulations. Nous avons notamment été invités à la 14th Ad Hoc World Outlook Conference (FAO Headquarters, Rome Italy, May 19 - 20, 2005) qui fait le point, chaque année, sur les développements des différents modèles (FAPRI, OCDE, FAO, ...) et permet de comparer les apports de chacun.

6. Références

Cahill C. et W. Legg, (1989), L'évaluation de l'aide à l'agriculture au moyen des équivalents subvention à la production et à la consommation: théorie et pratique, Revue économique de l'OCDE No. 13.

Dronne Y., 2001, Les marchés oléagineux de l'Europe dans le contexte international, OCL oléagineux Corps Gras Lipides, 8 (3), pp.183-190.

FAPRI, 2005, U.S. and world agricultural outlook, Iowa state university, university of Missouri-Columbia, 375 p., ou http://www.fapri.iastate.edu/outlook2005/text/FAPRI_OutlookPub2005.pdf

Mathieu M.-A., Ramanantsoa J., 1995, Magali : un modèle d'offre de l'agriculture française, Economie et Prévision n°117-118 1995-1/2, pp. 183-199.

OCDE (2002) Risk related non price effects of the CAP arable crop regime: results from an FADN sample, AGR/CA/APM, 31p.

OCDE (2004) Perspectives agricoles de l'OCDE 2004-2013, OCDE.

USDA, Farm Service Agency on line.

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

Westcott P. C., C. Edwin Young, J. Michael Price (2002) The 2002 Farm Act Provisions and implications for commodity markets, USDA Agriculture Information Bulletin Number 778.

7. Liste des tableaux

Tableau 1. Rapports effectués lors des différentes phases de l'élaboration de WEMAC.....	5
Tableau 2. Couverture géographique du modèle.....	9
Tableau 3. Cultures modélisées.....	12
Tableau 4. Définition des prix mondiaux des principaux produits.....	17
Tableau 5. Impacts des simulations sur le prix mondial du blé tendre : Résultats WEMAC .	23
Tableau 6. Impacts de chocs exogènes sur le prix mondial du maïs : Résultats WEMAC ...	23
Tableau 7. Récapitulatif des instruments de soutien externe	26
Tableau 8. Autres instruments	27
Tableau 9. Hypothèses sur l'évolution du montant total versé au titre des paiements directs et des paiements contra-cycliques	30
Tableau 10. Outils de politique agricole considérés dans les équations de surfaces dans le modèle WEMAC	30
Tableau 11. Hypothèses sur des variables exogènes pour l'Union Européenne	31
Tableau 12. Hypothèses sur des variables exogènes pour l' Argentine	32
Tableau 13. Hypothèses sur des variables exogènes pour le Brésil	32
Tableau 14. Hypothèses sur des variables exogènes pour le Canada.....	32
Tableau 15. Hypothèses sur des variables exogènes pour le Chine.....	32
Tableau 16. Hypothèses sur des variables exogènes pour l'Inde	33
Tableau 17. Projections de la production et de la consommation mondiale de maïs : FAPRI 2005.....	44

8. Liste des figures

Figure 1. Schéma d'allocation de la terre pour la France	11
Figure 2. Composantes des demandes de céréales, des oléagineux et des tourteaux	14
Figure 3 .Schéma de répartition de la demande fourragère	16
Figure 4. Liens entre marché mondial et les marchés intérieurs	19
Figure 5. Détermination des prix mondiaux	20
Figure 6. Description des ajustements	21
Figure 7. Impacts de chocs exogènes sur le prix mondial du blé tendre : Résultats WEMAC	23
Figure 8. Impacts de chocs exogènes sur le prix mondial du maïs : Résultats WEMAC.	24
Figure 9. Consommation de Blé en Argentine	34
Figure 10. Consommation de Blé au Brésil.....	34
Figure 11. Production et consommation de Blé au Canada.....	35
Figure 12. Exportation de blé en Argentine.....	36
Figure 13. Echanges nets de Blé au Brésil	36
Figure 14. Production de blé : projections WEMAC.....	37
Figure 15. Consommation totale de blé : projections WEMAC	38
Figure 17. Importations nettes de blé : projections WEMAC	39
Figure 18. Prix mondial de blé : projections WEMAC	40
Figure 19. Production de maïs : projections WEMAC.....	41
Figure 20. Consommation totale de maïs : projections WEMAC.....	41
Figure 21. Exportations nettes de maïs : projections WEMAC	42
Figure 23. Prix mondial de maïs : projections WEMAC	43
Figure 24. Production de soja : projections WEMAC	45
Figure 25. Consommation totale de soja : projections WEMAC	45
Figure 26. Exportations nettes de soja : projections WEMAC	46
Figure 27. Importations nettes de soja : projections WEMAC.....	47
Figure 28. Prix mondial du soja : projections WEMAC	47
Figure 29. Comparaison des projections de WEMAC et de FAPRI : production de maïs au Brésil.....	48

Figure 30. Comparaison des projections de WEMAC et de FAPRI : exportations nettes de soja en Chine.....	49
Figure 31. Comparaison des projections de WEMAC et de FAPRI : production de colza en Union européenne (à 15 membres).	49

10. Références WEMAC

2002

Benjamin C., Chantreuil F., Hess-Miglioretti A., Houée M., 2002, Rapport intermédiaire pour le Ministère de l'Agriculture, 3 volumes :

- WEMAC 2002-1 : Volume 1 : Note méthodologique, 37 p.
- WEMAC 2002-2 : Volume 2 : Résultats d'estimations du module offre, 181 p.
- WEMAC 2002-3 : Volume 3 : Résultats d'estimation des modules demande et prix, 100 p.

Benjamin C., Chantreuil F., Hess-Miglioretti A., Houée M., 2002, Le bouclage du modèle mondial, Rapport intermédiaire pour le Ministère de l'Agriculture, 28 p. (WEMAC 2002-4).

Benjamin C., Chantreuil F., Guéguen C., Hess-Miglioretti A., Houée M., 2002, Rapport final pour le Ministère de l'Agriculture, 2 volumes :

- WEMAC 2002-5 : Volume 1 : Modèle mondial des productions des demandes et des échanges de céréales : fonctionnement et premiers résultats, 89 p.
- WEMAC 2002-6 : Volume 2 : Annexes du rapport final, 65 p.

2003

Benjamin C., Guéguen C., Houée M., 2003, Extension du modèle mondial des productions et des échanges de céréales : vers un modèle de grandes cultures, méthodologie et premiers résultats, Rapport intermédiaire pour Pluriagri, 49 p. (WEMAC 2003-1).

Benjamin C., Guéguen C., Houée M., 2003, Rapport final pour Pluriagri, 2 volumes :

- WEMAC 2003-2 : Volume 1 : Extension du modèle mondial des productions et des échanges de céréales : modélisation des marchés mondiaux des oléagineux, 32 p.
- WEMAC 2003-3 : Volume 2 : Résultats des estimations par pays, 150 p.

2004

Benjamin C., Guéguen C., Houée M., 2003, Extension du modèle mondial des productions et des échanges de céréales : modélisation des marchés mondiaux des oléagineux, Rapport final pour Pluriagri, 32 p. (WEMAC 2004-1).

Benjamin C, Guéguen C Houée M., Piot-Lepetit I, 2004 Modèle mondial des productions et des échanges de grandes cultures, Approfondissement du travail de modélisation du modèle mondial des grandes cultures pour produire des résultats opérationnels, Rapport intermédiaire pour le Ministère de l'Agriculture, 93 p. (WEMAC 2004-2.).

2005

Herrard, N, Houée M, 2005 Base de données WEMAC, Rapport intermédiaire pour le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et de la Ruralité, 36 p. (WEMAC 2005-1).

Benjamin C, Herrard N., Houée M., Piot-Lepetit I, 2005, Projections et scénarii de politique agricole, Rapport intermédiaire pour le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et de la Ruralité, 24 p. (WEMAC 2005-2).

Herrard, N, Houée M, 2005, Mise en œuvre du scénario de référence, Rapport intermédiaire pour le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et de la Ruralité, 22 p. (WEMAC 2005-3).

Herrard, N, Houée M., 2005, (WEMAC-CD-2005-1) Cd-Rom "WEMAC Base de données" pour le Ministère de l'Agriculture.

Herrard, N, Houée M., 2005, (WEMAC-CD-2005-2) Cd-Rom "WEMAC Référence 2005" pour le Ministère de l'Agriculture.