



HAL
open science

Extension du modèle WEMAC : l'intégration du sucre

Agneta Forslund, Catherine Benjamin

► **To cite this version:**

Agneta Forslund, Catherine Benjamin. Extension du modèle WEMAC : l'intégration du sucre. [Travaux universitaires] Inconnu. 2005, 88 p. hal-01959656

HAL Id: hal-01959656

<https://hal.science/hal-01959656v1>

Submitted on 18 Dec 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

20

Novembre
2005
n°5

Rapport Intermédiaire

PLURIAGRI

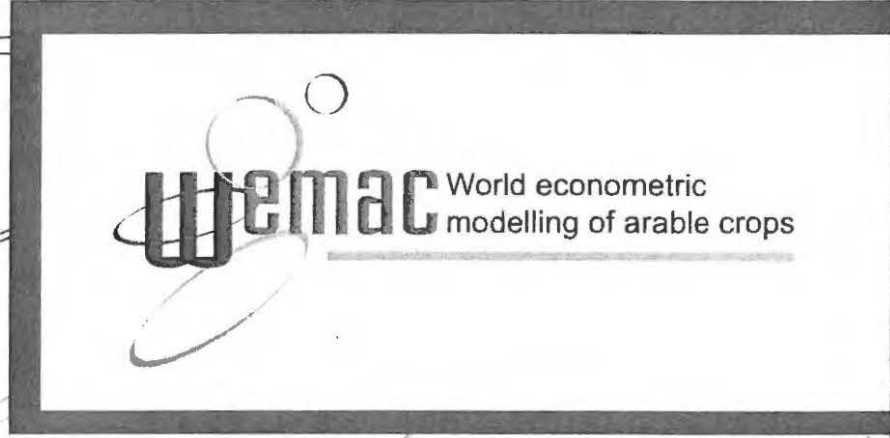
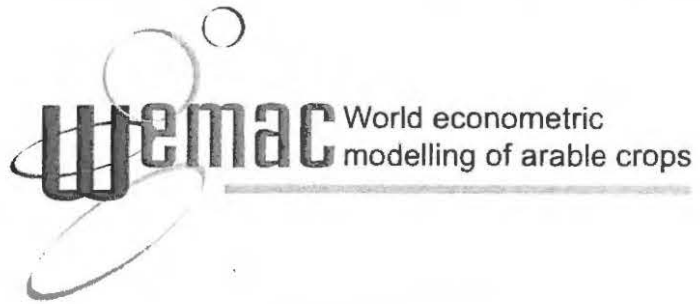
I
N
R
A

E
S
R

R
E
N

C
B
E

6
1



Modèle économétrique
des marchés mondiaux des grandes cultures


Extension du modèle WEMAC :
l'intégration du sucre

Auteur :
Agnetha FORSLUND

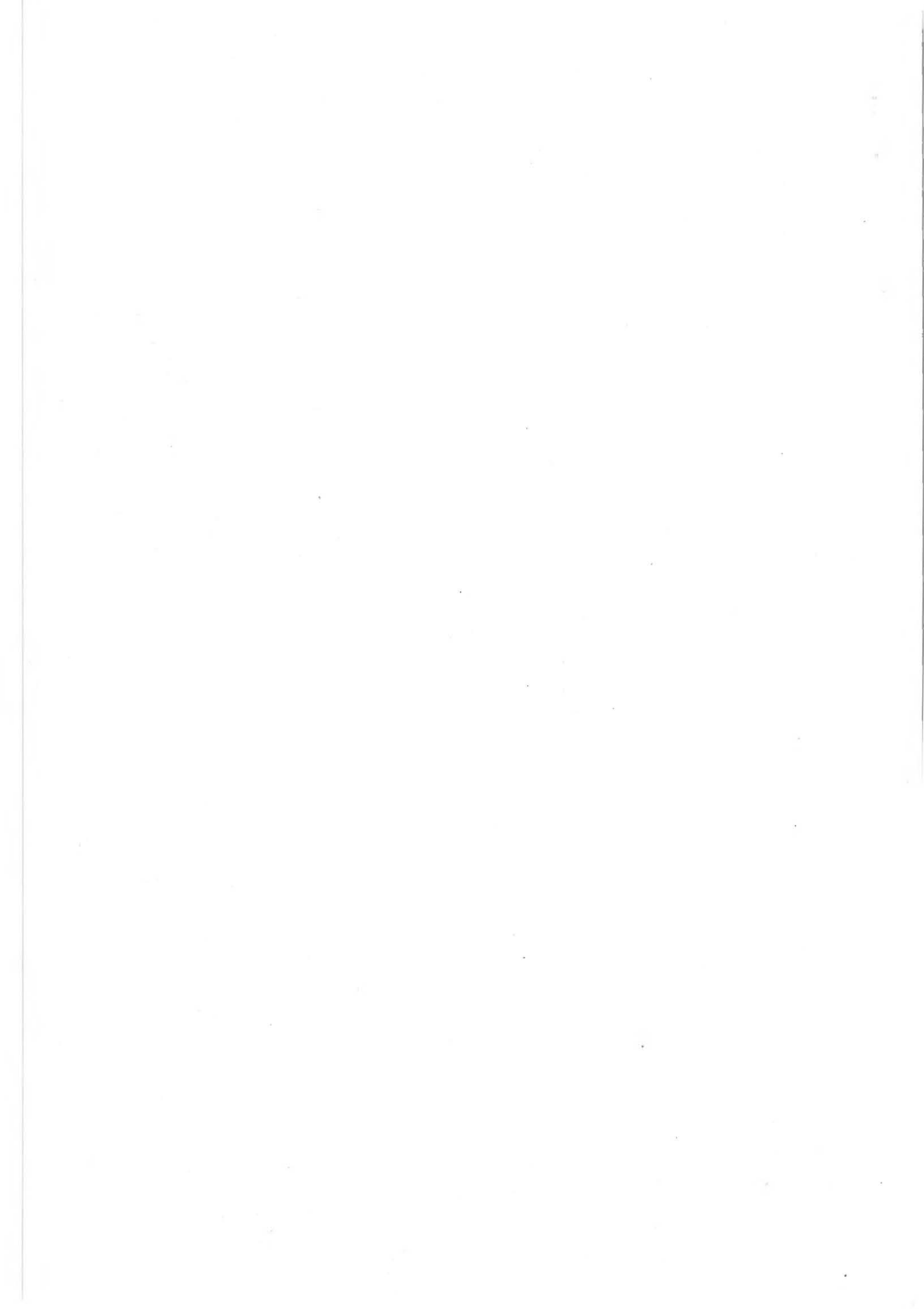
Sous la responsabilité de :
Catherine BENJAMIN

Recherche ayant bénéficié d'une aide de Pluriagri

Le support de ce document a été assuré par
Christine VALADE.
Le contenu du présent document n'engage que la
responsabilité de ses auteurs.

Unité d'Economie
et Sociologie Rurales  **INRA**

conception graphique : Amélie Rocheteaux / INRA-ESR 2005



- Avertissement

Ce rapport intermédiaire détaille le travail réalisé dans le cadre de la convention Pluriagri 2005 concernant l'intégration du marché du sucre dans le modèle Wemac (Phase 1). Ce document est le résultat d'un travail évolutif alimenté en particulier par les réunions de travail communes avec les membres de pluriagri du 1^{er} juin et du 13 octobre 2005.

Après un aperçu du marché du sucre et de la littérature existante sur le sujet, la modélisation du marché du sucre au Brésil et en Union Européenne sera présentée. Les deux dernières parties détaillent les données utilisées.

DOCUMENTATION ÉCONOMIE RURALE RENNES



* 0 0 9 4 4 2 *

Table des matières

1. - APERÇU STATISTIQUE DU MARCHÉ MONDIAL DU SUCRE.....	7
1.1. - LE MARCHÉ MONDIAL DU SUCRE.....	7
1.1.1. - Une production de sucre très concentrée.....	7
1.1.2. - Une consommation mondiale dispersée.....	8
1.1.3. - Les échanges commerciaux de sucre.....	9
1.2. - LE RÔLE CAPITAL DU BRÉSIL SUR LE MARCHÉ DU SUCRE.....	10
2. - BREF PANORAMA DE LA LITTÉRATURE EXISTANTE SUR LE SUCRE.....	12
2.1. - LES PRINCIPAUX MODÈLES.....	12
2.2. - L'IMPORTANCE DE L'ETHANOL.....	13
3. - ENTREPRENDRE LA MODELISATION DE LA PRODUCTION, DE LA CONSOMMATION ET DES ECHANGES DE SUCRE AU BRÉSIL.....	14
3.1. - MODELISATION DE L'OFFRE DE SUCRE AU BRÉSIL.....	14
3.1.1. - L'offre de canne à sucre.....	14
3.1.1.1. - La particularité géographique de la canne à sucre au Brésil.....	14
3.1.1.2. - La particularité liée à l'éthanol.....	15
3.1.1.3. - Spécification de l'équation de la surface de la canne à sucre.....	16
3.1.2. - L'offre de sucre.....	16
3.1.2.1. - Méthode de modélisation de l'offre de sucre.....	16
3.1.2.2. - Spécification des équations de l'offre de sucre.....	20
3.2. - LES AUTRES EQUATIONS DE COMPORTEMENT DU MODELE DE MARCHÉ BRÉSILIEN.....	21
3.2.1. - Spécification des équations de la demande de sucre.....	21
3.2.2. - Spécification de l'équation des stocks de sucre.....	22
3.2.3. - Spécification de l'équation du prix producteur de la canne à sucre.....	22
3.2.4. - Spécification de l'équation du prix domestique du sucre brut.....	23
3.2.5. - Spécification de l'équation du prix domestique de l'alcool anhydre.....	24
3.3. - MODELE RETENU ET RESULTATS D'ESTIMATION.....	25
3.3.1. - Résultats d'estimation de la surface de la canne à sucre.....	25
3.3.2. - Résultats d'estimation de la différence de production.....	25
3.3.3. - Résultats d'estimation de l'équation de la consommation du sucre par habitant.....	28
3.3.4. - Résultats d'estimation de l'équation des stocks de sucre.....	29
3.3.5. - Résultats d'estimation de l'équation du prix de la canne.....	29
3.3.6. - Résultats d'estimation des équations des prix du sucre et de l'alcool.....	30
3.3.7. - Résultats graphiques.....	31
3.4. - MISE EN ŒUVRE DES PROJECTIONS ET DES SIMULATIONS.....	35
3.4.1. - Mise en œuvre du scénario de référence.....	35
3.4.2. - Résultats des projections sur la période 2004-2013.....	36
3.4.3. - Définition des scénarii de simulation.....	40
3.4.3.1. - Scénario 1 : Le prix du pétrole continue à augmenter.....	40
3.4.3.2. - Scénario 2 : Le prix du pétrole revient à 30\$/baril en 2006.....	40
3.4.4. - Résultats des simulations.....	41
3.4.4.1. - Résultats de simulation du scénario 1 : le prix du pétrole continue à augmenter.....	41
3.4.4.2. - Résultats de simulation du scénario 2 : le prix du pétrole revient à 30\$/baril en 2006.....	43
4. - ENTREPRENDRE LA MODELISATION DE LA PRODUCTION, DE LA CONSOMMATION ET DES ECHANGES DANS LES PAYS DE L'UE-25.....	46
4.1. - MODELISATION DU MARCHÉ DU SUCRE DANS L'UNION EUROPEENNE A 15.....	46
4.1.1. - Modélisation désagrégée de la production.....	46
4.1.2. - Modélisation agrégée de la demande et des échanges.....	48
4.1.2.1. - Spécification de l'équation de la consommation de sucre par habitant.....	48
4.1.2.2. - Spécification de l'équation du stock final de sucre.....	49
4.1.3. - Modélisation des prix.....	49
4.1.3.1. - Spécification de l'équation du prix des betteraves pour la France et l'Allemagne.....	49
4.1.4. - Les résultats d'estimation.....	50
4.1.4.1. - La consommation de sucre par habitant.....	50
4.1.4.2. - Les stocks de sucre.....	50
4.1.4.3. - Le prix de betteraves.....	51
4.1.4.4. - Résultats graphiques.....	52
4.2. - MODELISATION DU MARCHÉ DU SUCRE DES 10 NOUVEAUX ETATS MEMBRES (NEM).....	54
4.2.1. - Aperçu rapide du marché du sucre dans les NEM.....	54

4.2.2. - <i>Modélisation proposée pour les NEM</i>	55
5. - CONSTITUTION DE LA BASE DE DONNEES SUR LE SUCRE POUR LE BRESIL.	58
5.1. - LES DONNEES EN VOLUME.....	58
5.2. - LES PRIX.....	58
5.3. - LES VARIABLES MACROECONOMIQUES.....	59
5.4. - RESUME DES DONNEES UTILISEES DANS LE MODELE.....	59
6. - CONSTITUTION DE LA BASE DE DONNEES POUR L'UE-25	61
6.1. - L'UNION EUROPEENNE A 15	61
6.1.1. - <i>Comparaison des différentes sources de données</i>	61
6.1.2. - <i>Les données en volume</i>	65
6.1.3. - <i>Les prix</i>	65
6.1.4. - <i>Les variables macroéconomiques</i>	65
6.1.5. - <i>Résumé des données utilisées dans le modèle</i>	66
6.2. - LES 10 NOUVEAUX ETATS MEMBRES	67
6.2.1. - <i>Disponibilité des données en volume</i>	67
6.2.2. - <i>Disponibilité des prix</i>	67
7. - PROLONGEMENTS	68
8. - BIBLIOGRAPHIE	69
9. - ANNEXES	70
9.1. - ANNEXE 1 : SYNTHÈSE DES MODELISATIONS EXISTANTES RELATIVES AU MARCHÉ DU SUCRE.....	70
9.2. - ANNEXE 2 : RESULTATS DES PROJECTIONS.....	81
9.3. - ANNEXE 3 : RESULTATS DE SIMULATION.....	83

Liste des tableaux

Tableau 1 : Résultats d'estimation de la surface de la canne à sucre	25
Tableau 2 : Résultats d'estimation de la différence de production	25
Tableau 3 : Résultats d'estimation de la consommation de sucre par habitant	28
Tableau 4: Résultats d'estimation du stock final de sucre	29
Tableau 5: Résultats d'estimation du prix de la canne.....	29
Tableau 6: Résultats d'estimation du prix domestique réel du sucre brut.....	30
Tableau 7 : Résultats d'estimation du prix domestique réel de l'alcool anhydre.....	30
Tableau 8 : Indicateurs et hypothèses retenues.....	35
Tableau 9 : Projection de la surface de la canne à sucre.....	36
Tableau 10 : Projection de la production et des exportations de sucre.....	36
Tableau 11 : Projection de la consommation par habitant et la consommation totale de sucre	37
Tableau 12: Projection du prix de la canne à sucre, du sucre brut, de l'alcool anhydre et du rapport de prix sucre/alcool	38
Tableau 13 : Résultats d'estimation de la consommation de sucre par habitant dans l'UE 15	50
Tableau 14 : Résultats d'estimation du stock final de sucre dans l'UE 15	50
Tableau 15 : Résultats d'estimation du prix de betteraves (réel) de la France.....	51
Tableau 16 : Résultats d'estimation du prix de betteraves (réel) de l'Allemagne.....	51
Tableau 17 : Synthèse des données utilisées dans le modèle.....	59
Tableau 18 : Synthèse des données utilisées dans le modèle.....	66
Tableau 19 : Disponibilité des données dans les 10 Nouveaux Etats membres.....	67
Tableau 20 : Résultat des projections : Scénario de référence - en niveau	81
Tableau 21 : Résultat des projections : Scénario de référence - en taux de variation	82
Tableau 22 : Résultats de simulation : le prix du pétrole continue à augmenter (scénario 1) - en niveau.....	83
Tableau 23 : Résultats de simulation : le prix du pétrole continue à augmenter (scénario 1) – en taux de variation par rapport au scénario de référence	84
Tableau 24 : Résultats de simulation : le prix du pétrole revient à 30\$ /baril en 2006 (scénario 2) - en niveau.....	85
Tableau 25 : Résultats de simulation : le prix du pétrole revient à 30\$ /baril en 2006 (scénario 2) - en taux de variation par rapport au scénario de référence	86

Liste des figures

Figure 1 : Les principaux pays producteurs de sucre.....	7
Figure 2 : Evolution de la production mondiale de sucre	8
Figure 3 : Les principaux pays consommateurs de sucre.....	9
Figure 4 : Les principaux pays exportateurs de sucre.....	9
Figure 5 : Les principaux pays importateurs de sucre.....	10
Figure 6 : Evolution de la production et des exportations de sucre au Brésil	10
Figure 7 : Surface allouée à la culture de cannes à sucre au Brésil.....	15
Figure 8 : Extraction de sucre à partir de la canne (en %)	17
Figure 9 : Production théorique et effective de sucre de canne	18
Figure 10 : Production d'alcool au Brésil.....	19
Figure 11 : Différence entre la production théorique et effective de sucre de canne.....	19
Figure 12 : Evolution du prix du sucre et de l'alcool au Brésil	23
Figure 13 : Corrélacion entre les prix mondiaux du sucre et le prix domestique du sucre au Brésil.....	24
Figure 14: Résultat d'estimation de l'équation de différence de production	26
Figure 15 : Evolution de la surface de canne à sucre au Brésil.....	27
Figure 16 : Résultat d'estimation de l'équation de production de sucre.....	31
Figure 17 : Résultat d'estimation de l'équation de stock final de sucre.....	31
Figure 18 : Résultat d'estimation de l'équation de consommation de sucre par habitant	32
Figure 19 : Résultat d'estimation de la consommation totale de sucre	32
Figure 20 : Résultat d'estimation de l'équation des exportations nettes de sucre.....	33
Figure 21 : Résultat d'estimation du prix du sucre brut.....	33
Figure 22 : Résultat d'estimation du prix de l'alcool anhydre.....	34
Figure 23 : Résultat d'estimation du prix de la canne à sucre.....	34
Figure 24 : Projection sur la période 2004-2013 de la production et des exportations de sucre au Brésil	37
Figure 25 : Projection sur la période 2004-2013 du rapport du prix sucre/alcool	38
Figure 26 : Projection sur la période 2004-2013 de l'allocation de la canne à sucre entre la production de sucre et d'éthanol	39
Figure 27 : Scénario 1 : Le prix du pétrole continue à augmenter	40
Figure 28 : Scénario 2 : Le prix du pétrole revient à 30\$/baril en 2006.....	41
Figure 29 : Evolution du rapport de prix sucre/alcool dans le scénario 1.....	41
Figure 30 : Evolution de la production de sucre dans le scénario 1.....	42
Figure 31 : Evolution des exportations de sucre dans le scénario 1.....	42
Figure 32 : Evolution de l'allocation de la canne à sucre dans le scénario 1.....	43
Figure 33 : Evolution du rapport de prix sucre/alcool dans le scénario 2.....	43
Figure 34 : Evolution de la production de sucre dans le scénario 2.....	44
Figure 35 : Evolution des exportations de sucre dans le scénario 2.....	44
Figure 36 : Evolution de l'allocation de la canne à sucre dans le scénario 2.....	45
Figure 37 : Production de sucre dans l'Union Européenne	46
Figure 38 : Production européenne de sucre de betterave et de canne.....	47
Figure 39 : Résultat d'estimation de la consommation de sucre par habitant dans l'UE 15	52
Figure 40 : Résultat d'estimation du stock final de sucre dans l'UE 15	52
Figure 41 : Résultat d'estimation du prix des betteraves en France.....	53
Figure 42 : La production de sucre dans les 10 nouveaux Etats membres.....	54
Figure 43 : La consommation de sucre dans les 10 nouveaux Etats membres.....	54
Figure 44 : Les échanges de sucre dans les 10 nouveaux Etats membres	55
Figure 45 : Evolution de la surface de betteraves en Pologne	55
Figure 46 : Evolution de la production de sucre en Pologne	56
Figure 47 : Evolution de la consommation totale de sucre en Pologne	56
Figure 48 : Evolution des échanges de sucre en Pologne	57
Figure 49 : Comparaison des données PSD et Eurostat relatives à la production de sucre en UE	61
Figure 50 : Comparaison des données PSD et Eurostat relatives à la consommation domestique humaine de sucre en UE	62
Figure 51 : Comparaison des données PSD et Eurostat relatives aux stocks de sucre en UE.....	62
Figure 52 : Comparaison des données PSD et Eurostat relatives aux importations de sucre en UE.....	63
Figure 53 : Comparaison des données PSD et Eurostat relatives aux exportations de sucre en UE	63
Figure 54 : Comparaison des données PSD, Eurostat et FAO relatives aux exportations de sucre en UE	64
Figure 55 : Comparaison des données PSD, Eurostat et FAO relatives aux importations de sucre en UE.....	64
Figure 56: Evolution de la population de l'Union Européenne	65

1. - Aperçu statistique du marché mondial du sucre

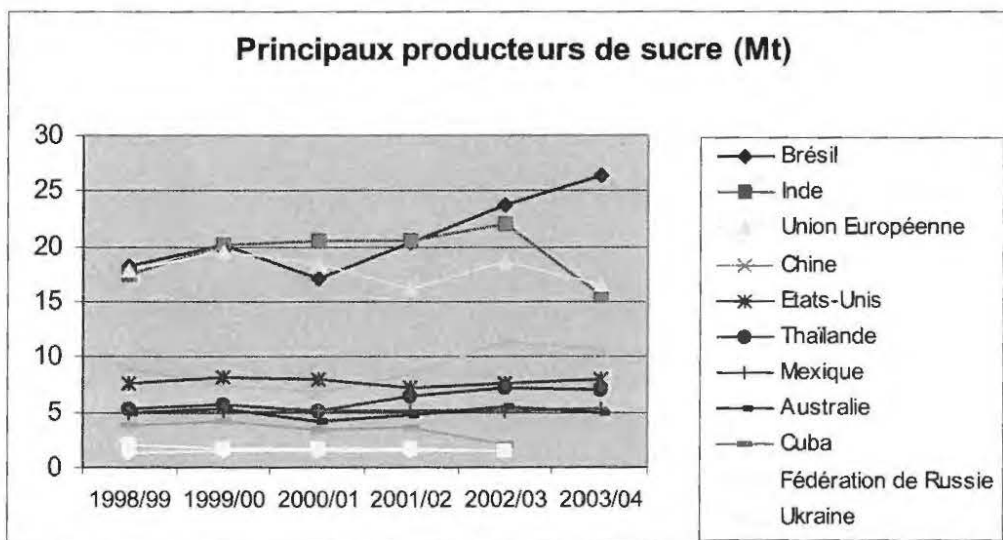
1.1. - Le marché mondial du sucre

Le sucre est produit à partir de deux plantes distinctes ; la canne à sucre, plante tropicale, et la betterave sucrière, cultivée dans les régions tempérées. Le sucre obtenu à partir de la canne à sucre peut être commercialisé soit sous forme brute soit sous forme raffinée. La betterave offre du sucre blanc qui est toujours raffiné avant d'être vendu et consommé sur le marché. La distinction entre sucre brut et sucre raffiné n'est pas faite ici car les informations sont rarement disponibles de manière détaillée par pays.

1.1.1. - Une production de sucre très concentrée

Sur plus de 120 pays producteurs de sucre, huit pays totalisent presque 70% de la production mondiale pour l'année 2003/2004 (141.7 Mt) : le Brésil (26.4 Mt), l'Union Européenne (16.5 Mt), l'Inde (15.5 Mt) qui a dépassé l'Union Européenne en terme de production dans l'année 2000/2001 mais qui diminue en 2003/2004, la Chine (10.7 Mt), les Etats-Unis (8.0 Mt) la Thaïlande (7.0 Mt), le Mexique (5.3 Mt) et l'Australie (5.0 Mt) (USDA).

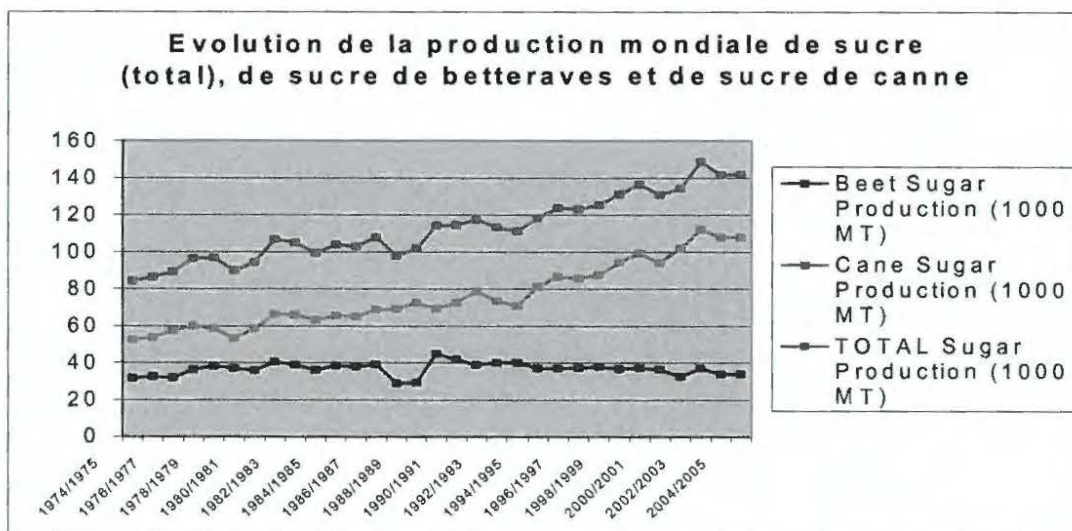
Figure 1 : Les principaux pays producteurs de sucre



Source : Usda (Cyclope, 2005)

En 1998/1999, la production brésilienne a dépassé celle de l'Union Européenne, premier producteur mondial du sucre blanc. Le Brésil est aujourd'hui le premier producteur de sucre (brut et raffiné confondu).

Figure 2 : Evolution de la production mondiale de sucre



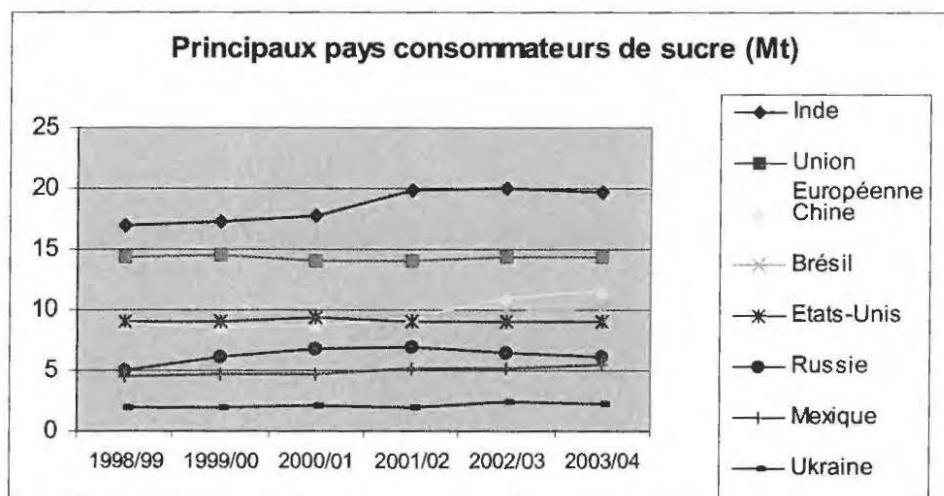
Source: Foreign Agricultural Service, Official USDA Estimates

Depuis les années 1970, le volume de sucre de canne dans la production mondiale de sucre a augmenté fortement, notamment à partir des années 1990 sous l'influence de l'explosion de la production brésilienne, tandis que le volume de sucre de betteraves dans la production de sucre est resté stable. Le différentiel entre les productions de sucre de canne et de sucre de betterave en 2004/2005 était d'environ 74 Mt.

1.1.2. - Une consommation mondiale dispersée

Si la production mondiale de sucre est assez concentrée, la consommation de sucre est très différente d'un pays à un autre. Dans les pays industrialisés, la consommation de sucre a diminué depuis une ou deux décennies, notamment sous l'influence de la saturation du marché, mais aussi en raison de l'émergence d'une large gamme de substituts. En revanche, la consommation dans les pays en voie de développement a tendance à augmenter. Dans ces pays, le sucre est un pilier dans le régime alimentaire car il permet de satisfaire les besoins élémentaires énergétiques de l'homme. La consommation mondiale s'échelonne d'environ 8 kg par habitant en Chine à plus de 50 kg par habitant en Nouvelle Zélande, au Brésil et à Cuba, la moyenne mondiale étant d'environ 20 kg par habitant (Cnuccd). Les perspectives de croissance de la consommation mondiale de sucre sont donc potentiellement importantes. Toutefois, elles sont aussi concernées par les produits sucrés de substitution, notamment aux Etats-Unis.

Figure 3 : Les principaux pays consommateurs de sucre



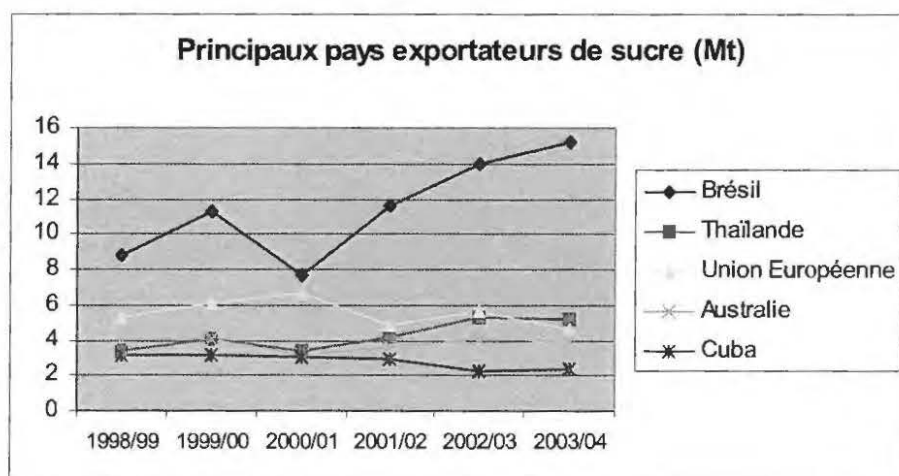
Source : Usda (Cyclope, 2005)

Parmi les plus gros pays consommateurs de sucre on trouve l'Inde, l'Union Européenne, la Chine, le Brésil et les Etats-Unis. La Chine et l'Inde devraient rester la principale source de croissance de la demande mondiale de sucre dans les années à venir.

1.1.3. - Les échanges commerciaux de sucre

Généralement, plus de 70% de la production mondiale de sucre est consommé sur le marché domestique, ce qui implique que seulement une petite part de la production est sujette aux échanges internationaux (Morissey et al. 2005). Une part significative de ce commerce se réalise par des accords préférentiels. Cependant, les échanges mondiaux de sucre ont considérablement augmenté depuis le début des années 1980. Les exportations mondiales s'élèvent à 45.6 Mt en 2003/2004, dont 15.2 Mt, soit un tiers, provenant de Brésil. Les importations mondiales s'élèvent en 2003/2004 à 39.4 Mt. Le plus grand importateur mondial est la Russie avec 3.7 Mt de sucre importé en 2003/2004, mais sa part tend à diminuer dans le commerce mondial.

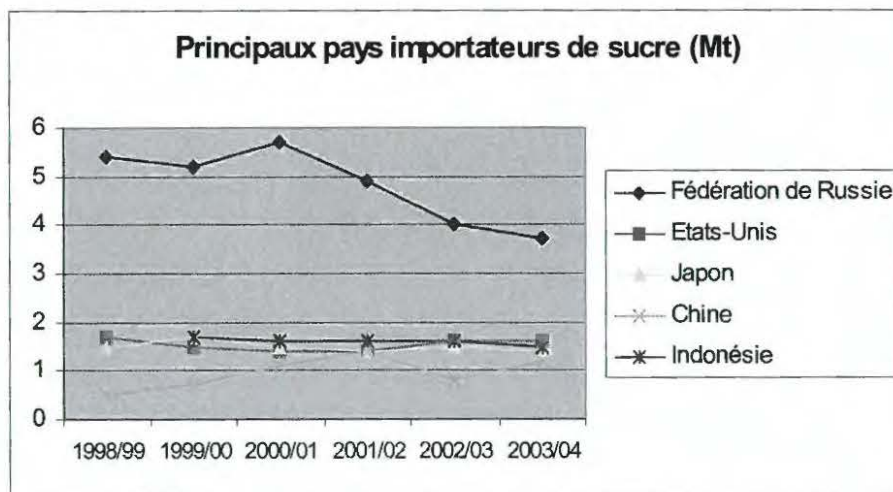
Figure 4 : Les principaux pays exportateurs de sucre



Source : USDA (Cyclope, 2005)

Le Brésil est de loin le premier exportateur mondial de sucre, brut et raffiné. Il est suivi par la Thaïlande, l'Union Européenne, l'Australie et Cuba.

Figure 5 : Les principaux pays importateurs de sucre



Source : USDA (Cyclope, 2005)

Le principal importateur de sucre est la Russie. Cependant, depuis 2000/2001, les importations russes ont tendance à diminuer fortement.

1.2. - Le rôle capital du Brésil sur le marché du sucre

Depuis quelques années, le Brésil détient le rôle principal sur le marché du sucre. En 2003/2004, le Brésil représentait environ 19 % de la production mondiale de sucre (USDA). Les exportations brésiliennes de sucre sont estimées à 18.1 Mt en 2004/2005, presque 40% des exportations mondiales et presque 60% de la production de sucre au Brésil (USDA).

Figure 6 : Evolution de la production et des exportations de sucre au Brésil



Source : PSD, USDA

La production de sucre et les exportations de sucre au Brésil ont explosé depuis le début des années 1990. Depuis 1994/1995 le taux de croissance annuel de la production a été de 10,5% en moyenne et le taux de croissance annuel des exportations de sucre de 20,6% en moyenne. La raison d'une telle croissance de la production réside d'une part dans le fait que pendant longtemps, une part majeure de la production de cannes à sucre au Brésil était destinée à la distillation d'alcool. La baisse des prix du pétrole à la fin des années 1980 et le coût élevé des subventions nécessaires ont depuis limité l'expansion de la production d'alcool. Résultat, les tonnes de cannes à sucre étaient réorientées vers les sucreries à la place des distilleries et ont ainsi accéléré la production mondiale. D'autre part, l'augmentation des cours internationaux de sucre à partir de 1994, ainsi que l'ouverture complète du marché à l'export en 1997, ont également tiré la production et les exportations de sucre au Brésil à la hausse.

Aujourd'hui, environ 50% de cannes à sucre récoltées au Brésil sont destinées à la production d'alcool. Après une stagnation depuis le début des années 1990, la production d'alcool est de nouveau dynamique depuis 2003 avec notamment l'introduction des véhicules bicom bustibles sur le marché et l'augmentation des cours de pétrole. Une part supplémentaire de la récolte de canne au Brésil pourrait donc être transformée en éthanol au détriment de la production de sucre.

2. - **Bref panorama de la littérature existante sur le sucre**

Les modèles d'équilibre partiel développés pour traiter les questions relatives au marché du sucre, sont plus ou moins fondés suivant la même démarche. En effet, quelque soit l'objectif du modèle et sa couverture géographique, que ce soit un modèle appliqué à la culture de betteraves sucrières ou de cannes à sucre, il existe une certaine ressemblance dans la structure des modèles. Tout d'abord, un trait commun est que l'on traite soit avec des volumes de sucre mesurés en sucre brut, soit avec des volumes de sucre mesurés en sucre blanc. Toute quantité sur le marché de sucre est donc spécifiée soit en sucre brut équivalent ou en sucre blanc équivalent¹. Le sucre est par conséquent traité comme un bien homogène. Ainsi, on traite uniquement avec un seul prix mondial ; le plus souvent le prix du sucre brut FOB caribéen.

2.1. - Les principaux modèles

Parmi les principaux modèles qui traitent le sucre, on trouve en particulier les modèles CARD International Sugar Model de FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute) (Beghin et El-Obeid, 2004), « World Sugar Policy Simulation Model » développé par North Dakota State University (Benirschka, et al., 1996), Sugabare du groupe ABARE (Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics) (Sheales, 1999), AGLINK de l'OCDE (Organisation de Coopération et de développement économiques) ainsi que « World Ethanol Sugar Model » de FAO (Food and Agriculture Organisation) (Koizumi, 2003). La plupart de ces modèles spécifient des équations de comportement pour la surface récoltée de cannes à sucre ou de betteraves sucrières, le rendement de cannes ou de betteraves, la consommation de sucre par habitant, le stock final de sucre et les échanges internationaux. La production de cannes à sucre ou de betteraves est obtenue par la multiplication de la surface et le rendement. La production de sucre est obtenue en appliquant un taux d'extraction exogène à la production de cannes à sucre ou de betteraves. La production de sucre n'est donc pas estimée explicitement dans ces modèles, mais déduite de manière purement technique malgré le fait que les producteurs de sucre (les sucreries/distilleries) détiennent un rôle essentiel dans la décision de produire ou non du sucre (par exemple la décision de dédier ou non la canne à sucre à la production d'éthanol dans le cas du Brésil). Seule exception à la règle est le « World Ethanol Sugar Model » qui multiplie la surface et le rendement de cannes à la fois par un taux d'extraction de sucre et un ratio d'allocation de la canne à sucre pour avoir la production de sucre et celle d'éthanol. Côté demande, la demande industrielle du sucre est confondue avec la

¹ Un volume donné en sucre brut équivaut à un volume inférieur en sucre blanc car les impuretés en ont été éliminés par le raffinage.

consommation humaine de sucre. Pour plus de précisions sur les modèles cités, une synthèse des modélisations existantes relatives au marché du sucre se trouve en annexe.

2.2. - L'importance de l'éthanol

Dans les principaux travaux existants, l'originalité du marché du sucre que constitue le lien étroit avec le marché de l'éthanol n'est pas prise en compte (voir par exemple Beghin et El-Obeid, 2004), or c'est un élément clé qui influencera largement l'évolution future de ce marché. Aujourd'hui, le Brésil, qui est de loin le premier producteur mondial du sucre, consacre environ 50% des cannes à sucre à la fabrication de l'éthanol carburant. Le développement du secteur d'éthanol est par conséquent déterminant pour la production et les exportations futures de sucre de ce pays. Les exportations brésiliennes représentant environ 40% des exportations mondiales, leur développement aura un impact décisif sur l'évolution du marché mondial de sucre et des prix. Dans les trois premiers modèles cités, aucune information n'est donnée sur la considération de l'éthanol dans la modélisation. L'OCDE, liste la production d'éthanol à côté de la production de sucre dans la présentation des résultats de projections, mais aucune indication révèle l'interférence entre ces deux marchés dans le modèle², ni comment le marché du sucre est représenté. Enfin, les résultats du modèle SUGABARE confirment l'importance de l'attention accordée au marché brésilien (Piketty et Boussard, 2002). En effet ce modèle, utilisé par la délégation australienne à Seattle pour promouvoir la libéralisation des échanges, se montre très sensibles aux hypothèses faites sur le développement du programme Proalcool au Brésil : le prix mondial baisse rapidement dès lorsqu'on augmente la part de la production de canne brésilienne destinée au sucre.

Etant donné ces éléments ainsi que le contexte énergétique et environnemental actuel avec une utilisation renforcée des biocarburants (dont l'éthanol) dans le monde, il est essentiel de considérer le lien avec l'éthanol en étudiant le marché du sucre au Brésil. Il s'agit de comprendre le comportement des producteurs dans leur choix de décisions de production et de développer un cadre structurel microéconomique approprié afin d'évaluer l'arbitrage qui s'opère entre les deux produits; le sucre et l'éthanol, en fonction notamment de leur profitabilité relative. Ce cadre structurel servira de base pour la spécification économétrique des équations de comportement du modèle.

² Le modèle utilisé par l'OCDE est le modèle Aglink.

3. - Entreprendre la modélisation de la production, de la consommation et des échanges de sucre au Brésil

L'intégration du sucre dans le modèle WEMAC passe en premier lieu par la modélisation du marché du sucre au Brésil, premier producteur et exportateur mondial. La représentation du marché du sucre au Brésil est fondée sur une modélisation économétrique de l'offre de cannes et de sucre tout en intégrant la spécificité du marché brésilien qui est le lien avec l'éthanol, de la demande et des stocks de sucre, ainsi que des prix de la canne, du sucre et de l'éthanol.

3.1. - Modélisation de l'offre de sucre au Brésil

Le sucre au Brésil est produit exclusivement à partir de la canne à sucre. Pour modéliser l'offre du sucre au Brésil, il faut passer par l'étude de la canne à sucre et ensuite par la production de sucre et l'arbitrage qu'il peut y avoir avec l'éthanol.

3.1.1. - L'offre de canne à sucre

Dans la version actuelle de Wemac, les céréales et les oléagineux sont modélisées dans un système d'équation qui représente le schéma d'allocation de la surface de grandes cultures. Nous aurions pu ajouter la canne à sucre directement dans le schéma d'assolement mais la culture de la canne à sucre comporte quelques particularités. D'une part, de manière géographique la canne à sucre n'est pas soumise à un arbitrage avec les autres grandes cultures (contrairement aux autres grandes cultures) et en plus la terre n'est pas un facteur limitant au Brésil. D'autre part, nous souhaitons représenter le comportement des producteurs de sucre qui inclut l'arbitrage entre le sucre et l'éthanol et non pas le comportement des planteurs de cannes à sucre.

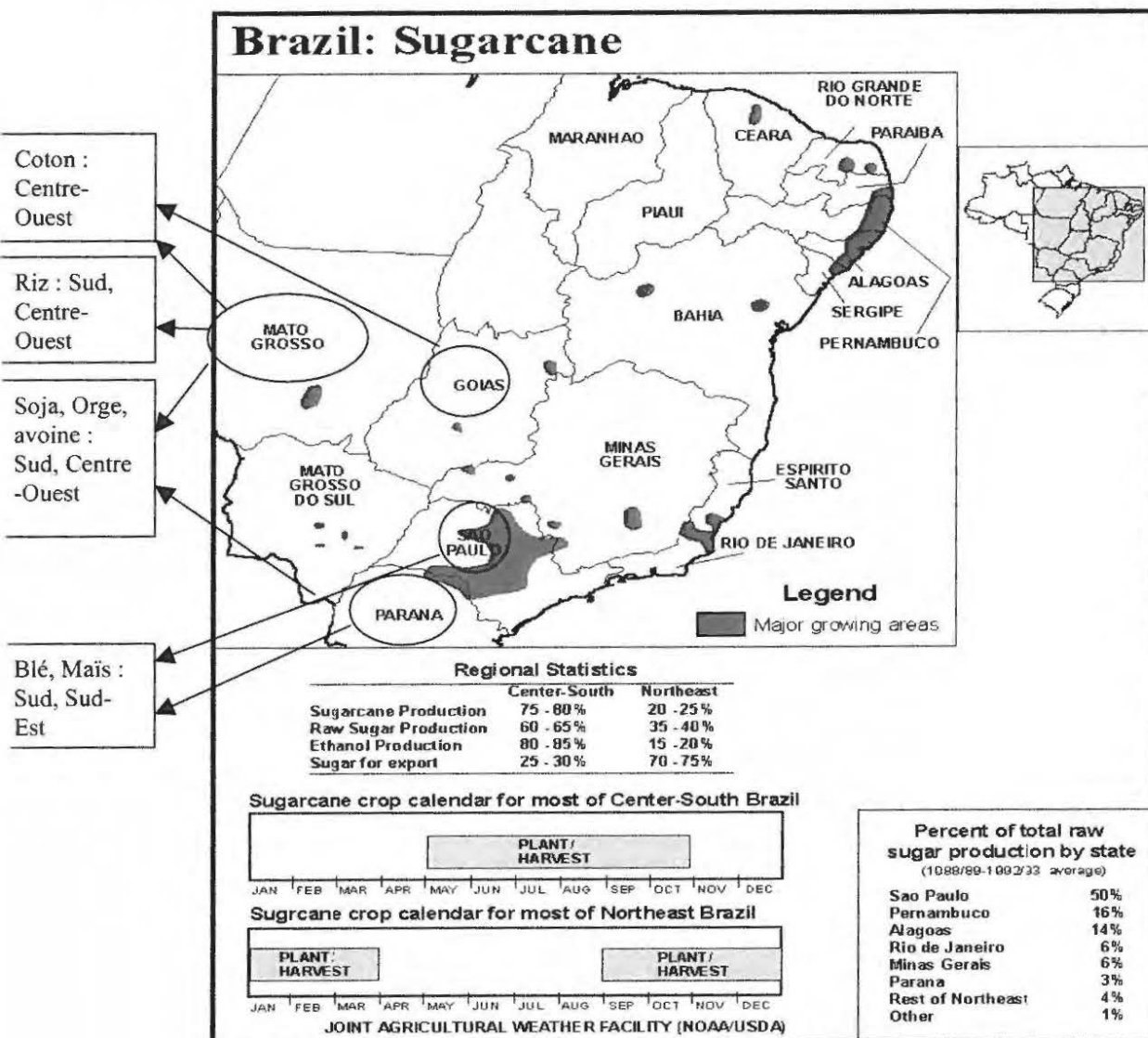
3.1.1.1. - *La particularité géographique de la canne à sucre au Brésil*

La canne à sucre est cultivée dans deux régions bien distinctes au Brésil ; le Nordeste et la région de Sao Paulo. Ces régions ne correspondent pas aux principales régions productrices des autres grandes cultures (les COP) déjà modélisées et intégrées dans le modèle Wemac. La comparaison de la rentabilité relative des surfaces de cannes à sucre aux surfaces de céréales/oléagineux ne serait donc pas pertinente car les agriculteurs ne disposent pas toujours de la possibilité de choisir entre les deux types de cultures. Par ailleurs, la terre ne semble pas être un facteur limitant au Brésil : vu le potentiel énorme dont dispose le Brésil en terme de surfaces³, la décision de planter une culture

³ Le Brésil pourrait mettre en culture 90 millions d'hectares supplémentaires (UNICA).

n'est pas nécessairement prise au détriment d'une autre. Même si la culture de la canne a remplacé certaines productions animales dans des endroits stratégiques comme la région de Sao Paulo, la comparaison des deux surfaces (surface de la canne et surface fourragère) simultanément paraît difficile à cause de la grande différence de taille entre la surface fourragère (84% de la surface agricole utile) et la surface consacrée à la culture de la canne (un peu plus de 2% de la surface agricole utile).

Figure 7 : Surface allouée à la culture de cannes à sucre au Brésil



Source : [http://www.tradefutures.cc/education/sugar/brzsugc\[1\].gif](http://www.tradefutures.cc/education/sugar/brzsugc[1].gif)

3.1.1.2. - La particularité liée à l'éthanol

L'augmentation rapide de la surface de la canne sur le passé est principalement due à une politique incitative à la production d'alcool de la part du gouvernement brésilien depuis les années 1970 et à une forte augmentation dans la production de sucre depuis le début des années 1990. La décision de cultiver ou non de la canne à sucre est alors plutôt fonction des décisions d'investissement des

usines de transformation de la canne en sucre et en alcool. L'industrie du sucre et de l'alcool répond aux opportunités de court terme relatives aux prix de sucre et d'alcool ; le producteur choisit en fonction de la profitabilité relative des deux produits, de fabriquer soit du sucre, soit de l'alcool⁴. C'est donc le comportement économique des industriels de sucre et d'alcool qui est important pour appréhender la production de sucre et non le comportement économique des planteurs de cannes à sucre.

3.1.1.3. - Spécification de l'équation de la surface de la canne à sucre

La surface de la canne sera donc estimée explicitement mais indépendamment des autres surfaces dans le schéma d'allocation du Brésil dans Wemac. Nous proposons d'estimer une équation simple qui explique la surface de la canne en fonction du prix réel de la canne en t-1, de la surface de la canne en t-1 et d'un trend.

$$surcan_t = \delta_1 + \delta_2 ripdcan_{t-1} + \delta_3 surcan_{t-1} + \delta_4 t + \omega_{1,t} \quad (1)$$

Avec $surcan_t$ la surface de cannes à sucre à la période t, $ripdcan_{t-1}$ le prix réel de la canne à la période t-1, t un trend et $\omega_{1,t}$ un aléa.

3.1.2. - L'offre de sucre

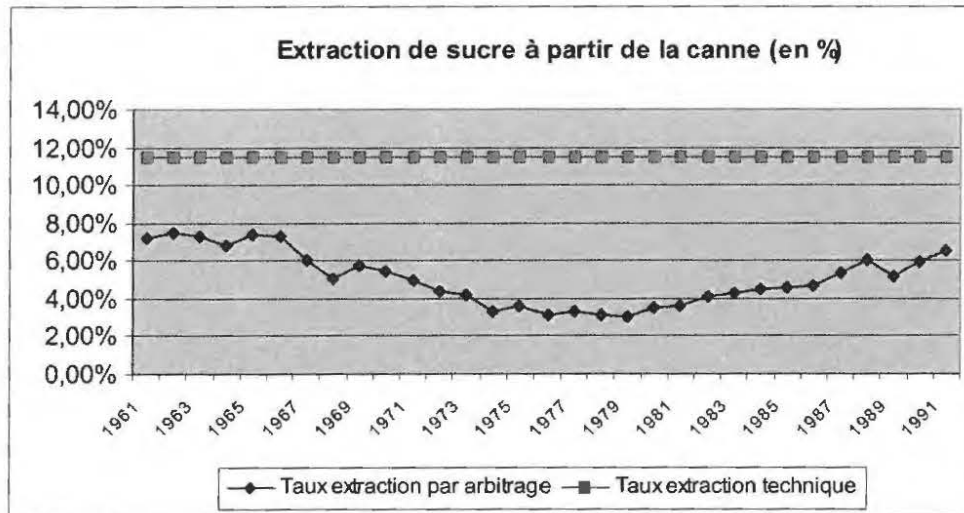
3.1.2.1. - Méthode de modélisation de l'offre de sucre

Nous avons vu que la plupart des modèles existants sur le sucre spécifient la production de sucre comme étant proportionnelle à la production de cannes. Nous allons introduire l'arbitrage que peuvent faire les industries sucrières entre la fabrication de sucre et la fabrication d'éthanol à partir d'un certain volume donné de cannes à sucre. Nous proposons alors d'estimer la différence entre la quantité maximale de sucre que l'on puisse produire à partir d'un certain volume de cannes à sucre disponible et la quantité de sucre réellement produite. Ainsi, nous déduisons la production de sucre à partir de la production maximale de sucre et de cette estimation. Cette méthode permet de prendre en compte à la fois l'arbitrage entre le sucre et l'éthanol et la condition de contrainte des ressources en cannes ainsi que d'expliquer la production de sucre.

La quantité maximale de sucre est calculée en multipliant la production de cannes par un taux d'extraction « technique ».

⁴ Dans une moindre mesure, l'éthanol est aussi parfois produit à partir de la mélasse, mais dans ce cas l'éthanol est un sous-produit de la production de sucre.

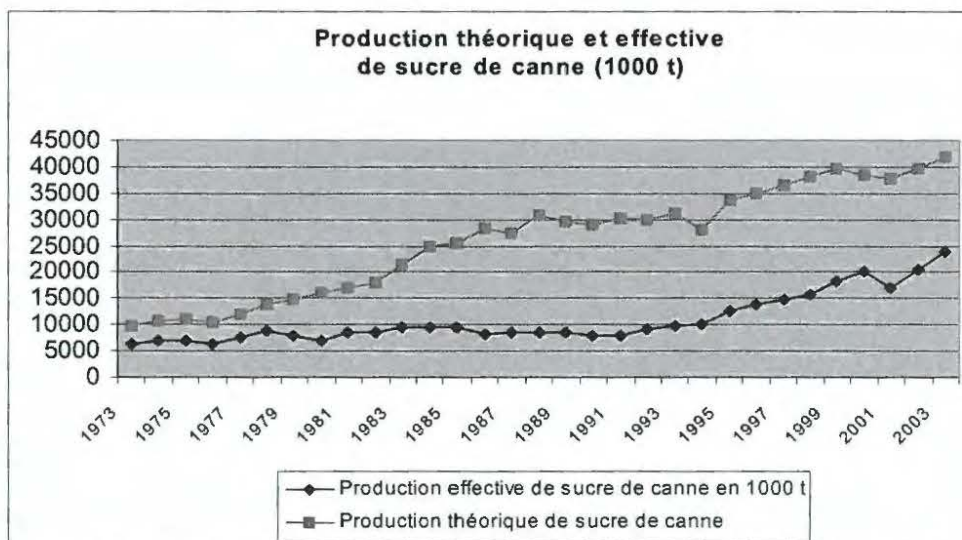
Figure 8 : Extraction de sucre à partir de la canne (en %)



Source: CnuCED, ESR-PSD

Le taux d'extraction technique définit le volume de sucre que l'on peut obtenir à partir de la canne à sucre. Ici, le taux d'extraction est de 0.115 (source : CnuCED), c'est à dire que l'on fabrique 115 kg de sucre à partir de 1 tonne de cannes. C'est le maximum de sucre de canne que l'on puisse extraire de la canne. Le taux est technique et ne varie pas au cours du temps dans notre analyse. Le taux d'extraction par arbitrage sur le graphique représente le volume de sucre effectif que l'on a extrait des cannes récoltées. Ce taux est calculé comme le rapport entre la production de sucre observée et la production de cannes observée. Ce taux varie au cours du temps, car il fait l'objet des arbitrages de la part des industries de sucre (les sucreries/distilleries). Elles utilisent en effet plus ou moins de cannes pour la fabrication du sucre selon la rentabilité relative du sucre et de l'éthanol, le reste étant affecté à la production d'éthanol.

Figure 9 : Production théorique et effective de sucre de canne

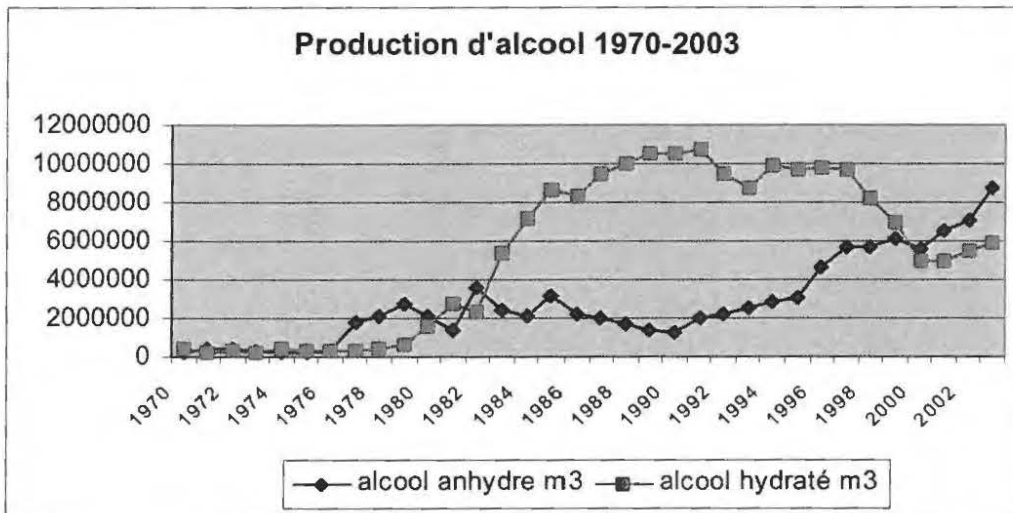


Source : Cnuced, ESR-PSD

La production effective de sucre de canne sur le graphique est la production effectivement constatée sur la période d'analyse. La production théorique de sucre de canne a été calculée en multipliant le volume de cannes à sucre récolté (la production de cannes) par le taux d'extraction technique (0.115). La production théorique représente alors la production maximale de sucre que l'on aurait pu réaliser si on avait consacré toute la production de cannes à la production de sucre.

Nous pouvons constater qu'au début des années 1970 la production effective de sucre de canne représentait plus de la moitié de la production théorique. Cela veut dire que la majorité du volume de cannes à sucre récoltées était consacrée à la production de sucre et le reste à la production d'éthanol. En revanche, à partir du milieu des années 1970 et la mise en place du programme Proalcool (incitant fortement à l'utilisation de l'alcool en tant que carburant), l'écart entre les deux courbes se creuse et la part relative de cannes à sucre consacrée à la production de sucre diminue. L'arbitrage pendant cette période s'est fait en faveur de la production d'éthanol. L'écart tend à diminuer en fin de période.

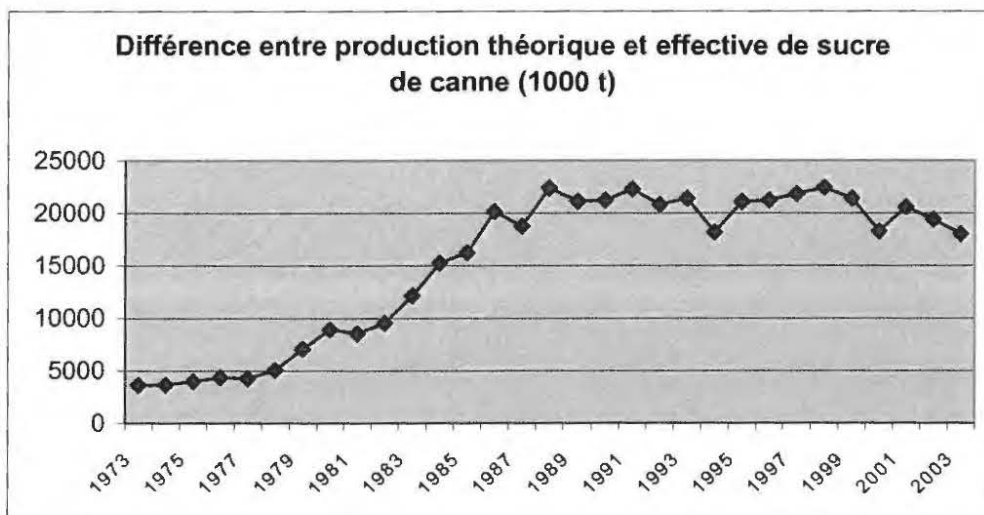
Figure 10 : Production d'alcool au Brésil



Source : Ministère de l'agriculture, UDOP

Nous constatons effectivement que la production d'alcool (surtout anhydre) augmente à partir du milieu des années 1970. La production d'alcool anhydre a été favorisée par un taux d'incorporation d'alcool anhydre dans l'essence fixé par le gouvernement, qui de plus a eu tendance à augmenter sur la période étudiée. L'introduction sur le marché des véhicules fonctionnant à 100% alcool a dynamisé la production d'alcool hydraté jusqu'à la fin des années 1980 où elle se stabilise pour ensuite diminuer à la fin des années 1990. La production d'alcool hydraté augmente à partir de 2003 à la suite de l'introduction sur le marché brésilien des véhicules bicom bustibles (« flex-fuel »).

Figure 11 : Différence entre la production théorique et effective de sucre de canne



Source : calculée à partir de Cnuced, ESR-PSD

La différence entre la production théorique et effective de sucre de canne, c'est à dire l'arbitrage en faveur de la production d'alcool, a augmenté fortement entre le milieu des années 1970 et la fin des années 1980. En effet, la production d'alcool a augmenté de manière très dynamique par rapport à la

production de sucre pendant cette période. L'arbitrage en faveur de la production d'alcool est ensuite resté relativement stable jusqu'à aujourd'hui. Cette différence entre la production théorique et effective du sucre fait l'objet d'une estimation économétrique dans notre modèle. A partir de cette estimation, nous pouvons déduire la production de sucre.

3.1.2.2. - *Spécification des équations de l'offre de sucre*

La différence de production

L'arbitrage entre la production de sucre et la production d'éthanol est fonction de la profitabilité relative des deux productions. La profitabilité des productions dépend principalement de leur prix : le prix domestique de sucre brut et le prix domestique d'alcool anhydre. Si le prix domestique de sucre augmente par rapport au prix domestique d'éthanol, la production de sucre devrait augmenter par rapport à la production d'éthanol. Au contraire, si le prix domestique d'éthanol augmente par rapport au prix domestique de sucre, la production de sucre devrait diminuer par rapport à la production d'éthanol. Nous faisons l'hypothèse que les industriels du secteur de sucre et d'alcool opèrent dans un environnement de concurrence parfaite et que par conséquent les prix leur sont donnés. Les producteurs prennent leur décision de production en fonction des anticipations sur le niveau du prix au moment de la vente. En faisant l'hypothèse des anticipations naïves, le prix anticipé en t-1 pour la période t est égal au prix observé en t-1.

L'arbitrage entre les deux productions est aussi lié au prix mondial de sucre depuis l'ouverture du marché brésilien à l'export. Si le prix mondial de sucre est élevé, il peut être plus intéressant de produire du sucre pour le marché international que de produire de l'éthanol. Le prix mondial étant lié au prix domestique du sucre par un mécanisme de transmission de prix dans notre modèle, nous ne prenons pas en compte le prix mondial en tant que variable explicative dans l'équation. L'équation de différence de production est spécifiée de la manière suivante dans le modèle :

$$qprdif_t = \alpha_1 + \beta_1 \frac{ipdsub_{t-1}}{ipdala_{t-1}} + \beta_2 surcan_t + \varepsilon_{1,t} \quad (2)$$

avec $qprdif_t$ la différence entre la production maximale théorique de sucre et la production effective de sucre en t, $ipdsub_{t-1}$ le prix domestique de sucre brut en t-1, $ipdala_{t-1}$ le prix domestique d'alcool anhydre en t-1, $surcan_t$ la surface de cannes à sucre en t et $\varepsilon_{1,t}$ un aléa.

La production totale de sucre

La production totale de sucre est déduite à partir de la différence entre la production maximale théorique du sucre et la variable représentant la différence de production (estimée explicitement dans le modèle) :

$$qprsut_i = qprsc_t_i - qprdif_i$$

avec $qprsut_i$ représentant la production totale de sucre et $qprsc_t_i$ la production maximale théorique de sucre. Comme la production maximale théorique de sucre égale la production de cannes à sucre multipliée par le taux d'extraction technique, l'équation ci-dessus équivaut à :

$$qprsut_i = (0.115 * (surcan * rdtcan))_i - qprdif_i \quad (3)$$

avec 0.115 le taux d'extraction technique de sucre de la canne, $surcan$, l'équation (1) de la surface de la canne, $rdtcan$, le rendement de la canne à sucre et $qprdif_i$ l'équation (2) de la différence de production.

3.2. - Les autres équations de comportement du modèle de marché brésilien

3.2.1. - Spécification des équations de la demande de sucre

Le sucre n'a pas de débouché fourrager⁵. La demande représente donc uniquement la consommation humaine de sucre. Nous traitons de manière agrégée la consommation humaine et la demande industrielle, car l'information concernant la demande industrielle est rarement disponible.

En théorie, la consommation domestique humaine de sucre dépend de la taille de la population et de son revenu, des prix et de la disponibilité d'autres produits et services ainsi que des goûts et des préférences des consommateurs. Nous prenons en compte à la fois la taille de la population et son revenu en estimant la consommation de sucre par habitant en fonction du revenu réel par habitant, c'est à dire le PIB divisé par la population. Le prix du sucre est intégré dans l'équation de consommation déflaté par l'indice général des prix à la consommation afin de prendre en compte l'évolution du coût de la vie et en particulier l'hyperinflation qu'a subit le Brésil à plusieurs reprises. Des changements dans les préférences des consommateurs sur le marché du sucre, se font ressentir plutôt dans les pays industrialisés où la consommation de sucre a tendance à stagner au profit des édulcorants. Dans les pays émergents et en voie de développement, la consommation du

⁵ sauf la mélasse et la pulpe, sous-produits de la canne à sucre et de la betterave.

sucre est encore dynamique. La consommation de sucre (souvent de canne) produit localement est naturellement soutenue. On peut alors faire l'hypothèse qu'il n'y a pas de modifications dans les goûts et les préférences des consommateurs brésiliens. De la même façon on peut considérer que les prix et la disponibilité d'autres produits substitués importent peu au Brésil car c'est la consommation de sucre de canne qui est favorisée. L'intégration d'un mécanisme d'ajustement partiel (le niveau de consommation par habitant en t-1) dans l'équation, capture le fait que les consommateurs réagissent au prix avec un certain décalage dans le temps car il existe des habitudes dans les comportements de consommation.

La consommation domestique humaine de sucre est représentée par l'équation suivante dans le modèle :

$$cdh_t = \alpha_2 + \beta_3 ripdsub_t + \beta_4 pibh_t + \beta_5 cdh_{t-1} + \varepsilon_{2,t} \quad (4)$$

avec cdh_t la consommation domestique humaine de sucre par habitant en t, $ripdsub_t$ le prix domestique réel de sucre brut, $rpibh_t$ le PIB réel par habitant et ε_2 un aléa.

La consommation totale de sucre au Brésil est obtenue en multipliant la consommation par habitant par la population :

$$ctt_t = cdh_t * pop_t \quad (5)$$

avec ctt_t la consommation totale de sucre et pop_t la population du Brésil.

3.2.2. - Spécification de l'équation des stocks de sucre

Nous considérons que le niveau de stocks final dépend du stock initial et du prix réel du sucre. L'équation de stock final est représentée de manière suivante :

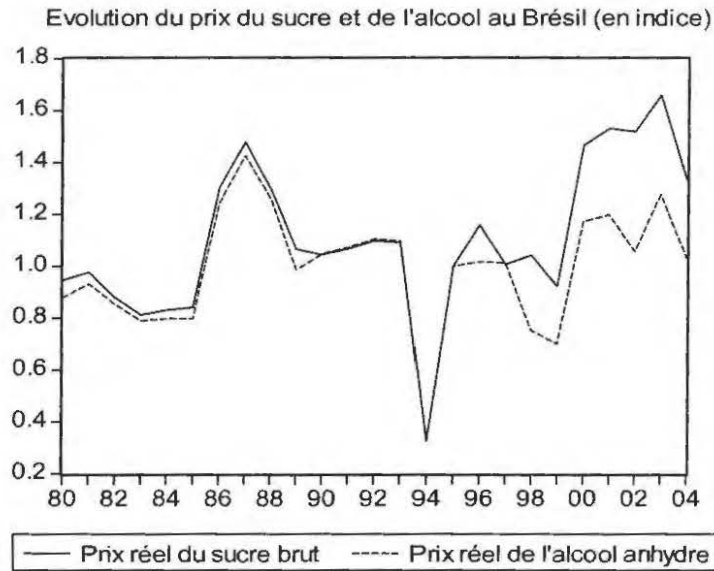
$$stf_t = \alpha_3 + \beta_6 ripdsub_t + \beta_7 staf_{t-1} + \varepsilon_{3,t} \quad (6)$$

où stf_t représente le stock final du sucre en t et $ripdsub_t$ le prix domestique réel du sucre brut. ε_3 est un aléa.

3.2.3. - Spécification de l'équation du prix producteur de la canne à sucre

Le prix de la canne dépend théoriquement des deux prix du sucre et de l'éthanol. Ces deux derniers étant très corrélés, un prix moyen est introduit comme variable explicative dans l'équation du prix de la canne.

Figure 12 : Evolution du prix du sucre et de l'alcool au Brésil



Source : Unica, Cepea/Esalq

L'équation du prix de la canne s'écrit ainsi :

$$ripdcan_t = \alpha_4 + \beta_8 ripdmoy_t + \beta_9 ripdcan_{t-1} + \varepsilon_{4,t} \quad (7)$$

$$ripdmoy_t = \frac{ripdsub_t + ripdala_t}{2} \quad (8)$$

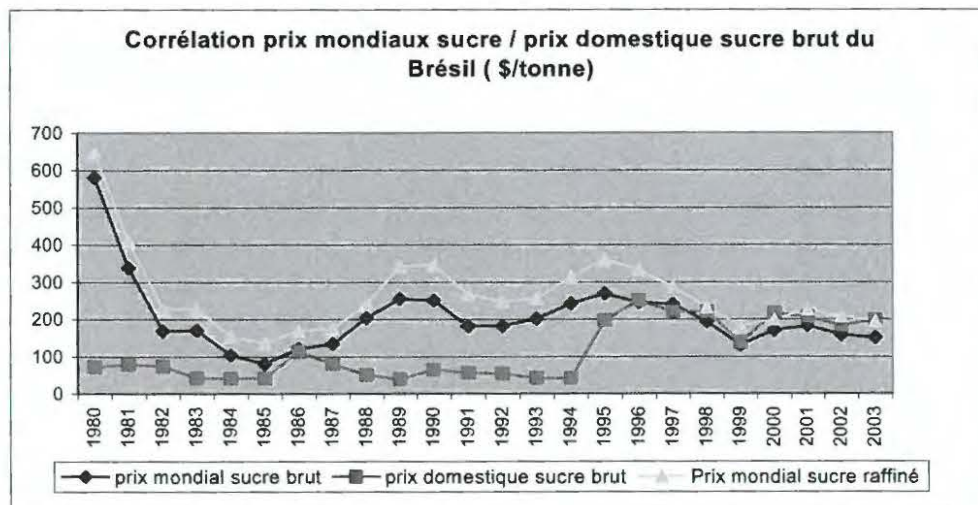
Avec $ripdcan_t$ le prix réel de la canne à sucre en t, $ripdmoy_t$ la moyenne des prix réels du sucre et de l'alcool anhydre en t. $\varepsilon_{4,t}$ est un aléa.

3.2.4. - Spécification de l'équation du prix domestique du sucre brut

Le prix mondial joue sur le marché intérieur via les équations de transmission de prix. Dans une certaine mesure, le Brésil influence le prix mondial du sucre en offrant plus ou moins de sucre sur le marché international⁶. Mais le prix domestique de sucre brut au Brésil est aussi influencé par le prix mondial du sucre brut. Les deux sont en effet très corrélés à partir de 1995, année qui coïncide avec l'ouverture du marché brésilien à l'export.

⁶ Le Brésil représente 40% des exportations mondiales de sucre (PSD, USDA, 2004).

Figure 13 : Corrélation entre les prix mondiaux du sucre et le prix domestique du sucre au Brésil



Source : ERS, USDA

Le prix réel du sucre brut est estimé en fonction du prix mondial du sucre brut.

$$ripdsub_t = \alpha_5 + \beta_{10}ripmsub_t + \varepsilon_{5,t} \quad (9)$$

où $ripdsub_t$ représente le prix domestique réel du sucre brut, $ripmsub_t$ le prix mondial réel du sucre brut exprimé en BRL et $\varepsilon_{5,t}$ un aléa.

3.2.5. - Spécification de l'équation du prix domestique de l'alcool anhydre

Le prix réel de l'alcool anhydre est estimé en fonction du prix de pétrole :

$$ripdala_t = \alpha_6 + \beta_{11}ripmpet_t + \varepsilon_{6,t} \quad (10)$$

où $ripdala_t$ représente le prix domestique réel de l'alcool anhydre, $ripmpet_t$ le prix réel de pétrole exprimé en BRL et $\varepsilon_{6,t}$ un aléa.

3.3. - Modèle retenu et résultats d'estimation

Les résultats d'estimation présentés ci-dessous sont issus de nombreux tests. Différents critères de choix ont été utilisés afin de retenir la spécification du meilleur modèle. Les critères sont d'abord économétriques, c'est à dire que l'on regarde la significativité des coefficients. Ils sont ensuite économiques, les signes des coefficients importent ainsi que des événements économiques comme des changements de tendance dans l'évolution de certaines variables. Les résultats de simulation du modèle entier ainsi que de la projection des variables ont parfois amené à revoir certaines spécifications. La qualité de l'ajustement des équations est appréciée en comparant les séries estimées aux séries observées.

3.3.1. - Résultats d'estimation de la surface de la canne à sucre

Tableau 1 : Résultats d'estimation de la surface de la canne à sucre

Surface de la canne à sucre	Coefficient
Constante	425.43 (1.65)
Prix réel de la canne en t-1	197.66 (0.78)
Surface de la canne en t-1	0.65 (5.16)
Trend	28.89 (2.17)
D94	-495.80 (-3.21)
R²	0.96
R² ajusté	0.95

Les chiffres entre parenthèses correspondent aux t de Student. La période d'estimation s'étend de 1981 à 2003. La méthode d'estimation est les MCO.

3.3.2. - Résultats d'estimation de la différence de production

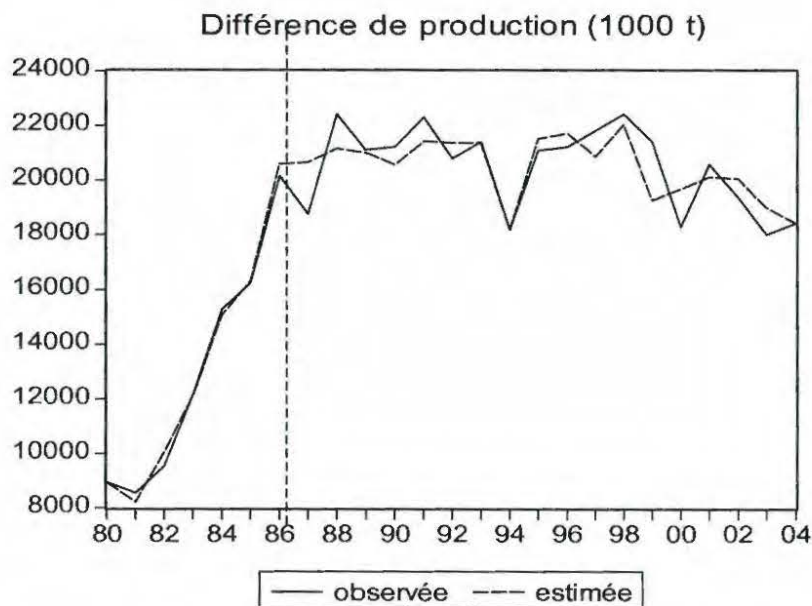
Tableau 2 : Résultats d'estimation de la différence de production

Différence de production (arbitrage en faveur de la production d'alcool)	Coefficient	Elasticité
Constante (1981-1985)	-3138.77 (-0.63)	
Constante (1986-2003)	24303.1 (4.18)	

Rapport de prix sucre/éthanol en t-1	-7595.26 (-2.64)	-0.47
Surface de la canne (1981-1985)	7,49 (6.33)	1,96
Surface de la canne (1986-2003)	1.10 (-3.69)	0,24
D94	-2802.86 (-2.46)	
R²	0.95	
R² ajusté	0.94	

La période d'estimation s'étend de 1981 à 2003. La méthode d'estimation est les Double Moindres Carrés car la surface de la canne est endogène. Le test de Chow montre une date de rupture en 1986. Cette date correspond aux diverses problèmes apparus autour et dans la gestion du programme Pro alcool, ce qui a conduit à une baisse et ensuite une stagnation de la production d'alcool. Ce changement structurel est bien visible sur le graphique ci-dessous.

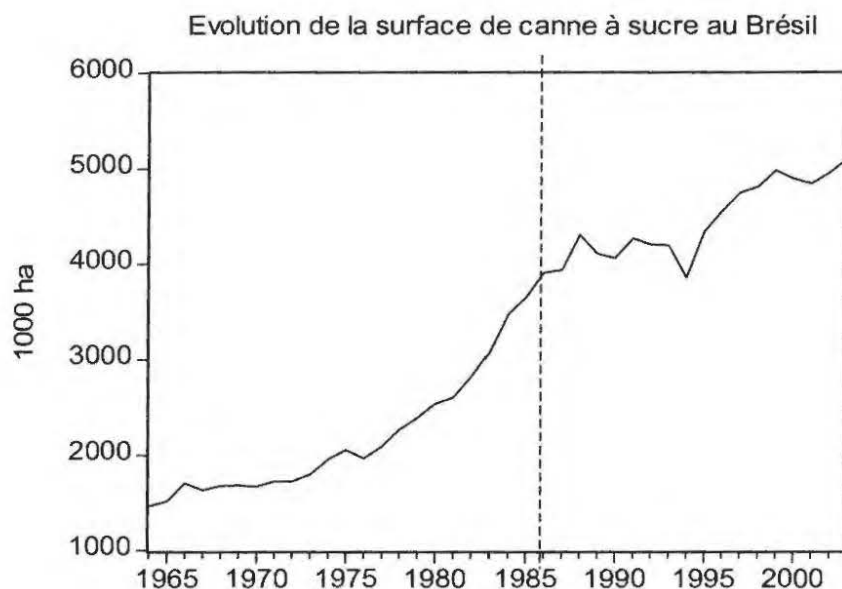
Figure 14: Résultat d'estimation de l'équation de différence de production



Source : PSD, USDA

La rupture de tendance est représentée par l'introduction d'une variable indicatrice qui prend la valeur 0 entre 1980 et 1985 et la valeur 1 à partir de 1986. Nous pouvons constater que la variable explicative la surface de la canne à sucre subit aussi un changement structurel à cette date. En effet, l'effet de la surface sur la différence de production est différent avant et après 1986.

Figure 15 : Evolution de la surface de canne à sucre au Brésil



Source : PSD, USDA

L'augmentation de la surface de la canne a tendance à stagner à partir de 1986, même si à partir de 1994 elle repart à la hausse. La stagnation de la production d'alcool à la fin des années 1980 a conduit à un ralentissement dans l'augmentation de la surface de la canne. En revanche, celle-ci reprend rapidement après la sécheresse en 1994, sous l'effet de l'accélération de la production du sucre. En effet, à partir de 1994 la production de sucre au Brésil est tirée par une augmentation de la demande domestique du sucre (conséquence de la croissance économique et démographique) et une amplification de la demande mondiale de sucre (Chine, Inde,...) et donc par conséquent les exportations de sucre. De plus, les prix mondiaux ainsi que le prix domestique de sucre se trouvent sur une tendance haussière à cette période. L'ouverture complète du marché du sucre à l'export en 1997 ainsi que les problèmes de stockage du surplus d'alcool apparus à la même période viennent s'ajouter aux événements favorisant la production de sucre.

L'élasticité de la surface de la canne est en moyenne 1.96 entre 1981 et 1985 et en moyenne 0.24 entre 1986 et 2003. La surface de la canne à sucre a donc un effet plus fort sur l'arbitrage en faveur de la production d'alcool avant 1986 qu'après. L'explication réside dans le fait que la production d'alcool avant 1986 était plus dynamique que la production de sucre. La stagnation de la production d'alcool en faveur de celle du sucre conduit à un effet moins fort de la surface de canne sur l'arbitrage en faveur de l'alcool à partir de 1986.

Les prix du sucre et de l'alcool sont fortement colinéaires et sont donc introduits dans l'équation comme un rapport de prix. Le rapport de prix joue de manière négative sur la variable expliquée, car lorsque le prix domestique du sucre augmente par rapport au prix domestique d'alcool anhydre,

l'arbitrage en faveur de la production d'alcool baisse au profit de la production de sucre. L'élasticité prix est de - 0.47.

La production totale de sucre est déduite par la différence entre la production maximale théorique du sucre et la différence de production estimée.

3.3.3. - Résultats d'estimation de l'équation de la consommation du sucre par habitant

Tableau 3 : Résultats d'estimation de la consommation de sucre par habitant

La consommation de sucre par habitant	Coefficient	Elasticité
Constante	0.0037 (0.79)	
Prix domestique réel du sucre	- 0.00052 (-0.21)	-0.01
PIB réel par habitant	2046.22 (1.87)	0.25
Consommation par habitant en t-1	0.69 (5.34)	-0.04
D88	- 0.0038 (-2.88)	
R²		0.89
R² ajusté		0.86

Les valeurs entre parenthèses représentent les t de Student. La période d'estimation s'étend de 1981 à 2003. La méthode d'estimation est les Double Moindres Carrés car le prix réel du sucre est endogène dans notre modèle. Le prix réel du sucre a un effet négatif sur la consommation ce qui est cohérent avec la théorie, mais il n'est pas significatif. Ceci peut correspondre au fait que dans les pays en voie de développement et dans une certaine mesure dans les pays émergents, le sucre est considéré comme un pilier dans le régime alimentaire car il satisfait les besoins énergétiques élémentaires. La consommation de sucre ne réagit donc pas aux variations des prix. On peut même conclure que l'évolution de la consommation du sucre dans des pays en voie de développement dépend plutôt de la croissance démographique et du revenu. Les élasticités prix et revenu confirment ces constats; la moyenne de l'élasticité demande de court terme par rapport au prix du sucre sur toute la période est de -0,01, proche de zéro et donc inélastique. A long terme, l'élasticité par rapport au prix du sucre est toujours inélastique : - 0,04. L'élasticité revenu de la demande est de 0,25. C'est à dire que lorsque le PIB réel par habitant augmente de 1%, la consommation de sucre par habitant augmente de 0.25%.

La consommation totale de sucre au Brésil est calculée en multipliant la consommation de sucre par habitant par la population.

3.3.4. - Résultats d'estimation de l'équation des stocks de sucre

Tableau 4: Résultats d'estimation du stock final de sucre

Le stock final de sucre	Coefficient
Constante	1451.89 (3.01)
Prix domestique réel du sucre	-787.02 (-2.33)
Stock initial (Stock final en t-1)	0.38 (2.58)
D84	646.07 (2.56)
D94	-1074.61 (-2.90)
R²	0.76
R² ajusté	0.71

La méthode d'estimation est les Double Moindres Carrés, car comme dans l'équation de consommation par habitant, le prix domestique réel du sucre est endogène. La période d'estimation s'étend de 1981 à 2003. Le prix réel du sucre a un effet négatif sur les stocks, ce qui est cohérent, car lorsque le prix du sucre augmente, le sucre stocké est écoulé et vendu sur le marché.

3.3.5. - Résultats d'estimation de l'équation du prix de la canne

L'hyper-inflation subie au Brésil en 1989 et puis de nouveau en 1994 rend difficile l'estimation des prix. En effet, les prix avant 1994, exprimés en Réals brésiliens (BRL) d'aujourd'hui⁷, sont proches de zéro ce qui fausse les résultats d'estimation. Afin d'éviter ce problème nous estimons les prix réels, c'est à dire déflatés par l'indice général du prix à la consommation.

Tableau 5: Résultats d'estimation du prix de la canne

Prix réel de la canne à sucre	Coefficient
Constante	0.30 (1.22)
Prix moyen réel sucre / alcool	0.27 (1.29)
Prix réel de la canne à sucre en t-1	0.45 (2.71)
D9900	-0.13 (-1.73)
D02	-0.19 (-1.66)
R²	0.51
R² ajusté	0.41

⁷ la monnaie brésilienne a changé de nom et de valeur nominale 6 fois depuis 1970, à cause notamment de l'hyperinflation.

L'équation est estimée sur la période 1981-2004. La méthode d'estimation est les DMC, car les prix du sucre et de l'alcool sont endogènes dans notre modèle.

3.3.6. - Résultats d'estimation des équations des prix du sucre et de l'alcool

L'estimation des prix du sucre et de l'alcool est difficile avant 1995, car le marché brésilien du sucre était très régulé et partiellement déconnecté du prix mondial du sucre et du prix de pétrole. Les prix du sucre et de l'alcool étaient fixés par le gouvernement pour assurer l'égalité entre les recettes de sucre / mélasses et d'alcool aux producteurs. Le rapport de prix du sucre et de l'alcool était donc presque constant jusqu'à en 1994-1995. A cause de ces problèmes techniques d'estimation, le prix de l'alcool n'est estimé que sur la période 1995-2004.

Tableau 6: Résultats d'estimation du prix domestique réel du sucre brut

Le prix domestique réel du sucre brut	Coefficient
Constante	0.58 (3.19)
Prix mondial réel du sucre brut en BRL (à partir de 1995)	0.35 (2.96)
Prix domestique réel du sucre brut en t-1	0.40 (2.45)
D9699	-0.24 (-1.75)
R²	0.51
R² ajusté	0.43

La période d'estimation s'étend de 1981 à 2004. La méthode d'estimation est les Double Moindres Carrés car le prix mondial ne peut être considéré comme complètement exogène dans la formation du prix domestique au Brésil.

Tableau 7 : Résultats d'estimation du prix domestique réel de l'alcool anhydre

Le prix domestique réel de l'alcool anhydre	Coefficient
Constante	0.80 (8.35)
Prix réel du pétrole en BRL	0.15 (2.85)
D99	-0.31 (-2.64)
R²	0.72
R² ajusté	0.64

La période d'estimation s'étend de 1995 à 2004. La méthode d'estimation est les Moindres Carrés Ordinaires.

3.3.7. - Résultats graphiques

La production totale, la consommation totale et les exportations nettes sont déduites lors de la simulation du modèle sur la période 1995-2003. Pour cette raison, les résultats graphiques relatifs à ces variables sont représentés uniquement à partir de 1995. Les autres résultats graphiques sont représentés sur la période 1980-2003.

Figure 16 : Résultat d'estimation de l'équation de production de sucre

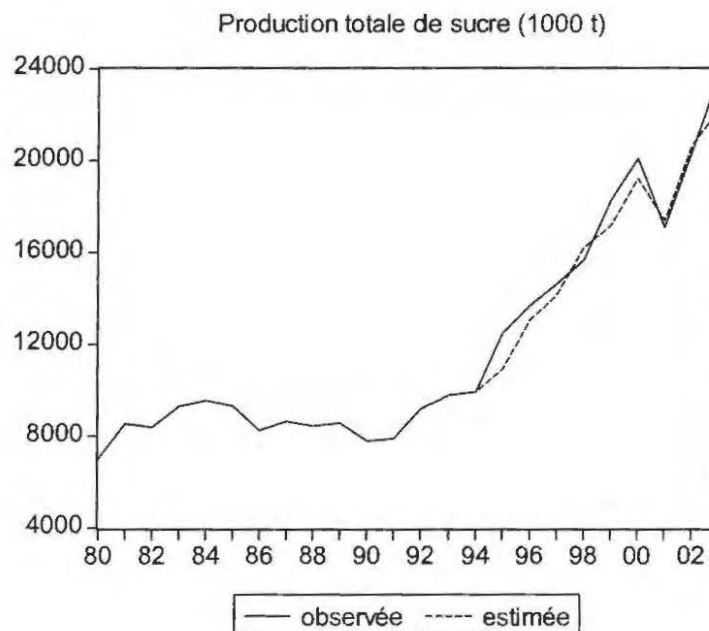


Figure 17 : Résultat d'estimation de l'équation de stock final de sucre

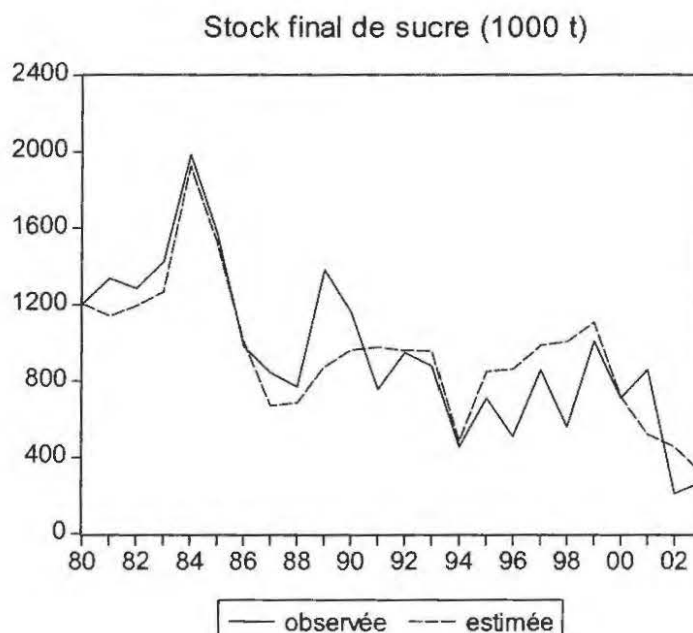


Figure 18 : Résultat d'estimation de l'équation de consommation de sucre parhabitant

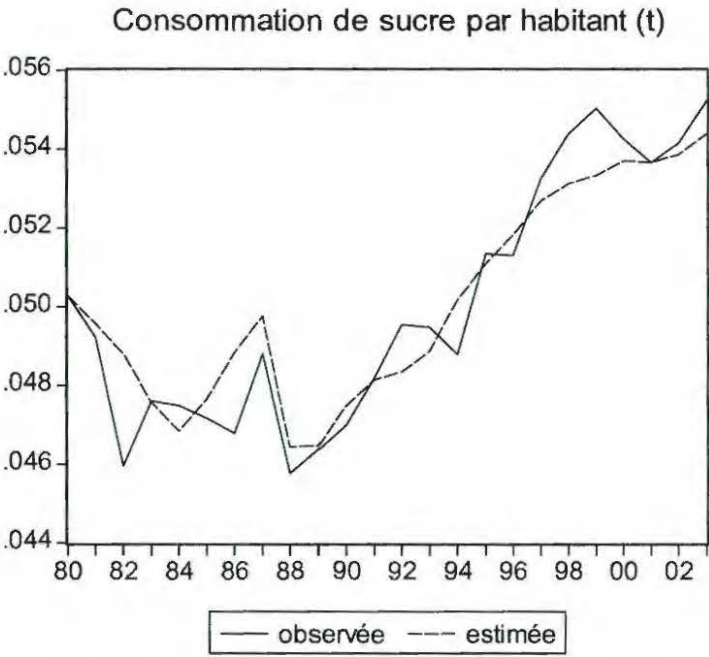


Figure 19 : Résultat d'estimation de la consommation totale de sucre

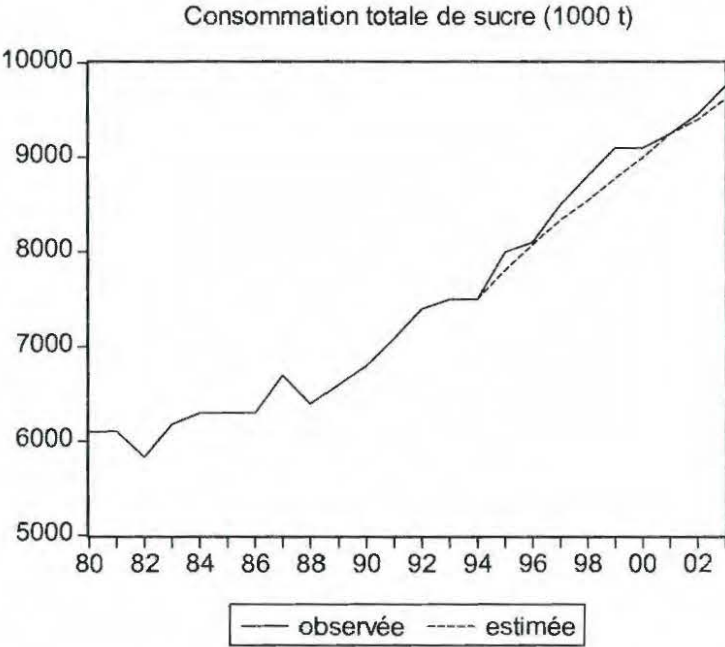


Figure 20 : Résultat d'estimation de l'équation des exportations nettes de sucre

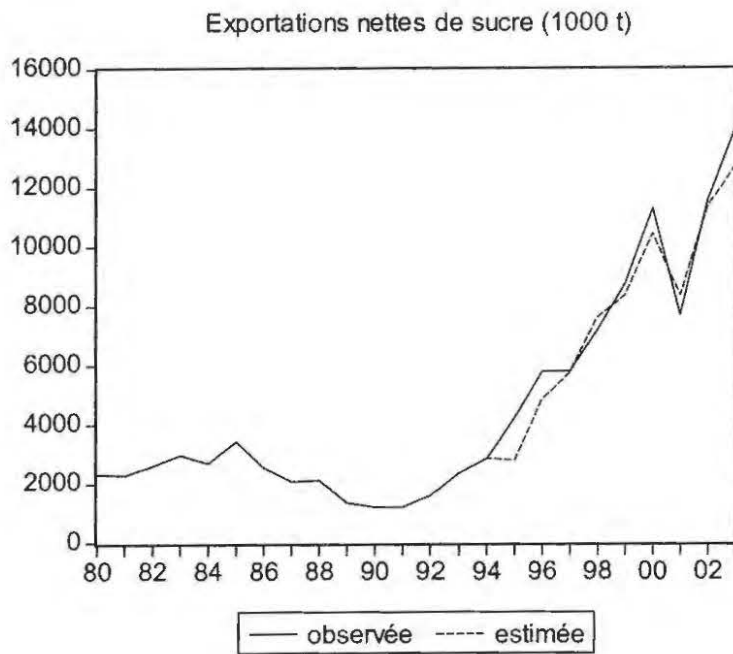


Figure 21 : Résultat d'estimation du prix du sucre brut

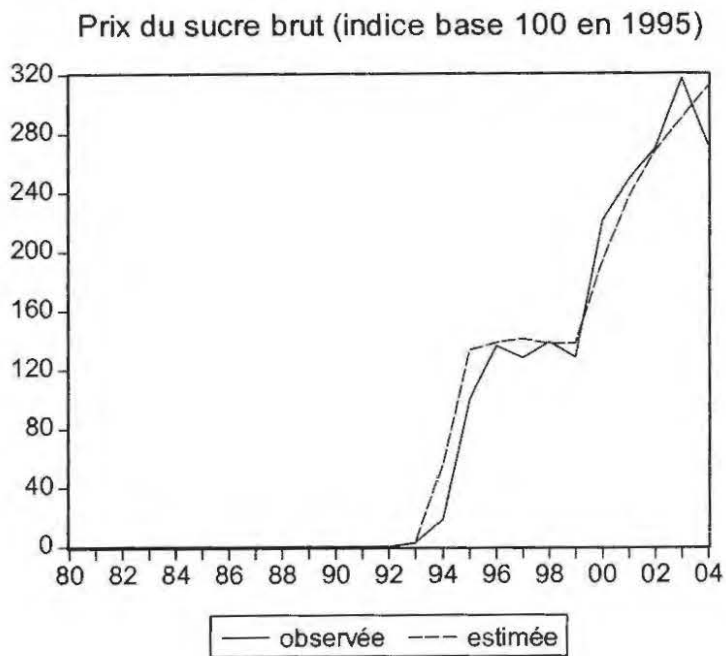


Figure 22 : Résultat d'estimation du prix de l'alcool anhydre

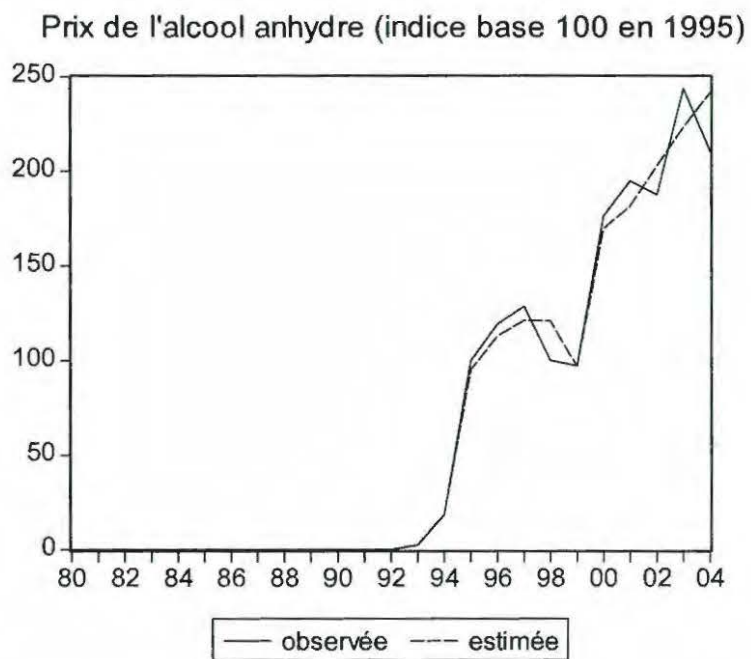
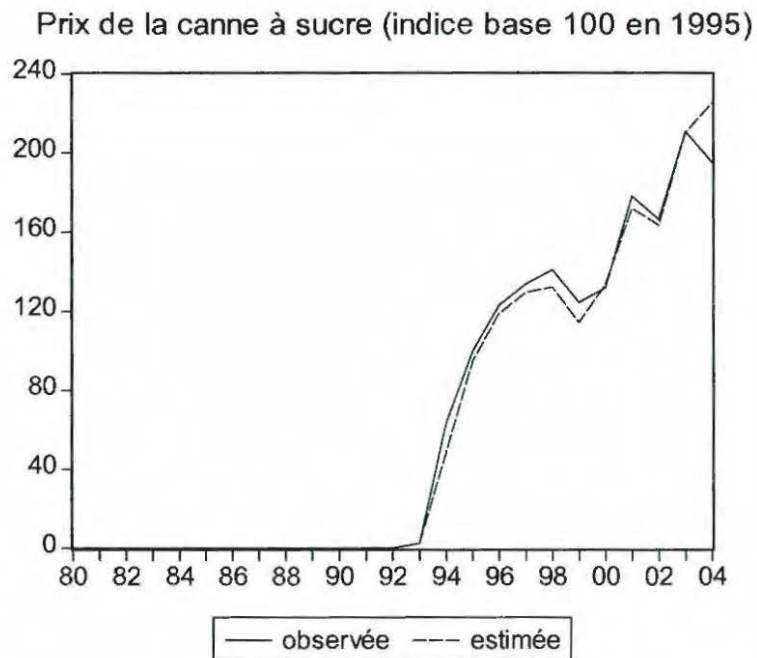


Figure 23 : Résultat d'estimation du prix de la canne à sucre



3.4. - Mise en œuvre des projections et des simulations

Le modèle permet de réaliser des projections à moyen terme ainsi que des simulations pour étudier, par rapport à un scénario de référence, les effets d'une modification dans l'évolution de certaines variables choisies. Nous allons d'abord définir un scénario de référence qui servira de repère pour les simulations que nous allons ensuite effectuer. La période d'analyse s'étend de 2004 à 2013.

3.4.1. - Mise en œuvre du scénario de référence

Afin de définir un scénario de référence il est nécessaire d'effectuer des hypothèses sur les évolutions des variables exogènes (non expliquées) dans le modèle. La projection des variables exogènes provient principalement des hypothèses FAPRI. Les hypothèses sont retenues soit directement en niveau, soit en taux de variation. Le taux de variation a été retenu dans certains cas pour des raisons de cohérence avec les données observées utilisées dans les estimations des équations de comportement.

L'hypothèse de projection sur le PIB réel provient de l'OCDE (FAPRI prévoit une diminution du PIB réel sur la période). Les hypothèses de taux de variation du prix de pétrole proviennent de USDA pour la période 2006 à 2014. Les valeurs des années 2004 et 2005 ont été mises à jour à partir des informations de EIA (Energy Information Administration), DOE (US Department of Energy). La valeur de 2005 est une moyenne des cours du baril entre janvier et septembre 2005. Les hypothèses de projections ainsi que les sources retenues sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 : Indicateurs et hypothèses retenues

Indicateur	Période de projection	Hypothèse retenue	Source
Variables macroéconomiques			
Indice général du prix à la consommation	2006-2014	Niveau	FAPRI Outlook 2005
Population	2005-2014	Niveau	FAPRI Outlook 2005
PIB réel	2006-2013	Taux de variation	OCDE Outlook 2004-2013
Taux de change USD/BRL	2005-2014	Niveau	FAPRI Outlook 2005
Données en volume			
Rendement de la canne à sucre	2004-2015	Taux de variation	FAPRI Outlook 2005
Prix			
Prix de pétrole	2004-2005	Niveau	EIA, DOE
Prix de pétrole	2006-2014	Taux de variation	USDA
Prix mondial de sucre brut	2005-2014	Taux de variation	FAPRI Outlook 2005

3.4.2. - Résultats des projections sur la période 2004-2013

Tableau 9 : Projection de la surface de la canne à sucre

Année	Surface de la canne à sucre	Variation annuelle
2004	5256,12	2,14%
2005	5372,30	2,21%
2006	5486,75	2,13%
2007	5594,10	1,96%
2008	5693,95	1,78%
2009	5787,98	1,65%
2010	5877,73	1,55%
2011	5964,43	1,47%
2012	6049,05	1,42%
2013	6132,33	1,38%
Moyenne sur 2004-2013		1,77%

Unités : 1000 ha

Selon le scénario de référence, la surface de cannes à sucre augmente d'un taux moyen annuel de 1.77% sur la période 2004 – 2013 pour s'établir à environ 6100 000 ha en 2013.

Tableau 10 : Projection de la production et des exportations de sucre

Année	Production	Variation annuelle	Exportations	Variation annuelle
2004	25180,93	13,07%	15329,09	20,60%
2005	25309,58	0,51%	15135,84	-1,26%
2006	25370,51	0,24%	14853,57	-1,86%
2007	26566,77	4,72%	15674,70	5,53%
2008	27729,41	4,38%	16458,48	5,00%
2009	29062,02	4,81%	17378,80	5,59%
2010	30122,00	3,65%	18038,06	3,79%
2011	31148,49	3,41%	18643,53	3,36%
2012	32157,35	3,24%	19210,56	3,04%
2013	33175,67	3,17%	19765,88	2,89%
Moyenne sur 2004-2013		4,12%		4,67%

Unités : 1000 tonnes

La croissance de la production de sucre se montre dynamique jusqu'à 2013. Le taux de croissance annuel moyen de la production de sucre sur toute la période considérée (2004-2013) est de 4.12 %. En 2013, le scénario de référence prévoit une production brésilienne de sucre d'environ 33200 Mt. Les exportations brésiliennes de sucre augmentent d'un taux moyen de 4.67% sur la même période et devraient représenter environ 19800 Mt en 2013.

Figure 24 : Projection sur la période 2004-2013 de la production et des exportations de sucre au Brésil

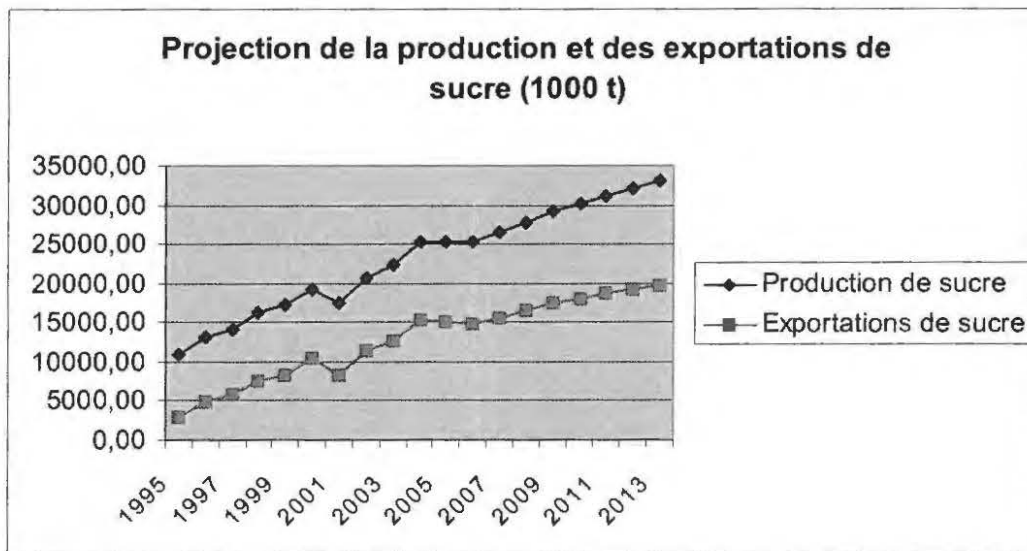


Tableau 11 : Projection de la consommation par habitant et la consommation totale de sucre

Année	Consommation par habitant (kg)	Variation annuelle	Consommation totale (1000 t)	Variation annuelle
2004	55,37	1,67%	9883,28	2,79%
2005	56,41	1,89%	10180,35	3,01%
2006	57,69	2,26%	10524,53	3,38%
2007	59,11	2,47%	10892,57	3,50%
2008	60,64	2,58%	11285,24	3,60%
2009	62,16	2,51%	11684,46	3,54%
2010	63,68	2,45%	12077,83	3,37%
2011	65,30	2,54%	12496,03	3,46%
2012	67,00	2,61%	12937,51	3,53%
2013	68,78	2,66%	13400,91	3,58%
Moyenne sur 2004-2013		2,36%		3,38%

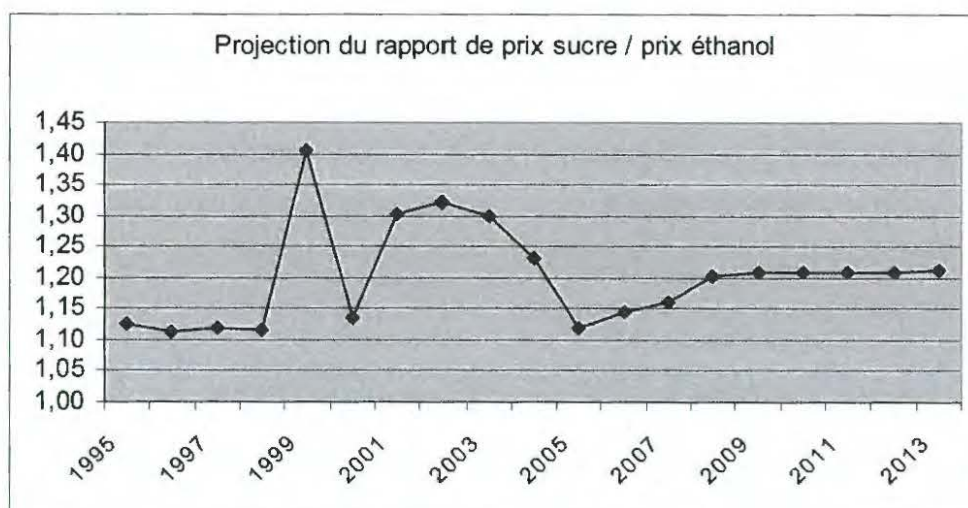
Côté demande, la consommation totale de sucre au Brésil augmente de 3.4 % en taux annuel moyen entre 2004 et 2013 et atteindra environ 68.8 kg par habitant en 2013. Ceci correspond à une augmentation de la consommation par habitant d'environ 2,4 % en moyenne annuelle.

Tableau 12: Projection du prix de la canne à sucre, du sucre brut, de l'alcool anhydre et du rapport de prix sucre/alcool

Année	Prix de la canne (BRL/t)	Variation annuelle	Prix sucre brut (BRL/50 kg)	Variation annuelle	Prix alcool anhydre (BRL/litre)	Variation annuelle	Rapport de prix du sucre/alcool	Variation annuelle
2004	28,10	14,44%	29,87	7,46%	0,81	13,45%	1,23	-5,28%
2005	31,07	10,59%	31,50	5,47%	0,94	16,11%	1,12	-9,17%
2006	34,15	9,92%	34,19	8,56%	1,00	6,17%	1,14	2,24%
2007	36,85	7,89%	36,65	7,19%	1,06	5,54%	1,16	1,57%
2008	39,79	7,98%	40,01	9,17%	1,12	5,44%	1,20	3,54%
2009	42,75	7,45%	42,90	7,22%	1,19	6,75%	1,21	0,45%
2010	45,89	7,33%	45,91	7,02%	1,27	6,86%	1,21	0,15%
2011	49,19	7,20%	49,09	6,91%	1,36	6,89%	1,21	0,02%
2012	52,68	7,09%	52,46	6,87%	1,45	6,82%	1,21	0,05%
2013	56,37	7,00%	56,04	6,82%	1,55	6,70%	1,21	0,11%
Moyenne sur 2004-2013		8,69%		7,27%		8,07%		-0,63%

Les projections montrent que le prix de la canne à sucre augmente d'un taux moyen de 8.69 % à partir de 2004. Le prix domestique du sucre brut augmente d'un taux moyen de 7.27 %, ce qui est un peu moins que le prix de l'alcool qui augmente de 8.07 % sous l'effet de l'augmentation du prix du pétrole et la demande d'éthanol. En 2013, le scénario de référence prévoit un prix domestique de sucre cristal d'environ 56 BRL par sac de 50 kg et un prix d'alcool anhydre de 1.55 BRL/litre. Le prix de la canne à sucre devrait s'établir à 56 BRL par tonne. Sur la période de projection, le rapport de prix varie en moyenne en faveur du prix de l'alcool.

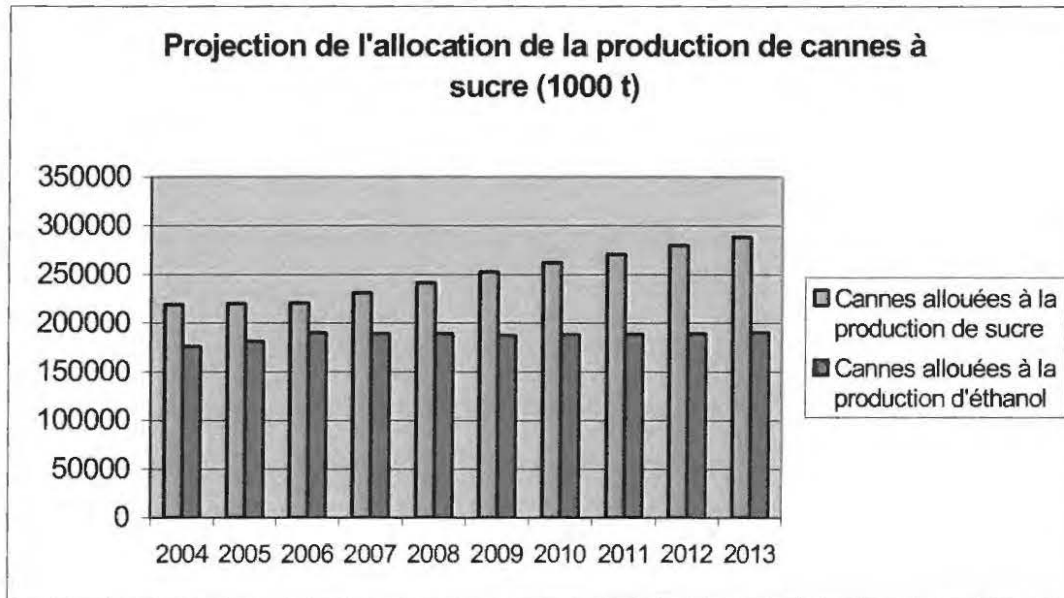
Figure 25 : Projection sur la période 2004-2013 du rapport du prix sucre/alcool



Nous constatons l'effet de la hausse du prix de pétrole sur le prix de l'éthanol en 2004 et 2005 (forte baisse du rapport de prix ces deux années). Le rapport de prix augmente cependant entre 2005 et

2008 pour ensuite stagner. Lorsque le rapport de prix diminue, les producteurs sont incités à arbitrer en faveur de la production d'éthanol au lieu de produire du sucre l'année d'après.

Figure 26 : Projection sur la période 2004-2013 de l'allocation de la canne à sucre entre la production de sucre et d'éthanol



Dans notre scénario de projection, 60.3% des cannes à sucre produites seront allouées à la production de sucre en 2013 et le restant à la production d'éthanol⁸.

⁸ sur la base d'un taux d'extraction de 115 kg de sucre pour une tonne de cannes.

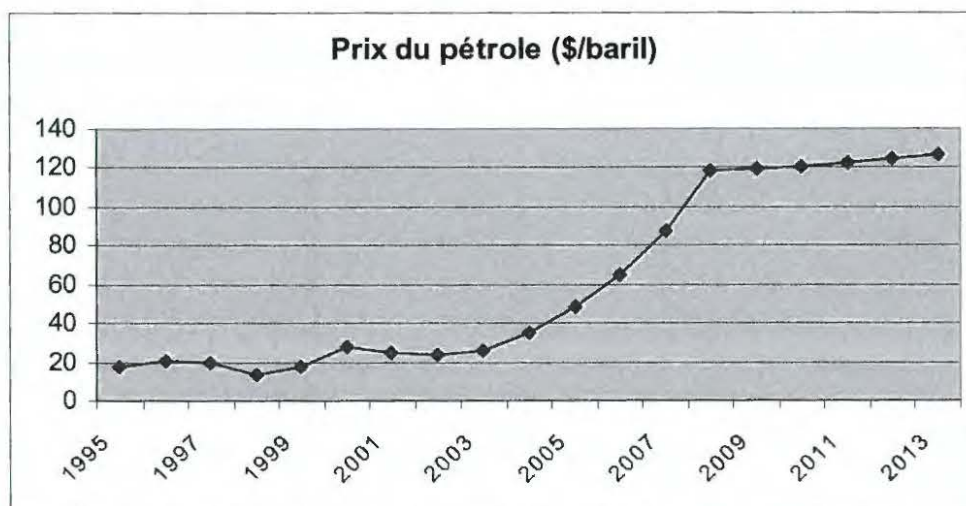
3.4.3. - Définition des scénarii de simulation

Deux scénarii de simulation sont mis en œuvre afin d'évaluer l'arbitrage que font les producteurs entre la production de sucre et d'éthanol. Les scénarii établis concernent d'une part l'impact d'une augmentation continue du prix du pétrole et d'autre part l'effet d'un retour à un niveau « normal » du prix du pétrole en 2006.

3.4.3.1. - Scénario 1 : Le prix du pétrole continue à augmenter

La forte augmentation du prix du pétrole depuis (surtout) 2003/2004 a relancé le débat sur la nécessité de développer des substituts aux carburants pétroliers, notamment les biocarburants dont l'éthanol. L'éthanol est utilisé en mélange aux carburants traditionnels non seulement au Brésil, mais aussi en Europe⁹ et aux Etats-Unis. L'augmentation du prix du pétrole a conduit à une augmentation de la demande et à une utilisation renforcée de l'éthanol carburant dans le monde et surtout au Brésil. Sur le marché brésilien, l'augmentation du prix du pétrole stimulera la vente des véhicules flex-fuel¹⁰ et ouvrira de nouveaux débouchés à l'exportation d'éthanol. L'augmentation de la demande de l'éthanol sur le marché brésilien résultera à une hausse du prix de l'éthanol ce qui se répercute directement sur la production et les exportations de sucre. Le premier scénario a donc pour objectif d'évaluer l'incidence d'une augmentation continue du prix du pétrole jusqu'à 2013 sur la production et les exportations de sucre. Le prix de pétrole s'établira à environ 127\$/baril en 2013.

Figure 27 : Scénario 1 : Le prix du pétrole continue à augmenter



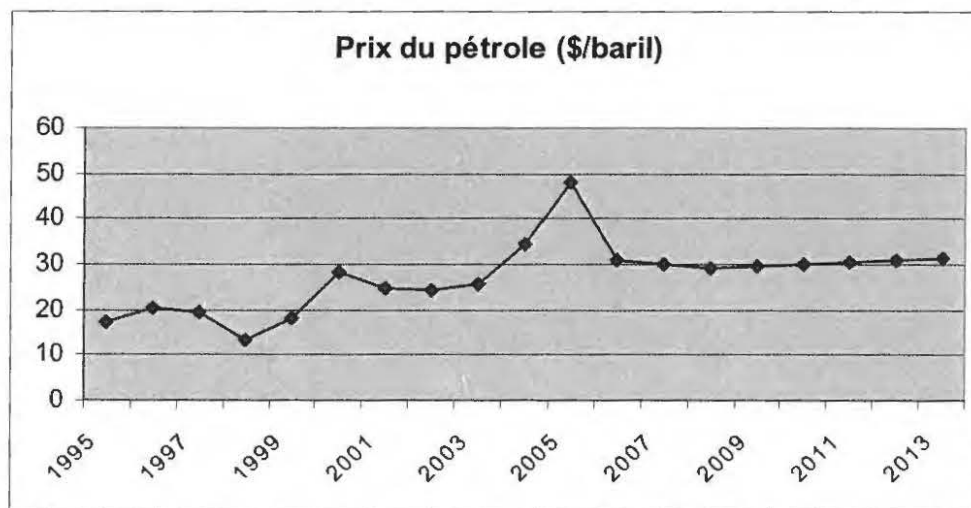
3.4.3.2. - Scénario 2 : Le prix du pétrole revient à 30\$/baril en 2006

Dans le deuxième scénario nous faisons l'hypothèse que le prix du pétrole revient à un niveau « normal » en 2006, c'est à dire à environ 30\$/baril. A partir de 2006, il se stabilise et évolue au

⁹ Sous forme de l'ETBE.

taux de variation prévu dans le scénario de référence. Nous souhaitons connaître l'effet de cette évolution du prix du pétrole sur la production et les exportations de sucre.

Figure 28 : Scénario 2 : Le prix du pétrole revient à 30\$/baril en 2006

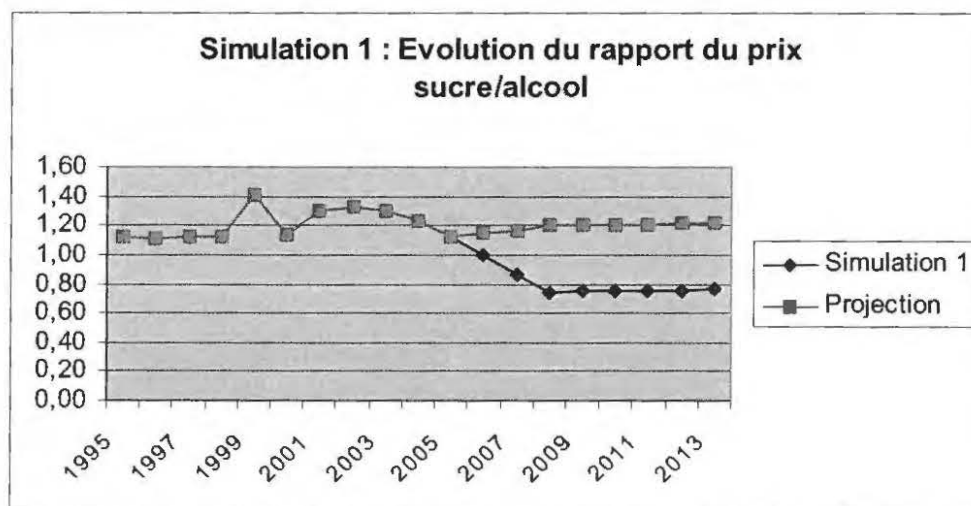


3.4.4. - Résultats des simulations

3.4.4.1. - Résultats de simulation du scénario 1 : le prix du pétrole continue à augmenter

L'augmentation du prix du pétrole a un effet direct sur le prix de l'alcool anhydre. Ceci affecte le rapport de prix du sucre et de l'alcool.

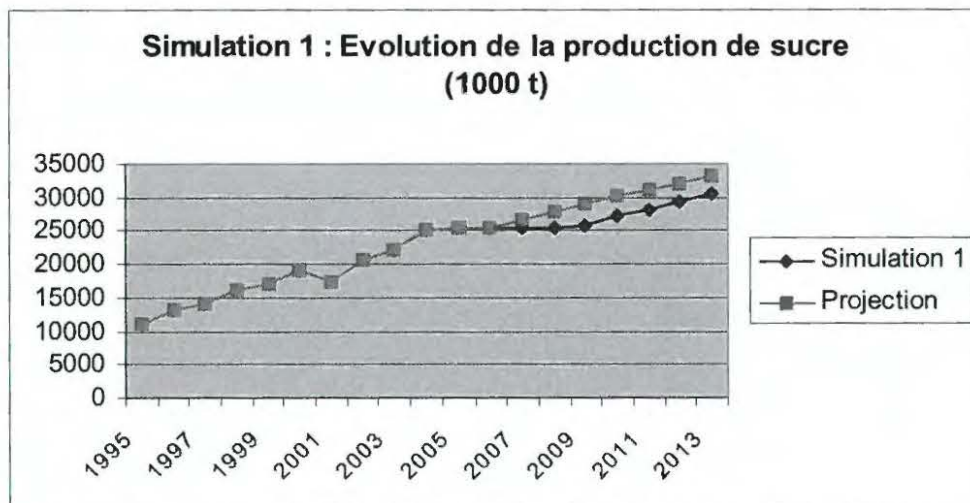
Figure 29 : Evolution du rapport de prix sucre/alcool dans le scénario 1



Le rapport de prix diminue par rapport au scénario de référence. En effet, le prix d'alcool augmente par rapport au prix du sucre sous l'effet de l'augmentation continue du prix du pétrole.

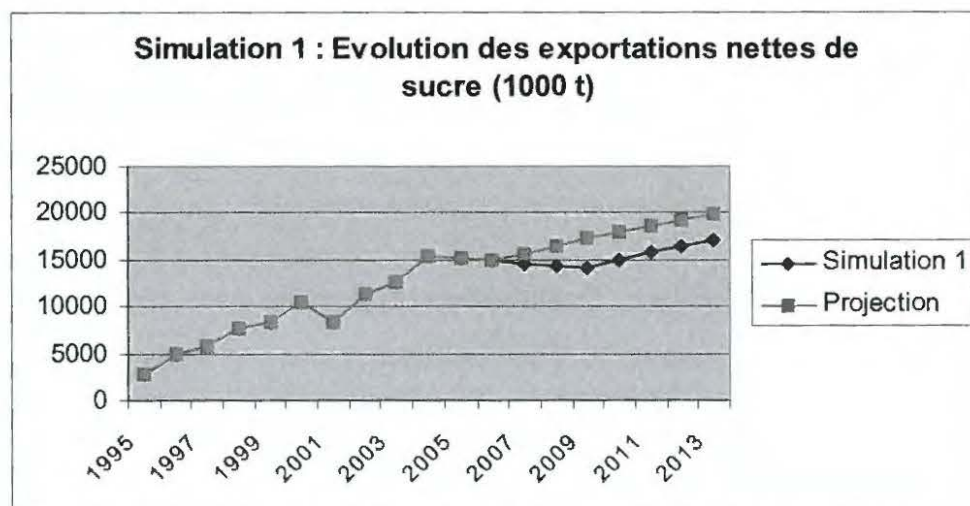
¹⁰ Véhicules fonctionnant soit à l'alcool, soit à l'essence, soit à un mélange des deux dans n'importe quelle proportion.

Figure 30 : Evolution de la production de sucre dans le scénario 1



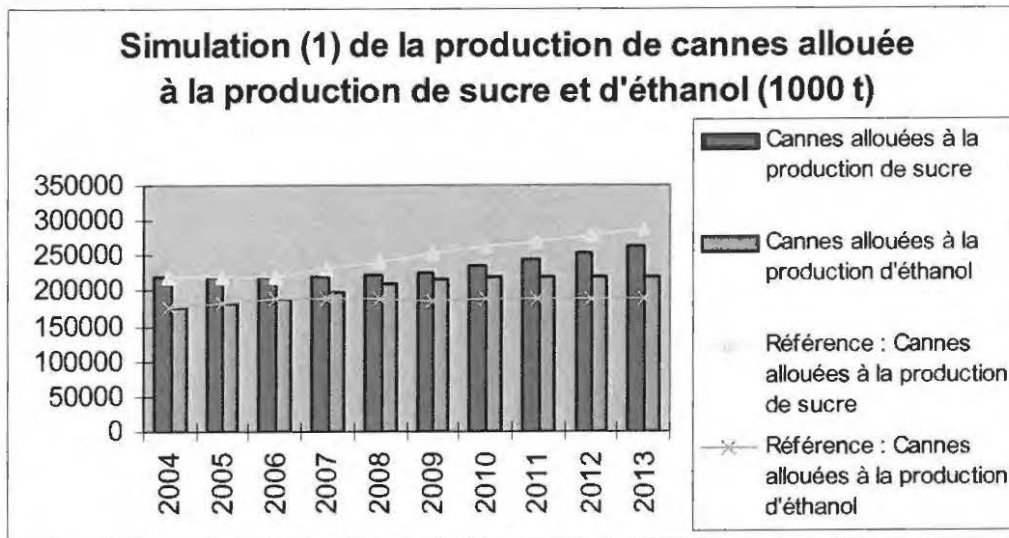
La production de sucre baisse de presque 6% par rapport au scénario de référence. La production atteint 30500 Mt par rapport à 33200 Mt dans le scénario de référence.

Figure 31 : Evolution des exportations de sucre dans le scénario 1



Les exportations nettes diminuent de presque 10% par rapport au scénario de référence. Elles atteignent ainsi 17000 Mt en 2013 par rapport à 19800 Mt dans le scénario de référence.

Figure 32 : Evolution de l'allocation de la canne à sucre dans le scénario 1



Nous constatons que le volume de cannes à sucre dédié à la production de sucre diminue par rapport au scénario de référence. En revanche, le volume de cannes à sucre dédié à la production d'alcool augmente. Dans ce scénario, 54.5% de cannes récoltées sont allouées à la production de sucre contre 60.3% dans le scénario de référence. Le reste de cannes à sucre disponible est alloué à la production d'éthanol.

3.4.4.2. - Résultats de simulation du scénario 2 : le prix du pétrole revient à 30\$/baril en 2006

Le retour du prix du pétrole à environ 30\$/baril en 2006 conduit immédiatement à un prix de l'éthanol plus faible que dans le scénario de référence. Le rapport de prix augmente en conséquence.

Figure 33 : Evolution du rapport de prix sucre/alcool dans le scénario 2

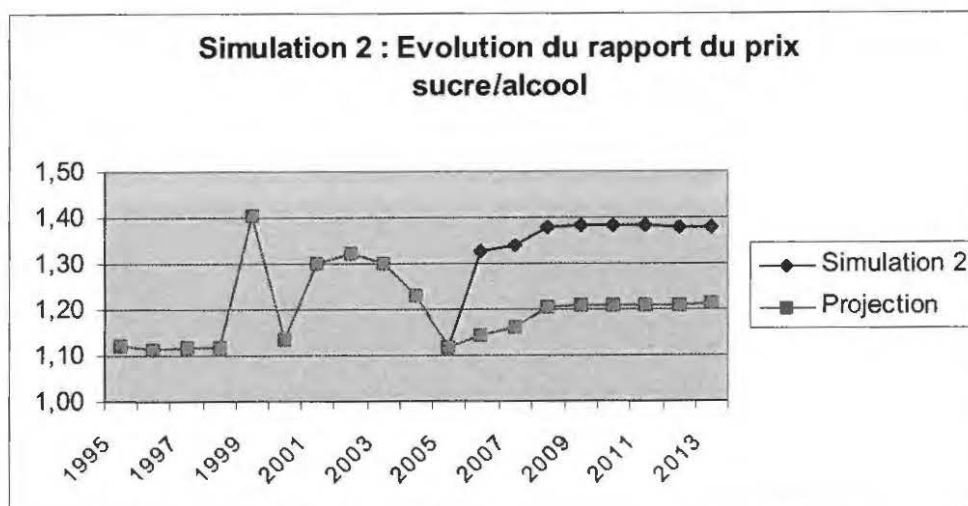
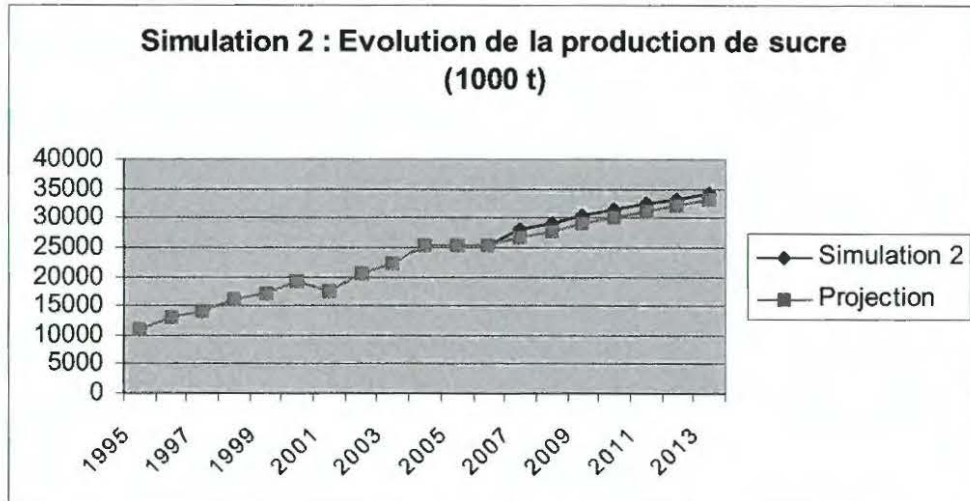
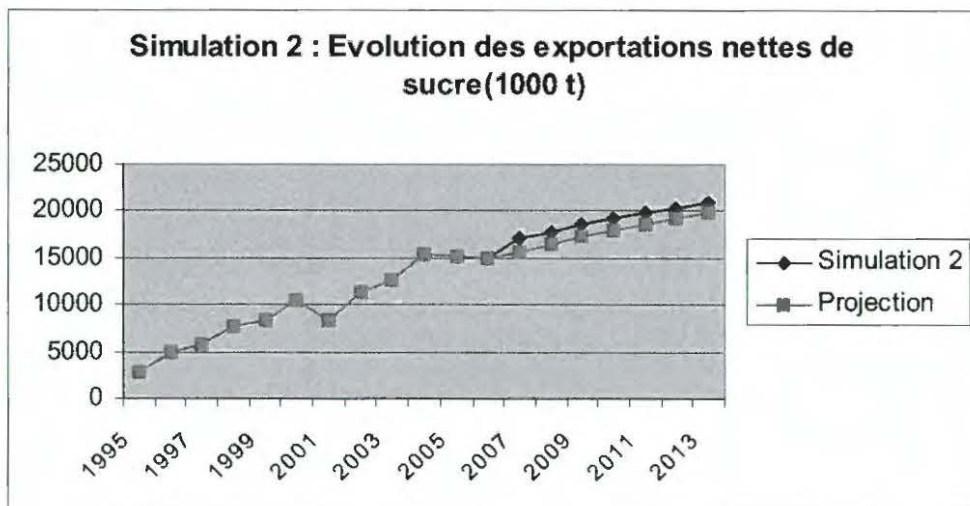


Figure 34 : Evolution de la production de sucre dans le scénario 2



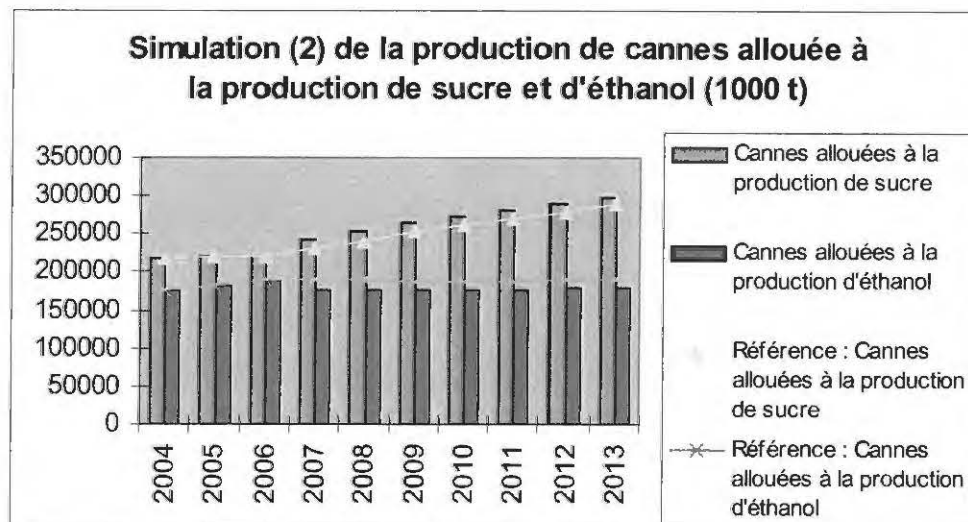
La production de sucre augmente de 2.9% en moyenne entre 2004 et 2013 par rapport au scénario de référence et atteint ainsi 34300 Mt en 2013 au lieu de 33200 Mt.

Figure 35 : Evolution des exportations de sucre dans le scénario 2



Les exportations de sucre augmentent de 4.8% en moyenne entre 2004 et 2013 par rapport au scénario de référence et atteignent environ 20900 Mt en 2013 au lieu de 19800 Mt.

Figure 36 : Evolution de l'allocation de la canne à sucre dans le scénario 2



En réponse à une baisse du prix du pétrole, l'arbitrage entre la production de sucre et d'éthanol se fait en faveur de la production de sucre. Nous constatons un niveau plus élevé de cannes alloué à la production de sucre à partir de 2007 par rapport au scénario de référence et un niveau plus faible de cannes alloué à la production d'éthanol. Dans ce scénario, 62.5% de cannes sont allouées à la production de sucre en 2013 (contre 60.3% dans le scénario de référence). Les résultats chiffrés détaillés se trouvent en annexe.

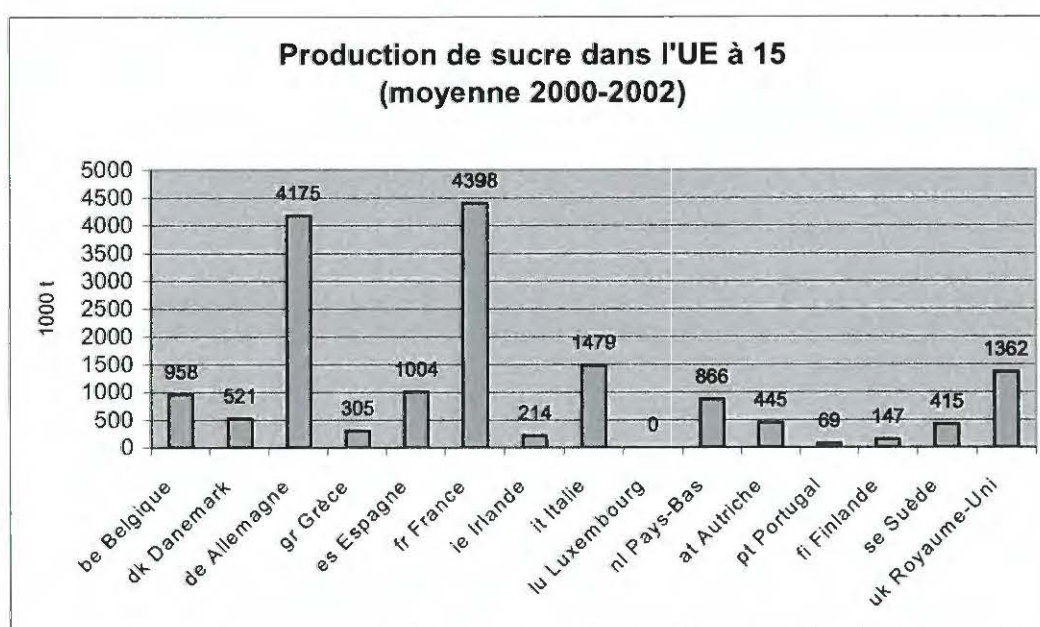
4. - Entreprendre la modélisation de la production, de la consommation et des échanges dans les pays de l'UE-25

La modélisation du marché du sucre dans l'Union Européenne est effectuée en deux étapes. D'abord, l'estimation sur le passé sera réalisée pour l'UE à 15. Ensuite la faisabilité de l'intégration des dix nouveaux Etats membres dans le modèle sera étudiée.

4.1. - Modélisation du marché du sucre dans l'Union Européenne à 15

La modélisation du marché du sucre de l'UE à 15 sera réalisée de manière désagrégée pour la production du sucre et de manière agrégée pour la demande. Seul la production de sucre des plus grands producteurs de l'UE, la France et l'Allemagne, sera modélisée de manière explicite.

Figure 37 : Production de sucre dans l'Union Européenne



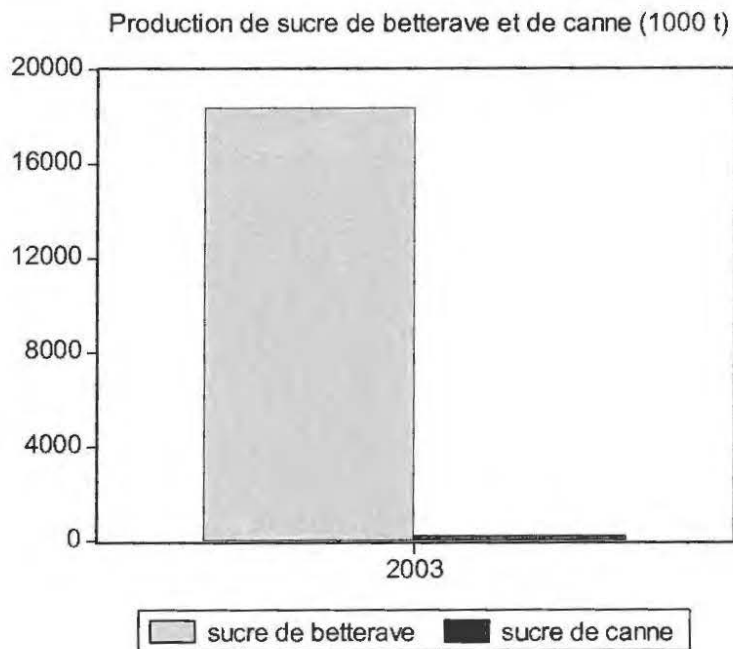
Source : Eurostat

La France et l'Allemagne représentaient en moyenne entre 2000 et 2002 plus de 52% de la production totale de sucre de l'UE 15.

4.1.1. - Modélisation désagrégée de la production

La production de sucre de l'Union Européenne provient de betteraves sucrières et de manière marginale de la canne à sucre (cultivée en Espagne et dans les DOM). La production totale de sucre de l'UE est donc la somme de la production de sucre de betteraves et de la production de sucre de canne. Dans notre modèle, parce qu'elle est minime par rapport à la production de sucre de betteraves, la production de sucre de canne est considérée de manière exogène.

Figure 38 : Production européenne de sucre de betterave et de canne



Source : PSD

La production totale de sucre de l'UE (à 15) pour l'année t appelée $qprsut_{ue,t}$ se définit donc comme ci-dessous :

$$qprsut_{ue,t} = qprsc_{ue,t} + qprsb_{ue,t}$$

avec $qprsc_{ue,t}$ la production de sucre de canne dans l'UE (variable exogène) et $qprsb_{ue,t}$ la production de sucre de betteraves dans l'UE.

La production de sucre de betteraves est modélisée de manière désagrégée pour la France et l'Allemagne. Les autres pays membres de l'UE constituent un "bloc" du reste de l'Union. La production de sucre de betterave de l'UE est donc la somme de la production de sucre de betterave en France, en Allemagne et dans le reste de l'UE (les 13 autres membres de l'UE 15) :

$$qprsb_{ue,t} = \sum_i qprsb_{i,t}$$

i = France, Allemagne, bloc reste de l'UE

La production de sucre de betteraves en France et en Allemagne est obtenue en multipliant la production de betteraves par un taux d'extraction :

$$qprsb_{i,t} = txsbe_{i,t} \times qprbet_{i,t}$$

i = France, Allemagne, bloc reste de l'UE

avec $qprsbe_{i,t}$ la production de sucre de betteraves dans le pays i pour l'année t , $txesbe_{i,t}$ le taux d'extraction du sucre à partir de la betterave et $qprbet_{i,t}$ la production de betteraves.

Le taux d'extraction $txesbe_{i,t}$ est calculé sur le passé comme le rapport entre la production de sucre de betterave et la production de betteraves. Aujourd'hui, ce taux est d'environ 16% (taux moyen pour les pays de l'UE).

$$txesbe_{i,t} = \frac{qprsbe_{i,t}}{qprbet_{i,t}}$$

i = France, Allemagne, bloc reste de l'UE

avec $qprsbe_{i,t}$ la production de sucre de betteraves pour le pays i l'année t et $qprbet_{i,t}$ la production de betteraves.

La production de betteraves $qprbet_{i,t}$ du pays i pour l'année t est obtenue en multipliant la surface de betteraves $surbet_{i,t}$ par le rendement de betteraves $rdtbet_{i,t}$.

$$qprbet_{i,t} = surbet_{i,t} \times rdtbet_{i,t}$$

i = France, Allemagne, bloc reste de l'UE

La surface et le rendement des betteraves sont modélisés explicitement pour la France et l'Allemagne dans notre modèle. La surface de betteraves sucrières est estimée dans un système d'équations représentant le schéma d'allocation de la terre. La surface des betteraves est estimée en fonction du prix de vente de la betterave, d'un indice de prix représentant les grandes cultures alternatives et de la surface totale disponible.

4.1.2. - Modélisation agrégée de la demande et des échanges

Nous considérons que le comportement de demande de sucre est homogène dans les pays de l'UE à 15 et nous estimons la consommation de sucre et les stocks de manière agrégée.

4.1.2.1. - Spécification de l'équation de la consommation de sucre par habitant

L'équation de consommation de sucre par habitant s'écrit de la manière suivante :

$$cdhsut_{ue,t} = \theta_1 + \gamma_1 rpin_{ue,t} + \gamma_2 rpib_{ue,t} + \gamma_3 cdhsut_{ue,t-1} + \mu_{1,t}$$

avec $cdhsut_{ue,t}$ qui représente la consommation domestique humaine par habitant, $rpin_{ue,t}$ le prix d'intervention de sucre brut déflaté par l'indice général du prix à la consommation et $rpi_{ue,t}$ le PIB réel par habitant. $\mu_{1,t}$ est un aléa.

4.1.2.2. - Spécification de l'équation du stock final de sucre

Le stock final de sucre pour l'année t dans l'UE $stfsut_{ue,t}$ s'écrit de la manière suivante :

$$stfsut_{ue,t} = \theta_2 + \gamma_4 cnsst_{ue,t} + \gamma_5 rsub_{ue,t} + \mu_{2,t}$$

avec $cnsst_{ue,t}$ les cotisations nettes de stockage en UE (cotisations – primes), $rsub_{ue,t}$ les subventions réelles de sucre brut (prix d'intervention du sucre brut – prix mondial du sucre brut en euro) et $\mu_{2,t}$ un aléa.

4.1.3. - Modélisation des prix

Le prix d'intervention du sucre brut utilisé est exogène dans le modèle. Un prix "domestique" ou "de marché" de sucre n'est pas disponible pour l'Union Européenne. Seuls les prix de betteraves de la France et l'Allemagne font alors l'objet d'une estimation économétrique.

4.1.3.1. - Spécification de l'équation du prix des betteraves pour la France et l'Allemagne

Le prix de betteraves est estimé en fonction du prix d'intervention et du prix mondial du sucre brut. On considère que le prix de vente des betteraves dépend également du prix mondial car selon Sucrerie Française (2005), il existe une relation forte entre le prix mondial du sucre (blanc) et les surfaces ensemencées de betteraves à travers le sucre C. Le prix à la production de la betterave pour le pays i l'année t noté $ippbet_{i,t}$ s'écrit :

$$ippbet_{i,t} = \theta_3 + \gamma_6 ipmsub_t + \gamma_7 ipnsubue_t + \mu_{3,t}$$

i = France, Allemagne

avec $ipmsub_t$ le prix mondial du sucre brut, $ipnsubue_t$ le prix d'intervention du sucre brut en UE et $\mu_{3,t}$ un aléa.

4.1.4. - Les résultats d'estimation

4.1.4.1. - La consommation de sucre par habitant

Tableau 13 : Résultats d'estimation de la consommation de sucre par habitant dans l'UE 15

La consommation de sucre par habitant	Coefficient	Elasticité
Constante	0.03 (3.28)	
Prix d'intervention réel	- 0.002 (-0.44)	0.05
PIB réel par habitant	3578.46 (1.46)	0.23
D85	0.01 (5.34)	
D90	0.003 (3.89)	
AR(1)	0.90 (14.35)	
R²		0.85
R² ajusté		0.83

La période d'estimation s'étend de 1976 à 2003. La méthode d'estimation est les Moindres Carrés Ordinaires. A défaut de disposer du prix du marché en Europe, nous utilisons le prix d'intervention du sucre brut déflaté par l'indice général du prix à la consommation de l'Allemagne (le plus gros consommateur de sucre de l'UE). Le prix a un effet négatif sur la consommation ce qui est cohérent avec la théorie. Le PIB réel par habitant de l'UE a un effet positif, ce qui également est cohérent. L'élasticité prix de la demande de court terme est de -0.05. L'élasticité revenu de la demande est de 0.23.

4.1.4.2. - Les stocks de sucre

Tableau 14 : Résultats d'estimation du stock final de sucre dans l'UE 15

Le stock final de sucre	Coefficient
Constante	3746.07 (15.8)
Cotisations nettes de stockage (cotisation – prime)	- 46.62 (-4.98)
Subvention sucre brut déflaté (prix d'intervention – prix mondial)	- 381.08 (-1.68)
D8283	1835.88 (5.21)
D02	- 658.03 (-1.89)

R²	0.68
R² ajusté	0.62

La période d'estimation s'étend de 1979 à 2003. La méthode d'estimation est les Doubles Moindres Carrés car le prix mondial est endogène dans notre modèle. La cotisation nette de stockage a un effet négatif sur les stocks, ce qui est cohérent. Lorsque les cotisations nettes augmentent, on stocke moins de sucre. Ces cotisations sont supprimées depuis 2001. La subvention du sucre brut est la différence entre le prix d'intervention du sucre brut et le prix mondial du sucre brut exprimé en euro. Cette subvention est déflaté par l'indice général du prix à la consommation de l'Allemagne afin de tenir compte du coût de la vie.

4.1.4.3. - Le prix de betteraves

Tableau 15 : Résultats d'estimation du prix de betteraves (réel) de la France

Le prix réel de betteraves en France	Coefficient
Constante	0.11 (0.62)
Prix d'intervention du sucre brut réel	0.8 (4.87)
Prix mondial réel en euro	0.08 (1.82)
AR(1)	0.51 (2.27)
R²	0.89
R² ajusté	0.87

La période d'estimation s'étend de 1979 à 2002. La méthode d'estimation est les DMC, car le prix mondial est endogène dans le modèle.

Tableau 16 : Résultats d'estimation du prix de betteraves (réel) de l'Allemagne

Le prix réel de betteraves en Allemagne	Coefficient
Constante	0.54 (1.55)
Prix d'intervention du sucre brut réel	0.32 (1.14)
Prix mondial réel en euro	0.09 (2.10)
AR(1)	0.92 (12.87)
R²	0.94
R² ajusté	0.93

La période d'estimation s'étend de 1979 à 2003. La méthode d'estimation est les DMC.

4.1.4.4. - Résultats graphiques

Figure 39 : Résultat d'estimation de la consommation de sucre par habitant dans l'UE 15

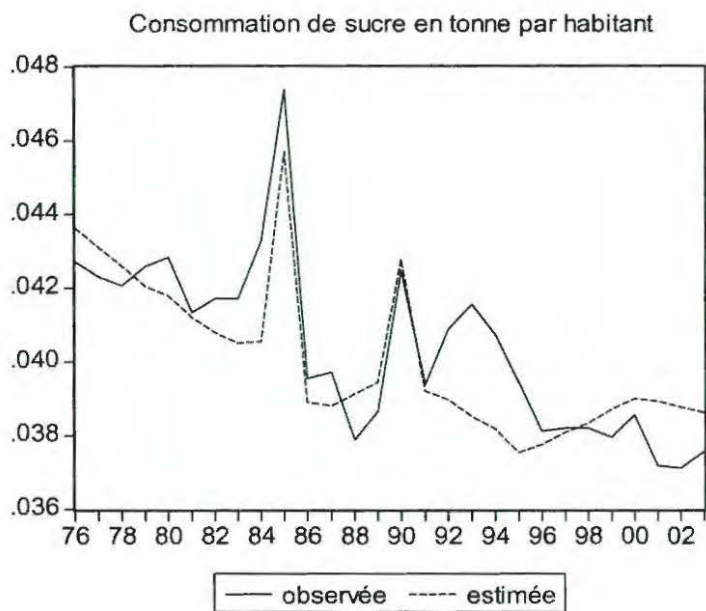


Figure 40 : Résultat d'estimation du stock final de sucre dans l'UE 15

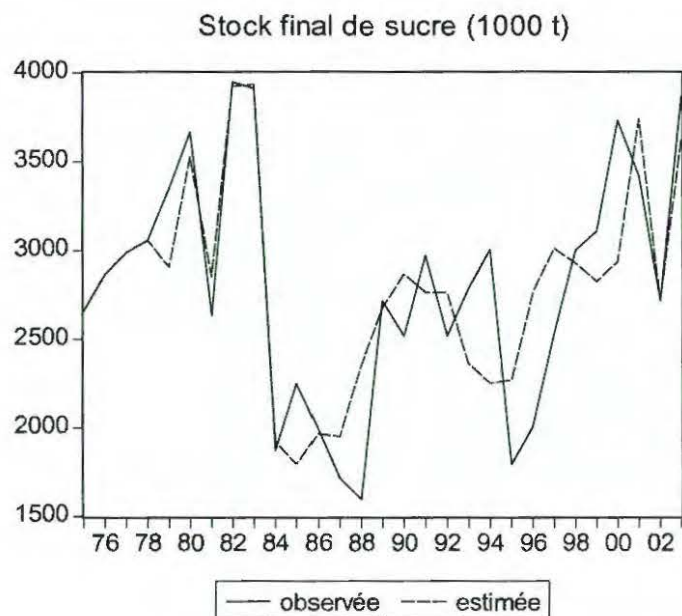
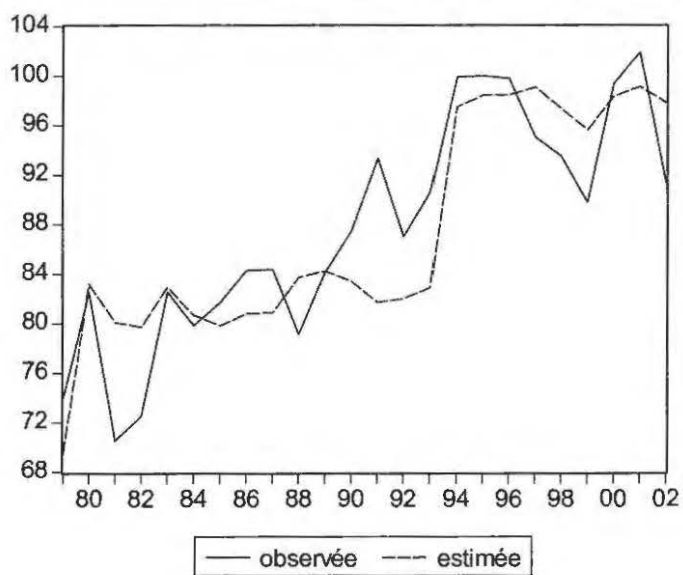


Figure 41 : Résultat d'estimation du prix des betteraves en France

Prix des betteraves France (en indice base 100 = 1995)

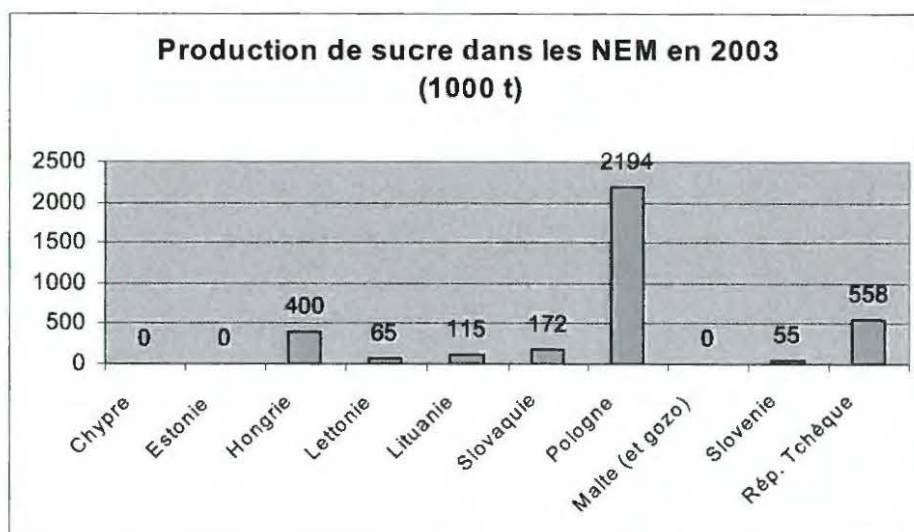


4.2. - Modélisation du marché du sucre des 10 nouveaux Etats membres (NEM)

Sur les dix nouveaux Etats membres de l'UE, sept sont producteurs de sucre et quatre d'entre eux représentent 93% de la production (en 2003). Il s'agit de la Pologne, la République Tchèque, la Hongrie et la Slovaquie.

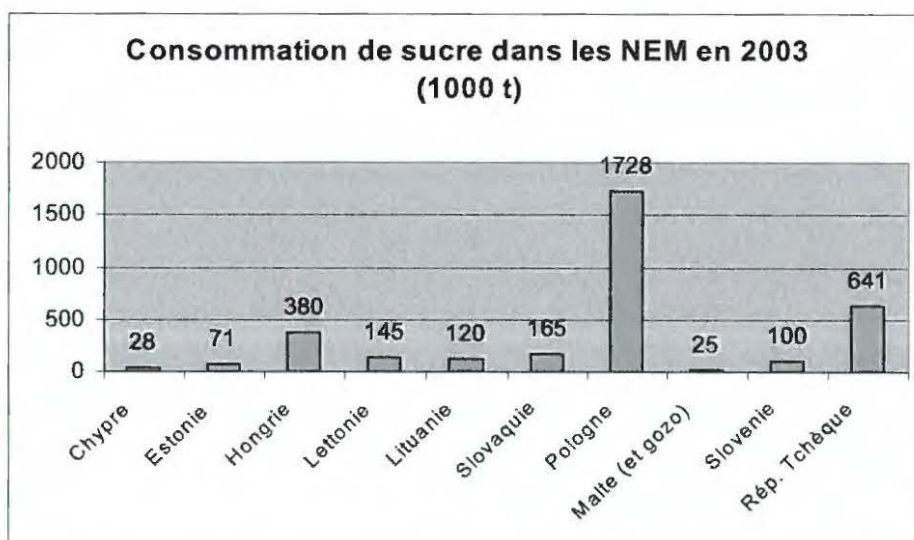
4.2.1. - Aperçu rapide du marché du sucre dans les NEM

Figure 42 : La production de sucre dans les 10 nouveaux Etats membres



Source : PSD-ESR

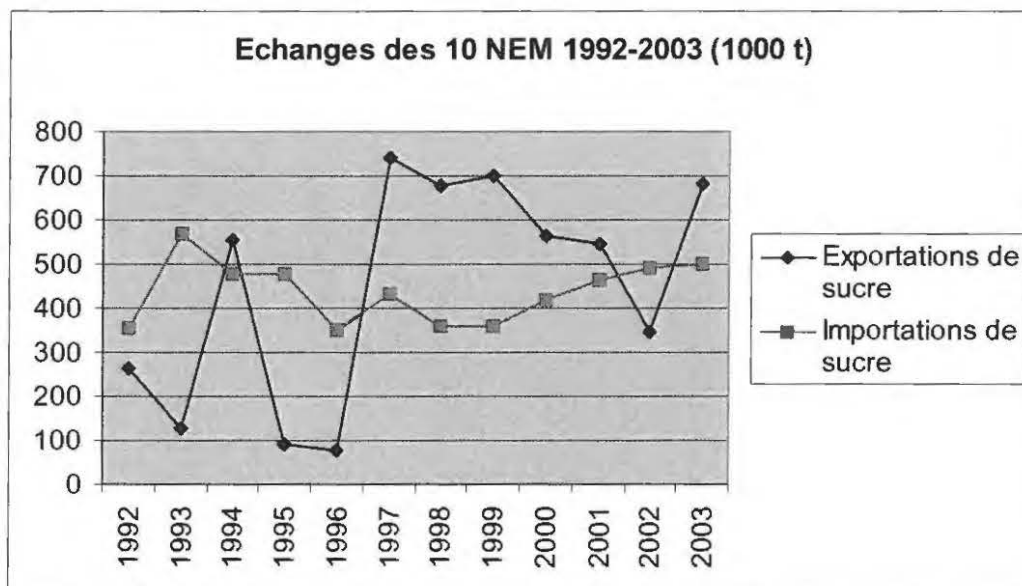
Figure 43 : La consommation de sucre dans les 10 nouveaux Etats membres



Source : PSD-ESR

La Pologne est de loin le plus grand producteur et consommateur de sucre parmi les nouveaux Etats membres. Elle dépasse ainsi la production de l'Espagne, l'Italie et le Royaume Uni en 2003 ce qui lui fait le troisième producteur de sucre de l'Union Européenne à 25.

Figure 44 : Les échanges de sucre dans les 10 nouveaux Etats membres



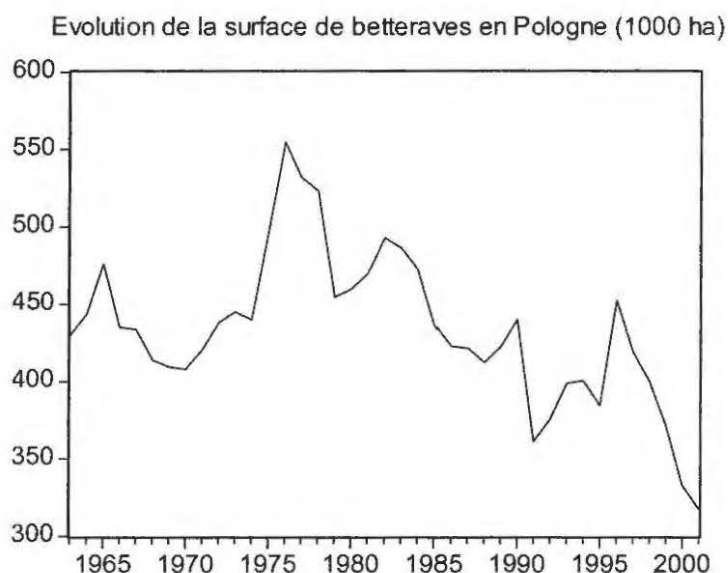
Source : PSD-ESR

Les échanges internationaux des nouveaux Etats membres sont très volatils.

4.2.2. - Modélisation proposée pour les NEM

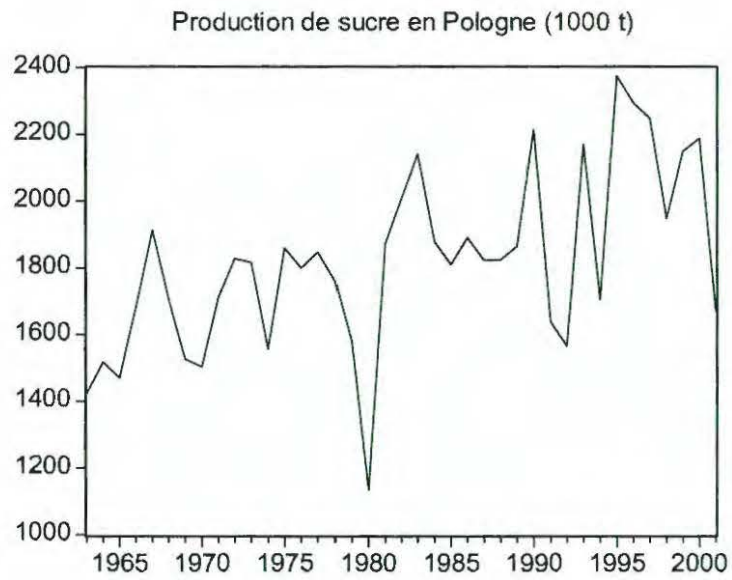
Il serait intéressant de modéliser la Pologne, troisième producteur de sucre en Union Européenne. Nous disposons des données en volume sur une plus longue période pour la Pologne. Cependant, nous n'avons pas encore de prix à notre disposition afin d'entreprendre la modélisation et de plus, l'évolution de certaines variables en Pologne sont très volatils.

Figure 45 : Evolution de la surface de betteraves en Pologne



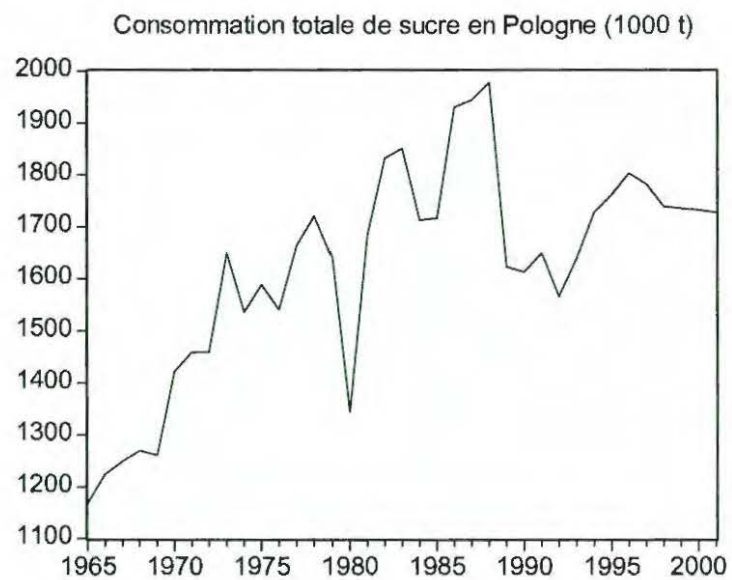
Source : PSD

Figure 46 : Evolution de la production de sucre en Pologne



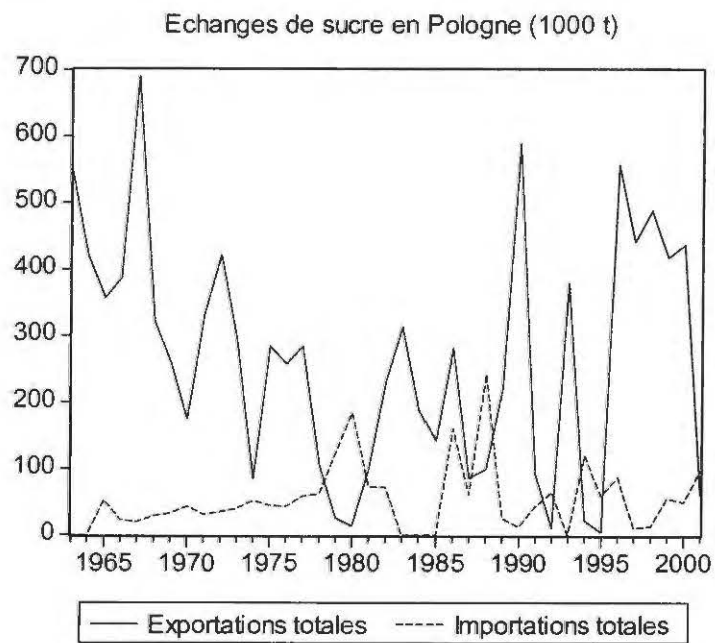
Source : PSD

Figure 47 : Evolution de la consommation totale de sucre en Pologne



Source : PSD

Figure 48 : Evolution des échanges de sucre en Pologne



Source : PSD

5. - Constitution de la base de données sur le sucre pour le Brésil.

Nous considérons le sucre comme un bien homogène et nous ne faisons donc pas la différence entre sucre brut et sucre raffiné, ni entre sucre roux et blanc. Ces données sont effet rarement disponibles de manière si détaillées. Nous exprimons donc, comme la plupart de modèles, toute quantité dans le modèle en « sucre brut équivalent ».

5.1. - Les données en volume

Les données relatives à la production, la consommation, les stocks, les exportations et les importations de sucre proviennent de PSD (Production, Supply and Distribution), USDA (United States Department of Agriculture) et sont disponibles sur la période 1964-2003. Les séries de surface et de production de cannes à sucre proviennent de FAO (Food and Agriculture Organization) et sont disponibles sur la même période. Les données sont utilisées en 1000 ha pour les surfaces et en 1000 tonnes pour les volumes.

5.2. - Les prix

Le prix domestique de la canne à sucre au Brésil provient de UNICA (Sao Paulo Sugarcane Agroindustry Union) sur la période 1980-1997, de la FAO pour les années 1998 et 1999 et de UDOP¹¹ entre 2000 et 2005. Le prix de la canne est utilisé en BRL¹² par tonne. Nous utilisons le prix domestique du sucre cristal en BRL par sac de 50 kg pour représenter le prix domestique du sucre brut. Ce prix est transformé en BRL par tonne. Nous utilisons le prix domestique de l'alcool anhydre pour représenter le prix domestique de l'éthanol. Ce prix est donné et utilisé en BRL par litre. Les prix de l'alcool anhydre et de l'alcool hydraté évoluent de manière quasi identique, avec une seule différence en niveau, le prix de l'alcool anhydre étant un peu plus élevé que le prix de l'alcool hydraté. Les prix domestiques du sucre brut et de l'éthanol proviennent de UNICA sur la période 1980 – 1997 et de Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), Esalq (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz") sur la période 1998 - 2005. Le prix mondial de sucre brut¹³ utilisé provient de ERS (Economic Research Service), USDA et est disponible sur la

¹¹ Associação profissional da indústria da fabricação de álcool, açúcar, similares e conexos.

¹² Réals brésiliens.

¹³ Contract No. 11-f.o.b. stowed Caribbean port, including Brazil, bulk spot price.

période 1960 – 2005. Ce prix est fourni en cents par livre et transformé en USD¹⁴ par tonne. Le prix du sucre brut FOB caribéen est généralement considéré comme le prix représentant le mieux le marché mondial du sucre.

5.3. - Les variables macroéconomiques

Les variables macroéconomiques (PIB, population, indice général de prix) proviennent de FMI et la Banque du Canada pour le taux de change USD/BRL.

5.4. - Résumé des données utilisées dans le modèle

Tableau 17 : Synthèse des données utilisées dans le modèle

Variable	Unités	Transformation	Période	Source
Données en volume				
Surface récoltée de canne à sucre	1000 ha	–	1964-2003	FAOSTAT
Production de cannes à sucre	1000 tonnes	–	1964-2003	FAOSTAT
Rendement de cannes à sucre	Tonne/ha	–	1964-2003	Calcul
Production (observée) de sucre de canne	1000 tonnes	–	1964-2003	PSD, USDA
Production théorique de sucre de canne	1000 tonnes	–	1964-2003	Calcul à partir des données PSD et un taux de conversion fourni par le Cnuced.
Différence de production	1000 tonnes	–	1964-2003	Calcul à partir de la production observée et la production théorique de sucre de canne
Consommation totale de sucre	1000 tonnes	–	1964-2003	PSD, USDA
Stock final du sucre	1000 tonnes	–	1964-2003	PSD, USDA
Exportations totales de sucre	1000 tonnes	–	1964-2003	PSD, USDA
Importations totales de sucre	1000 tonnes	–	1964-2003	PSD, USDA
Prix				
Prix canne à sucre	Moyennes mensuelles (en BRL) par tonne	Moyennes annuelles par tonne en BRL	1980-1997	UNICA (Sao Paulo)
Prix canne à sucre	Prix annuels (en BRL) par tonne	–	1998, 1999	FAO
Prix canne à sucre	Prix mensuels (en	Moyennes	2000-2005	UDOP

¹⁴ Dollars US.

	BRL) par tonne	annuelles par tonne en BRL		
Prix sucre cristal	Moyennes mensuelles (en BRL) par sac de 50kg	Moyennes annuelles par tonne en BRL	1980-1997	UNICA (Sao Paulo)
Prix sucre cristal	Prix quotidiens (en BRL) par sac de 50 kg pour l'Etat Sao Paulo	Moyennes annuelles par tonne en BRL	1998-2005	CEPEA, ESALQ
Prix alcool anhydre	Moyennes mensuelles (en BRL) par litre	Moyennes annuelles par litre en BRL	1980-1997	UNICA (Sao Paulo)
Prix alcool anhydre combustible	Moyennes mensuelles (en BRL) pour l'Etat Sao Paulo	Moyennes annuelles par litre en BRL	1998-2005	CEPEA, ESALQ
Prix mondial sucre brut	Prix annuels (en cents \$) par livre	USD/tonne	1960-2005	ERS, USDA
Prix de pétrole	\$/baril	-	1970-2004	USDA
Données macroéconomiques				
PIB	Indice base 100 en 1995	-	1972-2005	FMI
Population	1000 habitants	-	1972-2004	FMI
Taux de change USD/BRL	1 USD = x BRL	-	1972-2004	FMI et la Banque du Canada
Indice général de prix à la consommation	Indice base 100 en 1995	-	1971-2005	FMI

Remarques sur les données :

- La consommation totale de sucre est la somme de la consommation domestique humaine et la variable « autre consommation ». Au Brésil, la variable « autre consommation » est égale à zéro pendant toute la période (source PSD).
- Les importations totales de sucre au Brésil sont nulles sur toute la période sauf entre 1990 et 1995. Pour cette raison, nous modélisons les exportations nettes.
- Les exportations totales de sucre sont la somme des exportations de sucre brut et des exportations de sucre raffiné. Nous ne faisons pas cette distinction dans notre modèle. Le Brésil exporte du sucre brut depuis le début de la période. En revanche, il exporte du sucre raffiné seulement à partir de 1988 (selon PSD).

6. - Constitution de la base de données pour l'UE-25

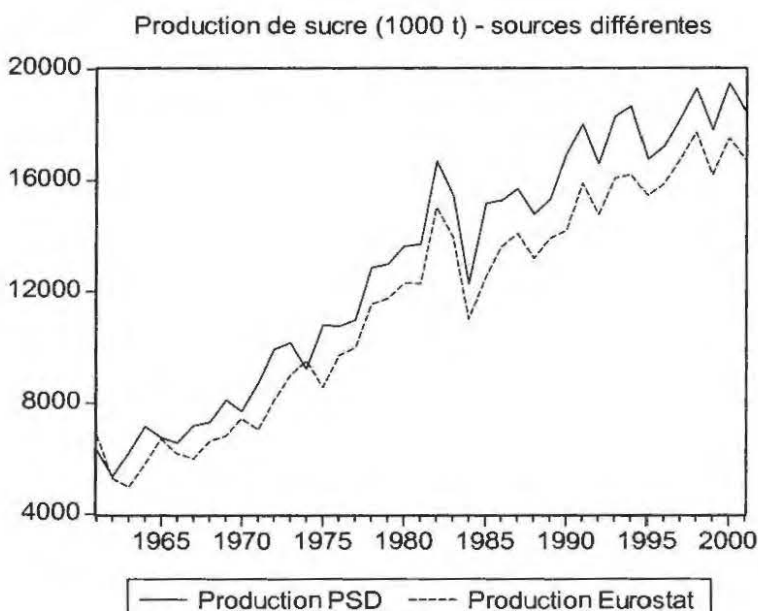
6.1. - L'Union Européenne à 15

Toute quantité du modèle du Brésil est spécifiée en « sucre brut équivalent ». Afin d'être cohérent dans la modélisation, nous devons spécifier aussi les quantités des autres pays constituant le marché mondial en « sucre brut équivalent ». Eurostat fournit des données en volume pour l'Europe en « sucre blanc »¹⁵ de manière désagrégée (nous pouvons accéder aux données détaillées de chaque pays). PSD (USDA) fournit des données en volume pour l'Europe en « sucre brut », mais uniquement de manière agrégée, c'est à dire que la production, la consommation et les échanges sont données en un seul bloc pour l'UE-15. En revanche, les données pour les dix nouveaux Etats membres sont disponibles de manière désagrégée¹⁶.

6.1.1. - Comparaison des différentes sources de données

Nous pouvons constater des différences de niveau entre les données fournies par Eurostat et celle fournies par PSD. Ces différences peuvent en partie être expliquées à partir des mesures différentes des données (en sucre brut et en sucre blanc). Les figures ci-dessous montrent les données de PSD et les données de Eurostat. Les données de Eurostat ont été additionnées pays par pays selon leur date d'entrée dans l'Union Européenne afin de disposer des données agrégées.

Figure 49 : Comparaison des données PSD et Eurostat relatives à la production de sucre en UE



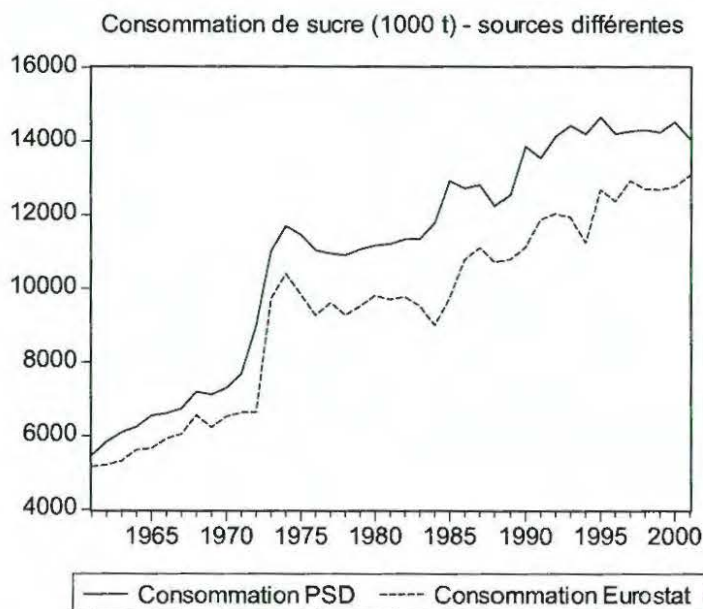
Source : Eurostat, PSD-ESR

¹⁵ Le taux de conversion pour passer du brut au blanc utilisé par F.O. Licht est de 0.92 (d'après CEDUS, 2004).

¹⁶ La disponibilité des données pour les nouveaux Etats membres (NEM) est détaillée ci-après.

Le niveau de production fourni par Eurostat est légèrement inférieur au niveau de production fourni par PSD. Ceci est cohérent avec le fait que les données d'Eurostat sont définies en « sucre blanc équivalent » et les données de PSD en « sucre brut équivalent ».

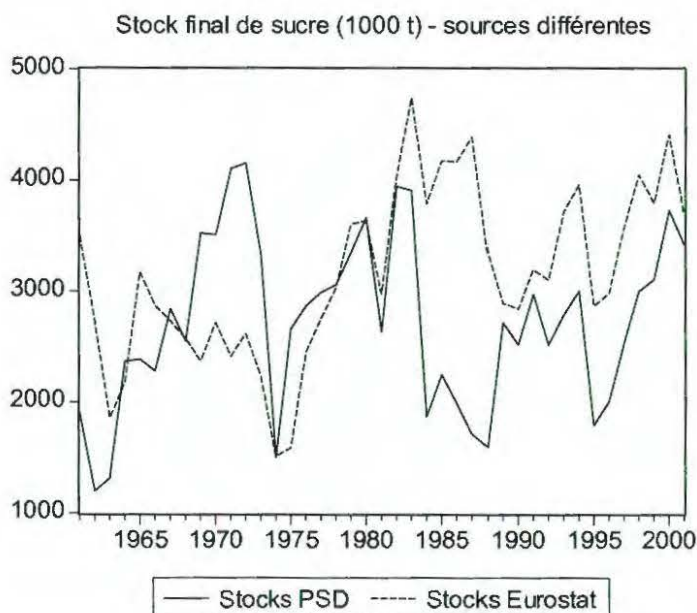
Figure 50 : Comparaison des données PSD et Eurostat relatives à la consommation domestique humaine de sucre en UE



Source : Eurostat, PSD-ESR

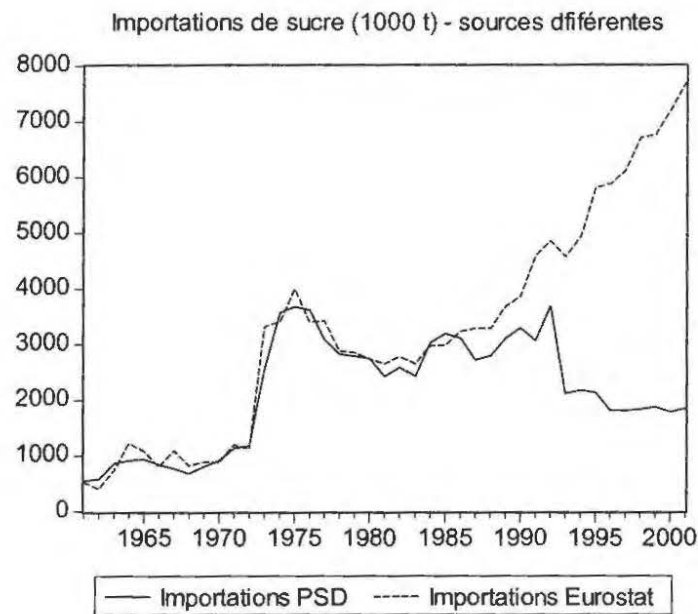
La différence de niveau dans la consommation peut également être imputable à la définition hétérogène des données.

Figure 51 : Comparaison des données PSD et Eurostat relatives aux stocks de sucre en UE



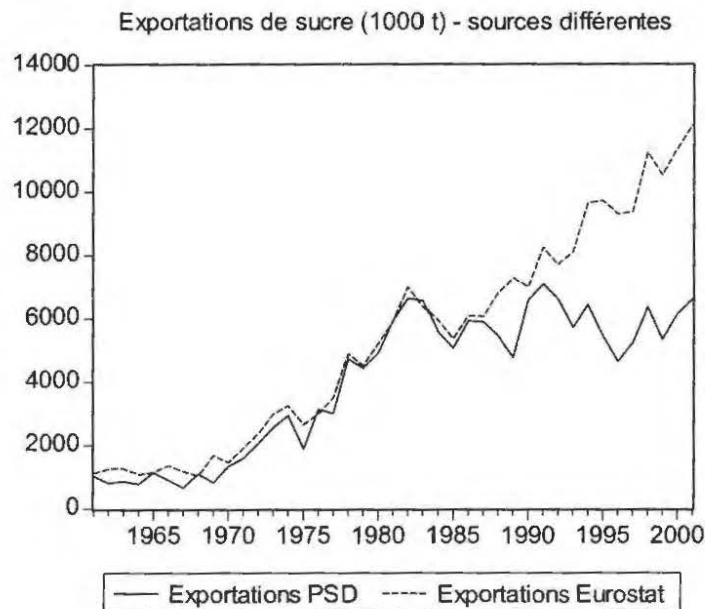
Source : Eurostat, PSD-ESR

Figure 52 : Comparaison des données PSD et Eurostat relatives aux importations de sucre en UE



Source : Eurostat, PSD-ESR

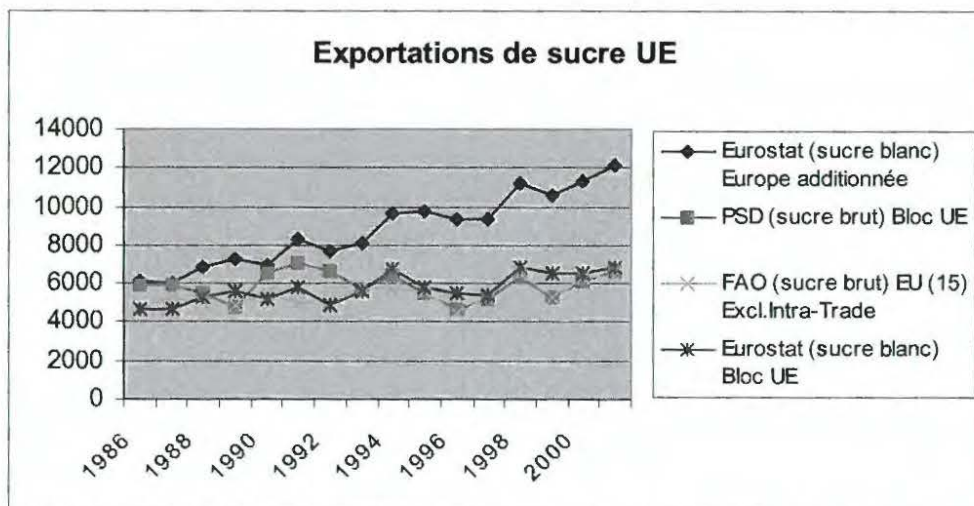
Figure 53 : Comparaison des données PSD et Eurostat relatives aux exportations de sucre en UE



Source : Eurostat, PSD-ESR

La différence de niveau concernant les échanges de l'UE est due au fait que les échanges intra-UE ne sont pas exclues des statistiques désagrégées des pays membres dans la base Eurostat à partir de 1986. Nous souhaitons comparer ces séries avec une autre source : FAO.

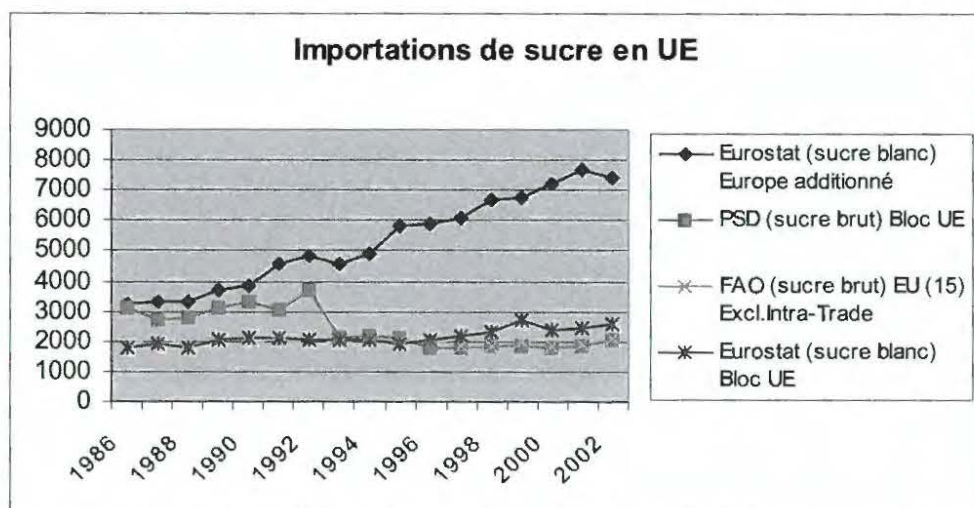
Figure 54 : Comparaison des données PSD, Eurostat et FAO relatives aux exportations de sucre en UE



Source : Eurostat, PSD, FAO

En utilisant la statistique des champs UE10, UE12, UE15 (bloc UE) de l'Eurostat (disponible seulement à partir de 1981) l'évolution des données Eurostat (bloc UE), PSD et FAO devient semblable.

Figure 55 : Comparaison des données PSD, Eurostat et FAO relatives aux importations de sucre en UE



Source : Eurostat, PSD, FAO

Au niveau des importations, il existe un certain décalage jusqu'à 1992 entre les données PSD et les données Eurostat (bloc UE) et FAO.

Par souci de cohérence avec le marché brésilien ainsi qu'à cause de la grande différence au niveau des données sur les échanges, nous utilisons les données PSD définies en "sucre brut équivalent" dans la modélisation de l'Union Européenne.

6.1.2. - Les données en volume

Les données relatives aux surfaces et la production de betteraves pour l'UE à 15 proviennent de Eurostat. Les données relatives à la production de sucre en « brut équivalent » pour la France et l'Allemagne sont obtenues en calculant d'abord leurs parts dans la production totale de sucre de betteraves de l'UE à partir des données Eurostat. Ces parts sont ensuite appliquées aux données sur la production agrégée en sucre brut équivalent de PSD. Les données correspondant à la production de sucre de canne, la consommation, les stocks, les exportations et les importations de sucre proviennent de PSD, USDA et sont disponibles de manière agrégée sur la période 1961-2003. Les données sont utilisées en 1000 ha pour les surfaces et en 1000 tonnes pour les volumes.

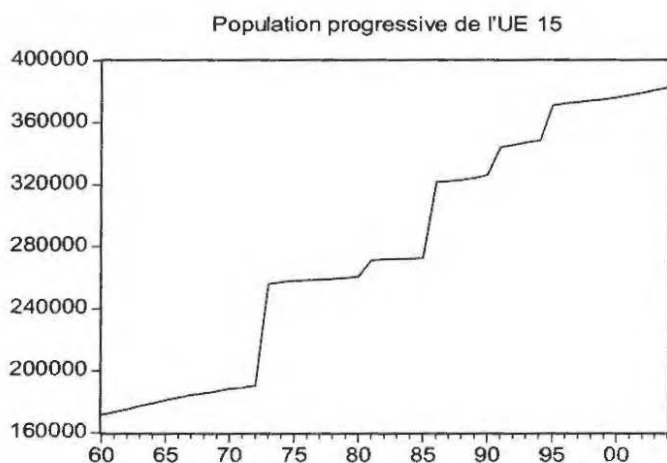
6.1.3. - Les prix

Nous utilisons le prix d'intervention du sucre brut. Ce prix évolue de manière identique au prix d'intervention du sucre raffiné. Il est fourni par la CGB. Le prix mondial de sucre brut¹⁷ utilisé provient de ERS (Economic Research Service). Les prix de betteraves pour la France et l'Allemagne proviennent de Eurostat. Ces prix sont données en valeurs absolues, qualité standard. L'indice général du prix à la consommation utilisé dans les deux équations de demande est celui de l'Allemagne car ce pays est le plus gros consommateur de sucre de l'UE.

6.1.4. - Les variables macroéconomiques

Les variables macroéconomiques PIB et l'indice général de prix à la consommation proviennent de FMI. Les données concernant la population proviennent de Eurostat.

Figure 56: Evolution de la population de l'Union Européenne



Source : Eurostat

¹⁷ Contract No. 11-f.o.b. stowed Caribbean port, including Brazil, bulk spot price.

6.1.5. - Résumé des données utilisées dans le modèle

Tableau 18 : Synthèse des données utilisées dans le modèle

Variable	Pays	Unités	Transformation	Période	Source
Données en volume					
Surface récoltée de betteraves à sucre	UE, FR, DE, RE	1000 ha	-	1960-2004	EUROSTAT
Surface récoltée de cannes à sucre	UE	1000 ha	-	1962-2003	FAOSTAT
Production de betteraves à sucre	UE, FR, DE, RE	1000 tonnes	-	1960-2004	EUROSTAT
Production de cannes à sucre	UE	1000 tonnes	-	1962-2003	FAOSTAT
Rendement de betteraves	UE, FR, DE, RE	Tonne/ha	-	1962-2003	Calcul
Rendement de canne à sucre	UE	Tonne/ha	-	1962-2003	Calcul
Production de sucre de betteraves	UE, FR, DE, RE	1000 tonnes	-	1961-2003	Calcul à partir de Eurostat et PSD, USDA
Production de sucre de canne	UE	1000 tonnes	-	1961-2003	PSD, USDA
Consommation domestique humaine de sucre	UE	1000 tonnes	-	1961-2003	PSD, USDA
Autre consommation	UE	1000 tonnes	-	1961-2003	PSD, USDA
Stock final du sucre	UE	1000 tonnes	-	1961-2003	PSD, USDA
Exportations totales de sucre	UE	1000 tonnes	-	1961-2003	PSD, USDA
Importations totales de sucre	UE	1000 tonnes	-	1961-2003	PSD, USDA
Prix					
Prix d'intervention sucre brut	UE	EUR/tonne	-	1980-1997	Document transmis par la CGB
Prix mondial sucre brut		Prix annuels (en cents \$) par livre	USD/tonne	1960-2005	ERS, USDA
Prix de vente à la production des betteraves (qualité standard)	FR, DE	EUR/tonne	-	1971-2002	Eurostat
Données macroéconomiques					
PIB		Indice base 100 en 1995	-	1971-2005	FMI
Population		1000 habitants	-	1972-2005	Eurostat
Taux de change USD/EUR		1 USD = x EUR	-	1978-2004	FMI
Indice général de prix à la consommation	FR	Indice base 100 en 1995	-	1960-2005	FMI
Indice général de prix à la consommation	DE	Indice base 100 en 1995	-	1972-2005	FMI

Remarques sur les données :

- les importations / exportations totales sont la somme des importations / exportations de sucre brut et de sucre raffiné. Nous ne faisons pas la distinction entre sucre brut et sucre raffiné dans le modèle. L'UE exporte presque uniquement du sucre raffiné (les exportations de sucre brut sont données seulement à partir de 1996 et représentent très peu) et importe presque uniquement du sucre brut (les importations de sucre raffiné sont données seulement à partir de 1995).
- La variable "autres consommations" est très faible en UE et égale à zéro jusqu'à 1994.

6.2. - Les 10 nouveaux Etats membres

Huit des dix nouveaux Etats membres de l'Union Européenne sont des pays de l'ancien bloc communiste de l'Europe centrale et orientale. Certains de ces Etats ont été créé récemment : la Slovénie est devenue indépendante de la Fédération Yougoslave en 1992, l'Estonie, la Lettonie et la Lituanie ont trouvé leur indépendance avec l'effondrement de l'URSS en 1991 et la séparation de la Tchécoslovaquie a donné naissance à deux nouveaux pays en 1993 : la République Tchèque et la Slovaquie. La plupart des données ne sont donc disponibles que sur une courte période.

6.2.1. - Disponibilité des données en volume

Nous disposons des données en volume mesurées en sucre brut équivalent à partir de la base PSD-ESR.

Tableau 19 : Disponibilité des données dans les 10 Nouveaux Etats membres

Pays	Période
Pologne	1974-2003
Hongrie	1975-2003
République Tchèque	1990-2003
Slovaquie	1990-2003
Slovénie	1992-2003
Lettonie	1990-2003
Lituanie	1990-2003
Estonie	1991-2003
Malte	1974-2003
Chypre	1974-2003

A part pour la Pologne, la Hongrie, Malte et Chypre, les données ne sont disponibles qu'à partir du début des années 1990. Eurostat fournit des données en volume pour ces pays uniquement à partir de 2000.

6.2.2. - Disponibilité des prix

Nous ne disposons d'aucun prix pour le sucre dans ces pays. Le prix des betteraves est disponible dans la base Eurostat pour la Pologne entre 1990 et 2004.

7. - Prolongements

Le travail réalisé porte sur la modélisation du marché du sucre au Brésil et dans l'Union Européenne. La modélisation du marché du sucre au Brésil tient compte de la particularité liée au marché brésilien, c'est à dire le lien étroit avec le secteur de l'éthanol. La prise en compte de ce lien est essentielle car les développements futurs dans le secteur de l'éthanol au Brésil sont décisifs pour déterminer le rôle futur du Brésil sur le marché mondial du sucre. Ainsi, nous avons vu que des variations dans le prix de l'éthanol au Brésil affectent directement la production de sucre. Le Brésil représente aujourd'hui environ 40% des exportations mondiales de sucre, des variations dans sa production influencent donc directement l'offre mondiale et le prix.

Pour l'instant nous ne pouvons mesurer l'impact des variations de l'offre brésilienne sur le marché mondial car dans la version actuelle du modèle le prix mondial du sucre est exogène. Afin d'évaluer ces effets, il est nécessaire de disposer d'un outil qui permet d'expliquer la formation du prix mondial du sucre. Pour cela il faut procéder à la construction d'un modèle de marché mondial. Le prolongement naturel de ce travail est donc de s'intéresser au marché mondial du sucre. La construction du marché mondial du sucre passe par la modélisation des autres principaux acteurs sur le marché du sucre, à savoir les Etats-Unis et le reste du monde. Ce travail est actuellement en cours. Le marché mondial du sucre sera donc composé dans un premier temps du Brésil, de l'Union Européenne à 25, des Etats-Unis et d'un bloc « Reste du monde ».

8. - Bibliographie

BEGHIN J., EL-OBEID A. *Multilateral trade and agricultural policy reforms in sugar market*, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, 2004.

BENIRSCHKA M., KOO, WON W., LOU J., *World Sugar Simulation Model: Description and Computer Program Documentation*. Agricultural Economic Report No. 356, Department of Agricultural Economics, Agricultural Experiment Station, North Dakota State University, Fargo, ND 58105-5636, August 1996

BOURDONCLE M., *Le Brésil, nouvelle frontière agricole du monde, Paysans, n° 289 – Janvier / Février 2005*

CHALMIN P., *Cyclope, les marchés mondiaux*, Ed. Economica 2000, 2001, 2002, 2004, 2005.

KOIZUMI T., *The Brazilian Ethanol Programme – Impacts on World Ethanol and Sugar Markets*, FAO of the UN, Italy, Biomass and Agriculture: Sustainability, Markets and Policies p. 113-127, OECD Publication Service, Paris, September 2004.

Mourrisey O., WILLEM te VELDE D., GILLSON I., WIGGINS S., *Sustainability impact assessment of proposed WTO negotiations*, Mid-Term Report for the agriculture sector study, Overseas Development Institute, London, UK, 31 January 2005.

OCDE, *1998 Aglink Model – technical documentation – March 1998*, Directorate for food, agriculture and fisheries, Paris.

PIKETTY M-G., BOUSSARD J-M., *Conséquences possibles de la libéralisation des échanges de sucre : deux modèles et leurs réponses*, Economie Rurale 270/Juillet-Août 2002.

SHEALES T., GORDON, S. HAFI A., TOYNE C., *Sugar international policies affecting market expansion*, N° 99.14, Canberra (AUS) ABARE, 1999.

UNICA, *Brazil's Sugar and Ethanol*, Energy and Environment Commodities, Mai 2004, disponible sur le site de l'UNICA.

9. - Annexes

9.1. - Annexe 1 : Synthèse des modélisations existantes relatives au marché du sucre

<h3>Synthèse des modélisations existantes relatives au marché du sucre (au Brésil)</h3>

Table des matières

INTRODUCTION	71
1/ CARD/FAPRI INTERNATIONAL SUGAR MODEL	72
2/ WORLD SUGAR POLICY SIMULATION MODEL	74
3/ WORLD ETHANOL SUGAR MODEL.....	76
4/ THE CARIBBEAN SUGAR MARKET MODEL	78
MODELES DIVERS :	79
ARTICLES DIVERS :	79
QUELQUES ARTICLES SPECIFIQUES AU REGIME EUROPEEN :	80

Réalisé par Agneta Forslund, Avril 2005

Introduction

Ce document a pour objet de fournir une synthèse de quelques modélisations existantes relatives au marché du sucre et tout particulièrement à celui du Brésil. Il apparaît, à partir des comparaisons effectuées entre les différents modèles existants sur le sujet, que ces modèles sont plus ou moins construits suivant la même démarche.

En effet, quelque soit l'objectif du modèle et sa couverture géographique, que ce soit un modèle appliqué à la culture de betteraves sucrières ou de cannes à sucre, il existe une certaine ressemblance dans la structure des modèles. Tout d'abord, un trait commun est que toute quantité sur le marché de sucre est spécifiée en sucre brut équivalent. C'est à dire que l'on ne fait pas la distinction entre sucre brut et sucre raffiné dans l'analyse.

En ce qui concerne la spécification économétrique, la plupart des modèles spécifie des équations de comportement pour la surface récoltée de cannes à sucre ou de betteraves sucrières, le rendement de cannes ou de betteraves, la consommation de sucre par habitant, le stock final de sucre et les échanges internationaux. En revanche, la production de sucre est obtenue en appliquant un taux d'extraction exogène à la production de cannes à sucre ou de betteraves. La production de sucre n'est donc pas estimée explicitement dans ces modèles, malgré le fait que « les producteurs de sucre » (les sucreries) détiennent un rôle essentiel dans la décision de produire ou non du sucre (par exemple de dédier la canne ou la betterave à la production d'éthanol). La demande industrielle de sucre n'est pas non plus traitée dans les modèles, mais confondue avec la consommation humaine de sucre.

En résumé, la surface de cannes ou de betteraves récoltée en t est principalement expliquée par la surface récoltée en $t-1$, le prix de cannes ou de betteraves en $t-1$ (parfois le prix du sucre en $t-1$), par une variable de politique gouvernementale ainsi que les prix des cultures alternatives en $t-1$ et un trend. Le rendement est souvent expliqué par le rendement en $t-1$, le prix réel du sucre et un trend. La consommation de sucre par habitant en t est expliquée sans particularité précise par la consommation par habitant en $t-1$, le prix réel domestique de sucre et le revenu réel par habitant. Le stock final de sucre est estimé en fonction du stock initial de sucre, de la production, des importations, des exportations et de la consommation totale. Les exportations de sucre sont fonction de la production, d'une éventuelle variable de politique tandis que les importations de sucre sont fonction de la production et de la consommation totale de sucre.

Le document décrit également très brièvement certains articles traitant le sujet. Ce document n'a en aucun cas pour but d'être exhaustif.

I/ CARD/FAPRI International Sugar Model

Instituts/individus	FAPRI
Généralités	Modèle économétrique non spatial, d'équilibre partiel.
Objectif du modèle	Etablir la composante sucre dans la référence FAPRI (2003) et pour l'analyse des politiques.
Couverture géographique	Mondiale : 29 pays/régions (dont un agrégat « Reste du monde » pour fermer le modèle)
Couverture des biens	Sucre (aucune distinction entre sucre brut et sucre raffiné)
Estimation des paramètres	Econométrie ou des estimations d'opinion générale (élasticités disponibles sur le site web de FAPRI).
Equilibrage du modèle	Les prix d'équilibre, les quantités et le commerce net sont déterminés en égalisant l'excès d'offre et l'excès de demande dans chaque pays.
Représentation des politiques	Des interventions telles que des restrictions quantitatives sur la surface, l'offre ou les flux de commerce et des prix minimums ; ex « US loan rate » sont prises en compte mais pas détaillées.
Période d'estimation	1980-2001
Source des données	FAO, PSD (USDA), IMF, WEFA-Dri.

Equations de comportement :

Variable à expliquer en t	Variables explicatives
Surface récoltée cannes / betteraves	Surface récoltée en t-1, prix de cannes ou de betteraves en t-1, prix des cultures alternatives en t-1, trend.
Rendement cannes / betteraves	Rendement en t-1, trend.
Consommation de sucre par hab.	Prix réel de sucre brut, revenu réel par hab..
Stock final	Stock final en t-1 (stock initial), consommation totale de sucre, prix réel de sucre brut.

Remarques :

- La production de cannes ou de betteraves est obtenue en multipliant la surface récoltée en cannes ou en betteraves par son rendement.
- La production totale de sucre est obtenue par conversion de la production de cannes ou de betteraves en « sucre brut équivalent ».
- L'interaction avec d'autres composantes (cultures) du modèle est limitée à des effets prix croisés dans l'offre (pour le blé le riz et le soja). Il n'y a pas d'interaction dans la demande.

Mécanisme de transmission de prix :

En faisant l'hypothèse d'un tarif « ad valorem », le prix domestique est exprimé :

$$P_d = \alpha + \beta \cdot P_w \cdot r \cdot (1 + d),$$

avec

P_d le prix domestique, P_w le prix mondial (le prix caribéen représentatif) du sucre CIF si le pays est importateur net et FOB si le pays est exportateur net, r le taux de change et d les interventions politiques entre les marchés mondial et domestique (exprimé sous forme ad valorem). Les pays sont soit des importateurs naturels nets soit des exportateurs naturels nets selon si leur prix intérieurs se trouve au-dessus ou au-dessous le prix mondial.

Remarque : Les prix peuvent être les prix de gros ou de détail selon la disponibilité des données. En général, un seul prix domestique est utilisé. Les prix producteur et consommateur sont différenciés seulement dans des pays qui supportent une taxe sur la consommation ou des pays pratiquant un soutien insuffisant aux producteurs.

- Source : El-Obeid A., Beghin J., Multilateral Trade and Agricultural Policy Reforms in Sugar Markets, Iowa State University, 2004.

2/ World Sugar Policy Simulation Model

Instituts/individus	North Dakota State University
Généralités	Modèle dynamique, d'équilibre partiel et de commerce net.
Objectif du modèle	Evaluer les effets des politiques commerciales et agricoles sur l'économie mondiale du sucre en simulant la production, la consommation, les stocks et le commerce du sucre sur une période de 10 à 15 ans .
Couverture géographique	Mondiale : 18 pays ou régions et un agrégat « reste du monde ».
Couverture des biens	Sucre (aucune distinction n'est faite entre sucre brut et raffiné)*.
Estimation des paramètres	Combinaison modèle économétrique et modèle synthétique (l'offre et la demande de sucre sont estimées de façon économétrique pour chaque région). Toute équation de comportement du modèle est calibrée à une période de base : 1990/91 à 1992/93 (moyennes de toutes les variables).
Equilibrage du modèle	offre = demande ; la somme des exportations nettes = 0
Représentation des politiques	Le système de quotas avec droits de douane (Tariff Rate Quotas) des Etats-Unis est modélisé.
Période d'estimation	Non précisée
Source des données	USDA, FAOStat, US Sugar Statistical Compendium, US Corn Sweetener Statistical Compendium, ABARE, Commission Européenne, F.O. Licht, WEFA Group,...

*toute quantité de sucre est exprimée en « sucre brut équivalent »).

Equations de comportement :

Variable à expliquer en t	Variation explicatives
Surface récoltée de cannes / betteraves	Surface récoltée en t-1, le prix mondial du sucre en t-1 ou le prix domestique de la canne en t-1 ou le prix domestique de la betterave en t-1, le prix des cultures alternatives en t-1, un paramètre de politique, trend.
Rendement de cannes / betteraves	Rendement en t-1, trend.
Consommation de sucre par hab.	Prix du sucre, revenu par hab., trend.
Stock final	Stock initial, la consommation totale de sucre, le prix du sucre.
Exportations nettes	Stock initial, production, (-) consommation totale, (-) stock initial.
Prix de gros du sucre (si disponible)	Prix mondial réel du sucre en monnaie nationale.
Prix de cannes et de betteraves (si disponibles)	Prix de gros du sucre

Remarques :

- La production de sucre de canne et de sucre de betterave est obtenue en multipliant la surface récoltée par le rendement et par un taux d'extraction (exogène) pour la canne et la betterave.
- La production totale de sucre est la somme des production de sucre de canne et de sucre de betteraves.
- Cependant, dans certains pays le lien entre la production de canne et de sucre est faible car toute la récolté de cannes n'est pas transformée en sucre (par exemple le Brésil qui utilise la moitié des cannes pour la production d'éthanol, ou Inde qui consomme des volumes importants de sucre non centrifugé). Pour ces pays, le modèle prévoit des équations spécifiques pour la production de sucre : la production de sucre est fonction de la production de sucre en t-1, le prix du sucre en t-1 et un trend.
- La consommation totale est obtenue en multipliant la consommation de sucre par hab. par la population.

Mécanisme de transmission de prix :

Les prix domestiques de sucre sont égaux aux prix mondiaux convertis en monnaie nationale (prix mondial multiplié par le taux de change officiel).

Remarque :

- Pour simuler des modifications des politiques commerciales, des tarifs spécifiques ou ad valorem (ou des subventions) peuvent être liés à l'équation de transmission de prix mondial :

$$pd = pm \cdot er \cdot (1+r) + t$$

avec pd le prix domestique, pm le prix mondial, er le taux de change, r un tarif ad valorem et t un tarif spécifique.

- Source : Benirschka, Martin; Koo, Won W; Lou, Jianqiang; "World Sugar Simulation Model: Description and Computer Program Documentation". Agricultural Economic Report No. 356, Department of Agricultural Economics, Agricultural Experiment Station, North Dakota State University, Fargo, ND 58105-5636, August 1996.

3/ World Ethanol Sugar Model

Instituts/individus	FAO, Commodities and Trade Division
Généralités	Modèle dynamique d'équilibre partiel.
Objectif du modèle	Analyser comment une politique d'énergie, d'environnement ou d'éthanol dans les principaux pays producteurs affecte pas seulement le marché d'éthanol mais également le marché domestique et mondial du sucre.
Couverture géographique	Le marché mondial du sucre consiste en 14 pays producteurs et le marché mondial d'éthanol de 11 pays.
Couverture des biens	Sucre (aucune distinction entre brut et raffiné)*, éthanol.
Estimation des paramètres	Pas très clair –supposé économétrique
Equilibrage du modèle	Equilibre du marché : somme des exportations = somme des importations. Comme plusieurs marchés fonctionnent sous interventions gouvernementales, le prix d'équilibre d'un pays est trouvé en confrontant les équations d'identité de ce pays. Le prix d'équilibre du commerce est trouvé en équilibrant le marché du commerce (trade market).
Représentation des politiques	Prix d'intervention exogènes, dans l'UE : quotas de production, prix d'intervention, subventions à l'exportation et des traitements préférentiels
Période d'estimation	Non précisée
Source des données	FAOStat, publications du gouvernement brésilien.

*toute quantité de sucre sur le marché est définie en « sucre brut équivalent ».

Equations de comportement :

Variable à expliquer en t	Variables explicatives
Δ Surface récoltée	Δ prix producteur de cannes/betteraves en t-1 ou en t-2, Δ prix producteur de cultures alternatives en t-1 ou en t-2, Δ quota de production en t-1 ou en t-2.
Δ Rendement	Δ taux de croissance exogène (de sucre/cannes/betteraves ?)
Δ Production d'éthanol	Δ prix producteur d'éthanol, Δ taux de croissance exogène d'éthanol ou Δ prix producteur d'éthanol, Δ prix des inputs pour le production d'éthanol, Δ taux de croissance exogène d'éthanol.
Δ Consommation par hab. (tous biens)	Δ prix domestique (tous biens), Δ prix domestique de biens alternatifs, Δ le revenu

	par hab..
Stock final (tous biens)	Δ production (tous biens), Δ prix domestique (tous biens) ou Δ consommation totale (tous biens),), Δ prix domestique (tous biens).
Δ Exportations (tous biens)	Δ prix mondial (tous biens), Δ prix domestique (tous biens).
alternatif : Exportations (tous biens)	production (tous biens), + importations – consommation – variation de stocks (tous biens).
Δ Importations (tous biens)	Δ prix à l'importation (tous biens), Δ prix domestique (tous biens), Δ revenu par hab..
alternatif : Importations (tous biens)	exportations + consommation+ variation de stocks – production (tous biens).

Remarques :

- Un ratio d'allocation de cannes à sucre est construit sur le marché brésilien, qui définit quel volume est affecté à la production de sucre et quel volume à la production d'éthanol.
- Le ratio d'allocation de cannes à sucre est défini comme fonction du rapport entre les prix du sucre et de l'éthanol : (prix domestique de sucre en t / prix domestique de sucre en t0) / (prix domestique d'éthanol en t / prix domestique d'éthanol en t0).
- La production de sucre est obtenue en multipliant la surface récoltée en cannes à sucre par son rendement, par le ratio d'allocation de canne à sucre et par un taux d'extraction et s'il y a lieu ; en additionnant la surface récoltée en betteraves multipliée par son rendement et un taux d'extraction.
- La consommation totale de sucre est obtenue en multipliant la consommation par hab. par la population.
- La consommation d'éthanol est la somme des utilisations de transports (et autres).
- L'utilisation de transports est définie comme une fonction des prix d'essence et d'éthanol, expliqués à leur tour par le prix de pétrole brut et le nombre de véhicules.

➤ Source : Tatsuji Koizumi, *The Brazilian ethanol programme : impacts on world ethanol and sugar markets*, FAO of the UN, Italy, Biomass and Agriculture : Sustainability, Markets and Policies, OECD Publication Service, Paris, September 2004, p 113-127.

http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/AD430E/AD430E00.HTM

M

4/ The Caribbean Sugar Market Model

Instituts/individus	Armstrong, Delroy Anthony
Généralités	
Objectif du thèse / du modèle	Evaluer les impacts des modifications du traitement préférentiel après 2006 sur les territoires caribéens faisant partie du groupe ACP.
Couverture géographique	6 pays caribéens
Couverture des biens	Sucre (pas de distinction brut / raffiné)*
Estimation des paramètres	Combinaison modèle économétrique et modèle synthétique.
Equilibrage du modèle	-
Représentation des politiques	Variable de politique est incluse dans les exportations afin de prendre en compte les politiques pratiquées par l'UE et les Etats-Unis vis à vis des pays caribéens.
Période d'estimation	1961-2000
Source des données	FAO, Sugar Industry Research Institute, Jamaica, Sugar Industry Authority of Jamaica, International Financial Statistics 2002 CD-Rom

Equations de comportement :

Variable à expliquer en t	Variables explicatives
Surface récoltée	Surface récoltée en t-1, le prix réel du sucre en t-1, une variable de politique gouvernementale.
Rendement	Rendement en t-1, surface récoltée, le prix réel du sucre, trend.
Consommation de sucre par hab.	Consommation par hab. en t-1, prix réel domestique de sucre, revenu réel par hab..
Stock final	Rendement, surface récoltée, importations, exportations, consommation totale de sucre.
Exportations	Surface récoltée, rendement, une variable politique relative aux exportations.
Importations	Exportations, rendement, surface récoltée, consommation totale de sucre.

Remarques :

- La production est obtenue en multipliant la surface récoltée par le rendement.
- La consommation totale est obtenue en multipliant la consommation de sucre par hab. par la population.

➤ Source : Armstrong, Delroy Anthony , *The Potential Impact of Trade Policy Changes on Caribbean Sugar*, Master's Thesis. <http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-1121103-010631/>
La spécification du modèle est disponible dans le chapitre 3 :
<http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-1121103-010631/unrestricted/Chapter3.pdf>

Modèles divers :

□ Agricultural Trade Policy Simulation Model (ATPSM), CnuCED / FAO

Le modèle ATPSM consiste en un système d'équations représentant l'offre, la demande et les flux de commerce pour divers produits agricoles dans différents pays. Le modèle est déterministe (pas de chocs stochastiques ou d'incertitude), statique (pas de dimension de temps pour l'implémentation des mesures politiques ou pour le délai de ses effets économiques). Enfin, c'est un modèle d'équilibre partiel. ATPSM couvre 161 pays et 35 produits agricoles, dont le sucre. Les caractéristiques spécifiques du modèle sont entre autre la prise en compte des tarifs à double taux (tariff rate quotas) et la modélisation explicite des rentes relatives à ces quotas.

La description du modèle ATPSM est disponible sur : <http://www.unctad.org/tab>.

Un exemple d'utilisation par World Trade Institute (WTI) est disponible sur :

<http://www.wti.org/conf/documents/FerrarinitobaccoandHarbinsonscenario.doc>

Articles divers :

- *Piketty M-G., Boussard J-M., Conséquences possibles de la libéralisation des échanges de sucre : deux modèles et leurs réponses, Economie Rurale 270/Juillet-Août 2002.*

Objet de l'article : Piketty et Boussard (2002) tentent d'apporter des améliorations au modèle SUGABARE en introduisant notamment le concept de risque (lié à la volatilité des prix du sucre).

Le modèle SUGABARE du groupe ABARE est notamment utilisé par la délégation australienne à Seattle pour promouvoir la libéralisation des échanges. C'est un modèle composé d'un système d'équations récursives, avec la prise en compte des raffineurs/stockeurs ainsi que les exportateurs/importateurs (agents intermédiaires) entre les producteurs et les consommateurs. Les résultats se montrent très sensibles aux hypothèses sur le choix du Brésil relatif au programme Proalcool : le prix mondial baisse rapidement dès lors qu'on augmente la part de la production de canne brésilienne destinée au sucre.

Equation de comportement des producteurs dans le modèle SUGABARE :

$Q_{it} = F_i (P_{t-1}, \dots, P_{t-k}, I_{it-k}, Q_{it-1}, t)$ où :

Q_{it} est la quantité de sucre produite l'année t dans le pays i

F_i est une fonction linéaire en logarithme

P_t est le prix mondial du sucre blanc en t ,

I_{it-k} est un indice de prix des cultures concurrentes du sucre

t est un indice de temps discret annuel

k représente la durée de temps pendant laquelle les prix passés sont supposés avoir de l'influence sur les décisions courantes, en l'espèce 4 ans.

- *Williams J. C., Isham B. A., Processing Industry Capacity and the Welfare Effects of Sugar Policies, American Journal of Agricultural Economics 81 (Mai 1999), p. 424-441.*

Objet de l'article : comparaison d'un modèle dynamique avec certitude, un modèle dynamique avec incertitude et un modèle statique avec certitude, le but étant de faire une analyse dynamique des effets de politiques sucrières nationales sur le bien-être, d'inclure l'incertitude dans l'analyse et de prendre en compte l'industrie de raffinage de cannes à sucre. L'économie mondiale du sucre dans le modèle est divisée en deux régions, une région qui produit de la canne à sucre sous un régime libéral et une région qui produit des betteraves à sucre sous un régime de prix garantis.

- Wohlgenant M.K., *Effets de la libéralisation du commerce sur le marché mondial du sucre*, Division des produits et du commerce international (ONU pour l'alimentation et l'agriculture, Rome 1999).

Objet de l'article : présentation et examen des résultats d'une étude de la libéralisation du commerce sur le marché mondial du sucre. L'analyse est axée sur l'évolution des cours mondiaux, de la production, de la consommation, de la variation des stocks et du commerce net dans 42 pays / régions. Un modèle d'équilibre multi-régional non spatial du marché mondial du sucre est établi.

- Troy G. Schmitz, Andrew Schmitz, James L. Seale, Jr., *Brazil's Ethanol Program : The case of hidden sugar subsidies*, International Agricultural Trade and Policy Center, University of Florida, JRTC 03-1, Journal Reprint Series, April 2003.

Objet de l'article : Examen des subventions indirectes au sucre que constitue le programme éthanol au Brésil. Analyse des effets d'un changement du ratio éthanol/essence sur la production et la consommation de cannes à sucre, la production de sucre et d'alcool, les exportations de sucre ainsi que les prix de la canne et le prix mondial du sucre en utilisant des élasticités d'offre et de la demande. Fournit des informations sur le ratio éthanol/essence au Brésil.

Quelques articles spécifiques au régime européen :

- FRANDSEN, S.E., JENSEN, H.J., YU, W., WALTER-JØRGENSEN, A. (2001): *Modeling EU Sugar Policy – A study of policy reform scenarios*. Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics, SJFI Working Paper no. 13/2001.
- WITZKE, H.P., HECKELEI, T. (2002): *Modelling EU Sugar Market Reform Options With Capsim: Methodology*, Referat auf der 42. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts-und Sozialwissenschaften des Landbaus (GeWiSoLa), Halle.
- Witzke H.P., Kuhn A., *Assessing Reform Options for the Sugar Common Market Organisation – Quantitative Analyses with Interlinked Models*, Institut für Agrarpolitik, Universität Bonn : Analyse utilisant les modèles CAPSIM (Common Agricultural Policy Simulation model) et WATSIM (World Agricultural Trade Simulation Model). <http://www.uni-hohenheim.de/i4I0b/download/gewisola/papers/kuhn.pdf>

9.2. - Annexe 2 : Résultats des projections

Tableau 20 : Résultat des projections : Scénario de référence - en niveau

Année	Unités	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Différence de production	1000 t	20210,42	20859,97	21843,47	21770,96	21744,77	21535,98	21593,87	21675,71	21766,80	21853,71
Production de sucre	1000 t	25180,93	25309,58	25370,51	26566,77	27729,41	29062,02	30122,00	31148,49	32157,35	33175,67
Consommation de sucre par habitant	kg	55,37	56,41	57,69	59,11	60,64	62,16	63,68	65,30	67,00	68,78
Consommation totale de sucre	1000 t	9883,28	10180,35	10524,53	10892,57	11285,24	11684,46	12077,83	12496,03	12937,51	13400,91
Stock final de sucre	1000 t	417,29	410,69	403,10	402,59	388,28	387,05	393,15	402,10	411,38	420,24
Exportations nettes de sucre	1000 t	15329,09	15135,84	14853,57	15674,70	16458,48	17378,80	18038,06	18643,53	19210,56	19765,88
Prix de la canne à sucre	indice (100 = 1995)	233,04	257,73	283,30	305,64	330,02	354,60	380,60	407,99	436,94	467,53
Prix de la canne à sucre	BRL/t	28,10	31,07	34,15	36,85	39,79	42,75	45,89	49,19	52,68	56,37
Prix domestique du sucre brut	indice	311,89	328,94	357,08	382,75	417,84	448,03	479,47	512,61	547,85	585,21
Prix domestique du sucre brut	BRL / sac 50kg	29,87	31,50	34,19	36,65	40,01	42,90	45,91	49,09	52,46	56,04
Prix de l'alcool anhydre	indice	253,32	294,14	312,29	329,58	347,50	370,95	396,39	423,70	452,59	482,94
Prix domestique de l'alcool anhydre	BRL / litre	0,81	0,94	1,00	1,06	1,12	1,19	1,27	1,36	1,45	1,55
Rapport de prix sucre / éthanol	indice	1,23	1,12	1,14	1,16	1,20	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
Prix mondial du sucre brut	indice	64,09	67,38	70,79	70,63	77,37	76,84	77,85	79,20	80,64	82,23
Prix mondial du sucre brut	\$/t	172,20	181,05	190,22	189,78	207,89	206,46	209,20	212,82	216,69	220,96
Prix du pétrole	indice	201,28	279,07	272,70	264,74	257,83	260,13	263,59	268,10	272,35	276,68
Prix du pétrole	\$/baril	34,62	48,00	46,90	45,53	44,35	44,74	45,34	46,11	46,84	47,59
Indice général du prix à la consommation	indice (100 = 1995)	203,63	215,72	233,19	250,45	270,24	290,77	312,87	336,34	361,23	387,60
Surface de cannes à sucre	1000 ha	5256,12	5372,30	5486,75	5594,10	5693,95	5787,98	5877,73	5964,43	6049,05	6132,33
Production de cannes à sucre	1000 t	394707,34	401474,37	410556,33	420328,05	430210,24	439982,65	449703,21	459340,93	468905,65	478516,31
Rendement de cannes à sucre	t/ha	75,09	74,73	74,83	75,14	75,56	76,02	76,51	77,01	77,52	78,03
Canes allouées à la production de sucre	1000 t	218964,58	220083,34	220613,13	231015,36	241125,33	252713,22	261930,40	270856,46	279629,11	288484,05
Canes allouées à la production d'éthanol	1000 t	175742,76	181391,04	189943,20	189312,69	189084,92	187269,43	187772,81	188484,46	189276,54	190032,26
Part de cannes dédiée à la production de sucre	%	55,48%	54,82%	53,74%	54,96%	56,05%	57,44%	58,25%	58,97%	59,63%	60,29%
Part de cannes dédiée à la production d'éthanol	%	44,52%	45,18%	46,26%	45,04%	43,95%	42,56%	41,75%	41,03%	40,37%	39,71%

Tableau 21 : Résultat des projections : Scénario de référence - en taux de variation

Année	Unités	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Moyenne 2004-2013
Différence de production	1000 t	1,40%	3,21%	4,71%	-0,33%	-0,12%	-0,96%	0,27%	0,38%	0,42%	0,40%	0,94%
Production de sucre	1000 t	13,07%	0,51%	0,24%	4,72%	4,38%	4,81%	3,65%	3,41%	3,24%	3,17%	4,12%
Consommation de sucre par habitant	kg	1,67%	1,89%	2,26%	2,47%	2,58%	2,51%	2,45%	2,54%	2,61%	2,66%	2,36%
Consommation totale de sucre	1000 t	2,79%	3,01%	3,38%	3,50%	3,60%	3,54%	3,37%	3,46%	3,53%	3,58%	3,38%
Stock final de sucre	1000 t	-7,01%	-1,58%	-1,85%	-0,13%	-3,55%	-0,32%	1,58%	2,27%	2,31%	2,16%	-0,61%
Exportations nettes de sucre	1000 t	20,60%	-1,26%	-1,86%	5,53%	5,00%	5,59%	3,79%	3,36%	3,04%	2,89%	4,67%
Prix de la canne à sucre	indice (100 = 1995)	14,44%	10,59%	9,92%	7,89%	7,98%	7,45%	7,33%	7,20%	7,09%	7,00%	8,69%
Prix de la canne à sucre	BRL/t	14,44%	10,59%	9,92%	7,89%	7,98%	7,45%	7,33%	7,20%	7,09%	7,00%	8,69%
Prix domestique du sucre brut	indice	7,46%	5,47%	8,56%	7,19%	9,17%	7,22%	7,02%	6,91%	6,87%	6,82%	7,27%
Prix domestique du sucre brut	BRL / sac 50kg	7,46%	5,47%	8,56%	7,19%	9,17%	7,22%	7,02%	6,91%	6,87%	6,82%	7,27%
Prix de l'alcool anhydre	indice	13,45%	16,11%	6,17%	5,54%	5,44%	6,75%	6,86%	6,89%	6,82%	6,70%	8,07%
Prix domestique de l'alcool anhydre	BRL / litre	13,45%	16,11%	6,17%	5,54%	5,44%	6,75%	6,86%	6,89%	6,82%	6,70%	8,07%
Rapport de prix sucre / éthanol	indice	-5,28%	-9,17%	2,24%	1,57%	3,54%	0,45%	0,15%	0,02%	0,05%	0,11%	-0,63%
Prix mondial du sucre brut	indice	14,70%	5,14%	5,06%	-0,23%	9,54%	-0,69%	1,33%	1,73%	1,82%	1,97%	4,04%
Prix mondial du sucre brut	\$/t	14,70%	5,14%	5,06%	-0,23%	9,54%	-0,69%	1,33%	1,73%	1,82%	1,97%	4,04%
Prix du pétrole	indice	34,92%	38,65%	-2,28%	-2,92%	-2,61%	0,89%	1,33%	1,71%	1,58%	1,59%	7,29%
Prix du pétrole	\$/baril	34,92%	38,65%	-2,28%	-2,92%	-2,61%	0,89%	1,33%	1,71%	1,58%	1,59%	7,29%
Indice général du prix à la consommation	indice (100 = 1995)	6,57%	5,94%	8,10%	7,40%	7,90%	7,60%	7,60%	7,50%	7,40%	7,30%	7,33%
Surface de cannes à sucre	1000 ha	2,14%	2,21%	2,13%	1,96%	1,78%	1,65%	1,55%	1,47%	1,42%	1,38%	1,77%
Production de cannes à sucre	1000 t	7,56%	1,71%	2,26%	2,38%	2,35%	2,27%	2,21%	2,14%	2,08%	2,05%	2,70%
Rendement de cannes à sucre	t/ha	5,31%	-0,49%	0,13%	0,42%	0,56%	0,61%	0,65%	0,66%	0,65%	0,66%	0,92%
Canes allouées à la production de sucre	1000 t	13,07%	0,51%	0,24%	4,72%	4,38%	4,81%	3,65%	3,41%	3,24%	3,17%	4,12%
Canes allouées à la production d'éthanol	1000 t	1,40%	3,21%	4,71%	-0,33%	-0,12%	-0,96%	0,27%	0,38%	0,42%	0,40%	0,94%
Part de canes dédiée à la production de sucre	%	5,12%	-1,18%	-1,98%	2,28%	1,98%	2,48%	1,41%	1,24%	1,13%	1,09%	1,36%
Part de canes dédiée à la production d'éthanol	%	-5,72%	1,47%	2,40%	-2,65%	-2,41%	-3,16%	-1,90%	-1,73%	-1,63%	-1,62%	-1,69%

9.3. - Annexe 3 : Résultats de simulation

Tableau 22 : Résultats de simulation : le prix du pétrole continue à augmenter (scénario 1) - en niveau

Année	Unités	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Différence de production	1000 t	20210,42	20859,97	21843,47	22925,77	24091,81	25085,80	25151,60	25228,86	25310,16	25385,23
Production de sucre	1000 t	25180,93	25309,58	25370,51	25458,53	25541,97	25859,79	27083,68	28247,07	29359,61	30453,10
Consommation de sucre par habitant	kg	55,37	56,41	57,69	59,11	60,64	62,16	63,68	65,30	67,00	68,78
Consommation totale de sucre	1000 t	9883,28	10180,35	10524,53	10892,57	11285,24	11684,46	12077,83	12496,02	12937,51	13400,91
Stock final de sucre	1000 t	417,29	410,69	403,10	402,59	388,28	387,05	393,15	402,10	411,38	420,24
Exportations nettes de sucre	1000 t	15329,09	15135,84	14853,57	14566,46	14271,04	14176,56	14999,74	15742,11	16412,82	17043,32
Prix de la canne à sucre	indice (100 = 1995)	233,04	257,73	289,65	324,47	368,04	403,38	436,27	468,82	502,20	536,92
Prix de la canne à sucre	BRL/t	28,10	31,07	34,92	39,12	44,37	48,63	52,60	56,52	60,55	64,73
Prix domestique du sucre brut	indice (100 = 1995)	311,89	328,94	357,08	382,75	417,84	448,03	479,47	512,61	547,85	585,21
Prix domestique du sucre brut	BRL / sac 50kg	29,87	31,50	34,19	36,65	40,01	42,90	45,91	49,09	52,46	56,04
Prix de l'alcool anhydre	indice (100 = 1995)	253,32	294,14	359,91	447,68	564,04	599,03	637,23	678,57	722,23	767,77
Prix domestique de l'alcool anhydre	BRL / litre	0,81	0,94	1,16	1,44	1,81	1,92	2,05	2,18	2,32	2,47
Rapport de prix sucre / éthanol	indice (1 = 1995)	1,23	1,12	0,99	0,85	0,74	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76
Prix mondial du sucre brut	indice (100 = 1995)	64,09	67,38	70,79	70,63	77,37	76,84	77,85	79,20	80,64	82,23
Prix mondial du sucre brut	\$/t	172,20	181,05	190,22	189,78	207,89	206,46	209,20	212,82	216,69	220,96
Prix du pétrole	indice (100 = 1995)	201,28	279,07	376,74	508,60	686,62	692,74	701,93	713,95	725,26	736,80
Prix du pétrole	\$/baril	34,62	48,00	64,80	87,48	118,10	119,15	120,73	122,80	124,74	126,73
Indice général du prix à la consommation	indice (100 = 1995)	203,63	215,72	233,19	250,45	270,24	290,77	312,87	336,34	361,23	387,60
Surface de cannes à sucre	1000 ha	5256,12	5372,30	5486,75	5599,49	5712,32	5827,74	5936,76	6038,01	6132,69	6222,48
Production de cannes à sucre	1000 t	394707,34	401474,37	410556,33	420733,02	431598,10	443005,10	454219,83	465008,10	475389,31	485550,69
Rendement de cannes à sucre	t/ha	75,09	74,73	74,83	75,14	75,56	76,02	76,51	77,01	77,52	78,03
Canes allouées à la production de sucre	1000 t	218964,58	220083,34	220613,13	221378,49	222104,10	224867,71	235510,27	245626,70	255300,94	264809,59
Canes allouées à la production d'éthanol	1000 t	175742,76	181391,04	189943,20	199354,53	209494,00	218137,39	218709,56	219381,40	220088,37	220741,10
Part de canes dédiée à la production de sucre	%	55,48%	54,82%	53,74%	52,62%	51,46%	50,76%	51,85%	52,82%	53,70%	54,54%
Part de canes dédiée à la production d'éthanol	%	44,52%	45,18%	46,26%	47,38%	48,54%	49,24%	48,15%	47,18%	46,30%	45,46%

Tableau 23 : Résultats de simulation : le prix du pétrole continue à augmenter (scénario 1) – en taux de variation par rapport au scénario de référence

Année	Unités	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Moyenne 2004-2013
Différence de production	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	5,30%	10,79%	16,48%	16,48%	16,39%	16,28%	16,16%	9,79%
Production de sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	-4,17%	-7,89%	-11,02%	-10,09%	-9,31%	-8,70%	-8,21%	-5,94%
Consommation de sucre par habitant	kg	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Consommation totale de sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Stock final de sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Exportations nettes de sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	-7,07%	-13,29%	-18,43%	-16,84%	-15,56%	-14,56%	-13,77%	-9,95%
Prix de la canne à sucre	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	2,24%	6,16%	11,52%	13,75%	14,62%	14,91%	14,94%	14,84%	9,30%
Prix de la canne à sucre	BRL/t	0,00%	0,00%	2,24%	6,16%	11,52%	13,75%	14,62%	14,91%	14,94%	14,84%	9,30%
Prix domestique du sucre brut	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prix domestique du sucre brut	BRL / sac 50kg	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prix de l'alcool anhydre	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	15,25%	35,83%	62,31%	61,48%	60,76%	60,15%	59,58%	58,98%	41,43%
Prix domestique de l'alcool anhydre	BRL / litre	0,00%	0,00%	15,25%	35,83%	62,31%	61,49%	60,76%	60,15%	59,58%	58,98%	41,43%
Rapport de prix sucre / éthanol	indice (1 = 1995)	0,00%	0,00%	-13,23%	-26,38%	-38,39%	-38,07%	-37,79%	-37,56%	-37,33%	-37,10%	-26,59%
Prix mondial du sucre brut	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prix mondial du sucre brut	\$/t	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prix du pétrole	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	38,15%	92,12%	166,30%	166,30%	166,30%	166,30%	166,30%	166,30%	112,81%
Prix du pétrole	\$/baril	0,00%	0,00%	38,15%	92,12%	166,30%	166,30%	166,30%	166,30%	166,30%	166,30%	112,81%
Indice général du prix à la consommation	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Surface de cannes à sucre	1000 ha	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,32%	0,69%	1,00%	1,23%	1,38%	1,47%	0,62%
Production de cannes à sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,32%	0,69%	1,00%	1,23%	1,38%	1,47%	0,62%
Rendement de cannes à sucre	t/ha	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Canes allouées à la production de sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	-4,17%	-7,89%	-11,02%	-10,09%	-9,31%	-8,70%	-8,21%	-5,94%
Canes allouées à la production d'éthanol	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	5,30%	10,79%	16,48%	16,48%	16,39%	16,28%	16,16%	9,79%
Part de canes dédiée à la production de sucre	%	0,00%	0,00%	0,00%	-4,26%	-8,18%	-11,63%	-10,98%	-10,42%	-9,95%	-9,54%	-6,50%
Part de canes dédiée à la production d'éthanol	%	0,00%	0,00%	0,00%	5,20%	10,44%	15,69%	15,32%	14,97%	14,69%	14,48%	9,08%

Tableau 24 : Résultats de simulation : le prix du pétrole revient à 30\$/baril en 2006 (scénario 2) - en niveau

Année	Unités	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Différence de production	1000 t	20210,42	20859,97	21843,47	20385,66	20376,15	20175,27	20244,67	20339,63	20444,19	20543,99
Production de sucre	1000 t	25180,93	25309,58	25370,51	27910,18	29011,50	30301,34	31324,96	32321,60	33306,15	34304,83
Consommation de sucre par habitant	kg	55,37	56,41	57,69	59,11	60,64	62,16	63,68	65,30	67,00	68,78
Consommation totale de sucre	1000 t	9883,28	10180,35	10524,53	10892,57	11285,24	11684,46	12077,83	12496,02	12937,51	13400,91
Stock final de sucre	1000 t	417,29	410,69	403,10	402,59	388,28	387,05	393,15	402,10	411,38	420,24
Exportations nettes de sucre	1000 t	15329,09	15135,84	14853,57	17018,12	17740,56	18618,12	19241,02	19816,63	20359,35	20895,05
Prix de la canne à sucre	indice (100 = 1995)	233,04	257,73	277,58	297,02	319,90	343,45	368,60	395,20	423,36	453,16
Prix de la canne à sucre	BRL/t	28,10	31,07	33,47	35,81	38,57	41,41	44,44	47,65	51,04	54,63
Prix domestique du sucre brut	indice (100 = 1995)	311,89	328,94	357,08	382,75	417,84	448,03	479,47	512,61	547,85	585,21
Prix domestique du sucre brut	BRL / sac 50kg	29,87	31,50	34,19	36,65	40,01	42,90	45,91	49,09	52,46	56,04
Prix de l'alcool anhydre	indice (100 = 1995)	253,32	294,14	269,47	285,62	302,88	323,95	346,73	371,15	397,00	424,24
Prix domestique de l'alcool anhydre	BRL / litre	0,81	0,94	0,87	0,92	0,97	1,04	1,11	1,19	1,27	1,36
Rapport de prix sucre / éthanol	indice (1 = 1995)	1,23	1,12	1,33	1,34	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
Prix mondial du sucre brut	indice (100 = 1995)	64,09	67,38	70,79	70,63	77,37	76,84	77,85	79,20	80,64	82,23
Prix mondial du sucre brut	\$/t	172,20	181,05	190,22	189,78	207,89	206,46	209,20	212,82	216,69	220,96
Prix du pétrole	indice (100 = 1995)	201,28	279,07	179,13	173,95	169,48	170,99	173,20	176,16	178,95	181,86
Prix du pétrole	\$/baril	34,62	48,00	30,81	29,92	29,15	29,41	29,79	30,30	30,78	31,28
Indice général du prix à la consommation	indice (100 = 1995)	203,63	215,72	233,19	250,45	270,24	290,77	312,87	336,34	361,23	387,60
Surface de cannes à sucre	1000 ha	5256,12	5372,30	5486,75	5589,26	5683,99	5774,09	5861,11	5946,02	6029,55	6112,21
Production de cannes à sucre	1000 t	394707,34	401474,37	410556,33	419963,84	429457,80	438927,03	448431,58	457923,70	467394,23	476946,28
Rendement de cannes à sucre	t/ha	75,09	74,73	74,83	75,14	75,56	76,02	76,51	77,01	77,52	78,03
Canes allouées à la production de sucre	1000 t	218964,58	220083,34	220613,13	242697,22	252273,87	263489,94	272390,95	281057,37	289618,66	298302,91
Canes allouées à la production d'éthanol	1000 t	175742,76	181391,04	189943,20	177266,62	177183,93	175437,09	176040,63	176866,33	177775,56	178643,37
Part de cannes dédiée à la production de sucre	%	55,48%	54,82%	53,74%	57,79%	58,74%	60,03%	60,74%	61,38%	61,96%	62,54%
Part de cannes dédiée à la production d'éthanol	%	44,52%	45,18%	46,26%	42,21%	41,26%	39,97%	39,26%	38,62%	38,04%	37,46%

Tableau 25 : Résultats de simulation : le prix du pétrole revient à 30\$ /baril en 2006 (scénario 2) - en taux de variation par rapport au scénario de référence

Année	Unités	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Moyenne 2004-2013
Différence de production	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	-6,36%	-6,29%	-6,32%	-6,25%	-6,16%	-6,08%	-5,99%	-4,35%
Production de sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	5,06%	4,62%	4,26%	3,99%	3,77%	3,57%	3,40%	2,87%
Consommation de sucre par habitant	kg	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Consommation totale de sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Stock final de sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Exportations nettes de sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	8,57%	7,79%	7,13%	6,67%	6,29%	5,98%	5,71%	4,81%
Prix de la canne à sucre	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	-2,02%	-2,82%	-3,07%	-3,15%	-3,15%	-3,14%	-3,11%	-3,07%	-2,35%
Prix de la canne à sucre	BRL/t	0,00%	0,00%	-2,02%	-2,82%	-3,07%	-3,15%	-3,15%	-3,14%	-3,11%	-3,07%	-2,35%
Prix domestique du sucre brut	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prix domestique du sucre brut	BRL / sac 50kg	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prix de l'alcool anhydre	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	-13,71%	-13,34%	-12,84%	-12,67%	-12,53%	-12,40%	-12,28%	-12,15%	-10,19%
Prix domestique de l'alcool anhydre	BRL / litre	0,00%	0,00%	-13,71%	-13,34%	-12,84%	-12,67%	-12,53%	-12,40%	-12,28%	-12,15%	-10,19%
Rapport de prix sucre / éthanol	indice (1 = 1995)	0,00%	0,00%	15,89%	15,39%	14,73%	14,51%	14,32%	14,16%	14,01%	13,84%	11,68%
Prix mondial du sucre brut	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prix mondial du sucre brut	\$/t	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Prix du pétrole	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	-34,31%	-34,29%	-34,27%	-34,27%	-34,29%	-34,29%	-34,29%	-34,29%	-27,43%
Prix du pétrole	\$/baril	0,00%	0,00%	-34,31%	-34,29%	-34,27%	-34,27%	-34,29%	-34,29%	-34,29%	-34,29%	-27,43%
Indice général du prix à la consommation	indice (100 = 1995)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Surface de cannes à sucre	1000 ha	0,00%	0,00%	0,00%	-0,09%	-0,17%	-0,24%	-0,28%	-0,31%	-0,32%	-0,33%	-0,17%
Production de cannes à sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	-0,09%	-0,17%	-0,24%	-0,28%	-0,31%	-0,32%	-0,33%	-0,17%
Rendement de cannes à sucre	t/ha	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Canes allouées à la production de sucre	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	5,06%	4,62%	4,26%	3,99%	3,77%	3,57%	3,40%	2,87%
Canes allouées à la production d'éthanol	1000 t	0,00%	0,00%	0,00%	-6,36%	-6,29%	-6,32%	-6,25%	-6,16%	-6,08%	-5,99%	-4,35%
Part de cannes dédiée à la production de sucre	%	0,00%	0,00%	0,00%	5,15%	4,81%	4,52%	4,29%	4,09%	3,91%	3,74%	3,05%
Part de cannes dédiée à la production d'éthanol	%	0,00%	0,00%	0,00%	-6,28%	-6,13%	-6,09%	-5,98%	-5,87%	-5,77%	-5,68%	-4,18%

10. - Références WEMAC

2002

- ❑ Benjamin C., Chantreuil F., Hess-Miglioretti A., Houée M., 2002, Rapport intermédiaire pour le Ministère de l'Agriculture, 3 volumes :
 - Volume 1 : *Note méthodologique*, 37 p. (WEMAC 2002-1)
 - Volume 2 : *Résultats d'estimations du module offre*, 181 p. (WEMAC 2002-2)
 - Volume 3 : *Résultats d'estimation des modules demande et prix*, 100 p. (WEMAC 2002-3)

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

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

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).

- ❑ 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.
- ❑ Benjamin C, Herrard N., Houée M., Piot-Lepetit I, 2005, 2 volumes (WEMAC 2005-4) :
 - volume 1 : **Projections et simulations du modèle WEMAC**, 60 p juin 2005
 - volume 2 : **Résultats des projections du modèle WEMAC Annexes**, 40 p
- ❑ Forslund A., Benjamin C., 2005, **Extensions du modèle WEMAC, modèle mondial des productions et des échanges de grandes cultures, Intégration du sucre dans le modèle WEMAC**, Rapport intermédiaire pour Pluriagri, 88p. (WEMAC 2005-5).