

# **Stabilisation des prix des céréales : avantages et coûts du stockage public**

**F.Gérard, M.G. Piketty, J.M. Boussard  
CIRAD**

**Juin 2013**

Étude commanditée par le Centre d'Études et de Prospective du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF) et financée par le MAAF dans le cadre du programme 215 (étude n°10.23). Le présent rapport n'engage que ses auteurs et ne saurait être considéré comme la position du MAAF.

## Table des matières

Introduction générale : contexte et problématique .....	5
<b>Chapitre I - Le stockage public dans la littérature .....</b>	<b>7</b>
Introduction.....	7
1 Brève histoire du stockage et des sujets connexes - stabilisation et anticipations .....	10
1.1 Quelques faits sur le stockage dans l'histoire .....	10
1.2 Les discussions issues de la crise de 1929 : y a-t-il un gain à stabiliser ? .....	12
1.3 Approches dynamiques et anticipations.....	13
2 Les précurseurs.....	15
2.1 Les contributions post-Keynésiennes.....	15
3 Les modèles de stockage à anticipations rationnelles et horizon infini.....	19
3.1 Le modèle théorique du stockage concurrentiel .....	20
3.2 Les applications empiriques .....	26
4 La validation du modèle à anticipations rationnelles.....	31
4.1 Deaton et Laroque : l'échec de la validation du modèle de stockage concurrentiel.....	31
4.2 Les essais de réhabilitation du modèle de stockage concurrentiel .....	32
4.3 L'analyse en équilibre général et ses difficultés.....	34
5 Les Modèles de stockage à risque endogène.....	35
5.1 Les approches théoriques .....	35
5.2 Application empiriques .....	39
6 Coûts et avantages du stockage public : etudes de cas .....	40
6.1 Le niveau international et les accords par produits.....	40
6.2 Le niveau national et les effets du stockage public.....	44
Conclusion du chapitre I.....	48
<b>Chapitre II : Analyse des impacts du stockage Public des céréales à partir d'un MEGC dynamique représentant l'Afrique-Subsaharienne.....</b>	<b>50</b>
Introduction : Pourquoi l'Afrique ? .....	50
1 Présentation du Modèle.....	51

1.1 Champ géographique et nomenclature .....	51
1.2- Vue d'ensemble.....	51
1. Détails du modèle.....	54
2 Les résultats obtenus : l'impact du stockage public des cereales.....	54
2.1 La situation de référence sans stockage .....	54
2.2 Les effets du stockage privé : faible contribution à la stabilisation .....	57
2.3 Les effets du stockage public : stabilisation sans croissance de l'offre .....	60
2.4 Stockage public et accroissement de capital combinés : une réelle augmentation de la production .....	63
2.5 Stockage public avec investissement et crise alimentaire .....	65
Conclusion du chapitre II.....	71
<a href="#">Chapitre III : Etude sur un micromodèle des interactions entre politiques nationales et marchés mondiaux.....</a>	<a href="#">72</a>
Introduction : Pourquoi une nouvelle approche ? .....	73
1 Vue d'ensemble du modèle.....	73
1.1 Les différents agents .....	73
1.2 La variabilité des récoltes.....	74
1.3 Les anticipations et le hasard .....	74
1.4 Les surplus .....	75
1.5 Les politiques.....	76
1.6 L'origine des fluctuations .....	77
2 Définition et spécification numérique des paramètres .....	78
2.1 Bases de départ et paramètres .....	78
2.2 Les résultats de référence .....	85
3 Les effets des politiques étudiées .....	89
3.1 Soutien à prix fixe pour quantités illimitées.....	90
3.2 Les politiques de soutien limité (quotas) .....	95
3.3 Le stockage/déstockage public avec tunnel de prix.....	99
Conclusion du chapitre III.....	111

Résumé et conclusions .....	113
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	117
ANNEXES	
ANNEXE 1.1 : Les règles de stockage de Gustafson .....	126
ANNEXE 1.2 : La capacité de GTAP à reproduire la volatilité observée .....	128
ANNEXE 2.1 : Description du modèle de l'Afrique sub-saharienne : Production et équilibre .....	129
ANNEXE 2.2 : Description du modèle de l'Afrique sub-saharienne : Bouclage dynamique .....	135
ANNEXE 2.3 : Equations, variables et paramètres du modèle ID3 modifié (chapitre II) .....	137
ANNEXE 3.1 : Description du modèle du chapitre III : La demande .....	144
ANNEXE 3.2 : Description du modèle du chapitre III : L'offre .....	146
ANNEXE 3.3 : Description du modèle du chapitre III : Calcul des surplus.....	151
ANNEXE 3.4 : Description du modèle du chapitre III Les différentes sortes de prix .....	153
ANNEXE 3.5 : Description du modèle du chapitre III Les anticipations .....	155
ANNEXE 3.6 : Description du modèle du chapitre III Les quotas .....	157
ANNEXE 3.7 Description du modèle du chapitre III Le stockage privé.....	159
ANNEXE 3.8 Description du modèle du chapitre III Le stockage public .....	162
ANNEXE 3.9 Description du modèle du chapitre III les marchés à terme .....	164
ANNEXE 3.10 Description du modèle du chapitre III Spécification des références ..	168

Aussi bien en France qu'en Europe, ces dernières années, la volatilité des prix des céréales au niveau du producteur a considérablement augmenté : en Europe, la libéralisation progressive de la politique agricole commune a mis les agriculteurs en prise directe avec les fluctuations des prix mondiaux, qui ont du reste toujours existé. Mais les prix mondiaux, eux-mêmes, ont connu récemment des alternances de hausses et de baisses analogues à celles que l'on avait pu observer à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, et qui semblaient oubliées depuis la crise de 1974. La question de savoir si les prix mondiaux sont plus instables reste controversée, soulignant leur instabilité intrinsèque et les difficultés de mesures de l'instabilité (sensibilité à la période de référence, multitude des définitions). Il existe cependant un consensus sur un risque d'instabilité croissante lié au changement climatique, aux modifications de l'équilibre offre/demande au niveau mondial (épuisement des gains de productivité, baisse de la fertilité dans certaines régions, croissance de la population), aux nouvelles stratégies d'accès aux ressources (processus d'accaparement des terres), etc.

De fortes fluctuations des prix ont des conséquences très dommageables : en périodes de prix élevés, les consommateurs souffrent, et certains des plus pauvres peuvent en mourir. En situation de prix bas, les agriculteurs ne peuvent rembourser leurs banques, qui se trouvent elles-mêmes en difficulté. Les faillites s'accumulent. La production baisse, préparant ainsi une nouvelle pénurie. Les industries alimentaires doivent sans cesse changer leurs plans de production, au détriment de leur productivité.

Dans ces conditions, les gouvernements tentent depuis longtemps de trouver les moyens d'atténuer les impacts négatifs de ces fluctuations<sup>1</sup> et le stockage public joue un rôle important dans les instruments mobilisés. Son efficacité et sa contribution au bien-être global restent le sujet d'une vive controverse en économie. Pour ses détracteurs, il est source de distorsion, de comportements opportunistes et de perte de bien-être global. Pour ses partisans, il peut permettre de remédier aux difficultés de fonctionnement des marchés et à leurs conséquences désastreuses sur la sécurité alimentaire des plus pauvres.

Le présent rapport a pour but de faire le point sur cette question. Il s'agit d'abord de faire une synthèse des travaux de recherche qui, depuis maintenant plus de cinquante ans, ont été entrepris pour répondre à cette question (**Chapitre I**). Étant donnée l'abondance des contributions, il ne s'agit pas de faire une revue exhaustive de la littérature. On se contentera d'examiner les grandes lignes de la théorie du stockage, telle qu'elle existe actuellement, et d'isoler les éléments encore sujets à controverse. Cela permettra de prendre la mesure de la complexité de cette question et de la multitude des mécanismes, variables et interactions à considérer, au niveau d'une économie nationale, pour une évaluation des coûts et avantages du stockage public.

La théorie dominante conclue à l'inutilité du stockage public, mais au prix d'hypothèses extrêmement fortes sur l'information dont dispose les agents économiques au moment de la prise de décision. En particulier, il faut pour cela négliger partiellement ou totalement la réaction aux risques des producteurs, qui n'est que rarement évoquée, et sur des bases discutables quand elle l'est.

D'un autre côté, au-delà de la souffrance des consommateurs vulnérables engendrée par l'instabilité des prix des denrées alimentaires et des effets ponctuels mentionnés ci-dessus, plusieurs auteurs soulignent ses effets négatifs sur la croissance globale des économies les plus pauvres. On explique ainsi les phénomènes de "trappe à pauvreté". Alors que l'épargne est peu importante, l'instabilité des prix met en péril la rentabilité des investissements qui sont ainsi découragés. En l'absence de capital, la productivité du travail est faible, les revenus également tout comme l'épargne... C'est un cercle vicieux maintenant

---

<sup>1</sup> Voir Gérard *et al.* 2011

bien documenté. La mise en place d'un stockage public offrant un prix « plancher » aux producteurs serait-elle un levier suffisant pour instaurer un cercle vertueux où un investissement suffisant permet la croissance de la productivité du travail et des revenus ? La revue de la littérature permet de mettre en évidence plusieurs contributions importantes qui vont dans ce sens.

Mais il ne faut pas se contenter de rechercher qui a dit quoi sur quoi. Il faut aussi essayer de créer de l'information nouvelle. A cet effet, pour évaluer les impacts du stockage public dans des situations concrètes, un modèle économique stylisé de l'Afrique Subsaharienne a été construit et utilisé dans la construction de plusieurs scénarii (**Chapitre II**). L'Afrique Sub-saharienne (hors Afrique du Sud) a été choisie car il s'agit du continent le plus touché par la pauvreté, quels que soient les indicateurs utilisés. Le modèle est extrêmement stylisé mais représente les éléments essentiels, définis lors de la revue de la littérature menée en partie I. L'ensemble de l'économie est représentée de façon dynamique, les stockeurs publics et privés sont pris en compte, le commerce international joue un rôle clé dans la formation des prix sur le marché. Ce modèle permet ainsi d'analyser à la fois les impacts du stockage privé et public sur la stabilité des prix, les relations entre ces deux variables, l'évolution des revenus et des importations, la croissance des secteurs agricoles et la croissance générale de l'économie. Les résultats sont extrêmement riches. Ils confirment et affinent les travaux théoriques : stockage et commerce extérieur sont intimement liés dans le processus de formation des prix. Le stockage public, associé à des mesures sur le commerce extérieur permet la stabilisation des prix mais ne peut y parvenir sans elles.

La conclusion cependant sans doute la plus intéressante est que, à elle seule, dans le contexte présenté ici d'une Afrique Sub-saharienne extrêmement stylisée, la stabilisation des prix des céréales par stockage public est insuffisante pour enclencher un « cercle vertueux » de croissance.

L'étude d'un pays isolé ne fait cependant pas le tour de la question : il faut aussi envisager les conséquences que peut avoir sur les pays voisins une politique mise en place dans un pays donné. C'est pourquoi le **Chapitre III** est dévolu aux relations entre pays et à l'analyse des impacts des politiques menées dans une nation sur ses partenaires. Ce point est important, car l'une des objections majeure à l'encontre de l'intervention publique dans les politiques agricoles tient au fait que de telles actions sont susceptibles d'entraîner des conséquences très néfastes pour les autres pays (c'est le cas des politiques protectionnistes et des politiques de soutien aux prix agricoles dans les pays riches souvent accusées de réduire le bien être et de freiner le développement dans de nombreux pays pauvres (Anderson *et al.*, 2006 a,b)). On va montrer ici, sur la base des résultats d'un micro-modèle théorique, que cette objection est parfois fondée, mais que les choses sont plus compliquées que ne le laisse croire en la matière le discours dominant, et que, finalement, chaque cas est particulier...

### INTRODUCTION

Le stockage public est-il un instrument efficace pour se protéger des fluctuations de prix ou le stockage privé est-il suffisant ? Une abondante littérature cherche à éclairer cette question.

La difficulté de la réponse tient d'abord au fait que le stockage peut avoir au moins deux fonctions assez distinctes :

- A l'intérieur d'une année, le stockage intra-annuel permet d'assurer au jour le jour la commercialisation, le transport ou la consommation d'un produit dont l'offre n'intervient qu'à date fixe une seule fois au cours de l'année.
- D'une année sur l'autre, le stockage interannuel peut étaler dans le temps les fluctuations du niveau de l'offre et éviter ainsi l'alternance de pléthores et pénuries.

En outre, dans une économie de marché, le stockage ne peut être neutre vis-à-vis des prix : quand le stock augmente, la demande sur le marché s'en trouve accrue, et cela fait monter les prix, toutes choses égales d'ailleurs. C'est l'inverse quand il diminue. C'est cette action du stockage sur les prix qui est à l'origine de la question posée ici.

Comme le commerce, le stockage peut-être privé ou public. Privées, les activités de stockage visent à permettre la réalisation de profits tirés des différences de prix dans le temps (stockage) ou dans l'espace (commerce). Publiques, elles visent à rendre service aux citoyens.

La théorie économique libérale affirme que, de même qu'il y a convergence entre l'intérêt du commerçant et celui citoyen, il existe un intérêt commun entre ce dernier et le stockeur privé. Comme, en outre, il y a beaucoup de chances pour qu'un individu mu par la recherche du profit soit plus efficace dans son action quotidienne qu'un fonctionnaire sans incitation, les théoriciens du libéralisme militent en faveur du désengagement de l'État et recommandent de laisser les opérations de stockage / déstockage à la sphère privée. On peut cependant se demander si cette analyse fait le tour de la question.

Il est certes de l'intérêt du commerçant d'acheter là où le prix est bas (ce qui le pousse à la hausse) et de revendre là où il est élevé (ce qui le pousse à la baisse) aboutissant par là à ce que le prix soit le même partout (et le minimum possible). C'est pour cette raison que l'intérêt du commerçant se confond avec celui du citoyen et qu'il est possible de le laisser agir. De la même façon, le stockeur privé, pour gagner de l'argent, doit acheter bon marché (ce qui fait monter les prix quand ils sont trop bas) et revendre cher (ce qui tend à faire baisser les prix trop hauts) : ce comportement tend donc à stabiliser les prix, ce qui est aussi l'objectif du citoyen. Dans les deux cas, ces « arbitrages » ont tendance à uniformiser les prix, aux coûts de stockage ou de commerce près, et aboutissent à la loi du prix unique, dans le temps et l'espace. De plus, ces actions peuvent dans une certaine mesure se substituer l'une à l'autre : on peut faire baisser (augmenter) les prix là où ils sont excessifs (insuffisants) soit en déstockant (stockant) à partir d'un stock existant, soit en important (exportant) des marchandises d'un endroit où elles sont moins chères (plus chères). Il s'agit donc en principe d'actions de même nature, et c'est pour cela qu'il est nécessaire de les étudier ensemble.

Il existe pourtant une très forte différence entre les deux activités, et cette différence se trouve à la source de toute la difficulté du sujet qui nous occupe. Dans le cas du commerce, au moins en première approximation, l'arbitrage est instantané<sup>2</sup>. Il est donc possible de raisonner les questions de commerce

---

<sup>2</sup> Il n'en a pas toujours été ainsi : à l'époque de la marine à voile, le transport d'une cargaison de blé pouvait prendre plusieurs mois entre la Bretagne et la Suède, de sorte que le prix en Suède avait tout le temps de changer entre

sur la base d'un « équilibre » intemporel. Ce n'est pas le cas du stockage, qui par nature se déroule dans le temps. Le cœur de la question du stockage est une affaire de dynamique, qui ne peut en aucun cas être abordée dans une optique « d'équilibre » statique. Le stockage est souvent étudié dans le cas d'une dynamique « stationnaire » : les grandeurs étudiées fluctuent, mais autour d'une moyenne constante. C'est une extension de la notion d'équilibre, mais qui n'a pas forcément les mêmes propriétés que celles d'un équilibre véritable : il faudra garder ce fait à l'esprit dans ce qui va suivre.

Une conséquence immédiate de cet état de fait est l'importance prise, dans toute étude sur le stockage, par la **question des anticipations**, c'est-à-dire les idées que les opérateurs se font sur l'avenir. De fait, s'il est vrai que, en principe, le stockage privé est stabilisateur, comme on vient de le voir, il peut aussi être déstabilisateur : si un « spéculateur » envisage que la pénurie observée à un instant donné est susceptible de durer (il « anticipe » une hausse de prix permanente), il peut songer à gonfler son stock au lieu de vendre, et par là accroître encore les prix à ce moment. C'est justement pour éviter ce type de situation que le stockage public peut jouer un rôle : il s'agit alors d'améliorer le bien-être global en présence d'incertitudes et de « marchés incomplets<sup>3</sup> » que les opérateurs privés ne peuvent pas gérer. L'objectif, alors, n'est pas de maximiser le profit par un arbitrage entre les périodes mais plutôt de minimiser la variabilité des prix ou de maintenir les prix dans une bande prédéfinie à un coût qui ne soit pas démesuré.

Comme le stockage public (s'il réussit) stabilise les prix, il a un impact sur le **stockage privé** : si les fluctuations de prix ne sont plus suffisantes pour couvrir les coûts de stockage, ce dernier disparaît. C'est « l'effet d'éviction » du stockage privé par le stockage public. Or il se peut que le stockage privé soit moins coûteux, à bénéfice égal, que le stockage public. Dans cette hypothèse, le stockage public a des conséquences négatives. Il est donc nécessaire d'étudier simultanément les deux formes (publique et privée) du stockage, le commerce et leurs interactions.

Enfin, il est important de noter que le stockage, public ou privé, a un coût. Celui-ci dépend de plusieurs composants : frais financiers et coût d'opportunité (il faut payer l'intérêt sur les sommes immobilisées pour financer le stock), coûts physiques des infrastructures nécessaires (qui sont des coûts en capital), frais courants dus aux altérations de la marchandise, de gardiennage, etc... Ces coûts, dans le cas du stockage privé, doivent être consentis par le stockeur, et déduits de ses bénéfices. Dans le cas du stockage public, ils pèsent sur les finances. Surtout, ils ne se manifestent pas toujours de la même manière dans le temps : la décision de construire des infrastructures de stockage (silos, etc...) n'est pas de même nature que celle de prélever une partie de la récolte pour la stocker. Une grande partie de la littérature considère

---

l'embarquement et le débarquement (exemple donné par Galiani, 1770). Tout commerce avait alors une composante de stockage. Avec les moyens de communication modernes, c'est beaucoup moins le cas, comme le montre par exemple Jacks (2006), qui étudie la convergence progressive des prix sur les marchés européens au 19<sup>ème</sup> siècle. Cependant, il existe encore parfois de très fortes différences entre les prix du même produit au même moment, comme le montre par exemple Lançon (chapitre 1 dans Gérard *et al.* 1998) à propos du prix du soja dans les différentes îles Indonésiennes.

<sup>3</sup> La notion de marché « complet » se réfère aux transactions qui portent sur des « contingences », des promesses sous condition d'événements aléatoires à venir. Les contrats d'assurance sont des exemples de telles transactions : le souscripteur achète la promesse de recevoir une indemnité si un événement spécifié, comme un accident de voiture ou de la grêle vient à survenir. De même, sur les marchés d'option, un producteur peut acheter la garantie d'un prix minimum pour la marchandise qu'il livrera dans six mois, même si le prix courant à cette date se trouve être inférieur au prix promis.

Un marché est dit complet s'il est possible d'échanger de telles promesses relativement à *tous* les événements concevables. Dans ce cas, il est possible de montrer que l'équilibre de marché qui en résulte (équilibre entre l'offre et la demande de marchandises physiques, mais aussi entre l'offre et la demande de promesses de garanties) présente les mêmes caractéristiques que celles d'un marché « parfait » en l'absence de risque : pour une répartition donnée des revenus ou des dotations initiales des coéchangistes, on ne peut pas améliorer la situation de l'un des acteurs sans détériorer celle des autres.

Malheureusement, l'existence d'un marché complet est tout aussi utopique que celle du marché parfait dans un univers sans risque. Certes, il existe des assurances, des marchés à terme, et d'autres institutions similaires. Mais les contrats proposés dans ce cadre ne concernent qu'une très faible fraction des « contingences » contre lesquelles il faudrait pouvoir s'assurer pour que les marchés soient complets. Dans ces conditions, il se peut que les marchés réels ne fonctionnent plus, ou fonctionnent mal, ce qui peut rendre utile l'intervention de l'État pour y remédier.



les infrastructures comme « fixes » et données, qu'elles soient publiques ou privées. Une partie du problème du stockage vient de cette fixité, qui impose des limites maximales aux quantités stockées (lesquelles, par ailleurs, ne peuvent être négatives).

Quelles sont, dans ces conditions, les grandes lignes de la littérature qui va être examinée dans la suite de ce document ? Une des grandes difficultés qu'il a fallu résoudre pour préparer cet exposé vient de ce que chaque auteur envisage un ou quelques uns des aspects ci-dessus, en laissant beaucoup d'autres de côté. Il existe peu de travaux prenant le problème dans son ensemble. En même temps, chaque auteur se trouve obligé de spécifier des hypothèses sur les aspects qu'il n'envisage pas d'étudier, car, évidemment, ses résultats en dépendent. Dans ces conditions, plutôt que d'essayer de remettre un ordre didactique qui eut été artificiel, nous avons choisi un exposé historique et grossièrement chronologique (mais sans nous interdire les retours en arrière, ou les projections en avant, lorsque la clarté de l'exposé l'exigeait). Ce mode d'exposition a l'avantage de replacer chacune de ces publications dans son contexte, et de faire apparaître les évolutions de la pensée sur le sujet.

Après un bref rappel des faits relatifs au stockage public dans l'antiquité et jusqu'au 18<sup>ème</sup> siècle, on se focalisera sur les discussions qui ont pris corps à la suite de la crise de 1929 (**section 1**). Les premiers travaux étudient à partir de modèles extrêmement simplifiés (statiques et en économie fermée) les conséquences de la stabilisation sur les producteurs et les consommateurs. Une telle approche est peu satisfaisante pour la question du stockage, qui pose à la fois une question typiquement dynamique, puisqu'il s'agit de répartir dans le temps les quantités disponibles, et qui est intimement lié avec le commerce extérieur, lequel vise à répartir les quantités disponibles dans l'espace.

Trois types de contribution permettent un grand pas en avant vers la théorie moderne du stockage (**section 2**). Tout d'abord, à la suite des travaux de Keynes, l'affirmation de la nécessité d'une prise en compte de la dynamique est affirmée. Le stockage est un problème de dynamique : si on souhaite stocker c'est pour permettre d'éviter les variations de prix générées par les fluctuations des disponibilités offertes d'une année à l'autre. C'est là une question que l'on ne peut pas traiter correctement en statique. Or les théories libérales sont basées sur une approche essentiellement statique. Ces travaux conduisent à invalider l'intérêt du stockage public.

Cependant, il est possible, sous certaines conditions, de faire intervenir le temps dans l'analyse classique. Le travail réalisé par Gustafson pour l'USDA en 1958, cherchant à minimiser le coût du stockage public destiné à régulariser les prix, aboutit à l'idée que des stockeurs privés rationnels feraient aussi bien que le Gouvernement.

C'est aussi le point de vue défendu dans l'ouvrage de Newbery and Stiglitz (1981), qui a exercé une influence considérable sur la pensée politique en la matière. Ces auteurs présentent une analyse extrêmement détaillée des éléments à prendre en compte pour évaluer les conséquences de la stabilisation des prix des produits de base. Leur analyse couvre un grand nombre de cas et montre l'importance des relations entre stockage public et privé, entre stockage et commerce extérieur. Ils concluent que les gains de la stabilisation par le stockage public, s'ils existent, sont extrêmement faibles.

Alors que, parallèlement, la foi dans les vertus de l'interventionnisme en économie commençait à s'éteindre et que les stocks publics et les subventions aux exportations pesaient sur les budgets nationaux de toutes les grandes puissances, ces analyses aboutissent au développement d'une abondante littérature sur le « stockage concurrentiel » privé (**section 3**). Le stockage public « disparaît » alors de la plupart des contributions.

L'ouvrage de Williams and Wright (1991) propose une synthèse de la littérature et conduit à la conclusion que le stockage public est coûteux et ne présente pas d'intérêt pour le bien-être global. A sa suite, de nombreuses contributions empiriques sont réalisées à partir de modèles dynamiques, considérant généralement le commerce extérieur, et parfois (pas toujours) le stockage public. Nous en faisons cependant état dans cette revue de la littérature lorsqu'elles permettent de mieux comprendre le fonctionnement du stockage privé et ses conséquences sur les séries de prix, de mettre en évidence les liens entre stockage et commerce ou encore le rôle des imperfections de marché, non prise en compte dans le modèle canonique, sur le niveau du stockage privé.

Le modèle de « stockage concurrentiel » analysé en détail par Williams et Wright est fondé sur des hypothèses relativement fortes, en particulier celles qui concernent les anticipations. Elles ont fait l'objet de vastes discussions. En réponse aux critiques, de nombreuses tentatives ont été faites pour les valider (**section 4**), tandis que d'autres travaux se sont penchés sur des alternatives prometteuses aux anticipations rationnelles, et sur les possibilités d'une dynamique endogène expliquant les fluctuations de prix et ses conséquences (**section 5**).

Ces contributions sont largement théoriques, même lorsque l'application de la théorie à un marché particulier leur donnent le statut d'études empiriques. Afin que cette revue de la littérature soit le plus complète possible, un autre type d'étude, se concentrant sur des cas réels et non sur la théorie, et cherchant à évaluer les impacts du stockage public au niveau international ou national à partir de cas réels a également été abordé (**section 6**).

## 1 BRÈVE HISTOIRE DU STOCKAGE ET DES SUJETS CONNEXES - STABILISATION ET ANTICIPATIONS -

### 1.1 Quelques faits sur le stockage dans l'histoire

Le stockage public de denrées alimentaires est sans doute une des plus anciennes formes d'intervention directe de l'État dans la vie économique. On en trouve mention dans l'histoire des empires Chinois (cf. Huang Chan, 1911), Aztèque, Inca, ou Égyptien. Sans évoquer les premiers, en vérité assez mal connus, on retiendra à propos de l'Égypte l'histoire de Joseph, rapportée par la Bible à la fin du livre de la Genèse, à une époque que les historiens situent entre le 18<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> siècle avant notre ère<sup>4</sup>. De la même façon, un auteur comme Galliani (1770) mentionne les « Annonnes » italiennes, et remarque que « les greniers et les règlements sont à peu près les mêmes que ceux que l'on faisait du temps de César, d'Auguste et de Titus... ». De nos jours, les villages africains pratiquent aussi le stockage déstockage à un niveau collectif, sous l'autorité du chef de village, la règle étant d'avoir de 18 mois à deux ans de consommation devant soi. Tout ceci illustre la nécessité ressentie par tous les peuples de pratiquer une politique publique de stockage / déstockage.

Dans ces périodes anciennes, cependant, les « règles de stockage » étaient assez simples : comme dans les villages africains, il fallait avoir en stock de quoi assurer la consommation pendant un certain temps de l'ordre de quelques années – sans doute un compromis entre le risque de mauvaises récoltes répétées et la difficulté de stocker trop longtemps une matière première périssable. Il ne semble pas y avoir eu d'études très poussées sur le « niveau de stock optimal » chez les auteurs anciens comme Ovide ou Virgile. Aussi bien – à l'exception peut être de la ville de Rome elle-même - l'essentiel de la production agricole de l'époque était directement consommé par les producteurs, de sorte que la gestion des stocks était sensiblement la même que celle des villages africains.

Les choses changent cependant à partir du 18<sup>ème</sup> siècle :

- a) Les progrès dans les transports font que le stockage n'est plus la seule façon d'assurer la sécurité alimentaire. Il est possible d'acheter de la nourriture au loin si la production locale fait défaut.
- b) Du fait de la « financiarisation » de l'économie, la compétition pour les ressources financières devient plus importante. Or le stockage exige des fonds dont l'emploi vient en compétition avec d'autres utilisations possibles.

---

<sup>4</sup> Telle que rapportée par la Bible, l'histoire est d'une surprenante actualité : disgracié par le Pharaon, Joseph revient aux affaires en « vendant » son idée de stockage public. Le succès est tel qu'en période de famine, les peuples voisins demandent à acheter du grain aux Égyptiens. Ceux ci font si bien qu'ils se trouvent bientôt à la tête de toutes les réserves monétaires de la région. Joseph, alors, crée de la monnaie, sous forme de titres à rembourser... ce qui permet bientôt au Pharaon de revendiquer un droit de « propriété » sur tout le Moyen Orient. On peut interpréter ce passage de la Bible comme un extrait de la propagande du gouvernement égyptien de l'époque maniant « l'arme alimentaire », et visant à justifier l'hégémonie du pays sur ses voisins par son aptitude à gérer la sécurité alimentaire.

- c) Le développement urbain – lui-même lié à la possibilité d’avoir un surplus de production alimentaire au-delà de ce qui est nécessaire à la nourriture du producteur – et de l’économie monétaire rend inévitable le passage par le marché pour l’approvisionnement des villes, dont les habitants sont physiquement et intellectuellement éloignés des agriculteurs. Or le marché impose de ne plus seulement considérer les quantités, mais aussi et surtout les prix. A partir de cette époque, le stockage est aussi une affaire de prix et peut devenir le support de la spéculation.

Dès lors, se pose le problème du niveau optimal de stock, et de la « règle de stockage » - un document qui définit la conduite à adopter (acheter pour augmenter le stock, vendre pour déstocker, ne rien faire) dans toutes les circonstances prévisibles. Et se pose évidemment la question de savoir s’il ne faut pas justement laisser faire le marché, dont on peut penser qu’il ajustera automatiquement les niveaux de stocks aux souhaits des citoyens, en effectuant les compromis nécessaires entre les coûts du stockage, le bénéfice qu’on en tirera, et le recours aux solutions alternatives comme l’importation.

Cette dernière idée a prévalu tout au long des 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècles, période au cours de laquelle les gouvernements se sont en général déchargés de leurs activités en la matière. La raison est celle qui a été exposée plus haut : l’intérêt du stockeur coïncide avec l’intérêt général, ce qui est la marque d’une situation dans laquelle le marché est parfaitement efficace.

A la suite de la crise de 1929<sup>5</sup> et jusqu’au milieu des années 80, on assiste au contraire à l’émergence d’une école de pensée très interventionniste. La crise a en effet montré que le fonctionnement des marchés libres pouvait se traduire par des comportements déstabilisants. On y observe des fluctuations de prix importantes, et celles-ci sont souvent attribuées aux effets pervers du stockage privé. Le raisonnement standard en la matière est celui-ci : quand les prix montent, les stockeurs pensent que le prix va encore monter, donc ils accroissent leur demande de stocks pour pouvoir revendre plus cher plus tard, et cela fait monter les prix encore plus. Quand ils baissent, le scénario inverse se produit, les stockeurs déstockent de peur de devoir vendre encore moins cher plus tard, et cela accroît la baisse.

Il faut remarquer, ici, que ce n’est plus la quantité de stock qui se trouve au cœur de l’analyse (comme elle l’était dans le cas du village africain ou du grenier du pharaon) mais le niveau des prix. Il existe en effet une relation intime dans une économie de marché entre le niveau des stocks et le niveau des prix, et cette relation est d’autant plus forte que le marché est plus « global ». Dès lors, la règle de stockage (aussi bien pour le stockeur privé que public) doit être spécifiée en termes de prix plus qu’en termes de quantités. C’est bien là le cœur des analyses de la question à cette époque.

De fait, ces années « d’après guerre » constituent une période où les politiques d’intervention sur les marchés sont fréquentes et musclées. Le problème est légèrement différent selon qu’on adopte un point de vue national ou international.

Au niveau international, plusieurs « accords de produits<sup>6</sup> » ont été conclus avec l’objectif de *stabiliser les prix à un niveau suffisant pour permettre aux pays pauvres d’accumuler assez de capital pour se développer*: le blé mis en place en 1933, le sucre et l’étain en 1954, le café en 1962, le cacao en 1972 et le caoutchouc naturel en 1980 sont des exemples d’accords conclus dans cet esprit. En 1976, la CNUCED propose un *Integrated Programme for Commodities* pour bâtir un « nouvel ordre économique international » (Donges, 1979). Ces accords, et en particulier ce dernier « programme intégré » (jamais vraiment mis en œuvre), comprenaient la constitution de « stocks tampon » pour stabiliser les prix des

---

<sup>5</sup> Les prix agricoles aux États-Unis avaient connu des niveaux historiquement hauts pendant la première guerre mondiale. Les bénéfices de ce fait engrangés par les fermiers avaient été au moins partiellement réinvestis, et le crédit avait amplifié ce mouvement. Lorsque les économies européennes ravagées par la guerre recommencèrent à produire, les prix mondiaux commencèrent à chuter. Le mouvement s’accéléra en 1927-28. Beaucoup d’agriculteurs se trouvèrent alors en cessations de paiement, entraînant la faillite de nombreuses petites banques locales. Tout ceci contribua significativement à la crise bancaire de l’automne 1929.

<sup>6</sup> Ils ont donné lieu à une abondante littérature, par exemple Steigmeier (1961). On trouvera une synthèse chez Gordon-Ashworth (1984). Cadot *et al.* (2009) font une analyse économétrique de leurs effets sur la volatilité des prix, qu’ils estiment significatif (en diminuant la volatilité) au moins au niveau régional.

10 principales *commodities*. Ils se sont toujours heurtés à l'idée que le sacrifice ainsi demandé aux consommateurs des pays riches était plus important que l'avantage qu'en tiraient les pays pauvres.

Au niveau national, outre la remarque précédente selon laquelle les gains des uns ne compensent pas les pertes des autres, le problème se complique du fait qu'un système de stabilisation d'un prix intérieur implique nécessairement la gestion de la différence entre celui-ci et le prix mondial. Il s'agit donc de se « déconnecter du marché »<sup>7</sup>. Différents instruments existent pour cela, qui constituent des compléments indispensables à toute politique nationale de stockage public : système de « prélèvement / restitution » comme dans la Communauté européenne<sup>8</sup>, « *deficiency payments* »<sup>9</sup> comme dans les pays anglo-saxons, droits de douane variables, etc... Certains d'entre eux font l'objet de la troisième partie de la présente étude.

## 1.2 - Les discussions issues de la crise de 1929 : Y a-t-il un gain à stabiliser ?

C'est dans ce contexte que se développent les études qui, sans aborder directement la question du stockage, posent la question de savoir s'il est souhaitable de stabiliser les prix, et, dans l'affirmative, comment mesurer les gains de bien être associés – gains à comparer évidemment aux coûts du stockage, si l'on admet que celui-ci est stabilisateur. L'idée de base (Waugh, 1944) est de mesurer le « surplus du consommateur » et de le comparer au « surplus du producteur ».

Le surplus du consommateur est la somme de toutes les différences entre les prix réellement payé pour une quantité donnée, et celui que le consommateur moyen aurait accepté de payer pour cette quantité. Le surplus du producteur, dans les mêmes conditions, est simplement la différence entre le coût total et la recette. Waugh trouve que la stabilisation se fait au bénéfice du consommateur. Oi (1961), au contraire, estime que les fluctuations des prix sont avantageuses pour le consommateur et qu'ils perdent à la stabilisation, tandis que les producteurs y gagnent. Mais il suppose pour cela que les producteurs s'adaptent instantanément aux nouveaux prix, ce qui est fort discutable.

Massel (1969, 1970) montre que le résultat dépend des pentes des courbes d'offre et de demande. Il ajoute deux idées importantes : dans ces évaluations, il faut prendre en compte l'aversion pour le risque du producteur, et, en particulier, le fait que le risque auquel le producteur est soumis influence les décisions de production. Cela change beaucoup la donne, parce que la différence entre le coût du producteur et sa recette comprend alors aussi une « prime de risque », qui disparaît en cas de stabilisation. Par ailleurs, la stabilisation conduit à un accroissement de l'offre, qui peut bénéficier au consommateur, mais surtout créer une surproduction très coûteuse pour l'agence stabilisatrice lorsqu'elle cherche à éviter la chute des prix. Massel ajoute, en suivant en cela Mc Kinnon (1967), qu'une façon de se débarrasser de ces difficultés consiste à développer les marchés à terme, qui jouent le même rôle que le stockage (il s'agit en quelque sorte d'un « stock virtuel ») sans en avoir les inconvénients, ni les coûts. Cependant, la « prime de risque » complique singulièrement le calcul des « surplus » : faut-il la considérer comme un élément du revenu du producteur (ce qu'elle est en réalité), ou comme un élément du coût (ce qu'elle est aussi !) ?

A l'issue de ces travaux, la question n'est toujours pas tranchée. Elle est de nouveau posée par Bousard (1988), et Burmeister (1978). Myers (1988) résume ces discussions, et, en dépit de ses préférences évidentes pour les solutions « libérales », doit conclure que les propositions sur les effets pervers de l'instabilité restent vraies, « au moins pour les pays pauvres » du fait des impacts négatifs sur la croissance.

---

<sup>7</sup> Le mot est de Rexford Tugwell, l'un des collaborateurs de F.D. Roosevelt. Cf. Leuchtenburg (1963).

<sup>8</sup> Toute importation est frappée d'une taxe (éventuellement négative) du montant de la différence entre le prix reçu par le vendeur et le prix intérieur fixé par le gouvernement. Toute exportation est frappée d'une taxe analogue en sens contraire.

<sup>9</sup> Le prix intérieur est libre, mais le Trésor Public paie aux producteurs (éventuellement aux consommateurs) la différence entre le prix garanti et le prix obtenu.

### 1.3 - Approches dynamiques et anticipations

Enfin, tout ceci se trouve plongé dans une controverse théorique plus vaste que celle du stockage, celle des anticipations. Les « anticipations » dans le langage économique se rapportent à la vision que les opérateurs ont de l'avenir. Au sens étroit, on parle du prix anticipé  $\hat{P}_{t_1, t_2}$  qui est le prix auquel, à l'instant  $t_1$  un opérateur s'attend pour l'instant  $t_2$ . Mais la notion est plus large, car un opérateur, à l'instant  $t_1$  peut très bien être conscient de ce que le prix  $\hat{P}_{t_1, t_2}$  n'a aucune chance d'être observé en réalité, et cependant conserver cette « anticipation » sur la base du fait que c'est au moins l'espérance mathématique (la « moyenne ») du prix réel. Plus généralement, un opérateur peut ignorer quel sera exactement le prix en  $t_2$ , mais avoir cependant une idée correcte de la loi de probabilité correspondante. Il peut aussi se tromper complètement. Or nous avons vu plus haut que le stockage privé est nécessairement basé sur l'espoir qu'il existera dans l'avenir une occasion de revendre le stock plus cher qu'il n'a été acheté et qu'il n'aura coûté de charges – autrement dit, sur les anticipations du stockeur.

La question des anticipations est complexe, et pourtant, c'est la clé du sujet qui nous préoccupe. Nous y reviendrons plusieurs fois dans cette analyse de la littérature. Les points les plus importants sont rappelés ici. Schématiquement, il y a deux écoles : celles des « anticipations rationnelles » et celle de la « rationalité limitée ». Toutes deux sont issues d'interactions complexes entre différents auteurs, qui, au départ, cherchaient des règles intuitives et relativement simples pour « fermer » un modèle, puis, plus tard, ont souvent érigé ces règles en dogme.

Les « anticipations rationnelles » sont parties d'une querelle qui ne nous intéresse pas ici sur la « théorie quantitative de la monnaie ». A la suite de la remarque de l'économiste Israélien Don Patinkin selon laquelle « si on ouvre la boîte de Pandore des anticipations, tout est possible », Muth (1961) avait proposé, pour sérier les problèmes, d'évacuer provisoirement la question des anticipations en supposant que « les agents économiques anticipaient ce que prévoyait la théorie en examen ».... Cette idée ingénieuse fut reprise un peu plus tard par de nombreux auteurs pour expliquer pourquoi « il est impossible de gagner à la bourse ». En effet, « si tout le monde croit que les prix doivent monter dans l'avenir, ils ont déjà monté dans le présent » - idée elle-même issue des théories de Walras sur le prix des terres (Walras 1876). La théorie est exposée de manière magistrale par Samuelson (1965), qui aborde explicitement la question à propos de la volatilité des prix des matières premières agricoles, et de la différence entre le prix « spot » (celui auquel on peut vendre ou acheter un lot aujourd'hui) et le prix à terme (celui, aujourd'hui, d'une promesse d'achat ou de livraison à un prix convenu pour une date à venir déterminée).

Si les prix à venir dépendent des prix passés, si les perturbations aléatoires sont « exogènes », et si les agents économiques connaissent à la fois la loi de dépendance et la distribution de probabilité des aléas, alors il est possible d'anticiper l'espérance des prix à venir. L'espérance mathématique des variations autour de cette valeur est nulle. La variance de ce prix, en revanche, peut varier. En effet, le prix qu'il faut attendre dans un avenir lointain dépend de beaucoup d'évènements<sup>10</sup>. Du fait de la « loi des grands nombres », il est donc relativement plus stable que celui que l'on s'attend à avoir dans un avenir proche, qui ne dépend que d'un nombre réduit d'évènements extérieurs<sup>11</sup>. Ainsi, avec des marchés qui fonctionnent bien, et sur lesquels le prix à terme est égal à son espérance, ce dernier reflète tout ce qu'il est possible de savoir sur le prix « spot » à l'échéance, et représente donc la meilleure prédiction possible de ce prix. A noter que le prix « à terme » peut être très différent du prix « spot » à l'établissement du contrat, car celui-ci peut fort bien tenir compte d'un évènement contenu dans l'information provenant du passé, par exemple un trend, une inflation rapide, ou l'aversion pour le risque des opérateurs : le théorème n'implique pas que la série des prix elle-même soit stationnaire.

---

<sup>10</sup> Il existe des observations de ce phénomène qui correspondent donc à la réalité (Benavides, 2004). Cependant, la réalité du phénomène prédit par le lemme du théorème de Samuelson n'implique pas nécessairement la justesse de la théorie sous-jacente au théorème principal.

<sup>11</sup> A condition, évidemment, que ces différents évènements soient indépendants les uns des autres en probabilité, ce qui n'est pas le cas général, puisque, en dynamique, l'état du monde à un moment donné dépend nécessairement des évènements antérieurs.

Samuelson ajoute : « je n'ai pas ici abordé la question de l'origine des lois de probabilité. Dans les têtes de qui se trouvent-elles *ex ante*? Sont-elles validées *ex post* ? ... les cotations produisent elles une sorte de configuration optimale des probabilités objectives ? ... ces questions intéressantes ne sont pas abordées dans ce document ». En dépit de cet avertissement, de nombreux auteurs considèrent maintenant le théorème de Samuelson comme une loi de la nature. C'est ce qui fonde la « théorie des anticipations rationnelles » telle qu'elle est appliquée aux prix des matières premières.

D'autres théories sur les anticipations ont été élaborées, la plupart basées sur l'idée que les quantités d'information disponibles pour les agents, ainsi que leurs capacités de calcul sont moindres que celles qui sont rendues nécessaires par la théorie des anticipations rationnelles. Les anticipations adaptatives ont été proposées par Nerlove (1958) sur une base empirique et pratique. Il voulait construire un modèle économétrique, basé sur des régressions linéaires, de l'offre de produits agricoles aux États-Unis, afin de faire des prévisions à long terme, et de guider la politique agricole du gouvernement de l'époque. Bien évidemment, les équations du modèle spécifiaient que l'offre dépend entre autre du prix espéré. Mais le prix espéré n'est pas observable. Nerlove, sur la base du théorème de Samuelson, et de l'hypothèse du bon fonctionnement des marchés, aurait pu prendre pour cela le prix à terme pour la récolte à venir. Mais les marchés à terme, à l'époque, étaient peu développés, de sorte qu'il lui fallait une approximation. La plus naturelle et la plus simple qu'il ait trouvé est de supposer que les agriculteurs prenaient leurs décisions pour l'an prochain sur la base du prix de cette année, corrigé par l'observation de l'écart entre le prix obtenu cette année et celui de l'an dernier.

D'une certaine façon, cette approche n'est pas du tout contradictoire avec celle de Samuelson : Il s'agit toujours de supposer que le passé est la source de toute information sur l'avenir. Mais ici, on utilise un passé un peu restreint, qui se limite aux prix passés pour le produit en cause. Or, évidemment, le passé fournit beaucoup plus d'information que cela. C'est en ce sens que les modèles d'anticipation « à la Nerlove » sont dits « à rationalité limitée ». La théorie sous jacente est alors que les opérateurs n'ont pas les moyens de traiter correctement l'information qui vient du passé, et se contentent d'approximations comme celles de Nerlove. Or ces modèles « à rationalité limitée » entraînent des conséquences dramatiques pour la dynamique des prix, comme le montre la théorie du « Cobweb ».

Le modèle du « Cobweb » lui-même est encore plus ancien : le mot semble avoir été trouvé par Kaldor (1934), à la suite de travaux de Tinbergen sur la dynamique du prix du fret maritime... Mais l'article le plus souvent cité sur la question est celui d'Ezekiel (1938) dans lequel cet auteur examine les conséquences d'un schéma d'anticipation qui est une version extrême de celui de Nerlove : les opérateurs croient que le prix de l'an prochain sera celui de cette année, sans correction particulière. Dans ce cas, les producteurs ne prennent jamais leurs décisions sur la base du prix d'équilibre : tantôt le prix prévu est trop élevé, et cela fait effondrer les prix l'année d'après, tantôt il est trop faible, la production est insuffisante et les prix s'envolent. La poursuite de ce mécanisme sur une suite d'années donne des séries de prix et de quantités qui, selon les valeurs des paramètres des courbes d'offre et de demande, ou bien convergent peu à peu vers l'équilibre, ou bien s'en éloignent toujours plus, en « divergeant ». Dans le cas des produits agricoles, avec une demande rigide et une offre relativement élastique, les conditions sont réunies pour une dynamique divergente.

Or, le modèle d'Ezekiel n'est qu'un cas particulier : il est facile de montrer que le même phénomène se produit aussi avec les anticipations nerloviennes, quels que soient les paramètres gouvernant la « correction » entre le prix de cette année, et celui des années précédentes. Plus généralement, des phénomènes de cobweb sont susceptibles de survenir chaque fois que des décisions pour l'avenir sont basées sur une information passée incomplète, ou incomplètement traitée, ce qui est une situation très générale. La rigidité de la demande, en revanche, est une condition importante pour que le cobweb soit « divergent ». Cela ne se rencontre pas partout, mais c'est le cas des marchés agricoles. Ce résultat ouvre la voie à de multiples modèles expliquant l'instabilité des prix agricoles par cet effet de Cobweb, et d'anticipations imparfaites, indépendamment de tout événement aléatoire exogène<sup>12</sup>. Leur examen

---

<sup>12</sup>Ces modèles sont tous basés sur le fait que, avec une demande rigide, le point d'équilibre du marché, celui où le prix est égal au coût marginal, est instable. Ils diffèrent par les mécanismes qui font que, lorsque les prix et les quantités s'éloignent assez fortement de l'équilibre, d'autres forces tendent à les y ramener, les empêchant par là de devenir négatifs ou infinis, ce qui serait évidemment absurde. Cf Day (1993), Chavas et Holt(1993), Boussard (1996), Hommes

complet sort du sujet traité ici, on y reviendra dans le cas particulier des modèles de stockage. Il convenait cependant de les mentionner dès maintenant pour expliquer l'importance attachée ici aux « fluctuations exogènes » et aux « anticipations imparfaites », expressions dont il fallait bien expliquer l'origine.

## 2 LES PRÉCURSEURS

La littérature spécifiquement consacrée aux stocks commence sans doute avec les propositions sur le « *ever normal granary* » (stocks d'intervention) de Henry Wallace, un homme d'état américain, qui fut d'abord le ministre de l'agriculture puis le vice président du Président Roosevelt dans les années 30. Ce projet (acté dans le *farm bill* de 1938) est discuté en particulier par Davis (1938) avec un commentaire par Ezekiel. Il est appuyé par Graham (1937). L'idée du « *ever normal granary* » vient de Confucius, dont, selon Bodde (1946), Wallace avait eu l'occasion d'étudier la pensée dans la thèse de Huang Chan (1911), un homme politique chinois émigré aux États-Unis. Il vise en fait à justifier la politique déjà mise en place d'un stock tampon de la *Commodity Credit Corporation*. Keynes(1938) lui-même approuve et développe ce projet à l'échelle mondiale, le justifiant entre autre par le fait que la régularisation des prix agricoles contribuera à la stabilisation de l'économie tout entière<sup>13</sup>, mais surtout parce qu'un stock public sera beaucoup moins coûteux qu'un stock privé. Ce n'est pas que les infrastructures publiques de stockage soient mieux gérées que les privées (Keynes est sceptique sur ce point), mais parce qu'un stockeur privé exige une « prime de risque » dont l'État n'a pas à se soucier parce qu'il est son propre assureur<sup>14</sup>.

### 2.1-Les contributions post-Keynésiennes

Les idées de Keynes se répandent alors, et engendrent d'assez nombreux travaux sur des points de détails qui ne nous intéressent pas directement ici. Il faut cependant mentionner la contribution très injustement oubliée de Brennan (1958). Celui-ci cherche à expliquer pourquoi des gens peuvent stocker même lorsque le coût du stockage dépasse le gain auquel on pourrait s'attendre via le marché à terme (opération achat et vente), reprenant ainsi les travaux de Kaldor (1939).

Il montre alors qu'il existe un avantage à avoir un stock « sous la main » (*convenience yield*) pour profiter de l'éventualité d'une hausse subite de prix qui peut toujours se produire. Il s'agit là d'une analyse qui rappelle celle du « motif de liquidité » pour la détention de monnaie chez Keynes. Naturellement, ce motif est d'autant plus puissant que le risque de perte associé à une évolution des prix non conforme à celle qui est espéré, n'est pas trop grand, et donc que la quantité stockée n'est pas trop importante. Ceci conduit à introduire des considérations de risque dans l'analyse, un point qui, curieusement, est souvent oublié des auteurs qui se sont intéressés à cette question.

L'idée de l'utilité propre du stock en raison de sa disponibilité sera reprise par Chavas (2008), qui s'en sert pour expliquer le pouvoir de monopole des opérateurs industriels dans la filière lait aux USA. Ces développements sortent du cadre de cette revue bibliographique sur le stockage public, de sorte que nous ne nous y attarderons pas.

Une autre idée originale (Kaldor *et al.*, 1964) relative au stockage public est celle de trois économistes forts réputés, Albert Hart, Nicholas Kaldor et Jan Tinbergen, qui envisagent de fonder une monnaie internationale, le « *bancor* », sur un stock de matières premières de toutes sortes, remplaçant ainsi l'or, qui, à l'époque, servait encore d'étalon monétaire. On avait ainsi le moyen de stabiliser en quelque sorte mécaniquement les prix des matières premières (qui devenaient le numéraire), mais peut être aussi de déstabiliser les autres prix... De toutes façons, dès lors que la monnaie se trouve, comme maintenant,

---

(1994), Hommes (1998), Hommes *et al.* (1998), Athanasiou *et al.* (2008), etc...

<sup>13</sup> Les nombreuses notes de Keynes sur la question font l'objet de résumés critiques par Dimand & Dimand (1990).

<sup>14</sup> Ici, Keynes esquisse à propos du stockage le célèbre argument de Arrow & Lin (1970) sur l'intérêt de faire prendre en charge par l'État les investissements dont l'espérance mathématique assure qu'ils sont rentables « en moyenne », mais qui sont en même temps trop risqués pour attirer des investisseurs privés.

complètement détachée de tout bien réel, (ou encore que le numéraire est un indice général des prix que les banques centrales s'efforcent de conserver constant), la question ne se pose plus. L'idée fut fortement débattue (cf Grubel, 1965) et abandonnée.

Aussi bien, ce fut justement le sort assez général des contributions post keynésiennes évoquées ci-dessus de se trouver actuellement complètement oubliées, alors même qu'elles ne manquaient pas toujours de pertinence.

### 2.1.1- Le précurseur des analyses à horizon infini : Gustafson (1958)

Gustafson envisage les choses sous un angle complètement différent. Il se pose le problème de savoir quelle est la règle de stockage optimale pour maintenir les prix des matières premières agricoles sinon constants, du moins dans des limites de variation raisonnables. Plus exactement, il souhaite maximiser le « bénéfice public », c'est-à-dire la différence entre le surplus du consommateur (la surface sous la courbe de demande et au dessus du prix dans un diagramme offre/demande) et les coûts de stockage. Il se place donc uniquement du point de vue du consommateur/contribuable, sans aucunement s'intéresser au producteur, ignorant par conséquent les effets éventuels de la stabilisation des prix sur leurs décisions. En fait, il suppose la production « planifiée » constante<sup>15</sup>, la production réelle étant la somme de la production planifiée et d'une variable aléatoire de moyenne nulle.

L'offre de chaque année est déterminée par la somme de la récolte et de la variation de stock. Elle détermine le prix de l'année. Connaissant par ailleurs le niveau initial du stock (et la courbe de demande) il est alors facile de calculer le prix de l'année, le coût du stockage et le « bénéfice public » de l'année. La difficulté vient de ce que le niveau souhaitable de stock pour l'année en cours dépend de celui que l'on veut pour l'an prochain. Or, on ne le connaît pas pour deux raisons : d'abord, on ne connaît pas la récolte de l'an prochain ; ensuite, le niveau du stock souhaité à la fin de l'an prochain dépend encore de la récolte de l'année d'après, que l'on connaît encore moins et ainsi de suite. Dès lors, on est en face d'un problème de dynamique récursive qui n'est pas simple. Gustafson tourne la difficulté en attribuant une probabilité aux récoltes successives, puis il applique les principes de Bellmann sur l'optimisation dynamique pour calculer un optimum stochastique.

Gustafson n'avait pas à sa disposition de moyens de calcul électronique. Il a donc dû se contenter d'approximations. Il a résumé ses résultats dans un tableau spécifiant les règles de stockage dans 12 situations types (tableau A1.1, annexe 1)<sup>16</sup>. Il aboutit à des niveaux de stockage qui peuvent atteindre des valeurs assez importantes, jusqu'à 50% de la récolte dans certaines circonstances.

Les calculs de Gustafson permettent donc de déterminer approximativement le stock qui maximise le bien être des consommateurs (supposés payer les frais de stockage) dans l'hypothèse où les variations de récolte sont dues uniquement à des chocs aléatoires, avec en arrière plan l'idée que le stockeur est un organisme public qui ne cherche pas le profit. Il remarque cependant que, dans un système concurrentiel, un opérateur privé, cherchant la maximisation de son bénéfice, devrait faire exactement la même chose. C'est cette dernière idée qui sera exploitée dans les années suivantes par les partisans du « stockage concurrentiel ».

Ce travail novateur comporte plusieurs limites. Les calculs sont approximatifs, et il manque certaines hypothèses de toute évidence importantes, en particulier l'aversion pour le risque des opérateurs. C'est ce point que vont examiner Newbery et Stiglitz, qui l'intègrent à une vision d'ensemble du problème.

---

<sup>15</sup> Cette hypothèse discutable sera souvent reprise par la suite.

<sup>16</sup> Depuis Gustafson, de nombreux auteurs se sont penchés sur ce problème algorithmique. La question, très technique, sort du cadre de cet exposé. Une revue des travaux correspondants a été récemment publiée par Gouel (2013). Celui-ci, après avoir étudié plusieurs méthodes, parvient à la conclusion que c'est encore celle de Gustafson qui convient le mieux. Il n'en demeure pas moins que la « grille » utilisée par Gustafson était assez lâche, et que la précision de ses estimations aurait été plus grande s'il avait disposé d'une grille plus fine.



### 2.1.2 – La prise en compte de l'aversion pour le risque Newbery et Stiglitz

Dans leur ouvrage remarquable de 1981, Newbery et Stiglitz se livrent à une analyse théorique extrêmement détaillée des conséquences de la stabilisation des prix des produits de base (*commodities*) à partir de la constitution de stocks tampons. Leur objectif est de réaliser un travail méthodologique permettant de déterminer précisément ce qu'il est nécessaire de prendre en compte pour évaluer les coûts et bénéfices de la stabilisation et les paramètres clés de l'analyse.

Ils cherchent à représenter l'économie de la façon la plus simple possible et tentent d'avoir des résultats analytiques afin que leurs conclusions soient aussi générales que possible. Ils repartent de l'approche de Gustafson, qui reste la référence de base. Ils l'enrichissent cependant par de nombreuses innovations. En particulier, en donnant des résultats numériques de toute sorte, ils cherchent à faciliter les recherches empiriques futures.

Leur analyse couvre un grand nombre de cas avec des courbes d'offre et de demande linéaires ou non, avec ou sans aversion pour le risque pour les producteurs et pour les consommateurs, la présence de marché à terme, différentes formes d'anticipations, la présence de stockeurs privés, qui cherchent à maximiser leur profit selon l'évolution attendue des prix, etc... Ils étudient les effets de substitution entre le commerce et le stockage, dans le cas d'un modèle à deux biens et deux pays. L'ouvrage présente à la fois une analyse analytique complète et des estimations après paramétrisation. Toutefois, certains éléments pris en compte dans l'analyse théorique disparaissent des calculs appliqués, du fait de la complexité de leur prise en compte.

Leurs principaux résultats sont les suivants :

- S'ils existent, les bénéfices de la stabilisation des prix sont faibles. Ils concernent surtout les consommateurs. Pour que les producteurs en profitent, il est nécessaire qu'ils aient beaucoup d'aversion pour le risque. Or, ceci ne paraît pas très probable aux yeux des auteurs pour deux raisons :
  - a) Tout d'abord, les agriculteurs disposeraient d'une sorte d'assurance naturelle liée à la relation inverse entre les quantités offertes et les prix. Celle-ci pourrait garantir une certaine stabilité des revenus lorsque les prix sont instables. En effet, lorsque l'offre est faible, du fait d'un aléa climatique par exemple, les prix sont élevés, si bien que ce qui était perdu sur la quantité est regagné sur le prix (et *vice versa* en cas de bonne récolte). De ce fait, le revenu des producteurs varie peu. Une telle affirmation est discutable et d'autant moins vraie que les marchés sont globalisés. L'encadré 1 discute cet argument, souvent utilisé dans les travaux ultérieurs.
  - b) La seconde raison avancée est que les agriculteurs disposent de multiples moyens pour se protéger contre les risques (assurance, couverture sur les marchés à terme). S'ils ne les utilisent pas, c'est que le risque ne compte pas beaucoup pour eux (p. 163). Ici encore, ce point de vue mériterait de longues discussions qui sortent du cadre de ce travail.
- Une stabilisation des prix visant un prix fixe est forcément vouée à l'échec, il est donc plus raisonnable de viser une stabilisation partielle, sous la forme d'une bande de prix. En effet, lorsque les récoltes sont des variables aléatoires « *i.i.d.* »<sup>17</sup>, la loi de probabilité du volume du stock est celle d'une « marche au hasard » gaussienne, qui a une probabilité 1 de devenir nulle si l'horizon est suffisamment long. En d'autres termes, en cas de stabilisation totale, le stock sera forcément mis en échec car il arrivera toujours un moment où il sera soit vide soit plein (p. 34).

---

<sup>17</sup> « *Identically Independantly Distributed* » : la distribution de probabilité de la récolte d'une année est identique à celle des années précédentes ou suivantes, et elle en est indépendante, sans liaison stochastique.

- Lorsque les coûts de stockage et les réponses des producteurs à la stabilisation sont pris en compte, les bénéfices de la stabilisation disparaissent car ils sont inférieurs à ces coûts. Les résultats globaux de la stabilisation sont ainsi au mieux légèrement positifs et plus probablement négatifs (p. 293, p. 403)
- Lorsque le stockage privé est pris en compte un effet d'éviction est mis en évidence : le stockage public décourage le stockage privé<sup>18</sup>. Symétriquement en présence de stockage privé, les besoins de stockage public sont plus faibles (p. 199).

Quelques années plus tard, Newbery (1989) reviendra sur cette conclusion, globalement négative pour le stockage public, en faisant observer que la désutilité de la famine, qui touche les plus pauvres, fait que l'analyse coût/bénéfice basée sur des prix de marché peut limiter la portée des résultats. En effet, dans leur ouvrage de 1981, Newbery et Stiglitz expliquent le faible impact des variations de prix sur les consommateurs par la faiblesse des dépenses lorsqu'un seul produit est pris en compte et qu'il compte peu dans les dépenses globales du ménage. Cependant, cela n'est pas vrai pour les céréales dans les pays pauvres. Dans ces pays, l'alimentation peut représenter plus de la moitié du budget des consommateurs. L'instabilité des prix peut alors conduire à des consommations trop faibles qui entraînent la diminution des capacités de production des ménages, des déficiences à l'âge adulte pour les enfants sous alimentés, voire des décès.

#### Encadré 1 : L'assurance « naturelle » des producteurs et les faibles impacts de l'instabilité des prix

Un argument essentiel de l'ouvrage de Newbery et Stiglitz est qu'il existe une relation inverse entre les prix et les quantités : quand la récolte est mauvaise, le prix monte et vice versa. De ce fait, le revenu des producteurs est beaucoup moins variable que le prix. Alors, la stabilisation des prix pourrait même conduire à un accroissement de l'instabilité des revenus. Cet argument est extrêmement discutable car :

a) La corrélation entre les récoltes d'un agriculteur et la récolte globale (sur le marché) peut être faible : Beaucoup d'aléas tels que les gelées, ou la grêle sont souvent fortement localisés. De deux localités voisines, l'une peut être affectée, et l'autre épargnée. Ceci est confirmé par des travaux statistiques tels que ceux de Coble *et al.* (2007) qui montrent par exemple comment le coefficient de variation des rendements en maïs aux États-Unis change selon qu'on le mesure au niveau de l'exploitation (il est de 0,25), du comté (l'équivalent d'un département français : il est de 0,15) , de l'État (0,12), ou de l'Union fédérale (il passe à 0,08). Ainsi, un agriculteur peut faire face à une mauvaise récolte du fait d'une sécheresse localisée sans que la production nationale, et par conséquent le prix sur un marché libre national en soient affectés. De fait, d'autres auteurs (par exemple Bale et Lutz, 1979), au contraire, militent pour l'élargissement des marchés dans l'espoir de faire jouer un effet d'assurance entre les mauvaises récoltes ici et les bonnes là. L'objectif de la libéralisation est justement en intégrant les marchés de faire disparaître les aléas localisés.

b) Certains producteurs dans les pays en voie de développement sont acheteurs nets : pour ceux-là l'assurance naturelle va jouer dans le mauvais sens, car ils seront obligés d'acheter au prix fort la différence entre leur propre production et leurs besoins.

---

<sup>18</sup> Le modèle comprend des aléas multiplicatifs. L'objectif du stockage public porte sur les variations de prix tandis que celui du stockage privé est de maximiser le profit.

Parmi les limites à ce travail remarquable et influent de Newberry et Stiglitz, on peut noter :

- Le choix d'une approche analytique, qui amène à négliger dans les calculs, des éléments mentionnés dans l'analyse littéraire, parce qu'ils sont trop complexes ou se prêtent mal aux calculs analytiques, c'est par exemple le cas des effets macro-économiques (inflation, revenu national, balance des paiements, emploi...etc.)
- L'importance attribuée à certains effets comme le caractère stabilisateur des relations inverses entre niveau de récolte et prix, qui sont surestimés lorsque, dans les calculs, on remplace l'offre des producteurs par l'offre nationale
- Le fait de négliger les erreurs d'anticipation. Celles-ci sont mentionnées dans les coûts de l'instabilité mais non pris en compte dans les gains de la stabilisation. Or, les erreurs d'anticipations sont de nature à créer des « défaillances de marché », et des pertes de bien-être global très importantes. De tels phénomènes, à leur tour, contribuent à maintenir les pays les plus pauvres dans une « trappe à pauvreté » (Dorward *et al.* 2004 ; Poulton *et al.*, 2006). Nous reviendrons sur ces impacts en section 6.

Enfin, les conséquences politiques de l'instabilité des prix ne sont pas étudiées. Or des événements récents, les émeutes de la faim consécutives à la crise sur les marchés internationaux de 2007-2008 comme le « printemps arabe » (2011), viennent souligner le rôle essentiel de la stabilité des prix des denrées de base, élément clé du contrat social liant les gouvernements à leurs populations. L'instabilité des prix peut jouer un rôle de catalyseur et se transformer en un risque systémique bouleversant l'ensemble des équilibres.

Les conclusions négatives de l'ouvrage de Newberry et Stiglitz sur le stockage public ont sans doute eu un rôle important dans l'injonction à se retirer des marchés adressée à l'ensemble des gouvernements, en particulier par les grandes organisations internationales (FMI, Banque Mondiale).

### 3 LES MODÈLES DE STOCKAGE À ANTICIPATIONS RATIONNELLES ET HORIZON INFINI

En complément de l'avis négatif de Newberry et Stiglitz sur le stockage public, le modèle de stockage à anticipations rationnelles, aussi appelé modèle de stockage concurrentiel, s'est imposé comme le modèle de référence de la théorie économique, en soulignant *a contrario* les avantages du stockage privé. Une attention particulière lui est donc portée dans cette revue de la littérature, même s'il s'agit en fait non du stockage public, mais de son alternative. De fait, si le stockage privé peut jouer le même rôle que le stockage public, on ne voit pas pourquoi il serait nécessaire de développer ce dernier. Inversement, on peut craindre qu'un stockage public maladroit n'ait pour conséquences l'élimination du stockage privé, et son remplacement par un système public moins efficace (c'est l'*effet d'éviction* du stockage public sur le stockage privé). Il est donc difficile d'aborder la question du stockage public sans se préoccuper du stockage privé. On présentera tout d'abord les caractéristiques du modèle canonique et ses résultats, ses limites et les améliorations qui y ont été apportées. Dans un second temps on se penchera sur les applications empiriques dans un contexte national ou international.

Dans leur ouvrage de 1991, Williams et Wright résument et complètent les travaux réalisés précédemment<sup>19</sup> en étudiant le modèle de stockage à anticipations rationnelles dans le cadre de chocs exogènes sur l'offre et d'un horizon infini. Leur travail a pour objectif de synthétiser et d'élargir les contributions précédentes, en présentant les résultats du modèle avec et sans réponse de l'offre, en

---

<sup>19</sup>Wright et Williams 1982, 1984. Plusieurs revues de la littérature existent (voir par exemple Williams et Wright 1991, Wright 2001). Le présent rapport ne dupliquera pas ce travail mais se bornera à rappeler les principales contributions dans la mesure où elles permettent de discuter l'intérêt de la mise en place de stockage public.

économie fermée puis ouverte, le résultat de la présence de monopole et de manipulation de marché, des attaques spéculatives, l'analyse des séries chronologiques, les conséquences d'un stockage public. Cet ouvrage a ensuite ouvert la voie pour de nombreuses applications sur des cas réels et l'extension du modèle au cas où l'aversion pour le risque est considérée.

### 3.1-Le modèle théorique du stockage concurrentiel.

#### 3.1.1 - Le principe

Le modèle est relativement simple et repose sur les cinq équations présentées en encadré 2. Il comprend trois types d'acteurs : des consommateurs, des producteurs et des stockeurs, dont les comportements sont représentés par une courbe de demande, une courbe d'offre et une courbe de demande de stocks. Leurs anticipations sont « rationnelles »<sup>20</sup> en un sens ici un peu spécifique : on suppose que les opérateurs, outre les coûts et la demande, connaissent aussi l'état des stocks au moment où ils prennent leur décision de stocker ou de déstocker, ainsi que la capacité de stockage, et la loi de probabilité des aléas susceptibles d'affecter les récoltes à venir. Implicitement, on suppose aussi qu'ils connaissent le comportement dans les mêmes conditions de tous les autres stockeurs avec qui ils sont en concurrence.

Si les producteurs n'avaient pas d'autres informations que les prix passés, il serait assez naturel qu'ils envisagent d'en faire une moyenne pondérée par l'éloignement, ce qui est le cœur de l'hypothèse de Nerlove (1958) et aboutit aux anticipations adaptatives (cf. Hommes, 1998 ; Hommes, Sonnemans, and Van de Velden, 2000). Cependant, l'utilisation d'anticipations basées sur les prix passés (dites *backward looking*) en générant des phénomènes de cobweb, et donc des anticipations non vérifiées, violerait la cohérence interne du modèle de stockage concurrentiel. Or, si les anticipations n'assurent pas cette cohérence interne, on ne peut plus distinguer, dans les tests de politiques, les gains de bien-être liés à la politique et ceux liés aux diminutions des erreurs de prévisions. C'est pourquoi Williams et Wright ont choisi d'utiliser des anticipations rationnelles basées sur le futur (*forward looking*) en supposant (ce qui leur semble plausible, cf. page 16) qu'il n'y a pas d'erreur systématique. Dans ces conditions, les anticipations rationnelles permettent de supposer des prévisions réalisées « en moyenne », même si la production réelle est sujette à un aléa de moyenne nulle sur les rendements.

On ajoute à ces équations de comportement, l'équation d'équilibre du marché qui égalise les offres et les demandes. On suppose que les agents sont indifférents au risque, non pas tellement que cette hypothèse soit la plus probable mais parce que cela simplifie beaucoup le modèle et permet ainsi de commencer par un cas relativement simple. Par ailleurs, on suppose que les producteurs ont de nombreux outils à leur disposition pour gérer les risques (diversification des activités, assurance, marchés à terme) et que les consommateurs dépensent généralement une faible part de leur budget dans un produit alimentaire donné. L'indifférence au risque semble alors une hypothèse acceptable.

De façon habituelle dans les équilibres Walrassiens :

- La demande des consommateurs est décroissante avec les prix
- L'offre des producteurs est croissante avec les prix

En plus de l'offre des producteurs et de la demande des consommateurs, l'équilibre du marché dépend de la variation de stock. Celle-ci est déterminée par le comportement des stockeurs : une demande de stocks existe lorsque les anticipations des prix à la période suivante couvrent les coûts de stockage (coûts physiques et financiers). Les anticipations de prix jouent ainsi un rôle majeur.

Deux objections majeures peuvent être faites à ces assertions:

---

<sup>20</sup>Comme on l'a vu plus haut (cf. § 1.2), l'hypothèse d'anticipations rationnelles suppose que les agents économiques basent leurs décisions sur un traitement rationnel de toute l'information disponible. La question est de savoir quelle information est disponible pour les agents.

- Les gains liés à la diminution des erreurs de prévisions sont une partie de ceux liés à la politique de stockage public. Négliger les effets du risque sur le bien être des agents revient à les sous estimer.
- Un modèle qui ne prend pas en compte la défaillance de marché créée par l'imperfection de l'information et l'incomplétude des marchés (justement, on ne connaît pas les prix futurs et on a aucune façon de les connaître...) ne peut évaluer correctement des politiques cherchant à résoudre ce problème.

## ENCADRÉ 2 : LES ÉQUATIONS DU MODÈLE DE STOCKAGE

$$q_t^D = a - bp_t$$

Demande

$q_t^D, p_t$  sont respectivement la quantité demandée et le prix à la date  $t$ .  $a$  et  $b$  sont des paramètres

$$q_t^S = c + d\hat{p}_t + \varepsilon_t$$

Production

$q_t^S, \hat{p}_t$  sont, respectivement, la quantité produite et le prix espéré à la date  $t$ .  $c$  et  $d$  sont des paramètres.  $\varepsilon_t$  est une perturbation aléatoire de moyenne nulle.

$$q_t^D = q_t^S + (1 - \delta)X_{t-1} - X_t$$

Équilibre sur le marché

$\delta$  est un paramètre qui exprime la dépréciation du stock.  $X_t$  est le volume du stock à la date  $t$ .

$$\hat{p}_t = E_{t-1}(p_t)$$

Anticipations rationnelles

$E_t(x)$  est l'espérance mathématique de la variable  $x$  évaluée à la date  $t$ .

$$p_t \geq \frac{\hat{p}_{t+1}(1 - \delta)}{(1 + r)} - \Phi'(X_t) \quad \perp \quad X_t \geq 0$$

Arbitrage du stockeur

$r$  est le taux d'intérêt.

$\Phi(X)$  est le coût du stockage de la quantité  $X$ ,  $\Phi'(X)$  sa dérivée par rapport à  $X$  (le coût marginal). Le signe  $\perp$  indique que l'une ou l'autre des relations à droite et à gauche du signe sont vérifiées.

Source : Gouel (2011)

En réponse, les auteurs qui soutiennent cette approche soulignent que les économistes doivent simplifier les processus et que c'est en observant la capacité du modèle du stockage concurrentiel à représenter correctement les faits stylisés de la dynamique des marchés que l'on peut valider l'hypothèse d'anticipations rationnelles. Les travaux réalisés dans ce but seront l'objet de la section 4.

Il s'agit là, évidemment, d'une question clé car cette hypothèse d'anticipation rationnelle joue un rôle majeur dans les résultats obtenus. Elle est extrêmement complexe car ce n'est pas seulement le processus d'anticipation des agents qui est en jeu mais son agrégation au niveau du marché : les différents agents ayant vraisemblablement des processus différents, ceux-ci s'agrègent sur le marché pour donner une anticipation moyenne qui n'est pas directement observable. Nous reviendrons sur cette question dans l'analyse critique de ce modèle à la fin de cette section et en section 5. Nous discuterons en particulier en ces endroits les approches qui incluent l'imperfection de l'information et ses conséquences et qui optent ainsi pour des processus d'anticipations différents.

On notera enfin que le modèle ainsi décrit ignore complètement la question du stockage intra-annuel<sup>21</sup>, pourtant une nécessité pratique pour répartir sur toute l'année une offre qui n'intervient normalement qu'à l'époque de la maturation des grains, au début de l'été. Ici encore, le souci de ne se préoccuper que des faits saillants explique cette impasse des modélisateurs : il est en principe toujours possible à un commerçant qui ne souhaite pas entretenir un stock interannuel d'acheter ce qu'il faut pour satisfaire la demande de l'année en cours, et de s'arranger pour que son silo soit vide juste avant la date de la récolte. Et ici encore, la question des anticipations réapparaît, car le commerçant en cause peut se tromper sur la quantité qu'il parviendra à écouler dans l'année.

### 3.1.2 - Les résultats théoriques du modèle de stockage concurrentiel

- **Le stockage privé permet la diminution de la variabilité des prix et accroît le bien-être global**

L'ampleur des gains dépend de l'élasticité de la demande et des coûts de stockage. Dans l'hypothèse d'agents neutres vis-à-vis du risque, les producteurs perdent du fait d'un prix moyen plus faible tandis que les consommateurs gagnent par rapport à une situation sans stockage. Le prix moyen est plus stable mais plus faible car les fortes hausses de prix que l'on observait « sans stockage » (et qui faisaient monter la moyenne) sont ici écrêtées. Avec une élasticité de la demande de -0.2 et des coûts de stockage nuls, le gain global est d'environ 5% de la valeur de la consommation alors qu'il tombe à 0.8% si l'élasticité est de -0.5, du fait de la moindre instabilité des prix liée à une demande plus élastique. Il est alors moins souvent rentable pour les stockeurs d'intervenir (Wright et Williams, 1984). Williams et Wright (1991 chapitre 12) proposent une analyse détaillée des effets de la stabilisation sur le bien-être global, ils constatent (p. 356) que les gains permis par le stockage privé ne représentent qu'environ la moitié de ceux qui seraient générés par une stabilisation idéale, ceci car les stocks sont parfois vides et qu'il existe des coûts de stockage.

- **Le stockage implique des réactions fortement non-linéaires et deux régimes de prix:**
  - Lorsque c'est la demande alimentaire qui domine, elle est rigide, et de petites variations des quantités se traduisent par de grandes variations au niveau des prix.
  - Au contraire, s'il y a une demande de stocks, c'est-à-dire si l'anticipation de variation de prix couvre les coûts de stockage, la demande est spéculative et ainsi élastique.

On observe le même mécanisme côté offre : l'offre de produits stockés est plus élastique que celle issue de la production agricole. On peut en déduire que l'évolution des prix dépend alors beaucoup du niveau des stocks et que cette information est cruciale (Cafiero et Wright, 2005).

Lorsqu'il y a des stocks, l'impact des chocs est réparti sur plusieurs périodes, ce qui tend à lisser les séries et se traduit par une corrélation des prix d'une période à l'autre. Dans ces conditions, en période de hausse de prix, la probabilité de prix élevés pour la période suivante diminue à mesure que la hausse se prolonge et que stock gonfle. Cela amène au retour à l'équilibre, car, à la fois, les incitations au stockage deviennent plus faibles, et les producteurs ont intérêt à produire moins.

La prise en compte du stockage modifie ainsi la distribution des prix, elle est moins volatile que sans stockage et biaisée positivement. Des périodes de prix faibles, mais relativement stables, succèdent à des flambées liées au fait que les stocks sont vides. Les prix sont plus faibles en moyenne « avec » que « sans » stockage.

---

<sup>21</sup> A l'exception notable de Williams et Wright 2001 (chapitre 8). Ils montrent que, dans leur cadre d'analyse, cela ne modifie pas les principaux résultats du modèle. Dans ce cas, le prix doit augmenter tout au long de la période de stockage afin de couvrir ses coûts, la variance aussi augmente au fur et à mesure que les quantités détenues en stock sont plus faibles.

- **Les autres mécanismes stabilisateurs ou compensateurs**

Le stockage comme le commerce, par conséquent, stabilise les prix en face de chocs exogènes. Il est donc tentant de vouloir comparer leurs efficacités respectives. Valdès (1981) et Tweeten (1996) pensent montrer que la stabilisation par le commerce international est moins coûteuse. Cependant, les développements suivants montreront que:

- (i) tout dépend de la corrélation des chocs : si les chocs affectant l'offre de chaque pays ne sont pas corrélés négativement, le stockage est plus efficace que le commerce pour stabiliser les prix mais les deux activités sont complémentaires ;
- (ii) deux pays ayant des relations commerciales régulières n'ont pas intérêt à stocker sauf si l'acheminement des importations prend du temps ;
- (iii) les coûts de transports jouent un rôle important (Williams et Wright 1991, Wright 2001, Bobenrieth *et al.* 2006).

La question des marchés à terme est également abordée par William et Wright (p 134 à 140). Les auteurs remarquent que le calcul proposé pour les anticipations rationnelles (*forward looking expectations*) reproduit également les prix à terme. Il n'y a donc plus de marchés incomplets puisqu'on peut calculer ce prix pour n'importe quelle date (note 5 p. 134). Ce point, en fait assez discutable, sera examiné plus loin.

- **Des résultats défavorables à l'intervention publique**

Dans ce modèle, le stockage nécessaire est réalisé par le privé du fait des anticipations rationnelles, qui supposent un calcul complexe mais évitent d'aborder la question des erreurs de prévisions. De même, le modèle néglige complètement l'attitude des producteurs vis-à-vis du risque. Dans ces conditions, comme démontré auparavant par Scheinkman and Schechtman (1983), la situation optimale est atteinte avec le stockage privé. Le stockage public est donc coûteux et inutile.

Les auteurs soulignent aussi la complexité des impacts de l'intervention publique et de ses relations avec le stockage privé. En effet, le stockage public peut décourager les interventions privées s'il se traduit par des prix peu fluctuants, dont les variations ne couvrent plus les coûts de stockage. Il peut aussi accroître l'incertitude si on ne sait pas quelle sera la règle de décision adoptée par le stockeur public. C'est l'effet d'éviction : en présence de stockage public, visant à garantir que le prix ne dépasse pas un plafond déterminé, les quantités stockées par le secteur privé sont plus faibles, et ce, d'autant plus que le plafond est bas (Williams et Wright, 1991, p. 418-419). Comme on reconnaît généralement que les coûts de l'intervention publique sont supérieurs à ceux de la même activité menée par des acteurs privés, cet argument constitue une objection essentielle à la mise en place de stockage public.

Un autre argument contre le stockage public est lié à la difficulté à trouver une règle simple et flexible pour l'intervention publique alors que les conditions nationales et internationales sont en évolution permanente. La rigidité de l'intervention publique se traduit par des dysfonctionnements et des coûts supplémentaires.

Enfin, l'intervention publique pose le problème des comportements pervers de certains opérateurs à la recherche de rentes, susceptibles de détourner la politique de ses objectifs affichés. Ils sont à la source de perte de bien-être pour la collectivité.

Au-delà de ces considérations institutionnelles, il faut souligner les conséquences négatives du stockage public pour les producteurs dans le modèle de stockage concurrentiel: la mise en place d'un prix plancher se traduit par des prix moyens plus faibles. Dès lors, en l'absence d'aversion pour le risque, cette situation est défavorable aux producteurs.

### 3.1.3 - Les limites du modèle de stockage concurrentiel et la question des anticipations

Les limites de la validité des conclusions précédentes sont soulignées par les auteurs eux-mêmes (Williams et Wright 1991, Wright, 2001) et peuvent être résumées en disant que le modèle sur lequel elles sont fondées ignore l'instabilité endogène et le risque.

Il s'agit d'un point important car si l'on ne prend pas en compte l'imperfection de l'information et l'incomplétude des marchés, on n'inclut pas dans le modèle les difficultés qui justement justifieraient l'intervention publique. Il est alors logique de trouver que l'intervention publique est inutile, puisqu'il s'agit d'un résultat essentiel de la théorie de l'équilibre général.

Il faut par ailleurs souligner la complexité du processus d'anticipation rationnelle, pourtant central dans ce modèle. La résolution du modèle passe par des calculs difficiles (on suppose en particulier les conditions de marchés connues pour l'ensemble des périodes futures), ce qui fait question quand on sait les limites des capacités de calcul des agents et celles de la quantité d'information dont ils disposent. Williams et Wright (1991) soulignent que ce calcul n'est pas nécessaire pour les agents économiques, car ils reçoivent les informations au fur et à mesure, contrairement au modélisateur qui doit inclure dans le modèle dès le départ un processus global pour les anticipations. Ils soulignent par ailleurs que les processus d'anticipation basés sur le passé ne permettent pas d'inclure les modifications des politiques économiques dans les anticipations des acteurs alors qu'elles sont en réalité prises en compte par les agents.

Il n'en demeure pas moins que l'hypothèse d'anticipations rationnelles est l'objet de controverses importantes parmi les économistes et qu'il est nécessaire de dépasser ce concept si l'on veut représenter les phénomènes de bulles et leur éclatement, caractéristiques des marchés de matières premières (cf. partie I section 1). En plus, dans le cas des « *forward looking expectations* », on en utilise une forme particulièrement forte puisque le stockeur est censé disposer d'une information parfaite pour l'ensemble de son horizon de planification.

Par ailleurs, l'hypothèse centrale selon laquelle les fluctuations de prix d'une année sur l'autre sont engendrées par des lois de probabilité constantes dans le temps, dont il est possible de connaître les paramètres, reste le talon d'Achille de cette théorie. Il faut admettre que ces lois de probabilité sont du type courant en statistique, dotées au moins d'une moyenne et d'une variance (et peut être d'un coefficient de dissymétrie, le moment du troisième ordre). Or rien n'est moins sûr. De ce point de vue, Mandelbrot (1973) propose de distinguer le hasard bénin, gaussien, du hasard sauvage, « parétien »<sup>22</sup>, qui met en jeu des lois de probabilités sans variance finie. Orléan (1989) montre comment de telles lois de probabilités peuvent être engendrées par des comportements moutonniers. Il insiste sur la rationalité de tels comportements lorsque l'acteur se trouve dans une situation d'ignorance totale : soit l'individu imité ne dispose pas non plus d'information et la position de l'imitateur est inchangée, soit il possède l'information et la situation de l'imitateur est améliorée. On peut ainsi se trouver dans la situation paradoxale et extrême où un comportement rationnel mène à une situation où chaque agent base son comportement sur celui du voisin et où le prix ne contient par conséquent plus aucune information.

Kindleberger (1996) distingue ainsi les périodes de fonctionnement « normal » des marchés, des périodes de paniques, caractéristiques du fonctionnement des marchés financiers. Il reprend la théorie des prévisions auto-réalisatrices (Merton, 1936) parfaitement illustrée par les grandes séries de faillites bancaires, comme celle de 1929, où une crise de confiance amenant les acteurs économiques à retirer simultanément leur dépôt bancaire engendre l'impossibilité des banques à faire face à leurs créanciers... et ainsi la crise elle-même. Aglietta (1998), analysant les crises financières successives des années 80 et 90, oppose les crises des marchés sud-américains des années 80, où les fondamentaux étaient clairement en cause (endettement élevé, inflation, déficit commercial alarmant) à celle de 1997 dans le Sud-est asiatique, brusque réajustement suite à une bulle et assimilée au risque systémique. Tous ces travaux soulignent le rôle majeur des anticipations et de l'imperfection de l'information, ainsi que les possibilités d'écarts entre valeurs fondamentales et valeurs exprimées par le marché, suivis de brusque réajustements, expliquant le comportement fluctuant des séries de prix.

---

<sup>22</sup> Du nom de Wilfredo Pareto, un économiste du début du 20<sup>ème</sup> siècle, qui, étudiant la répartition des revenus, était parvenu à la conclusion que la distribution de probabilité qui s'ajustait le mieux à ses observations était une fonction dont il était possible de calculer la moyenne, mais pas la variance, laquelle était infinie. Par la suite, les « lois de Pareto-Lévy » ont été largement utilisées pour représenter la probabilité de phénomènes impliquant de rares variations de grande amplitude.



Enfin, une autre faiblesse majeure du modèle du stockage concurrentiel est l'hypothèse selon laquelle les stockeurs connaissent le niveau total des stocks détenus par l'ensemble des agents, ainsi que la capacité globale de stockage privé. Or ces informations sont très mal connues. Il est surprenant que peu d'auteurs se soient penchés sur cette question. L'hypothèse était justifiée dans l'optique de Gustafson, qui raisonnait au niveau d'un seul pays, et du point de vue d'une agence publique nationale seule habilitée à stocker dans les conditions sous lesquelles elle opérait. On voit mal comment elle peut être étendue à une situation de concurrence privée, avec des opérateurs qui ont tout intérêt à cacher leur jeu.

### 3.1.4 - Les développements ultérieurs et la prise en compte de l'aversion pour le risque

Quelle que soit la valeur du modèle du stockage concurrentiel, il constitue un corpus théorique sur lequel se sont greffés depuis quelques années au moins deux compléments importants qui vont être examinés maintenant.

Le premier concerne la question, déjà abordée il y a longtemps par Valdes (1981), Tweeteen (1996) et quelques autres, de savoir s'il est préférable de faire jouer des mécanismes d'assurance contre les risques dans l'espace (par le commerce international, en comptant sur le fait que les mauvaises récoltes d'un pays peuvent être compensées par les bonnes récoltes d'un autre) ou dans le temps (sur la base du fait que les mauvaises et les bonnes récoltes se suivent d'une année sur l'autre, ce qui justifie le stockage). Gouel et Jean (2011) reprennent ces études, et les approfondissent en introduisant des consommateurs pour le risque. La chose est importante, car c'est un moyen de faire intervenir le problème de la pauvreté et de la répartition des revenus dans un modèle, alors que jusqu'ici (à l'exception peut être de Newbery, 1989), ce point était complètement ignoré : de fait, les pauvres sont beaucoup plus susceptibles d'avoir une aversion élevée pour le risque – en particulier le risque alimentaire – que les riches qui ont toujours la possibilité de se priver d'autre chose pour manger si les prix alimentaires sont élevés.

Gouel et Jean (2011) décrivent une situation où il y a deux « pays » : le pays dont on examine la politique et le « reste du monde ». Dans les deux pays, il existe des stockeurs privés, qui suivent les préceptes du modèle de stockage concurrentiel pour faire face à des chocs aléatoires exogènes sur les récoltes (dont la quantité planifiée est toujours la même). Il existe des coûts de transport, de sorte que les prix peuvent être différents dans chacun des deux pays.

Les auteurs introduisent une hypothèse supplémentaire : les consommateurs ont de l'aversion pour le risque, et ne peuvent prendre d'assurance sur les hausses de prix<sup>23</sup>. C'est ce qui justifie l'intervention publique car l'utilité des consommateurs n'est plus mesurée seulement à partir des quantités consommées. Cela entraîne une « défaillance de marché » et la possibilité d'accroître le bien être des consommateurs par des politiques publiques adéquates.

Deux sortes de politiques sont possibles : on peut subventionner le stockage, pour inciter les stockeurs à stocker, ou mettre des droits de douane (positifs ou négatifs) sur les importations ou les exportations. On peut aussi combiner les deux techniques. Alors, subventionner le stockage uniquement, sans mettre en œuvre aucune politique commerciale associée n'améliore pas le bien être des consommateurs. En effet, cela permet d'éviter aux prix de chuter trop bas mais ne permet pas d'éviter les flambées de prix. Par contre, combiner une politique de taxation/subvention du commerce international et du stockage peut permettre efficacement de stabiliser les prix avec une amélioration globale du bien être, car les gains des consommateurs dépassent alors la somme des pertes des producteurs et des coûts pour le contribuable.

Le second des prolongements récents du modèle de stockage concurrentiel, dans une direction entièrement différente de celle de Gouel et Jean, est proposé par Lence (2009), avec l'introduction de l'aversion pour le risque des producteurs et des marchés à terme. Son souci est que les études courantes sont en général purement micro-économiques, ignorant les effets en retour de l'existence (ou de l'absence) d'un mécanisme institutionnel sur l'offre et la demande. Par exemple, si les producteurs ont de l'aversion pour le risque, l'existence de facilité de stockage va stabiliser le marché, et, par là, encourager la

---

<sup>23</sup>Le comportement des producteurs, en revanche est ignoré : ils essaient toujours de produire la même chose, quelques soient les circonstances, même si leurs livraisons varient d'une année sur l'autre pour des raisons qui échappent à leur volonté.

production. Mais ce sera aussi le cas des marchés à terme, qui fournissent un moyen commode pour les producteurs d'être sûrs du prix qu'ils obtiendront.

Dans le modèle ainsi développé, les producteurs maximisent l'espérance mathématique d'une fonction d'utilité concave (ce qui revient à leur attribuer une certaine aversion pour le risque) sous la contrainte d'une « fonction de production » reliant les niveaux d'inputs à celui de l'output. Les consommateurs maximisent une fonction d'utilité à élasticité constante, les stockeurs maximisent leur profit comptable entre deux années. Les décisions de production, de stockage et de consommation résultent alors d'un modèle d'équilibre à anticipations rationnelles, et de l'action de perturbations exogènes, ce qui donne la solution « de référence » du modèle.

Il introduit ensuite la possibilité de contrats à terme, mais, étrangement, il ne cherche pas à modéliser le comportement du spéculateur à terme. Ce dernier se borne à offrir une sorte de contrat d'assurance, contre une rétribution fixe, sans que soit prise en compte sa propre aversion pour le risque, ni l'ampleur de ses pertes éventuelles. De même, les agriculteurs ne sont pas libres de choisir entre « vendre spot » et « vendre à terme » : la proportion d'agriculteurs qui vend à terme est donnée de façon exogène. Le résultat (avec des données correspondant grossièrement aux caractéristiques du marché mondial du caoutchouc) montre que l'institution des marchés à terme dans ce contexte est très favorable aux consommateurs, parce que cela augmente la production et fait donc baisser les prix moyens. Ceci est la conséquence de l'aversion pour le risque des producteurs. En revanche, les producteurs perdent à la stabilisation et à la mise en place d'un marché à terme<sup>24</sup>.

Aux yeux de l'auteur, cette circonstance est désastreuse : les perdants sont les producteurs pauvres de pays sous développés, les gagnants sont les consommateurs des pays riches. Lence, dans cet article, donne très peu d'information sur les conséquences de l'existence ou de l'absence de marché à terme sur le volume du stockage. L'absence de comportement du spéculateur à terme réduit sensiblement la portée de la démonstration. Pourtant, ce problème du comportement du spéculateur à terme avait fait l'objet réflexions de Boussard (1996), en complément de son article sur la génération de dynamiques chaotiques associées aux anticipations imparfaites et à l'existence du risque. Il avait montré que l'introduction dans un modèle très simplifié de « cobweb avec risque » d'un spéculateur qui a les mêmes anticipations que le producteur, mais moins d'aversion pour le risque, ne changeait pas grand-chose aux conclusions générales du modèle, sinon qu'il était possible de définir alors une « aversion moyenne pour le risque du marché », qui n'était autre que la moyenne harmonique des aversions pour le risque des différents opérateurs.

Dans cet article cependant, il n'y avait pas de stockage physique envisagé, de sorte que les relations entre le stockage (privé ou public) et le marché à terme restent non explorées<sup>25</sup>. Or ces relations devraient être importantes, car, dans tous ces modèles, les comportements des stockeurs (physiques) et des spéculateurs (à terme) sont fondamentalement les mêmes: il s'agit toujours de maximiser la différence entre un prix d'achat et un prix de vente qui ne sont pas contemporains... C'est d'ailleurs sur cette similarité entre le problème du stockage physique et celui de la spéculation à terme que s'appuie un auteur comme Von Braun (2007) dans la fameuse étude de l'IFPRI qui propose un système de régularisation des prix internationaux basé sur un « stock virtuel » à partir d'opérations publiques sur les marchés à terme (voir section 6).

### **3.2- Les applications empiriques**

A côté des études précédentes, purement théoriques, le modèle du stockage concurrentiel a fait l'objet de travaux « empiriques », calés sur des données réellement observées. Ces travaux présentent l'intérêt de donner des ordres de grandeur pour les gains (ou les pertes) à attendre de la mise en œuvre dans une situation concrète de telle ou telle politique plus ou moins « déviante » par rapport à celle recommandée par la théorie pure. De plus, ils permettent aussi de mesurer l'importance réelle de certaines des

---

<sup>24</sup> Comme expliqué ci-dessus les pertes des producteurs proviennent du fait que, à cause de l'introduction du marché à terme, les prix moyens sont plus faibles. Une fois le marché à terme installé, même les producteurs qui n'y auraient pas recours feraient face de la même façon à ces prix plus faibles.

<sup>25</sup> Boussard et Mitra (2012) comblent cette lacune dans le cadre d'un modèle à risque endogène, voir ci-après.

hypothèses à la base du modèle du stockage concurrentiel. Plusieurs s'intéressent aux relations entre stockage public et privé, d'autres à la complémentarité entre commerce et stockage dans la stabilisation des prix, d'autres enfin se concentrent sur le stockage intra-annuel ou les imperfections de marché.

### 3.2.1- Les effets du stockage public sur le stockage privé

Comme on l'a vu plus haut, « l'effet d'éviction » du stockage public sur le stockage privé est souvent invoqué pour critiquer l'intérêt des politiques publiques de stockage. Mais cet effet existe-t-il réellement ? Miranda et Helmberger (1988) le confirment à partir d'un modèle appliqué au soja aux USA. Le modèle comprend des producteurs, des spéculateurs et le gouvernement. Des chocs exogènes affectent le niveau de production. Les acteurs ne connaissent pas la distribution de ces aléas mais connaissent les niveaux de stockage publics et privés et la surface plantée pour la période en cours. On observe alors que l'introduction d'un stockage public aboutit à faire disparaître le stockage privé.

Il reste que ce modèle n'est que la traduction directe de la théorie précédemment évoquée, et souffre de n'être pas directement confronté à la réalité.

### 3.2.2 - Les liens commerce et stockage

Commerce et stockage privé ont à l'évidence des liens étroits, mais qui peuvent être envisagés de différents points de vue. Quatre études dans ce sens méritent d'être mentionnées ici : l'une sur ce que l'on pourrait appeler le « motif de disponibilité » dans la décision de stocker, une autre sur la comparaison entre différentes méthodes de stabilisation des prix, une troisième sur la possibilité de substituer le commerce au stockage, et une quatrième, enfin, sur le rôle des délais d'acheminement dans la décision de stocker ou non de la marchandise dans un port.

#### a) Stockage et motif de disponibilité »

On a vu plus haut que le stockage privé pouvait être justifié par la notion de « *convenience yield* », que nous traduirons par « motif de disponibilité », la théorie selon laquelle les firmes pourraient conserver des stocks même à perte dans le seul but de « ne pas manquer une vente ». Brennan *et al.* (1997) s'interrogent sur la validité d'une telle hypothèse, et tentent de vérifier que de tels comportements se rencontrent bien en réalité.

Ils se basent pour cela sur une étude du système de commercialisation du blé dans l'ouest de l'Australie à partir du port de Kwinana. L'avantage de cette région est que le système est relativement simple et que l'on dispose de suffisamment de données pour calibrer le modèle. Ils constatent que, en effet, lorsqu'on examine les résultats de leur modèle au niveau global, les coûts du stockage semblent supérieurs à ceux des bénéfices apparents. Mais cela ne tient pas à la recherche de « *convenience yields* ». En réalité, le phénomène s'explique très bien par le fait que, en étudiant les choses au niveau global, on ignore les coûts de transport. Leur modèle en tient compte, et c'est ce qui explique l'apparent paradoxe de leurs résultats. Les avantages du « *convenience yields* » sont une illusion, créée par l'agrégation. Ces auteurs mettent ainsi en évidence l'importance de la prise en compte des coûts de transports dans le modèle de stockage concurrentiel, en même temps qu'ils invitent à la modestie dans l'élaboration de théories séduisantes, mais non vérifiées.

#### b) Les politiques de stockage public sont elles plus efficaces que le commerce entre zones différentes ?

Jha et Srinivisan (1999) tentent de répondre empiriquement à cette question, à partir d'un modèle dont les coefficients ont fait l'objet d'une estimation par inférence statistique. Ils analysent les rapports coût-efficacité d'une politique de stockage public par rapport à d'autres options de stabilisation jouant sur la régulation des importations/exportations et la subvention au stockage privé. Le modèle développé, et appliqué aux marchés du riz et du blé, a les caractéristiques suivantes :

- La consommation des ménages dépend des prix de marché et du niveau de subvention octroyée fixé par le gouvernement, les paramètres de la fonction sont estimés par inférence statistique.

- L'offre de céréales est estimée de la même façon. Les producteurs ont des anticipations quasi rationnelles. Le prix espéré est défini comme une prévision à un an, obtenue à partir d'un modèle ARIMA ajusté sur les séries de prix. Il n'y a donc pas d'erreurs d'anticipation.
- Le commerce international est représenté : Les importations et les exportations de l'Inde influencent le prix mondial par l'intermédiaire d'une élasticité de la demande par rapport au prix.
- Le gouvernement distribue à chaque ménage un quota fixe de céréales à prix subventionné. Un programme d'achat public fonctionne comme une forme de prélèvement à la production, le prix d'achat public étant révisé chaque année en particulier en fonction des prix des années précédentes. De nouveau, les paramètres de la fonction qui lie achat public, prix d'achat public et prix de marché passés sont estimés par inférence statistique. Le stock public vise à maintenir les prix dans une bande. Ils ne peuvent être négatifs et il existe une contrainte de stockage maximale.
- Enfin, des stockeurs privés sont également présents et leur comportement est conforme au modèle de stockage concurrentiel, les stockeurs ayant des anticipations rationnelles.

Dans certaines simulations, le commerce extérieur est totalement contrôlé par le gouvernement, qui exporte /importe en fonction de la bande de prix qu'il a fixée et du prix de marché. Dans d'autres, les importations/exportations privées sont possibles, le gouvernement pouvant alors les taxer ou les subventionner. Une subvention au stockage privé est également testée. Les résultats des différents tests de politiques réalisés montrent que :

- (i) pour un niveau donné de stabilisation des prix, la subvention au stockage privé est la mesure la plus efficace mais cette subvention devient inefficace en dessous d'un certain niveau de variabilité des prix ;
- (ii) le stockage public, dans tous les cas de figure, est la mesure la plus coûteuse pour stabiliser les prix et il ne permet pas la stabilisation en cas de commerce extérieur libre
- (iii) le recours au commerce international régulé, soit par le contrôle direct par le gouvernement, soit par les taxes ou subventions variables, permet de stabiliser les prix, en réduisant les coûts par rapport au stockage public.

Avec l'estimation des coefficients du modèle effectuée par inférence statistique, cette étude constitue un prolongement important des travaux théoriques, d'où la place qui lui est consacrée ici. Elle a été complétée quelques années plus tard par Srinivasan et Jha (2001), qui appliquent le même modèle en se focalisant sur des scénarios d'ouvertures aux échanges.

Les résultats des simulations réalisées montrent que le recours aux échanges internationaux, sans intervention des gouvernements sur les volumes physiques échangés, mais avec l'institution de taxes ou de subventions variables aux frontières pour la stabilisation des prix internes, est beaucoup plus efficace que le stockage public. Une telle politique rendrait cependant nécessaire d'autoriser dans une certaine limite les restitutions aux exportations et de renégocier le niveau de certaines taxes aux importations dans le cadre des négociations de l'OMC.

- c) Peut-on remplacer le stockage public par le commerce ?

Dans le même esprit, quoique moins formellement basé sur des estimations économétriques, Makki *et al.* (2001) appliquent le modèle de stockage concurrentiel au marché international du blé en considérant trois régions, deux régions exportatrices nettes de blé, l'UE et les USA, et une région importatrice nette, le reste du Monde (RDM). L'offre de blé dans chaque région est aléatoire et affectée par des chocs *i.i.d.* (c'est-à-dire distribués indépendamment les uns des autres et identiquement au cours du temps), dont la moyenne et la variance sont connues. Ils étudient la politique optimale à mettre en œuvre pour faire face à l'instabilité de l'offre dans ces conditions et montrent que le stockage et le commerce sont extrêmement complémentaires, le commerce jouant un rôle plus important au niveau des volumes (cf. tableau 1.2 annexe). Lorsque la variabilité des rendements augmente, le stockage augmente dans les pays exportateurs aux dépens des volumes exportés et *vice versa*. Leurs résultats montrent que même

en présence de stockage privé et de commerce international, les fluctuations des rendements se traduisent par une forte variabilité des prix. Ils montrent également l'importance des taux d'intérêt, la croissance de celui-ci dans un seul pays se traduit par une forte diminution du stockage dans ce pays.

- d) Comment se fait-il qu'il existe des différences de prix supérieures aux coûts de transport entre deux localités pourtant capables de communiquer entre elles ?

Pour expliquer cela, Coleman (2009) développe un modèle similaire au modèle de stockage concurrentiel, à ceci près qu'il prend en considération le temps nécessaire pour transporter un stock de marchandises d'un lieu à un autre. De ce fait, les stockeurs ne peuvent pas immédiatement vendre leur stock sur le marché où il y a « pénurie », ce qui peut localement se traduire par une hausse de prix plus élevée que celle expliquée par le coût de transport<sup>26</sup>.

Dans ces conditions, il est même vital pour les exportateurs de restreindre leurs livraisons vers la région importatrice pour que celle-ci se retrouve régulièrement mais pas trop fréquemment en pénurie, afin de réaliser temporairement des surprofits pour couvrir leurs pertes lorsque leurs marchandises arrivent trop en retard dans la région importatrice. Le modèle est appliqué au cas du marché du maïs entre Chicago et New York à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Il est clair que les infrastructures de transport depuis cette époque se sont nettement améliorées aux États-Unis mais cette situation est toujours d'actualité dans de nombreux pays africains. Cette étude permet de mettre en évidence le rôle potentiel de la « non instantanéité du commerce » sur les dynamiques de prix des marchés. L'auteur plaide pour la non stabilisation des prix car il faut que les stockeurs puissent réaliser des surprofits pour compenser leurs pertes. Contrairement aux modèles classiques, la prise en compte des délais liés au commerce fait apparaître des profits et des pertes, même avec des anticipations rationnelles.

### 3.2.3 - Le stockage intra-annuel

On a vu plus haut que le stockage intra-annuel était en général négligé par les auteurs qui utilisent la théorie du stockage concurrentiel. Mais le stockage intra-annuel existe, et il résulte d'une nécessité pratique, comme on a vu. Or du seul fait qu'il est difficile de toujours vider les silos juste avant la nouvelle récolte, on ne peut considérer les décisions de stockage inter-annuel sans évoquer le stockage intra-annuel. Quelles conséquences celui-ci (et ses imperfections) ont-ils sur le stockage inter-annuel ? Deux auteurs, en particulier, ont tenté d'éclairer cette question.

Lowry *et al.* (1987) divisent l'année en quatre périodes et les anticipations des stockeurs varient en fonction de la période car l'information disponible est différente pour chaque période et influence les anticipations. Ils concluent que le stockage permet de stabiliser les prix, que ceux-ci augmentent au cours de l'année du fait des coûts de stockage et que la stabilisation est asymétrique au cours de l'année. En particulier, les prix deviennent plus fluctuants à la fin de la campagne. En outre, la baisse du coût du stockage privé, par des subventions publiques par exemple, diminue la variabilité des prix mais ne stabilise pas nécessairement les revenus des producteurs parce que ceux-ci en profitent pour prendre plus de risques sur la production physique. Par ailleurs, les gains de bien-être obtenus en subventionnant le stockage privé sont inférieurs au coût de la subvention. Les auteurs soulignent la nécessité de prendre en compte, dans des travaux ultérieurs, l'aversion pour le risque des producteurs et des stockeurs.

Sans être très nouvelles, ces conclusions confirment que la prise en compte des événements qui se déroulent à l'intérieur de l'année ne modifie pas de façon sensible les précédentes.

Dans le même esprit, Osborne (2004) applique le modèle de stockage concurrentiel au cas du marché des grains en Éthiopie. L'année est divisée en 4 périodes pour tenir compte du stockage intra-annuel et de l'information disponible à chaque période pouvant influencer le comportement des stockeurs (pluies, etc.). Les résultats du modèle ainsi conçu sont confrontés aux séries réelles de prix sur 1979-1984. La prise en compte de l'arrivée de nouvelles informations lorsque la demande est inélastique réduit la variance des prix sans en augmenter la moyenne, ni le niveau moyen de stockage. La réponse à l'arrivée de nouvelles informations est plus importante lorsque la demande est inélastique ou quand les niveaux

---

<sup>26</sup> Un point déjà évoqué par Galiani (1770). On pouvait le considérer comme très important du temps de la marine à voile. Il est surprenant de le voir réapparaître aujourd'hui.

d'incertitude sont plus élevés. Le modèle permet de mieux reproduire certaines caractéristiques des prix des céréales sur les marchés éthiopiens et en particulier l'auto corrélation des prix<sup>27</sup>, qui comme on le verra plus bas (section 5), a généré de nombreux travaux. Cela tient au fait que l'arrivée de nouvelles informations permet de réduire la probabilité que le stock soit vide. Par ailleurs, ces nouvelles informations elles mêmes sont auto-corrélées les unes avec les autres, ce qui vient augmenter l'auto-corrélation des prix.

Le modèle ainsi construit ne peut cependant pas expliquer les fluctuations saisonnières extrêmes observées. Plusieurs limites sont soulignées par l'auteur : le traitement de l'information et la formalisation choisie pour son arrivée sont très simplificatrices par rapport à la réalité, le commerce extérieur n'est pas pris en compte (mais il était extrêmement restreint et régulé par l'État sur la période d'analyse), les taux d'intérêt sont fixes, mais les impacts sur les résultats semblent faibles. Finalement, l'auteur conclue que la difficulté à expliquer les fortes fluctuations provient de décisions erronées de stockage, liées soit à des interventions inappropriées de l'État soit à de pures imperfections de marché. Les marchés sont en effet incomplets, il n'y a pas d'opportunité de couverture sur des marchés à terme pour les stockeurs, il est donc possible que les stockeurs ne soient pas indifférents au risque comme supposé dans le modèle. Le stockage est alors plus faible que le stockage optimal, ce qui est de nature à expliquer les fortes flambées observées.

La qualité de ce travail vient de la confrontation soigneuse avec la réalité observée. Pour le reste, comme le précédent, il n'apporte pas grand-chose de nouveau, si ce n'est qu'il pointe les insuffisances de la théorie standard.

### 3.2.4 - L'imperfection des marchés

Justement, la théorie standard dit que le stockage public ne se justifie pas si les marchés fonctionnent bien. Mais qu'en est-il lorsqu'ils fonctionnent mal ? La difficulté ici, est de décrire correctement la source du mauvais fonctionnement du marché. C'est ce à quoi s'efforce Brennan (2003) dans son analyse des dynamiques de prix sur le marché du riz au Bangladesh.

Au Bangladesh, les marchés financiers sont loin de la perfection, avec des taux d'intérêt élevés (10% minimum) et des coûts de stockage considérables (6% minimum de la valeur de la production). De plus, l'élasticité de la demande de riz par rapport au prix est élevée en valeur absolue (-0,5). Dans ces conditions, l'auteur compare l'impact sur la stabilisation des prix de politiques de subventions au stockage privé et de politiques de stockage public. Le pas de temps du modèle est de 6 mois. Avec les paramètres ci-dessus et sans commerce international, elle montre que le stockage privé permet de réduire le coefficient de variation du prix du riz de 20.9 à 12.9%, mais qu'il est moins efficace pour réduire la probabilité de hausse de prix que la probabilité de baisse des prix. Elle montre que la combinaison d'une demande élastique et de taux d'intérêts élevés réduit le stockage privé, laissant ainsi la place au stockage public pour permettre la stabilisation des prix.

Une politique de stockage public est donc introduite, le gouvernement constituant des stocks préventifs pour éviter que les prix ne dépassent une valeur plafond. Plus le plafond est élevé moins le stockage public risque d'être mis en échec mais plus la variabilité des prix est élevée. Il est moins coûteux de réduire la variabilité des prix lorsque le plafond fixé est bas. Par ailleurs, subventionner le stockage privé est moins coûteux que de constituer des stocks publics pour réduire la variabilité moyenne des prix. Cependant, le stockage public est le plus efficace pour réduire la probabilité de flambées extrêmes de prix par rapport à une politique de subvention au stockage privé. Enfin l'ouverture aux échanges permet de réduire le coût de la stabilisation des prix.

A nouveau, il s'agit là de résultats qui confirment dans l'ensemble la théorie standard, en montrant qu'elle s'applique dans de nombreux cas réels.

---

<sup>27</sup> En effet, alors que l'auto-corrélation des prix est de 0.17 dans le modèle sans nouvelles informations, elle est de 0.83, soit presque la valeur de la série réelle (0.89) dans le modèle avec prise en compte de l'arrivée de nouvelles informations.

D'une façon générale, les récits d'applications empiriques qui viennent d'être détaillés tendent tous à confirmer les résultats théoriques du modèle de stockage concurrentiel. Pour stabiliser les prix, le recours au commerce et au stockage sont complémentaires. Le recours à la régulation des importations et exportations est généralement moins coûteux que le stockage public, car les coûts de stockage sont généralement supérieurs aux coûts de transports. Cependant, il peut devenir insuffisant si on prend en compte les délais de livraison. De plus, il suppose le recours à des taxes et subventions variables, interdites par l'OMC. Les applications empiriques permettent de mettre en évidence l'importance des coûts de transport dans les résultats du modèle. La prise en compte de défaillances de marché nuance les résultats du modèle théorique, laissant une opportunité d'augmenter le bien-être global par le stockage public, en cas d'imperfection du marché du capital, par exemple.

Cependant, plusieurs auteurs notent tout de même quelques différences entre ce qui a été observé, et les résultats des modèles. Ils pointent la difficulté à représenter les fortes flambées des prix caractéristiques des marchés agricoles et s'interrogent sur l'existence d'imperfections de marché, non prise en compte dans le modèle, mais susceptibles d'expliquer le comportement réel des séries de prix. Ils soulignent la nécessité de prendre en compte l'aversion pour le risque des producteurs et des stockeurs. Les résultats sont extrêmement dépendants de l'hypothèse des anticipations rationnelles qui garantit qu'il n'y a pas d'erreur systématique dans les prévisions des acteurs mais écarte la présence de bulles sur les marchés, pourtant observées dans la réalité (cf. section 3.1 paragraphe « Les limites du modèle de stockage concurrentiel »). L'hypothèse selon laquelle les agents économiques connaissent le stockage global est visiblement non vérifiée (Rappelons que même en France on ne connaît pas précisément les capacités de stockage privé et les niveaux de stocks à la ferme). Par ailleurs, le niveau de stock est clairement une information stratégique que les spéculateurs ne souhaitent pas divulguer.

En dépit de l'optimisme de leurs auteurs, ces modèles, finalement, ne permettent pas vraiment de valider la théorie du stockage concurrentiel de façon indiscutable. Pourrait-on procéder autrement ?

Comme observé précédemment, on peut penser que c'est en observant la capacité du modèle du stockage concurrentiel à représenter correctement les faits stylisés de la dynamique des marchés que l'on peut valider l'hypothèse des « anticipations rationnelles », et par conséquent, de l'optimalité des politiques qui en découlent. De nombreux auteurs se sont donc attachés à valider le modèle de stockage concurrentiel. La section suivante rend compte de ces travaux.

## 4 LA VALIDATION DU MODÈLE À ANTICIPATIONS RATIONNELLES

Comme souligné par Williams et Wright (1991), plutôt que de discuter l'hypothèse des anticipations rationnelles, alors que cette variable n'est pas directement observable, il peut sembler plus efficace de voir si le modèle de stockage concurrentiel, tel qu'il a été décrit dans la section précédente, est à même de reproduire les caractéristiques statistiques des séries de prix. La validation du modèle n'est pas simple, car les tests habituels sont mis en défaut par les caractéristiques des marchés de produits agricoles et les séries statistiques sont généralement trop courtes pour permettre une estimation des paramètres dans de bonnes conditions (Wright, 2001).

### 4.1- Deaton et Laroque : L'échec de la validation du modèle de stockage concurrentiel

La tentative la plus célèbre et la plus systématique dans cette direction est celle de Deaton et Laroque (1991, 1992, 1995, 1996). Ils se placent dans la configuration la plus simple, celle où l'offre est exogène et affectée par des perturbations aléatoires *i.i.d.* (*Independent and identically distributed random variables*). Le reste du modèle est identique à celui décrit ci-dessus (anticipations rationnelles, non négativité des stocks). La prise en compte du stockage réduit assez fortement la variance des prix (de 30 à 60%, selon les produits, Laroque et Deaton, 1991, p.19) et légèrement la moyenne. Mais elle ne supprime pas les fluctuations, loin de là : on assiste à une succession de périodes de prix relativement stables et bas, où le stockage stabilise bien les prix, et de pics lorsque les stocks sont vides. Les auteurs notent (1992):

- (i) qu'il existe des crises avec le stockage (page 4), car les stocks peuvent être vides mais non négatifs ce qui introduit une forte non linéarité ;
- (ii) que lorsque les chocs exogènes sont faibles, le stockage améliore peu la situation (page 12, la croissance attendue des prix doit couvrir les coûts de stockage, si celle-ci est insuffisante, il n'y a donc pas de stockage) ;
- (iii) que la forme des courbes de demande (linéaires ou exponentielles) joue un rôle important dans l'ampleur des pics lorsque les stocks sont vides.

Les séries de prix obtenues sont ensuite comparées aux séries réelles pour 13 matières premières, agricoles et non agricoles. Les premières présentent une forte volatilité, comme les secondes, les coefficients de symétrie<sup>28</sup> et d'aplatissement (Kurtosis) sont conformes à l'observation, mais elles ne reproduisent pas la forte auto-corrélation des prix réellement observée.

Laroque et Deaton font de multiples tentatives pour trouver un niveau d'auto-corrélation suffisant et finissent par conclure que le modèle de stockage concurrentiel ne peut expliquer l'auto-corrélation observée sur les séries de prix, soit parce qu'il ne correspond pas à la réalité, soit parce que d'autres phénomènes sont en action. De fait, il est nécessaire d'introduire des auto-corrélations dans l'offre ou dans la demande pour obtenir l'auto-corrélation des prix.

#### 4.2-Les essais de réhabilitation du modèle de stockage concurrentiel

Ces résultats négatifs pour la pertinence du modèle standard (et donc celle des politiques associées, en particulier, le refus du stockage public) ont suscité de nombreuses tentatives pour en valider néanmoins les conclusions.

Ng (1996) propose une autre approche pour la validation empirique du modèle de stockage concurrentiel. Sur les données utilisées par Laroque et Deaton, elle recherche si on peut mettre en évidence deux régimes de prix différents selon que les stocks sont vides ou non, comme le prévoit la théorie qui montre que les prix ne devraient être corrélés que lorsque les stocks ne sont pas vides. Les résultats sont mitigés, variables selon les produits. Quatre produits (café, coton, cuivre et jute) présentent des caractéristiques statistiques conformes à la théorie. Pour les autres, soit il n'y a pas de preuve de non linéarité soit les chocs dus à l'épuisement des stocks ont une « persistance » plus importante que ne le prédit la théorie. Pour 8 produits sur 13, les résultats tendent à confirmer une auto corrélation permanente plutôt que la présence de deux régimes de prix différents. Ceci est conforme au résultat de Laroque et Deaton selon lequel un processus AR1 expliquerait mieux les évolutions des prix que le modèle de stockage. Plusieurs éléments peuvent expliquer la corrélation des prix au cours du temps : les délais de production pour les cultures pérennes, le fait que des chocs sur l'offre peuvent avoir des impacts sur la demande pendant plusieurs périodes, des chocs corrélés sur la demande.

A la suite de ces résultats, Ng et Ruge-Murcia (2000) modifient le modèle de Deaton et Laroque, avec :

- (i) deux périodes dans l'année, une de récolte et une de non récolte, les stockeurs pouvant réviser leurs anticipations au cours de l'année en fonction des chocs qui ont lieu (alors que l'offre ne peut s'ajuster) ;
- (ii) des contrats à terme sur deux périodes ;
- (iii) la valorisation dans le revenu des stockeurs de la « praticité » du stockage (*convenience yields*), c'est-à-dire du fait de pouvoir disposer immédiatement de la marchandise stockée.

Les deux premières innovations permettent d'obtenir un niveau d'auto-corrélation des prix plus élevé mais pas encore suffisant par rapport aux séries de prix réelles. L'introduction de la troisième, qui sous-

---

<sup>28</sup> Le coefficient de symétrie (« *skewness* ») indique que par rapport à la loi normale, le pic de la distribution est déplacé vers la gauche, avec une moyenne plus élevée que la médiane. Le Kurtosis montre que la distribution est plus « pointue » que celle de la loi normale



entend qu'il y a des motifs spéculatifs mais aussi de précaution à la demande de stockage, permet d'expliquer pratiquement 65 % de la persistance observée des prix. Les auteurs soulignent qu'au niveau théorique, représenter explicitement l'aversion pour le risque des stockeurs permettrait d'obtenir un modèle de stockage plus à même de reproduire les propriétés observées des séries de prix.

Dans la même ligne (prise en compte du stockage intra-annuel), Peterson et Tomek (2005) cherchent à évaluer si le modèle de stockage concurrentiel est à même d'expliquer les variations mensuelles du prix du maïs aux États-Unis pour la période 1989/90 à 1997/98, à partir des données réelles du marché du maïs américain. Le modèle étant mensuel, il permet d'introduire l'arrivée d'informations au cours de la période de croissance de la culture, informations qui influencent le comportement des stockeurs. En outre, ceux-ci tiennent compte non seulement du prix espéré et du coût du stockage, mais aussi du *convenience yield* du stockage, ce qui entraîne une fonction de coût de stockage non linéaire similaire à celle qui prévaudrait avec une prime d'aversion pour le risque<sup>29</sup>. Les moyennes et variances mensuelles sont bien reproduites mais pas l'auto-corrélation de second ordre ni la dissymétrie. L'auto-corrélation de premier ordre est mieux reproduite que dans le modèle de Laroque et Deaton.

Sans faire intervenir de considérations de ce type, on peut aussi essayer d'expliquer les résultats de Deaton et Laroque par de mauvais choix pour les valeurs des paramètres qu'ils ont utilisés. Cafiéro *et al.* (2005, 2011) modifient l'élasticité de la demande, de -0.2 à -0.067, et obtiennent les niveaux d'auto-corrélation voulus. En même temps, le niveau élevé de taux de dépréciation des marchandises stockées, supposé de 6 à 18% chez Laroque et Deaton, est de nature à décourager le stockage et ainsi à générer une auto-corrélation plus faible que celle observée. Ils négligent cet élément dans un premier temps et ne considèrent que le taux d'intérêt réel de Gustafson (2%). Enfin, ils améliorent la méthode d'estimation, en augmentant le nombre de points considérés pour les approximations. Ils obtiennent des auto-corrélations satisfaisantes pour 5 séries de prix sur 13 produits. Ils modifient ensuite la fonction de coût de stockage (introduction d'un coût fixe en plus d'un coût variable) considérant ainsi que le coût de stockage est constant au cours du temps alors que l'approche de Laroque et Deaton amène à considérer que le coût de stockage est une part de la valeur du stock et donc variable en fonction de la dynamique des prix.

La conclusion est donc que, contrairement à ce qu'affirmaient Laroque et Deaton, le modèle de stockage concurrentiel arrive à reproduire les dynamiques de prix observées. Les résultats défavorables de Laroque et Deaton sont liés aux paramètres utilisés, avec une élasticité de la demande surestimée et des coûts de stockage beaucoup trop élevés. Des recherches supplémentaires sont donc nécessaires pour analyser empiriquement les impacts du stockage sur la réduction de l'amplitude des fluctuations et l'accroissement de leur persistance.

De fait, les travaux théoriques (voir Williams et Wright 1991) avaient déjà permis de mettre en évidence les impacts de l'élasticité de la demande et des coûts de stockage. Il est ainsi peu surprenant qu'en jouant suffisamment sur ces paramètres on puisse obtenir la validation du modèle. La question qui reste ouverte est de savoir si cela valide réellement le modèle et si une élasticité de la demande aussi faible est plausible.

De toute façon, les références précédentes montrent la nécessité de compléter le modèle de base du stockage concurrentiel par des considérations accessoires, comme le *convenience yield*. Miao *et al.* (2011) vont dans cette direction encore plus loin que les auteurs précédemment cités. Ils prennent en compte des tendances sur la production et sur la demande, ce qui introduit *ipso facto* une auto-corrélation dans ces variables :

- Les producteurs ont des anticipations adaptatives basées sur les rendements des 10 périodes précédentes mais les stockeurs ont des anticipations rationnelles ;
- La demande est proportionnelle à la croissance de la population.

---

<sup>29</sup> Pourtant, la validité de cette théorie des « *convenience yields* » est mise en doute par Bennan (1997) de façon assez convaincante, cf. *supra*, § 3.1.

Ils ajoutent également au modèle une variation des taux d'intérêt. Après avoir montré qu'avec ces hypothèses, le modèle reproduisait les principales caractéristiques des séries de prix<sup>30</sup>, ils étudient l'importance relative de chacun de ces facteurs. L'impact des « tendances » de l'offre et de la demande est le plus important. Les auteurs montrent que la tendance de la demande à augmenter pousse les prix à la hausse (de 0.8 en 1970 à 24 en 2008 si seule cette tendance est prise en compte) et qu'elle a tendance à accélérer sur la période récente. La tendance sur l'offre est en décélération, considérée seule, elle fait passer les prix de 0.7 en 1970 à 0.017 en 2008. Ils constatent aussi une modification de l'équilibre offre et demande depuis le milieu des années 90, avec une offre relativement stagnante, des gains de productivité beaucoup plus faibles que par le passé et une demande en vigoureuse croissance, qui à la fois contribue à expliquer la flambée des prix de 2008 et augmente la probabilité d'autres événements de ce type. Ils montrent également les conséquences de chocs peu fréquents mais importants. Cela les amène à préconiser un stockage de précaution modéré mais fondé sur d'autres motifs que la spéculation. L'impact des taux d'intérêt est fortement non linéaire, marginal lorsqu'il est positif mais extrêmement fort quand le taux d'intérêt réel devient négatif comme cela a été le cas en 1973-74 et 2003-2004.

Les auteurs confirment ainsi l'intuition de Laroque et Deaton selon laquelle l'auto-corrélation peut être extérieure au modèle de stockage et qu'une auto-corrélation du côté de l'offre ou de la demande permettrait la validation. Mais ils montrent également que cela n'est pas suffisant, l'ajout d'un taux d'intérêt variable est nécessaire pour améliorer le modèle. Contrairement à Cafiero *et al.* (2011), ils conservent une élasticité de la demande de 0.19, les coûts de stockage sont de 2.3% et proportionnels à la valeur des produits, ce qui est l'ordre de grandeur communément admis (entre 2 et 5%).

#### 4.3- L'analyse en équilibre général et ses difficultés

Si l'on est décidé à compliquer le modèle de base du stockage concurrentiel en y introduisant d'autres agents que le stockeur, le producteur et le consommateur, et d'autres considérations que des courbes d'offre et de demande invariantes, il est naturel de songer à l'intégrer dans un modèle « d'équilibre général ». C'est ce que font Hertel *et al.* (2005) qui introduisent le stockage concurrentiel dans un modèle d'équilibre général calculable, GTAP.

En quelque sorte par définition, les modèles d'équilibre général (qui étudient l'équilibre simultané sur tous les marchés d'une économie, et pas seulement sur celui d'un produit particulier) sont orientés vers des analyses de moyen-long terme et ne permettent pas de tenir compte de la volatilité des marchés à court terme. Il ne fait cependant pas de doute que le stockage a des effets sur la réalisation de l'équilibre général, ne serait-ce que du fait qu'il est susceptible de redistribuer les revenus, et donc de changer les demandes. Négliger le stockage dans de tels modèles est donc une limite à leur validité. Pour y faire face, Hertel *et al.* introduisent pour le marché des grains, un nouvel agent, le stockeur, dont le comportement suit les hypothèses du modèle de stockage concurrentiel, en le simplifiant afin de pouvoir calibrer le modèle sur la base de données. Ainsi, au lieu de considérer explicitement un horizon de temps infini, on introduit dans le modèle un « coefficient de comportement du stockeur »,  $c$ . Ce paramètre spécifie la façon dont varient les stocks en fonction des variations de prix. Le comportement du stockeur est donc représenté par une courbe d'offre de stockage dépendant de ce paramètre  $c$ . Il fait l'objet de plusieurs méthodes d'estimation qui ont pour but d'améliorer l'adéquation entre modèle et réalité.

Le tableau A1.3 en annexe présente les résultats obtenus par le modèle pour différents types de calibration et compare la volatilité des prix obtenue avec la volatilité réelle des prix.

Les résultats montrent que lorsque la valeur du paramètre  $c$  permet de reproduire correctement les variations de stocks, la volatilité des prix obtenue est dans la majeure partie des cas beaucoup plus faible que celle observée dans la réalité. Lorsque la valeur de  $c$  est égale à l'estimation économétrique réalisée pour la fonction de stockage des États-Unis, et fixée à cette valeur pour l'ensemble des régions, les volatilités des prix simulées se rapprochent de celles observées pour plusieurs régions mais ce sont alors les variations de stocks qui sont trop différentes de la réalité. Comme souligné par les auteurs, il est

---

<sup>30</sup> Toutefois, les pics sont assez mal représentés et la variance globale est ainsi sous estimée, comme dans le modèle de Laroque et Deaton. Les auteurs comblent cette lacune en ajoutant un ajustement aux prix du pétrole (du fait de son rôle dans les coûts de production et le transport des produits)

difficile de calibrer correctement et simultanément les variations de stocks et les variations de prix observées. Ils concluent donc à la nécessité d'incorporer d'autres déterminants que les prix dans le comportement des stockeurs.

L'examen de ces différents travaux montre finalement que la validation du modèle de stockage concurrentiel pose encore question, même si certains auteurs obtiennent des résultats plus optimistes que ceux des travaux pionniers de Deaton et Laroque. Ce n'est pas forcément un hasard si l'on admet que les fluctuations de prix ne sont pas uniquement liées à des causes exogènes au marché lui-même et si l'on remet en cause l'hypothèse d'anticipations rationnelles. La section 5 examine les travaux, moins nombreux, dans cette direction.

## 5 LES MODÈLES DE STOCKAGE À RISQUE ENDOGÈNE

Une hypothèse majeure, et largement discutée, dans ce rapport comme dans la littérature, du modèle de stockage concurrentiel est le caractère « rationnel » des anticipations (on suppose que les anticipations se réalisent toujours en moyenne, la seule différence entre ce qui est anticipé et la réalité venant d'un aléa de moyenne nulle sur la récolte). On admet donc que l'information disponible pour le producteur et le stockeur est « parfaite » (on connaît parfaitement la distribution des aléas sur les récoltes et le niveau de stockage global). De ce fait il n'existe pas d'erreurs systématiques de prévisions et l'origine des fluctuations est uniquement *exogène*, liée à la soumission de l'agriculture à la Nature. Or la littérature économique fait apparaître deux types de fluctuations : les fluctuations exogènes, prise en compte dans le modèle de stockage concurrentiel et les fluctuations *endogènes*, liées aux caractéristiques particulières des marchés agricoles qui s'opposent à l'autorégulation. Dès lors, il est intéressant de voir ce que donne le modèle de stockage lorsque ce type de fluctuations est pris en compte.

### 5.1-Les approches théoriques

#### 5.1.1 - La théorie des fluctuations endogènes

La théorie des fluctuations endogènes, que l'on peut faire remonter aux analyses de Galiani au 18<sup>ème</sup> siècle, a été mise en forme dans les années 30 entre autres<sup>31</sup> par Ezekiel (1938) qui lui donne à l'époque une forme canonique, le « cobweb ». Elle a été ensuite renouvelée par les progrès des mathématiques sur la théorie dite du chaos<sup>32</sup>. Elle a fait l'objet de nombreux articles depuis une vingtaine d'années (MacKey, M. C., 1989, Finkenstadt et Kuhbier, 1992, Day et Chen, 1993, Chavas et Holt, 1993, Boussard, 1996, Chavas, 2000) et notamment appliquée aux questions de stockage.

L'idée centrale est que la rigidité de la demande de produits agricoles associée aux délais de production, qui empêchent le système de répondre immédiatement aux signaux du marché, font que le point d'équilibre du marché est instable. Dans ces conditions, le marché ne peut jamais rester en équilibre. Sans doute, d'autres forces tendent à le ramener vers l'équilibre quand il s'en éloigne de trop. Par exemple, une forte baisse de prix provoque la ruine des producteurs, ce qui diminue l'offre, et fait remonter les prix. Une forte hausse incite à augmenter la production en accroissant les investissements, ce qui fait retomber les prix. Mais ce qui est important, c'est que le système ne peut jamais rester sur le point d'équilibre optimal où le prix est égal au coût de production marginal.

La théorie repose sur deux piliers : les anticipations imparfaites, d'abord, raison pour laquelle elle a été vivement combattue par les tenants des « anticipations rationnelles » ; et ensuite sur les courbes d'offre

---

<sup>31</sup> En particulier Kaldor, qui semble à l'origine du mot « cobweb ».

<sup>32</sup> Celle-ci, de son côté, trouve son origine dans les travaux de Poincaré (1890) sur la stabilité du système solaire. Un exposé très accessible est fourni par Alligood *et al.* (1997). La théorie des fluctuations chaotiques a été popularisée par le fait que les idées de Poincaré ont trouvé des applications en météorologie dans les années 60. Par la suite, elle a fait l'objet de nombreuses applications dans d'autres domaines, dont l'économie, avec des ouvrages comme ceux de Abraham-Froix (1995).

non linéaires, « en S », qui sont indispensables pour que le système ne parte pas à l'infini comme l'implique le modèle original du « Cobweb ».

La discussion de la validité de l'hypothèse des anticipations rationnelles a déjà été abordée plus haut (section 4). Bornons nous à noter que l'hypothèse alternative d'anticipations imparfaites a fait l'objet de vérifications empiriques assez troublantes (Voir par exemple Chavas, 2000, ou Conlisk, 1996). Par ailleurs, depuis Nerlove (1958), elle a été au cœur de tous les modèles supposés représenter l'évolution des productions agricoles à travers le temps à partir de paramètres estimés à partir d'inférence statistique. Il reste vrai cependant que, tout comme l'hypothèse d'anticipations rationnelles ne permet pas de générer des séries de prix ayant toutes les propriétés des séries réelles, les modèles basés sur des hypothèses alternatives et introduisant des fluctuations endogènes souffrent des mêmes limites (Gouel 2012, Boussard *et al.* 2006). De même, l'étude des raisons pour lesquelles la courbe d'offre est « en S » ne nous concerne pas au premier chef ici. On se bornera à noter qu'il existe une foule de théories variées à ce sujet, dont l'élaboration remonte à Ezekiel (1938), les plus importantes reposant sur le rôle du risque (Boussard, 1996) , et sur celui de la nécessité, pour produire, de disposer de capitaux dont le volume dépend de l'épargne, et donc des revenus antérieurs (Boussard , 1971, Abraham-Frois, 1995).

### 5.1.2 - Application à la théorie du stockage

La théorie des fluctuations endogènes concerne l'origine des fluctuations, non directement le stockage. Cependant, le stockage, qu'il soit public ou privé, est généralement présenté comme un remède aux fluctuations. En outre, les résultats de la théorie du stockage concurrentiel sont intimement dépendants de l'hypothèse des anticipations rationnelles, qui revient à peu de choses près à supposer que les anticipations sont réalisées. Il est donc important de voir ce que cette nouvelle vision des fluctuations apporte à la théorie du stockage. Les fluctuations liées aux erreurs de prévisions peuvent concerner les producteurs agricoles ou les stockeurs eux-mêmes. Comme pour le modèle à anticipations rationnelles, de nombreuses contributions existent : certaines se posent la question de la politique publique optimale ou des impacts d'une politique publique définie de façon exogène, d'autres cherchent à valider le modèle. Quatre références importantes méritent d'être mentionnées ici.

Matsumoto (1998) examine les effets de l'intervention publique visant à la stabilisation des prix des produits agricoles dans un modèle de cobweb très classique à anticipations naïves. L'offre est donc endogène, basée sur des anticipations naïves, et la demande s'adapte avec une période de décalage, l'équilibre obtenu est instable. La politique modélisée est une subvention (positive ou négative) visant à diminuer les déséquilibres du marché. Les dynamiques des prix sont étudiées pour différentes valeurs des paramètres. Pour certaines, on note des évolutions explosives et des équilibres multiples tandis que d'autres donnent lieu à des évolutions périodiques ou chaotiques. Finalement, l'introduction des interventions publiques étudiées permettent d'éviter les fluctuations explosives sur les marchés mais génèrent des fluctuations chaotiques. La simplicité du modèle utilisé et de la représentation de la politique de stabilisation ne permet pas de tirer des recommandations pratiques pour le stockage public de cet article. Il illustre néanmoins de façon frappante les différences entre cette approche et celle du modèle de stockage concurrentiel.

A partir d'un modèle de cobweb où l'on considère des producteurs, des consommateurs et des spéculateurs, He et Westerhoff (2005) confirment la complexité de l'évaluation des résultats des politiques de stabilisation. Dans ce modèle, les producteurs et les consommateurs se comportent comme ceux des modèles d'équilibre, sans rien de particulier. Mais les spéculateurs peuvent adopter deux types de comportement, « chartiste » ou « fondamentalistes ». Les « chartistes » se servent des tendances passées, ce qui a pour effet de pousser le marché hors de l'équilibre, comme le fait le cobweb original d'Ezekiel. Les « fondamentalistes » parient sur les fondamentaux de l'offre et de la demande, et s'attendent par conséquent à ce que le système revienne à l'équilibre optimal.

Il se trouve que, lorsque que le prix observé est peu différent du prix d'équilibre, pour gagner de l'argent, les spéculateurs ont intérêt à adopter un comportement « chartiste », qui leur garantit des gains plus élevés, puisqu'il faut s'attendre à ce que le système s'éloigne de l'équilibre du fait même du caractère « répulsif » de celui-ci. Mais cela ne dure pas, parce que « trop loin » de l'équilibre, il y a intérêt au contraire à « jouer le fondamental », le point sur lequel le marché doit revenir inévitablement du fait du caractère trop visiblement sous optimal de la situation présente. Ainsi se met en place un système à la fois

répulsif au voisinage de l'équilibre et attractif quand il s'en écarte. Un tel système est typiquement de nature à engendrer une dynamique périodique ou chaotique. La périodicité est exclue, car, alors, les chartistes essaieraient d'en profiter, ce qui détruirait la périodicité. La seule solution possible est donc chaotique.

Ce modèle représente assez bien les phénomènes de bulles et d'écroulement, mal représentés par les modèles à anticipations rationnelles mais qui jouent néanmoins un rôle majeur dans la dynamique des marchés. Les résultats montrent que,

- (i) conformément à la théorie, les chartistes sont déstabilisants ;
- (ii) de faibles réactions des spéculateurs peuvent amener le marché à des périodes de bulles ou d'écroulement ;
- (iii) de fortes réactions des spéculateurs amènent le marché à passer irrégulièrement des périodes de bulles à celles d'écroulement des cours.

Certains aspects des dynamiques des prix réels sont ainsi représentés. Lorsqu'on inclut dans ce modèle un prix plancher, pour la protection des producteurs, ou un prix plafond pour celle des consommateurs, la variabilité des prix diminue mais les prix moyens changent aussi : ils baissent dans le premier cas et augmentent dans le second. Les effets non linéaires risquent de rendre le stockage inopérant (avec un stock vide, alors que les prix sont trop élevés ou plein alors qu'ils sont trop faibles). Une politique plus flexible est alors testée où l'action de l'État est sans cesse adaptée aux circonstances du marché. Les résultats mettent en évidence l'intérêt d'une adaptation permanente au contexte.

Il ne fait pas de doute que le système « chaogène » imaginé par ces auteurs est ingénieux, et qu'il est capable de refléter certains aspects de la réalité des marchés. Il reste à le valider, peut être par des enquêtes auprès des spéculateurs pour savoir comment ils raisonnent réellement, et de toute façon à l'exploiter par de nouvelles recherches qui pourraient être prometteuses. En tout cas, cette nouvelle théorie sur les anticipations échappe aux critiques habituelles à la fois sur la « naïveté » des anticipations adaptatives, et sur « l'irréalisme » des anticipations « rationnelles ».

C'est cependant encore sur des anticipations non seulement « adaptatives », mais simplement « naïves » (comme celles d'Ezekiel) qu'est basée l'étude de Athanasiou *et al.* (2008), qui vise à déterminer la taille du stock nécessaire à une stabilisation publique. Le modèle comprend une fonction d'offre en S, et une demande linéaire. Le stockage privé n'est pas représenté et on suppose une économie fermée. Si le modèle peut ainsi sembler un peu simpliste, il a pour avantage que les conclusions qui en sont tirées sont établies de façon analytique, et pas seulement par des simulations numériques liées à des valeurs particulières des paramètres. Ils montrent que les pouvoirs publics en suivant une règle relativement simple de stockage/déstockage visant à maintenir l'offre à l'équilibre (règle KSE : *keep supply at equilibrium*) stabilisent entièrement les prix pour peu qu'ils aient une capacité de stockage suffisante dont la formule est établie en fonction des paramètres des courbes d'offre et de demande. Le niveau de stockage nécessaire dépend de la non-linéarité de la courbe d'offre mais ne représente en principe que quelques pourcents de la production. Le coût de la stabilisation est ainsi peu élevé, elle permet même parfois des bénéfices. Comme le niveau d'équilibre est inconnu, les auteurs testent aussi une seconde règle où il s'agit de maintenir l'offre à sa moyenne (KSA : *keep supply at average*) et obtiennent des résultats similaires.

Mitra et Boussard (2011) ont repris les expériences de Deaton et Laroque avec un générateur de fluctuations exclusivement endogènes, basé sur le modèle développé par Boussard (1996). Les anticipations de prix pour la période suivante des producteurs comme des spéculateurs sont basées sur les prix passés<sup>33</sup>, les spéculateurs connaissent par ailleurs le prix courant et ses variations en fonction de l'achat ou de la vente de stocks. L'introduction du risque dans les décisions des producteurs, permet comme dans le cas de la courbe en S d'éviter des évolutions explosives, mais d'une façon beaucoup plus sérieusement fondée. Les auteurs trouvent des résultats très voisins de ceux de Deaton et Laroque : le

---

<sup>33</sup> Elles sont naïves dans le modèle présenté, mais les auteurs ont testé de nombreuses formulations basées sur les prix passés pour des résultats à peu près identiques.

stockage explique une partie au moins de l'auto-corrélation observée sur les séries réelles, ainsi que l'aspect très dissymétrique des distributions de probabilité observées pour les prix. Ces conclusions permettent donc de ne pas rejeter l'hypothèse de fluctuations endogènes. La question de savoir si le stockage privé est ou non stabilisateur reste ouverte à leurs yeux, du fait que leur modèle, selon les valeurs des paramètres dans des plages plausibles, est parfois stabilisateur, parfois non.

Ce dernier travail, toutefois ne vise pas à étudier les conséquences du stockage public, et donc ne dit rien à ce sujet. De nouveaux travaux seraient nécessaires pour cela (certains seront présentés plus loin, dans la troisième partie)

### 5.1.3 - Approche en équilibre général

Les travaux précédents, comme ceux qui sont listés dans les sections 4.1 à 4.3, restent dans le cadre des modèles d'équilibre partiel, relatifs à un seul produit ou groupe de produit isolé des autres, et sans que soient pris en compte les effets en retour des variations de revenus sur les offres et les demandes. Comme on l'a vu plus haut, section 4.4, il est possible de « plonger » de tels modèles dans le cadre plus vaste de l'équilibre général. Peu de références sont disponibles sur une telle approche, qui a cependant été envisagée dans le modèle ID3, modèle d'équilibre général mondial, dans lequel les anticipations imparfaites et l'aversion pour le risque ont été introduites dans le comportement des producteurs du secteur agricole (Boussard, Gérard et Piketty, 2005; Boussard *et al* 2005). Les travaux menés montrent qu'il est alors possible :

- (i) d'obtenir des fluctuations importantes de prix d'origine endogène, contrairement à la version standard de ce type de modèle;
- (ii) que les politiques de stockage public de l'UE avant la réforme de la PAC ont participé à stabiliser les prix mondiaux et ;
- (iii) que les réformes menées par l'UE constituent un choc exogène de nature à avoir généré une flambée des prix similaire à celle qui a été observée (Boussard *et al.*, 2008 ; Gérard *et al.* 2008). Il semble a priori intéressant de repartir de ce modèle pour être à même de tenir compte des deux types d'instabilité sur les marchés et d'analyser le potentiel du stockage public ou privé pour stabiliser les marchés.

Plus généralement, l'intérêt de ces approches est de prendre en compte l'imperfection de l'information et donc une défaillance de marché susceptible de rendre l'intervention publique éventuellement nécessaire à l'accroissement du bien-être global. Elle permet la représentation des phénomènes de bulles, de flambée et d'écroulement des prix sur les marchés nationaux ou internationaux, conformément aux faits observés, et dans l'esprit des travaux de Mandelbrot, d'Orleans, ou de Kindelberger décrit plus haut (section 3). Comme l'a rappelé le retour sur l'histoire, ces approches ne sont pas actuellement dominantes, elles ont toutefois le mérite d'avoir perduré (les travaux de Mandelbrot datent du début des années 70).

Dans un tout autre ordre d'idée, une conséquence indirecte, mais importante, de cette approche, signalée chez Boussard (1995) est la suivante : si la fonction de production d'un produit est « homogène et de degré un » (c'est-à-dire à « rendements constant »), comme c'est le cas dans presque tous les modèles d'équilibre général, le coût marginal de production, à prix constants, est lui-même constant. Dès lors, si l'on garantit le prix de ce produit à un niveau raisonnable sans limitation de quantité, la recherche du profit par les producteurs va les conduire à produire des quantités infinies, parce que la courbe d'offre devient parallèle à la courbe de demande, et que deux parallèles se coupent à l'infini. Le phénomène ainsi mis en évidence existe indépendamment de tout progrès technique, même si, bien sûr, l'existence du progrès technique est de nature à accélérer les choses<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> En réalité, si l'on examine l'histoire du développement des agricultures européennes et américaines depuis la seconde guerre mondiale, les prix réels des produits agricoles de 1945 à 1990 ont été divisés par un facteur de 2 à 4, ce qui représente approximativement l'effet (en vérité considérable) des gains de productivité liés au progrès technique, effet effectivement pris en compte dans l'évolution des politiques. Cela n'a nullement empêché la

Ce raisonnement peut expliquer pourquoi les garanties de prix, qui ont été fréquentes dans les politiques des pays développés (et de quelques pays sous développés) après la seconde guerre mondiale, ont presque toutes conduit à la surproduction. Il est clair qu'il s'applique aux politiques de stockage public dès lors que celles-ci sont poussées dans leur logique à garantir l'achat pour gonfler les stocks de toute quantité produite en excédent de la demande à un prix déterminé (Boussard, J.M. , 1995).

## 5.2-Applications empiriques

Les modèles d'offre agricole basés sur des anticipations adaptative sont extrêmement nombreux depuis la célèbre thèse de Nerlove (1958). Ils ont souvent servi à l'étude des conséquences d'aménagements envisagés des politiques agricoles, en particulier dans les pays qui garantissaient les prix, comme ce fut souvent le cas dans les années 1950-1970. A partir des années 80, ils devinrent moins populaires, parce que les autorités, de plus en plus confiantes dans les marchés, se posaient de moins en moins le problème de savoir quel était le meilleur niveau de prix à garantir aux agriculteurs.

Pourtant, dans un monde libéral, comme on vient de le voir, ils impliquent l'existence de fluctuations endogènes chaotiques, du seul fait que les anticipations sont toujours déçues, et que le modèle, par conséquent, ne se trouve jamais en situation d'équilibre stable. Il est dans cette optique assez surprenant que ces modèles n'aient que très rarement abordé la question de l'efficacité (ou de l'inefficacité) du stockage public.

Une exception remarquable, cependant, est constituée par Jha et Srinivasan (1997). A cette époque leur objectif était d'étudier spécifiquement les options de stabilisation des prix des grains en Inde, la question posée par les auteurs étant de savoir si la politique de stockage public du gouvernement et de distribution d'aliments à prix subventionné pour les populations pauvres était efficace ou si des politiques alternatives moins coûteuses pouvaient permettre d'arriver au même résultat. Ils ont développé pour cela un modèle multi-marchés avec trois types de céréales.

Dans ce modèle, la consommation des ménages dépend des prix de marché et du niveau de subvention octroyé, tel que fixé par le gouvernement. Cette fonction de demande est estimée économétriquement. L'offre de céréales est également estimée économétriquement et dépend à la fois des prix passés et de variables contemporaines, comme le niveau d'irrigation et de précipitations. Le gouvernement distribue un quota fixe de céréales à prix subventionnés par ménage. Il a un programme d'achat public qui fonctionne comme une sorte de prélèvement à la production, le prix d'achat public étant révisé chaque année en particulier en fonction des prix des années précédentes. De nouveau, la fonction qui lie achat public, prix d'achat public et prix de marché passés est estimée empiriquement. En outre, le stock public constitué est rempli ou vidé de façon à maintenir les prix dans une bande. Les stocks publics ne peuvent être négatifs et il existe une contrainte de stockage maximale. Enfin, des stockeurs privés sont également présents et leur comportement suit les préceptes du modèle de stockage concurrentiel, sauf que le prix espéré pour les périodes suivantes, et qui détermine donc en partie le niveau de stockage, est un prix anticipé sur la base d'anticipations adaptatives : il dépend donc des prix obtenus durant les périodes précédentes avec une vitesse d'ajustement fixée.

Les scénarios simulés montrent que :

- (i) le stockage privé est découragé par l'existence d'une bande de prix du fait de la stabilisation des prix qui en découle. Les stocks privés sont à leur maximum lorsqu'il n'y a pas de bande de prix fixée ;
- (ii) les achats publics et la distribution subventionnée d'aliments stabilisent les prix mais elles diminuent la consommation et les revenus des producteurs. Il s'agit là d'une conséquence du fait que les achats publics se traduisent par des prix moyens aux producteurs plus faibles qu'en leur absence ;
- (iii) le stockage privé réduit la variabilité des prix mais ne parvient pas à stabiliser les prix autant que le fait une politique de bande de prix. Lorsque la bande de prix n'est pas trop étroite,

---

surproduction des deux côtés de l'Atlantique.

elle permet de faire jouer la complémentarité entre le stockage privé et le stockage public ce qui évite donc les effets d'éviction. Le stockage privé permet de diminuer le coût de la politique de stabilisation publique.

## 6-COÛTS ET AVANTAGES DU STOCKAGE PUBLIC : ÉTUDES DE CAS

Au cours des trois dernières sections, on s'est intéressé aux développements théoriques proposés par les sciences économiques et aux applications directes de modèles sur des cas réels. Une autre branche de la littérature économique empirique a directement étudié les conséquences de la mise en place de stockage public au niveau international ou au niveau national.

### 6.1 - Le niveau international et les accords par produits

#### 6.1.1 - Viabilité et l'efficacité des accords produits fondés sur la constitution de stocks avant 2008

Entre les années 50 et le début des années 80, plusieurs accords internationaux sur les produits de base ont été mis en place (le blé en 1933, le sucre et l'étain en 1954, le café en 1962, le cacao en 1972 et le caoutchouc naturel en 1980). Leur objectif était double : stabiliser les prix et maintenir ceux-ci à un niveau acceptable pour les producteurs. La littérature économique s'est penchée sur la viabilité de ces accords et les raisons de leur abandon (Gilbert, 1996).

En fait, seuls trois de ces accords (cacao, étain et caoutchouc) étaient fondés partiellement ou complètement sur un système de stockage public régulateur. Selon Gilbert (1996), le stockage public fait face à deux difficultés majeures<sup>35</sup> :

- (i) Le niveau de prix de stabilisation peut changer au cours du temps, ce qui demande de le revoir périodiquement. Mais la fréquence de ces révisions elle-même devient un enjeu politique.

C'est ainsi que l'absence d'un processus de révision du niveau de la fourchette de prix de stabilisation a eu un rôle important dans l'effondrement de l'accord étain. A l'inverse, une révision trop fréquente et calé sur l'évolution de prix de marché, comme cela était le cas sur l'accord caoutchouc, finit par limiter le rôle potentiel de ces accords et l'intérêt des acteurs à y participer.

- (ii) Même lorsque ce prix est défini de manière consensuelle, les autorités publiques peuvent manquer de ressources pour maintenir le prix dans la fourchette définie.

Si effectivement, la dynamique des prix de marché est caractérisée de manière générale par des prix stables et pas forcément très élevés et des flambées occasionnelles aléatoires et non prévisibles, le financement du stockage public a toutes les chances d'être très coûteux et peu (ou tout au moins pas assez) efficace lors des flambées.

Il semble, selon l'auteur, y avoir peu d'indices que ces accords aient réellement réussi à réduire la variabilité des prix mais, comme il le souligne aussi, ce n'était pas nécessairement leur seul objectif. Enfin, comme il rappelle « puisqu'il n'y a aucune raison de supposer que le stockage privé n'est pas adéquat (...), le recours au stockage public sera (...) soit inefficace soit source de distorsions ». Aucune démonstration n'existe de cette affirmation dans l'article. Cependant, cette idée est restée très fortement ancrée dans les esprits, au moins des années 1970 à la crise de 2008.

#### 6.1.2 - Analyse et proposition suite à la crise de 2008

Plusieurs travaux ont analysé les causes possibles de la flambée des prix alimentaires en 2008. Un des facteurs souvent mis en avant est le faible niveau des stocks mondiaux (Piesse and Thirtle, 2009, Berthelot, 2008). De fait, les explications qui mettent l'accent sur ce facteur s'appuient sur les conclusions

---

<sup>35</sup> Pour une analyse détaillée des accords produits Voir Gordon-Ashworth F. (1984) International Commodity Control



tirées du modèle du stockage concurrentiel qui montre que les épisodes de flambées de prix ont lieu quand les stocks sont nuls.

Cependant, d'autres explications ont été avancées, et l'accord se fait maintenant sur un faisceau de causes possibles :

- (i) la croissance rapide des pays émergents comme la Chine et l'Inde, et la transition alimentaire associée à l'origine d'une forte croissance de la demande
- (ii) les mauvaises conditions climatiques dans certaines régions clés productrices comme l'Australie et l'Europe de l'est
- (iii) la faiblesse de la monnaie américaine
- (iv) les prix élevés du pétrole
- (v) la production de biocarburants
- (vi) la spéculation (Abbott *et al.* 2008, 2009, Banse *et al.* 2008, Berthelot 2008, Sarris and Hallan 2005, Headey and Fan, 2008, von Braun J. 2007).

Certaines de ces analyses sont controversées, c'est le cas en particulier (Headey et Fan, 2008 ; Mitchell 2008) :

- du rôle de la croissance de la demande de la Chine et de l'Inde : ces pays n'ont pas augmenté leurs importations de produits de base au cours de la période précédant la crise. Il en est de même des chocs climatiques, on ne peut en effet invoquer une baisse significative de la production pour expliquer la hausse des prix : d'après les statistiques, la production mondiale de céréales a baissé de 1,3% seulement en 2006 et augmenté de 4,7% en 2007 ;
- De la croissance des biocarburants, et de la demande excédentaire qui en a résulté. Celle-ci a clairement un impact sur le maïs aux USA et il existe des effets de contagion entre produits du fait de la compétition pour l'utilisation des facteurs de production comme la terre, mais l'ampleur de cet impact est controversée ;
- de la spéculation.

Il existe un certain consensus sur le fait que les différentes causes agissent ensemble et qu'il est difficile d'estimer le poids de chacune individuellement. Plusieurs modèles testent les impacts relatifs de chacune de ces causes fondamentales (OCDE-FAO 2005, Von Braun, 2007, Dewbre *et al.* 2008). L'impact global, lorsque toutes les causes sont considérées, est bien plus faible que l'impact réel observé.

Finalement la majorité des analyses mettent en avant la faiblesse des stocks comme principale cause, et la spéculation comme phénomène exagérateur des réactions des marchés. On peut noter que la faiblesse des stocks peut aussi être assimilée à un symptôme plus qu'à une cause : le modèle de stockage concurrentiel dit que si les acteurs avaient prévu la hausse, ils auraient constitué des stocks dont la vente aurait permis à la fois des profits importants et une hausse des prix moindre. Mais si ce modèle ne correspond pas à la réalité, alors la faiblesse des stocks traduit simplement un écart de long terme entre l'offre et la demande au début des années 2000, écart provisoirement masqué par la liquidation des réserves de 2000 à 2008.

La spéculation est souvent mise en avant pour expliquer le doublement ou triplement des prix en 2007-2008, suivi d'un réajustement à la baisse, puis d'une nouvelle flambée, pour certaines denrées en 2010-2011. Les spéculateurs sont effectivement des acteurs clés du fonctionnement des marchés, assumant les risques que les autres refusent. En principe, ce processus de transfert des risques est stabilisateur, étalant simplement dans le temps une hausse indiquant la croissance de la rareté. Il n'est déstabilisant que lorsque les spéculateurs se « trompent » sur le point de retournement, continuant à « jouer à la hausse » alors que le prix est déjà au-delà du niveau d'équilibre. C'est alors que débute le phénomène des « bulles spéculatives », où le prix s'éloigne de sa valeur d'équilibre, du fait des erreurs dans les prévisions des acteurs, et ne reflète plus la réalité. Dans ce cas, les spéculateurs (du moins, ceux qui ne sont pas dégagés

à temps) essuient de lourdes pertes lorsque la « bulle » éclate et que les prix retrouvent une valeur liée aux fondamentaux.

Il est intéressant de noter que l'on retrouve ainsi les anticipations et l'imperfection de l'information au cœur de l'explication de la flambée des prix. En dépit de plusieurs travaux sur la question, il est difficile, comme le souligne Gilbert (2008), de déterminer la part de la spéculation dans la flambée des prix. Il est clair qu'en présence d'imperfection de l'information, la spéculation mal informée peut être déstabilisante et générer des processus cumulatifs de hausse des prix.

De plus, il faut noter l'arrivée récente d'un troisième type d'acteurs sur les marchés internationaux de matières premières, liée aux investissements sur indice. Les matières premières agricoles sont alors considérées comme un actif parmi d'autres, essentiellement destiné à diversifier l'exposition au risque.

Les montants financiers concernés sont importants. Plusieurs auteurs soulignent la croissance des transactions spéculatives concomitante à la hausse des prix. Mais, comme le remarquent Headey and Fan (2008), une volatilité accrue se traduit forcément par plus de spéculation, du fait de la fonction même (supporter les risques) des spéculateurs. Les propos de Chalmin cités dans le N°224 du journal du CNRS (2008, Les racines de la crise) vont dans le même sens : « la spéculation ressemble à l'écume sur la vague. Si la mer est déchaînée, il y a de grosses vagues et beaucoup d'écume. Cela pour dire que la spéculation n'a pas créé la vague, mais qu'elle l'augmente et ajoute à la fébrilité des marchés. D'ailleurs, vous remarquerez qu'il n'y a pas de Bourse pour un produit comme le riz, donc pas de spéculation et pourtant, il a presque autant augmenté que le blé ».

Quoi qu'il en soit, c'est bien l'imperfection de l'information qui est en cause, lorsque la spéculation est déstabilisante. L'imperfection de l'information ne perturbe pas seulement les comportements des spéculateurs sur les marchés internationaux, mais celui de tous les acteurs susceptibles d'être concernés par l'évolution future des prix. La réaction des États qui limitent les exportations pour protéger leurs populations, tout comme les ménages qui stockent par peur de pénurie, entretiennent la flambée des prix à travers les mécanismes d'anticipation auto-réalisatrice et les processus cumulatifs décrits ci-dessus. Piesse et Thirtle (2009) expliquent ainsi la flambée des prix du riz par la panique qui mène les gouvernements à interdire les exportations. Ainsi, cet événement peut s'expliquer, outre par les causes fondamentales décrites plus haut, par l'imperfection de l'information et les réponses des acteurs qu'elle engendre. La possibilité de prendre des mesures unilatérales pour certains pays, comme les restrictions à l'exportation largement mise en avant par l'OMC, n'est qu'un exemple des comportements pouvant générer des évolutions explosives des prix, déjà largement discuté (cf. section 3.1 paragraphe 3.1.3 « Les limites du modèle de stockage concurrentiel » p.23-24 ).

C'est sur ces deux causes – la faiblesse des stocks et la spéculation excessive que se fonde la proposition générale de l'IFPRI et de la Banque Mondiale. L'objectif de cette proposition est de développer des principes pour réguler les marchés agricoles tout en maintenant les règles de l'OMC. Il s'agit aussi de développer une stratégie collective pour éviter les flambées de prix et permettre de répondre aux demandes d'urgence de biens alimentaires.

Les solutions proposées par ces institutions (Von Braun et Torero, Juin 2008, Lin 2008) sont donc destinées à éviter les pics sur les marchés internationaux. Elles reposent sur la constitution d'un petit stock de réserve pour satisfaire la demande urgente (assistance humanitaire) et d'un fond d'intervention virtuel pour décourager la spéculation en cas de tendance à la hausse. Le stock de réserve n'a pas pour vocation de stabiliser les prix mais uniquement de parer aux urgences. Le fond d'intervention virtuel part du principe que la spéculation a eu un effet majeur dans les flambées observées en 2007-2008 et qu'il faut la décourager. Pour cela, les pays participants s'engageraient à avoir un fond pour intervenir sur les marchés à terme en cas de panique. Une commission technique serait formée de façon permanente dont la fonction serait d'indiquer quand les prix ont tendance à sortir de leurs valeurs « normales » estimées (un plancher et plafond seraient déterminés pour chaque période) et qu'il y a nécessité d'intervenir. L'intervention consisterait à proposer des ventes à terme virtuelles en dessous du prix spot, ce qui selon les auteurs permettrait de décourager la spéculation, et agirait comme une pression à la baisse du prix spot. Les ventes concrètes n'auraient lieu que très rarement, en cas de nécessité de réellement honorer l'offre. Dans ce cas, le fond virtuel disponible serait mobilisé pour acheter la marchandise et honorer la vente à terme.

La solution de la constitution d'un stock minimal d'urgence pour les populations pauvres est partagée par Wright (2009) mais celui-ci pense que cela n'est pas réalisable au niveau international (pas de coopération possible entre les pays en cas de crise alimentaire...). De telles réserves doivent donc être constituées par les différents États, avec seulement un stock international minimal. Dans tous les cas, ces stocks ne doivent pas avoir pour vocation de stabiliser les prix : Ils n'y arriveront pas. Il s'agit donc seulement de satisfaire les besoins d'urgence, avec un stock de sécurité et non de régulation. L'initiative CEDEAO de 2011 dans le cadre du G20 va dans ce sens.

Le même auteur, Wright (2009), critique en revanche la solution des réserves virtuelles. Il observe qu'il n'a jamais été possible de prévoir correctement les prix depuis des décennies et qu'il n'y a pas de raison de croire que la « commission technique » proposée y parvienne aujourd'hui. Voituriez (2010 communication personnelle) rappelle aussi que sur les marchés haussiers et tendus, le prix spot peut facilement dépasser les prix à terme et les ventes à terme se font déjà à un prix en dessous du prix spot (*backwardation*) sans que cela ne conduise nécessairement à une baisse du prix spot.

Wright (2009) propose également de se servir de l'expansion des biocarburants comme valve de sécurité, les gouvernements pouvant prélever une partie de la production destinée aux biocarburants en cas d'urgence pour satisfaire la demande alimentaire. On touche ainsi un des problèmes essentiels posés par les biocarburants. S'ils avaient été caractérisés par une demande élastique, ils auraient pu permettre d'éponger les surplus les années d'abondance et s'effacer en cas de pénurie. On aurait ainsi réglé au moins partiellement le problème majeur des produits agricoles, *i.e.* la rigidité de la demande. Ce n'est malheureusement pas le cas : en matière de biocarburants, les investissements industriels sont tels que la demande additionnelle ainsi créée est, elle aussi, relativement rigide.

Tout ceci reste en accord avec les résultats du modèle de stockage concurrentiel : la constitution de stocks publics ne doit servir qu'en cas d'urgence, il s'agit de stocks de sécurité et non de stocks de régulation. Plus récemment cependant, Von Braun, Lin et Torero (2009) dans une note de discussion ajoutent à cela la nécessité de mettre en place une nouvelle réserve alimentaire globale, gérée par un accord dans le cadre des Nations Unies, chaque pays participant s'engageant à faire un stockage public au niveau national. Il serait utilisé pour stabiliser les prix en cas de pics. Ce dernier ajout semble venir essentiellement de la crainte que chaque pays individuellement se lance dans la constitution de stocks publics au niveau national et recherche l'autosuffisance alimentaire à tout prix, ce qui aurait pour effet de réduire drastiquement le recours au commerce international.

Wright défend en outre l'idée que compte tenu de l'importance du niveau des stocks sur la dynamique des prix, il est nécessaire d'améliorer l'accès à l'information pour pouvoir se préparer quand les stocks deviennent trop bas. Cependant, le niveau des stocks est une information stratégique pour les spéculateurs comme pour les gouvernements. On peut donc se demander dans quelle mesure les acteurs sont disposés à rendre cette information transparente.

Il est étonnant que le rôle de la spéculation soit ainsi mis en avant, tout comme les préceptes du modèle de stockage concurrentiel, sans remarquer que, selon le modèle standard des anticipations rationnelles, les spéculateurs auraient dû détenir des stocks (réels ou même virtuels, sous forme de contrats à terme) *avant* la flambée des prix. Il semble donc bien que les récentes flambées des prix contredisent le modèle à anticipations rationnelles et que l'imperfection de l'information puisse expliquer ce processus.

Ces réflexions, inspirées par la flambée des prix de 2008, confirment les difficultés, en l'absence de gouvernance mondiale, à se mettre d'accord sur les interventions nécessaires et le partage des coûts associés. Les autorités politiques des grands pays producteurs n'envisagent le plus souvent que de simples mécanismes de compensation *ex post* pour les producteurs. Les organes de décision politique internationaux n'ont pu se mettre d'accord que sur l'idée d'améliorer la « transparence des marchés » (une information aussi proche que possible de l'instantanéité sur les prix et les volumes échangés dans le monde entier, ainsi que sur les prévisions de récolte) – ce qui, en effet, ne coûte pas trop cher. Il est vrai que de telles actions en principe, ne peuvent qu'améliorer les choses (à condition, toutefois, que personne ne puisse produire de fausses informations, ce qui est sûrement l'intérêt de certains...).

On peut quand même se demander s'il ne serait pas plus utile de s'attaquer aux causes du problème. Il est probable que sur le long-terme un tel choix serait moins coûteux que celui de masquer les conséquences

au jour le jour. Mais une telle optique, dont les résultats n'apparaîtraient qu'à long terme, est difficile à défendre politiquement, alors que les réponses aux situations d'urgence elles, sont bien visibles.

## 6.2- Le niveau national et les effets du stockage public

Au cours du dernier demi-siècle, après les indépendances, la mise en place de stocks publics destinés à stabiliser les prix, a été entreprise dans de nombreux pays en voie de développement, puis abandonnée au cours des années 80. Ces politiques se sont souvent en effet révélées extrêmement coûteuses et peu efficaces. De plus, elles n'étaient pas compatibles avec la logique de libéralisation et les politiques d'ajustement structurel mises en place au milieu des années 80.

A l'origine de ces politiques d'intervention directe des pouvoirs publics sur les marchés, qui supposent la mise en place d'un stockage public, se trouve un certain consensus sur les raisons des difficultés du développement économique dans de nombreuses régions pauvres : le mauvais fonctionnement des marchés et son corollaire, l'existence de coûts de transaction particulièrement élevés. En effet, le commerce et le stockage mis en œuvre par les acteurs privés tendent à stabiliser les prix dans la limite des coûts de transferts d'un marché à l'autre, dans l'espace, pour le commerce, et dans le temps, pour le stockage. Les coûts de transaction définissent une bande de prix à l'intérieur de laquelle les prix ne sont pas stabilisés par les activités privées. Lorsque cette bande est large, les coûts de transaction engendrent une forte instabilité des prix, et celle-ci entraîne généralement une désaffection des producteurs pour le marché, auquel ils n'ont recours que de façon minimale (De Janvry *et al.*, 1991).

Dans ces conditions, les producteurs ont tendance à limiter leurs ventes à la couverture des besoins monétaires incompressibles, en favorisant l'autoconsommation. Il n'est alors pas nécessaire d'accroître les rendements, surtout qu'en présence d'une forte instabilité des prix des outputs, la rentabilité des investissements est incertaine. En corollaire l'utilisation d'intrants est très faible, ce qui permet de réduire au minimum les besoins monétaires (Dorward *et al.* 2004). On explique ainsi le phénomène de « trappe à pauvreté » : l'absence d'investissement expliquant la faiblesse de la productivité du travail, à la source de faibles revenus et de faibles investissements. Quand cela est possible, une partie de la force du travail du ménage est allouée à des activités extérieures à l'agriculture, à travers des migrations plus ou moins temporaires. Dans ce contexte, la faiblesse de la croissance économique dans les secteurs non agricoles constitue une difficulté supplémentaire.

Ces coûts de transaction élevés sont le résultat de la faiblesse des investissements publics en zone rurale, leur faible efficacité, parfois leur détournement, qui se traduisent par l'absence de biens publics (routes, électricité, accès à la santé et à l'éducation) en quantité suffisante. La faiblesse de la densité de population, qui rend la construction des infrastructures plus coûteuse (Fafchamps *et al.* 2003) explique, partiellement cette situation. L'environnement est alors peu favorable à l'activité économique. L'absence d'infrastructures destinées à l'agriculture comme la création de périmètres irrigués, d'entrepôts de stockage, de services de vulgarisation vient renforcer la faiblesse de la productivité du travail.

Le rôle de l'État pour permettre de briser ce cercle vicieux est l'objet d'une controverse. Doit-il s'en tenir à la création de biens publics, permettant un environnement économique favorable aux activités d'arbitrage dans le temps et l'espace de commerçants privés ? Ou doit-il intervenir directement sur les marchés en stabilisant les prix par le stockage public et la régulation du commerce extérieur, afin de permettre un déblocage rapide de la situation et de remédier aux défaillances de marché ? La stabilité des prix est alors considérée comme un bien public, au même titre que les infrastructures.

Les analyses basées sur l'étude de situations réelles<sup>36</sup> conduisent à des conclusions souvent opposées. Certaines insistent sur les effets pervers, distortifs et perturbateurs de l'intervention publique sur les marchés de produits agricoles. Les autres mettent en valeur la nécessité de lutter contre les défaillances de coordination causées par l'instabilité des prix, en particulier dans les pays les plus pauvres. Ces études analysent les effets de la politique globale menée, et donc pas exclusivement du stockage public. Elles ne

---

<sup>36</sup> Cette section est largement inspirée de l'étude menée par le GREMA (Gérard *et al.* 2011)

seront donc pas toutes discutées ici. Nous nous concentrerons sur celles qui concernent plus spécifiquement les actions de stockage.

### 6.2.1 - Les effets pervers du stockage public mal mené

Il existe des difficultés spécifiques à mener des interventions directes des Pouvoirs Publics sur les marchés de produits agricoles: il faut faire face à des coûts de fonctionnement élevés, cependant que l'efficacité des administrations est faible, trop souvent handicapée par la mauvaise gestion, les objectifs contradictoires, le manque de flexibilité, les interférences avec des considérations politiques et la corruption.

Ces effets pervers de l'intervention publique sur les marchés, couplés à l'existence de coûts de transaction élevés, et à la faiblesse des budgets publics amènent beaucoup d'analystes à affirmer qu'il est plus utile d'investir dans les infrastructures (routes, santé, éducation), la recherche agronomique et les services de vulgarisation que dans la régulation des marchés par le stockage public des produits agricoles (Byerlee *et al.* 2006, Cummings *et al.* 2006). Les études dont il va être question dans ce paragraphe soutiennent ce point de vue à partir d'études de cas réels :

La libéralisation a pu avoir des effets positifs notables :

C'est par exemple le cas au Ghana, au Mali, au Mozambique ou en Ouganda (Jayne et Jones, 1997). C'est parfois parce que la stabilisation des prix était associée à une taxation, maintenant les prix aux producteurs à un niveau particulièrement faibles, comme au Mali avant la libéralisation du milieu des années 80. Certains auteurs affirment également que lorsqu'on n'observe pas d'effets positifs à la libéralisation c'est bien souvent que le retrait de l'État des activités de commerce et de transport n'a pas eu réellement lieu, comme en Éthiopie, au Kenya, au Malawi, en Zambie et au Zimbabwe (Jayne *et al.* 2002).

L'intervention publique sur les marchés par le stockage et la régulation du commerce extérieur, décourage les interventions privées (Kerralah *et al.* 2000, Jayne *et al.* 2002). C'est le cas lorsque :

- (i) les règles de l'intervention publique ne sont pas clairement définies, ou
- (ii) l'État ne fait pas ce qu'il annonce (du fait d'un manque de ressources financières ou de la poursuite d'objectifs multiples et contradictoires), rendant le comportement de l'agence de stabilisation impossible à prévoir. L'intervention publique ajoute alors de l'incertitude, diminue la confiance des agents et rend les arbitrages spatio-temporels plus risqués.

La collaboration entre activités publiques et privés apparaît ainsi comme une condition essentielle, rarement remplie en pratique (Byerlee *et al.* 2006, Jayne *et al.* 2006). L'intervention publique peut alors accroître l'instabilité des prix alors qu'elle vise à la diminuer :

C'est ce qu'on observe dans les crises alimentaires récentes au Malawi et en Zambie : du fait d'une intervention publique mal menée, les prix intérieurs ont dépassé la parité-import, ce qui n'aurait pas eu lieu si le commerce privé avait pu prendre place dans de bonnes conditions (Chapoto et Jayne 2009, Tschirley et Jayne, 2009). Shively (1996) aboutit aux mêmes types de conclusion sur le Ghana, la libéralisation ne semble pas s'être traduite par une instabilité des prix accrue. De même, sur le marché du riz aux Philippines, Shively *et al.* (2002) constatent que les interventions publiques ne se sont pas traduites par une diminution significative de l'instabilité des prix.

Plus généralement, les études mettant en évidence la faible efficacité et réactivité des interventions publiques en matière de stabilisation des prix, les problèmes liés à la gouvernance et aux politiques discrétionnaires sont nombreuses (Staatz *et al.* 2008). Au-delà de l'argumentation théorique issue du modèle de stockage concurrentiel, elles constituent un argument majeur contre l'intervention publique. La question se pose alors de savoir s'il faut choisir entre défaillance d'État et défaillance de marchés.

Enfin, plusieurs auteurs soulignent également les impacts distributifs des politiques de stabilisation des prix par stockage public et interventions sur le commerce extérieur :

Les interventions tendent à bénéficier aux agriculteurs les mieux dotés, en particulier en terre, et très peu aux acheteurs nets (Jayne *et al.* 2003 ; Myers, 2006). Coxhead (2000) utilise un modèle d'équilibre général calculable pour analyser les effets d'une politique de stabilisation des prix des céréales, basée sur une régulation du commerce extérieur et du stockage public, et la compare à la situation libérale. Il trouve que non seulement cette politique réduit le PIB mais aussi qu'elle a des effets négatifs sur la dégradation des sols, du fait de la croissance des surfaces en maïs, culture érosive. Les impacts distributifs de cette politique sont favorables aux plus pauvres, mais même ces derniers sont finalement perdants par rapport à la situation « sans intervention » du fait de la baisse du PIB<sup>37</sup>.

Il en est de même dans le cas de la politique européenne commune (Bureau, 2007). Celle-ci s'est largement appuyée (jusqu'aux réformes commencées au début des années 90 et toujours en cours) sur une stabilisation des prix basée sur le stockage public sans maîtrise efficace de l'offre concomitante. Cette politique s'est traduite par le passage d'une position d'importateur net à une position d'exportateur net. En ce sens, elle aura été plutôt un succès. Cependant, la gestion des surplus n'a pas été simple, ni sans effets pervers. Exportés grâce aux restitutions, ces surplus ont eu des effets négatifs pour les producteurs des pays importateurs du fait qu'ils venaient en concurrence avec la production locale sur la base de prix sans rapport avec le coût de production. De plus, une telle politique n'est pas compatible avec les règles de l'OMC. Associés aux coûts budgétaires croissants, ces éléments expliquent les réformes mises en place depuis 1992. De plus, là encore, les effets distributifs sont soulignés, les politiques de stabilisation mise en place profitent plus aux agriculteurs les mieux dotés, en d'autres termes aux plus riches. Il faut par ailleurs souligner les effets externes négatifs d'une agriculture productiviste, très consommatrice d'intrants, sur l'environnement.

Au vu de ces études, l'intervention publique est souvent désastreuse. Mais il existe des études en sens contraire.

#### 6.2.2 - Les effets dévastateurs de l'instabilité des prix et l'intérêt d'un stockage public bien mené

A l'opposé des développements précédents, la persistance du cercle vicieux de la « trappe à pauvreté », même en cas de libéralisation (Poulton *et al.* 2006), le temps qui peut être nécessaire au développement des infrastructures et à la mise en place des interventions privées (Dorward *et al.* 2004) militent pour une intervention directe de l'État sur les marchés et la mise en place de stockage public. L'idée est que les activités de commerce et de stockage privé ne permettent pas de stabiliser suffisamment les prix, en particulier du fait des coûts de transaction, et qu'elles se traduisent ainsi par un déficit de coordination (Dorward *et al.* 2007).

Timmer (2000) analyse la façon dont la stabilisation des prix peut permettre à la fois des gains de productivité importants et le développement de la production agricole. Un tel processus ne nuit pas aux urbains car les prix des denrées alimentaires baissent, il permet de sortir en une génération la population d'une nation de la pauvreté. Il appuie cette démonstration théorique sur le cas de l'Indonésie.

En effet dans ce pays, une politique de stabilisation des prix du riz a été menée par le Bulog<sup>38</sup> depuis 1965, basée sur un stockage public maintenant les prix dans une fourchette et sur la régulation du commerce extérieur. Elle est toujours en place aujourd'hui. L'intervention publique n'a porté que sur des volumes relativement faibles, moins de 10% des quantités commercialisées et les prix intérieurs ont suivi les prix internationaux sur la période 1970-1997. Elle a été constamment adaptée à un contexte national et international fluctuants et des capacités d'expertises et financières importantes lui ont été dévolues.

En maintenant des prix intérieurs stables, le gouvernement indonésien a choisi de diminuer le risque associé à l'activité agricole, tout en maintenant la paix sociale, par la garantie aux consommateurs de

---

<sup>37</sup> Notons que comme ce modèle ne représente pas l'incertitude sur les prix futurs, il est logique que l'on n'obtienne pas de gains à la stabilisation

<sup>38</sup> Badan Urusan Agency : Agence nationale des cultures vivrières.

l'absence de flambée des prix pour les denrées alimentaires essentielles. L'importance de la stabilité des produits de base pour le bien-être des populations les plus pauvres a été plusieurs fois démontrée (Newbery 1989, Timmer 1992). Cette politique a également permis de maintenir des coûts salariaux peu élevés, éléments essentiels à la compétitivité industrielle et à l'attrait des capitaux étrangers. Coté offre, un appui logistique à l'introduction des nouvelles variétés de riz à rendements élevés (vulgarisation, subvention aux inputs, crédit) est venu compléter la politique de régulation des marchés. L'autosuffisance en riz est atteinte au milieu des années 80, et maintenue en tendance jusqu'au milieu des années 90.

En définitive, ces résultats positifs de l'intervention publique apparaissent comme les fruits d'une conjonction de facteurs, dont la stabilisation n'est qu'un volet : (i) les investissements publics, non seulement dans les infrastructures comme les routes et les facilités d'irrigation, mais aussi dans le capital humain, avec les services de vulgarisation, (ii) une innovation technique permettant une forte croissance des rendements (la révolution verte), (iii) une politique de stabilisation efficace et crédible, reposant sur des experts qualifiés et des systèmes d'information performants, veillant à ne pas décourager les activités de commercialisation privées.

Avec la croissance des revenus ruraux, la demande de biens non agricoles et de services augmente, entraînant la croissance des activités économiques rurales non agricoles et des opportunités d'emplois, ce qui entraîne des résultats bénéfiques en termes de lutte contre la pauvreté. Les politiques menées ont ainsi permis à la fois la croissance de la productivité du travail dans l'agriculture et des revenus ruraux, et l'augmentation des disponibilités alimentaires. Par cette stratégie, l'Indonésie a réussi non seulement à sortir – et en une génération – une part importante de sa population de la pauvreté, mais aussi à atteindre l'autosuffisance alimentaire. Dans cette stratégie, le rôle de la stabilité des prix du riz est déterminant, il permet de sortir du dilemme habituel « favoriser les producteurs par des prix élevés et motiver ainsi la croissance de la production ou favoriser les consommateurs pauvres, généralement acheteurs nets de produits agricoles ». Les gains de productivité dans les activités agricoles permettent rapidement une diminution des prix des denrées de base (Timmer 1992, 2000).

Dorward *et al.* (2004) proposent de considérer ce type de politique comme transitoire, liée à un niveau donné de développement institutionnel, et affirment à la fois sa nécessité pour briser le cercle vicieux des trappes à pauvreté, comme celle de son retrait dans le stade ultérieur. Dans cette analyse, on considère que l'importance des coûts de transaction et du risque, exacerbée par la faiblesse de la densité de population et des infrastructures, constitue une défaillance de marché et que la situation globale peut alors être améliorée par une intervention publique. Celle-ci est alors nécessaire, non seulement pour développer les biens publics mais aussi pour remédier aux défaillances de marché, en intervenant par exemple par la stabilisation des prix ou la mise en place de systèmes permettant l'accès au crédit.

Poulton *et al.* (2006) analysent les différentes formes d'intervention possibles, les difficultés de mise en place et leurs avantages pour chaque type d'acteurs. Il défend la nécessité de l'intervention directe de l'état sur les marchés par la mise en place d'un système inspiré de la réussite indonésienne. Il propose des formes de contractualisation de l'État : (i) avec les organisations paysannes pour l'achat de quantités déterminées à un prix stabilisé afin d'éviter les coûts excessifs de la gestion de surplus, (ii) avec les stockeurs privés pour les quantités que l'État souhaite stocker, afin de minimiser simultanément les effets d'éviction et les coûts de stockage public.

Les auteurs qui défendent les politiques de ce type sont cependant conscients des difficultés de les mettre en place. Les analyses des expériences passées permettent de définir des conditions nécessaires à leur réussite : Il faut que l'intervention repose sur des règles claires, l'État doit avoir les moyens financiers, institutionnels et humains de sa mise en place afin de garantir que la politique annoncée sera effective, il doit être crédible. La concertation avec les différents acteurs concernés par l'intervention publique permettra qu'elle soit légitime et ainsi de minimiser des comportements dommageables de recherche de rentes. La lutte contre la corruption, favorisée par la liberté des médias, est essentielle. Afin de ne pas décourager les activités de commerce et de stockage privé, la bande de prix déclenchant les interventions publiques doit être suffisamment large. En outre, il faut savoir que lorsque les conditions précédentes sont réunies, ce type de politique est susceptible, lorsque des gains de productivité existent, de permettre une forte augmentation de la production. Il est nécessaire d'anticiper cette conséquence avant de se trouver dans une situation de surproduction qui augmenterait de façon insoutenable les coûts et

risquerait de se traduire par des exportations subventionnées, coûteuses et dommageables pour les pays partenaires.

Deux options existent alors : (i) ajuster les prix planchers afin d'éviter la surproduction, (ii) associer la stabilisation des prix à des mesures quantitatives limitant la production, sous la forme d'une contractualisation entre l'État et les Organisation Paysannes, pour minimiser autant que possible les coûts de transaction.

Le processus est indéniablement coûteux à court terme mais la stabilisation des prix peut permettre des progrès remarquables en matière de sécurité alimentaire et de lutte contre la pauvreté, lorsqu'elle est bien menée et évite en particulier l'ornière liée à la surproduction. Ceux-ci sont toutefois progressifs et ne peuvent être clairement perçus à court-terme ce qui accroît les difficultés associées à ces politiques.

## CONCLUSION DU CHAPITRE I

Nous avons ici pour objectif de synthétiser les principaux résultats d'une littérature économique particulièrement abondante, afin de faire le point sur la question des coûts et bénéfices du stockage public des céréales. Comme rappelé en introduction, l'objectif du stockage public est de permettre d'offrir une disponibilité adéquate de produits dans le temps, en dépit des fluctuations de l'offre (la demande étant reconnue comme relativement stable à court-terme et sujette à des tendances prévisibles). Le stockage privé et le commerce ayant des effets potentiellement similaires au stockage public, il est nécessaire d'étudier ces trois mécanismes simultanément.

Le modèle du stockage concurrentiel est actuellement le plus généralement admis au sein de la communauté des économistes. Il montre que, dans un monde où les acteurs n'ont pas d'aversion pour le risque et où il n'y a pas d'imperfection de l'information, le stockage nécessaire, lié à aux variations involontaires de la production agricole, est réalisé dans les meilleures conditions par des acteurs privés, qui, en cherchant leur intérêt propre, aboutissent à maximiser le bien-être général. Le stockage public est alors non seulement inutile mais néfaste : il décourage le stockage privé, augmente de façon inutile les coûts et ainsi diminue le bien-être global. Le stockage privé ne permet pas d'éliminer totalement les fluctuations, mais toute tentative de stabiliser les prix en deçà de ce que permet le stockage privé combiné au commerce est vain ou extrêmement coûteux. Le modèle prévoit également des flambées de prix lorsque les stocks sont vides.

Les travaux empiriques nuancent cette affirmation. Dans la réalité, les barrières à l'échange sont multiples et les marchés réels assez éloignés des marchés parfaits. En présence de défaillances de marché, au niveau du capital par exemple, ou de coûts de transaction élevés, ou de délais importants dans l'arrivée des importations, le stockage privé peut se révéler insuffisant, il est alors possible que l'intervention publique puisse accroître le bien-être global.

L'expérience récente des flambées de prix sur les marchés internationaux en 2007-2008 puis en 2010-2011 donne l'occasion de s'interroger à nouveau sur la validité de la théorie du stockage concurrentiel et de ses résultats. Les auteurs dont les travaux sont analysés ici s'accordent en général sur l'idée selon laquelle la crise de 2008 est principalement due à l'insuffisance des stocks, même si beaucoup d'autres mécanismes ont pu être en jeu dans cette affaire. De même est-il généralement admis que l'investissement a été trop faible dans l'agriculture au cours du dernier quart de siècle. Mais cette explication ne souligne-t-elle pas l'existence d'une imperfection de l'information majeure ? Les acteurs, persuadés que les cours resteraient bas, n'ont pas augmenté leurs stocks dans les années précédant la crise, comme ils auraient dû le faire selon le modèle théorique. Un tel comportement, en revanche, s'explique très bien par des anticipations erronées.

Il est vrai que ce type de phénomène est parfois représenté par le modèle de stockage concurrentiel : des pics apparaissent lorsque les stocks sont vides, du fait de plusieurs aléas successifs affectant négativement le niveau d'offre. Cependant les pics représentés ne sont pas aussi importants que ceux observés en réalité et sont, en principe, assez peu fréquents (environ 1 pic tous les 7 ans avec une élasticité de l'offre de 30%). Lors de la crise qui nous préoccupe, on ne constate par ailleurs pas de variations successives de l'offre impliquant une diminution de la production mondiale. L'explication basée sur les erreurs d'anticipation des acteurs reste ainsi vraisemblable.



Si le modèle de stockage concurrentiel reste actuellement le modèle dominant, la réflexion sur l'instabilité des prix des produits agricoles, menée dans le cadre du G20 avec la sphère académique, montre une certaine distanciation par rapport au modèle théorique. La mise en place de stock de sécurité et de mécanisme de compensation pour les pays plus pauvres est préconisée, ce qui signifie que l'utilité d'une intervention protégeant les consommateurs les plus vulnérables en cas de flambée des prix est admise. De même, les recommandations relatives à l'accroissement de la transparence sur les marchés et la nécessité d'une meilleure information soulignent les imperfections actuelles de l'information sur les marchés. Les stocks publics ne sont toutefois pas destinés à stabiliser les prix, mais simplement à minimiser les impacts sur les consommateurs les plus pauvres en cas de crise. L'IFPRI et la Banque Mondiale parlent de mettre en place des réserves internationales sous l'auspice des Nations Unies, afin d'éviter que chaque état ne se lance dans la constitution de stocks publics nationaux et ne réduise au minimum son approvisionnement par le marché international.

En fait, et sans même que cela soit dit explicitement par la plupart des auteurs cités, notre revue de la littérature met clairement en évidence trois éléments essentiels limitant la portée du modèle de stockage concurrentiel : (i) l'imperfection de l'information alors qu'une incertitude radicale existe sur les prix futurs et influence les prix courants ; (ii) l'aversion au risque des acteurs ; (iii) la capacité de stockage, considérée comme non contraignante, les stocks pouvant être vides, mais jamais pleins. Or, en réalité, la question de la capacité de stockage optimale est un point important, encore peu exploré.

Plusieurs auteurs soutiennent que les défaillances de marchés justifient parfois, en particulier dans le contexte de pays très pauvres, une intervention publique, visant en particulier à stabiliser les prix des produits agricoles. Dans ce contexte, examiner sur un modèle les conséquences possibles de politiques de stockage en prenant en compte ces éléments et dans un cas où elles semblent potentiellement indiquées, en Afrique sub-saharienne, semble un objectif intéressant. C'est le sujet de la seconde partie de ce document.

## INTRODUCTION

Le phénomène des « trappes à pauvreté », c'est-à-dire le fait pour un pays de devoir augmenter son stock de capital pour sortir de la pauvreté, et, en même temps, de ne pas parvenir à investir parce que la pauvreté empêche l'épargne et donc l'investissement, explique de façon convaincante la dynamique des économies les plus pauvres d'Afrique sub-saharienne. Plusieurs auteurs soulignent l'importance cruciale, dans les mécanismes à l'œuvre, du mauvais fonctionnement du marché des produits agricoles et de l'instabilité des prix qui en résulte. Celle-ci s'oppose au développement en rendant les investissements agricoles risqués et peu rentables (Timmer 2000, Poulton et al 2006, Hazell et al 2010). Or, comme l'a récemment rappelé le *World Development Report* de 2008, le secteur agricole joue un rôle majeur dans le développement des économies les plus pauvres, comme dans la lutte contre la pauvreté, de sorte que, justement, des investissements importants y seraient nécessaires. Dans ces conditions, la stabilisation des prix par stockage public pourrait alors jouer un rôle positif.

Afin d'évaluer l'impact et le coût d'une telle mesure, un modèle dynamique et récursif de l'économie, comprenant un dispositif de stockage public et tenant compte du stockage privé et du commerce extérieur est nécessaire, la littérature ayant permis de déterminer ces variables comme clés. Il devra par ailleurs représenter les fluctuations d'origine endogène propres aux produits agricoles. L'abondante littérature sur le modèle de stockage concurrentiel (voir partie 1) permet en effet d'affirmer que l'intervention de l'État ne peut être souhaitable que dans le cas de fluctuations d'origine endogène, puisque, dans le cas des fluctuations exogènes, l'action du secteur privé assure une situation optimale. Le modèle mondial ID3 (Boussard *et al.* 2005) présentant ces caractéristiques, a donc été adapté pour cette étude.

La région de l'Afrique sub-saharienne a été choisie comme base pour l'application empirique de ce modèle du fait de la pauvreté endémique qui y sévit. Cette région, en effet, pose tous les problèmes classiques du développement, dont elle constitue un cas d'école. On aurait pu choisir un pays ou même une province dans un pays de la région comme point d'application du modèle. Toutefois, en se plaçant à l'échelle de la région, on prend en compte la situation d'un vaste ensemble de populations. Il s'agit là, à la fois, d'un avantage et d'un inconvénient.

C'est un inconvénient parce que les populations représentées sont en réalité dans des conditions très différentes, alors qu'on ne considère que des individus moyens- les 50% les moins pauvres et les 50% les plus pauvres pour la consommation, un seul producteur représentatif par secteur et des conditions moyennes du côté de la production- et le cas très favorable où les marchés des différentes capitales régionales seraient bien intégrés. On fait donc l'impasse sur toutes ces différences, dans un modèle qui reste très « stylisé ». Mais c'est aussi un avantage parce qu'en se plaçant à cette échelle agrégée, il est possible de rendre compte de phénomènes massifs, qui concerneraient, comme invariants majeurs ces économies. On cherche ainsi à représenter, à grands traits, comme une caricature, les faits saillants de la dynamique de ces économies, sans s'attacher à leurs différences. En quelque sorte, on parie sur le fait qu'elles présentent suffisamment de traits communs pour que les résultats que l'on obtiendra au niveau de leur moyenne puissent être applicables à chacune d'entre elles prise isolément. De fait, les évolutions des revenus par tête ou de la production agricole dans chacun des pays et même des régions concernées sont assez semblables pour qu'une telle hypothèse semble raisonnable au premier abord.

Nous allons maintenant rendre compte à la fois des caractéristiques du modèle élaboré, des principaux résultats obtenus et des limites de l'analyse. La première section présente la structure générale du modèle et les équations représentant l'économie de l'Afrique Sub-saharienne (considérée comme une

région unique), le comportement des stockeurs, privés ou publics, les échanges avec l'extérieur. La seconde section présente les trois scénarios testés, discute les résultats obtenus et leur vraisemblance, ainsi que leurs implications politiques au regard de la revue bibliographique de la section précédente. En conclusion, des pistes d'amélioration de ce travail, qui pourraient faire l'objet d'une nouvelle étude, sont esquissées.

## 1. PRÉSENTATION DU MODÈLE

### 1.1 Champ géographique et nomenclature

Une seule région, l'Afrique Sub-saharienne hors Afrique du Sud, est représentée comme un ensemble économique unique en relation avec le « Reste du Monde ». Celui-ci est représenté par des prix variables de façon « exogènes » auxquels sont achetées les importations et vendues les exportations. Comme on le verra, les prix intérieurs en Afrique Sub-saharienne fluctuent à l'intérieur d'une bande de prix, définie par ceux du reste du monde, aux coûts de transport et aux « mesures aux frontières » près.

Les secteurs de l'économie sont au nombre de 24, dont 11 agricoles (cf encadré 1)

### 1.2 Vue d'ensemble

Le modèle est dérivé du modèle ID3 (Boussard, Gérard et Piketty, 2005, Boussard *et al.*, 2006), caractérisé par la prise en compte d'une dynamique récursive avec anticipations adaptatives pour les produits agricoles et l'investissement (voir plus haut, § 5.1.3). La représentation du commerce extérieur a été profondément modifiée, afin de passer d'un modèle mondial, où les exportations des uns sont égales aux importations des autres, à un modèle national où les décisions d'exportations et d'importations sont prises sur la base de la comparaison entre prix mondiaux et intérieurs. Les fluctuations d'origine exogène ont été introduites, ce modèle prend donc en compte les deux types de fluctuations, endogènes et exogènes. On utilise la base de données GTAP5, qui a pour année de référence 2004.

Il fonctionne sur un pas de temps annuel. Les producteurs maximisent leur profit sous contrainte d'une fonction d'offre, ce qui détermine l'offre de biens et la demande de facteurs de production. Les ménages épargnent une partie de leur revenu. Coté demande, ils maximisent une fonction d'utilité sous contrainte de revenu disponible pour la consommation. L'équilibre entre l'offre et la demande sur les marchés des biens et des facteurs détermine leur prix en tenant compte du commerce extérieur, les prix internationaux étant exogènes. Le budget du gouvernement vient des diverses taxes / subventions sur les activités, les revenus et les produits. L'épargne domestique et le solde de la balance commerciale déterminent le niveau d'investissement dans l'économie. La description ci-dessous s'attache aux originalités du modèle ID3 par rapport au modèle GTAP standard.

L'économie est divisée en deux modules, l'un physique, l'autre financier. Le premier module décrit le processus de production physique de biens et services, l'utilisation des facteurs de production, la distribution des revenus et la consommation. Le second décrit les opérations financières : (i) échanges de capitaux avec le reste du monde, déterminés par l'épargne domestique et le solde commercial et (ii) allocation des investissements entre les différents secteurs d'activité, en fonction des rentabilités espérées du capital et du risque associé dans les différentes branches de l'économie intérieure.

Il s'agit d'un modèle à dynamique récursive, c'est-à-dire que chaque année certains paramètres sont mis à jour en fonction des résultats de la période précédente. C'est le cas de la disponibilité en facteurs de production, des anticipations et d'une partie des revenus ainsi que de l'offre agricole domestique. Dans le **premier module « processus de production »** l'équilibre sur le marché intérieur est calculé de deux façons différentes selon qu'il s'agit ou non d'un produit agricole. Pour les produits agricoles, les décisions de

production sont prises un an avant la mise sur le marché sur la base d'anticipations sur l'espérance et la variance du prix, compte tenu des coûts de production et de l'aversion des opérateurs pour le risque. Pour les autres produits, de façon classique, l'offre est vendue immédiatement, elle se détermine donc en fonction des prix d'équilibre et il n'y a pas de possibilités d'erreur d'anticipation. Quoique discutable<sup>39</sup>, cet artifice de modélisation semble refléter une caractéristique essentielle des produits agricoles.

### Encadré 1 L'agrégation des secteurs de production

Secteurs du modèle	Secteurs de GTAP
Riz	Paddy rice + processed rice
Blé	Wheat
Autres céréales	Cereal grains nec
Fruits et Légumes	Vegetables, fruits, nuts...
Oléagineux	Oilseeds
Sucre	Sugar cane, sugar beets
Coton	Plant-based fibers
Autres cultures	Crops nec
Élevage	Bovine cattle, sheep, ... + bovine meat products
Autres produits animaux	Other animal + other animal products
Lait	Raw milk + dairy products
Industrie légère	Metal products + manufactures nec
Sylviculture	Forestry
Pêche	Fishing
Énergie-extraction-industries lourdes	Coal + oil + gas + minerals nec + Petroleum and coal products + chemical, rubber plastic products + mineral products nec + ferrous metals + metals nec
Équipement	Motor vehicles and parts + transport equipment nec + electronic equipment + machinery and equipment nec
Produits du bois	Wood products + papers products, publishing
Agro-alimentaire	Vegetable oils and fats + sugar + food products nec
Textile	Textiles + wearing apparels + leather products
Service public	Public administration, Defense, education, health
Électricité-gaz-eau	Electricity + gas manufacture, distribution + water
Transport-commerce	Trade + water transport + air transport + transport nec
Autres services	Communication + financial services nec + insurance + business services nec + recreational and other services
Construction	Construction + dwellings

**Le commerce extérieur et le stockage**, qui s'ajustent immédiatement aux prix, s'ajoutent chaque année à une offre intérieure fixée par les décisions de la période précédente.

La production agricole ainsi déterminée sur la base de prix anticipés, génère une demande immédiate en consommations intermédiaires, un niveau d'utilisation des facteurs.

Ces deux types de bien, agricole ou non agricole, font face à la même **demande**, elle-même déterminée par les revenus des ménages et les demandes d'investissement.

Les revenus des ménages sont liés à ceux des facteurs de production (terre, travail, ou capital) dont ils sont propriétaires : les pauvres représentent la moitié de la population, ils ne possèdent que leur travail

<sup>39</sup> En toute rigueur, des délais de production existent pour tous les produits, et sont à chaque fois spécifiques du produit considéré.

dans le modèle, 100% du travail non qualifié et 25% du travail qualifié<sup>40</sup>. La moitié la plus riche de la population possède les 75% restant du travail qualifié et l'ensemble de la terre et du capital. A la demande des ménages s'ajoute celle de biens d'investissement (déterminés par l'épargne) ainsi, bien sûr, que celle des stockeurs privés ou publics, nette de déstockage (Deux types de stockage ont été introduits dans le modèle, le stockage public et le stockage privé) et le commerce extérieur. L'auto-consommation n'est pas prise en compte, on suppose que l'ensemble de la demande transite par le marché.

Contrairement à ce qui était la règle dans les modèles GTAP et ID3, on a renoncé ici à utiliser les fonctions « Armington »<sup>41</sup> pour représenter le commerce extérieur. On suppose simplement que lorsque les prix intérieurs sont supérieurs aux prix internationaux, en tenant compte des coûts de transfert d'un marché à l'autre, le pays importe et que dans le cas contraire, il exporte. A l'intérieur de la bande de prix ainsi définie, le prix intérieur fluctue en fonction de l'offre et de la demande internes.

Le taux de change est exogène.

Dans le **second module** :

On déduit du module 1 le niveau des investissements pour la période suivante, somme de l'épargne domestique et étrangère. L'épargne étrangère est calculée afin de compenser le déficit ou l'excédent commercial. Du fait des exportateurs de pétrole, on a une balance commerciale initiale excédentaire pour l'ensemble de la région Afrique Subsaharienne.

Pour les produits agricoles, les résultats économiques réels de chaque branche d'activité pour la période t-1 ne peuvent être calculés qu'en fin de période t. Ce n'est donc qu'une période plus tard que la rémunération réelle du capital peut être calculée. Cela est fait de façon résiduelle, en soustrayant l'ensemble des coûts de production à la valeur de la production. La rentabilité du capital dans les différents secteurs de l'économie et le risque associé (calculé comme la différence entre la rentabilité anticipée et la rentabilité réelle) permettent d'allouer l'épargne disponible aux investissements dans les différents secteurs. A cet effet, on détermine un « portefeuille optimal » d'investissements en maximisant

---

<sup>40</sup> En réalité ils possèdent également quelques miettes de capital (le plus pauvre des pauvres possède toujours au moins une bêche ou des habits) mais c'est une représentation très stylisée qui a été choisie ici en première approximation.

<sup>41</sup> Les « fonctions Armington », du nom de l'auteur qui le premier a proposé cette solution pour la modélisation des échanges extérieurs dans les modèles d'équilibre général (Armington, 1969), sont basées sur l'idée qu'il existe une différence de nature entre deux variétés du même produit lorsqu'elles sont importées de deux endroits différents. Ainsi, dans un modèle de « la France », du « blé importé du Canada » est un produit différent du « blé produit en France » ou du « blé produit en Ukraine ». Naturellement, les différents blés sont « substituables » : il est possible, par exemple dans l'alimentation du bétail, d'utiliser du blé canadien à la place du blé français, de sorte qu'une différence de prix entre les deux conduira à utiliser une plus grande quantité du moins coûteux. Mais la substituabilité n'est pas parfaite : quelle que soit la différence de prix, il y aura des cas où l'utilisation du plus cher s'imposera pour des raisons techniques ou du fait des préférences des consommateurs. Techniquement, dans le modèle, cela signifie qu'il existe une « fonction de production » qui transforme les blés (ou tout autre produit) de différentes origines en un « produit de consommation finale blé » sur le marché intérieur.

Le procédé a l'avantage d'expliquer très simplement pourquoi, dans les statistiques douanières, on trouve à la fois des importations et des exportations du même produit, ce qui est en principe une aberration dans l'optique de la théorie standard de l'échange international: celle-ci dit que ou bien le blé est moins cher au Canada, et on en importe, ou bien il est plus cher, et on en exporte. Mais il est absurde d'à la fois importer et exporter. Ici, le blé canadien étant un produit différent du blé français, ces échanges bidirectionnels s'expliquent aisément. D'un autre côté, cette approche complique beaucoup le modèle, et pose de redoutables problèmes pour l'estimation des paramètres des fonctions qui calculent l'offre de produit de consommation finale. Elle lisse aussi énormément les fluctuations de prix. Elle était donc peu adaptée dans un modèle s'intéressant au stockage, surtout à l'échelle d'une macro-région telle que l'Afrique Sub-saharienne.

l'utilité du profit attendu pour les investisseurs, conformément à la formule élaborée il y a bien longtemps par Markovitz (1970).

On dispose ainsi d'un modèle d'équilibre général, en dynamique récursive, qui présente plusieurs originalités par rapport au modèle d'équilibre général standard : on prend en compte à la fois l'imperfection de l'information sur les marchés agricoles (cf. infra les schémas d'anticipation), la réaction des producteurs agricoles au risque et la possibilité de stockage privé. Alors que les marchés de produits non agricoles sont en équilibre, ceux de produits agricoles sont contraints par les quantités conformément à la théorie du déséquilibre.

### **1.3- Détails du modèle**

Bien évidemment, les remarques ci-dessus ne sont pas suffisantes pour rendre compte des nombreux détails qui font que ces considérations générales se traduisent dans un programme d'ordinateur susceptible de donner une solution pour chaque valeur des paramètres. Pour ne pas allonger ce document principal, ces détails sont reportés en annexe : l'annexe 2.1 est une description encore principalement « littéraire » du module 1 ; L'annexe 2.2 est son homologue pour le module 2. L'annexe 2.3 donne la liste de toutes les équations utilisées. Nous allons maintenant nous focaliser sur les résultats.

## **2 LES RÉSULTATS OBTENUS : L'IMPACT DU STOCKAGE PUBLIC DES CEREALES**

Ce modèle a été mis au point afin d'évaluer les coûts et avantages du stockage public dans une économie pauvre. Quatre scénarii sont présentés ici :

- i- « Zéro stocks » est le modèle d'équilibre général décrit ci-dessus sans stockage. Il reprend l'approche habituelle de ce type de modèle et permet de vérifier que les résultats sont conformes à ceux attendus (section 1).
- ii- Un second scénario « avec stockage privé » permet d'analyser les impacts du stockage privé sur l'économie (section 2). L'objectif des stockeurs est, conformément au modèle de stockage concurrentiel, de maximiser leur profit en achetant à bas prix des denrées qui seront revendues plus tard, à prix élevés.
- iii- Un troisième scénario « stockage public » suppose que la puissance publique garantit par des stocks un « prix plancher » aux producteurs (section 3).
- iv- Un quatrième scénario a été élaboré pour vérifier que c'est du fait d'une contrainte très serrée sur les facteurs de production que la production n'augmente pas dans le scénario « stockage public ».

Un dernier scénario étudie le cas d'une flambée des prix sur les marchés internationaux, similaire à celle de 2008-2010.

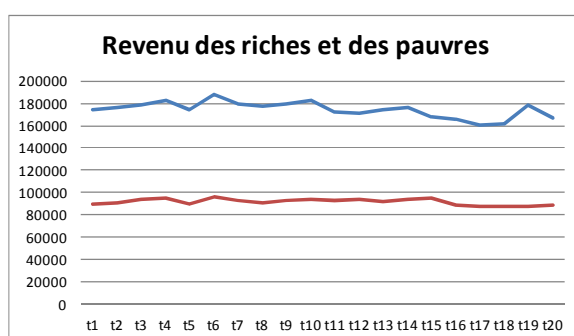
### **2.1-La situation de référence sans stockage**

La situation sans stockage sert de situation de référence, elle permet de vérifier que le modèle fonctionne bien, donne des résultats cohérents et reproduit les principaux faits stylisés observés dans la réalité.

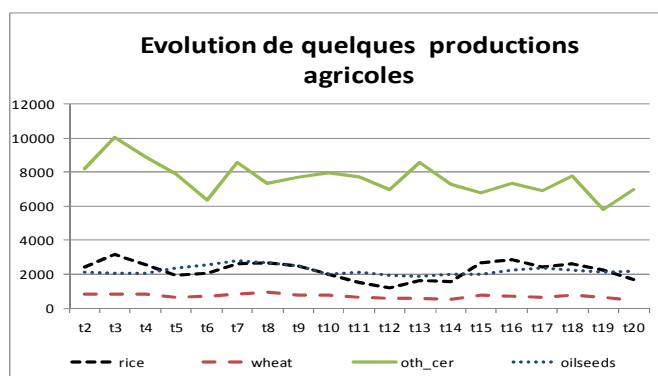
De fait, l'évolution globale des revenus réels est stagnante, comme observé en réalité. Les pauvres tirent leurs revenus du travail, tandis que les riches possèdent le capital et la terre. Les revenus des deux catégories de ménage évoluent en parallèle, sans tendance claire.

La production agricole varie en fonction des décisions des agriculteurs et des aléas stochastiques introduits sur les rendements<sup>42</sup>. Elle est en réalité relativement stable par tête, ce qu'on obtient ici (la croissance de la population n'a pas été introduite dans le modèle). L'essentiel des variations de l'offre est le résultat des décisions prises par les agriculteurs en présence d'imperfection de l'information et non des aléas, comme cela apparaît ci-dessous, en comparant les graphiques 2.2, où les aléas sont pris en compte, et 2.3, où ils ne le sont pas (Il s'agit de l'indice des niveaux de production prévus avant l'application de l'aléa).

**Graphique 2.1 : Des revenus stagnants dans la référence  
(millions de \$ au niveau de la zone)**



**Graphique 2.2 : Des niveaux de production relativement stables (millions de \$, au niveau de la zone)**

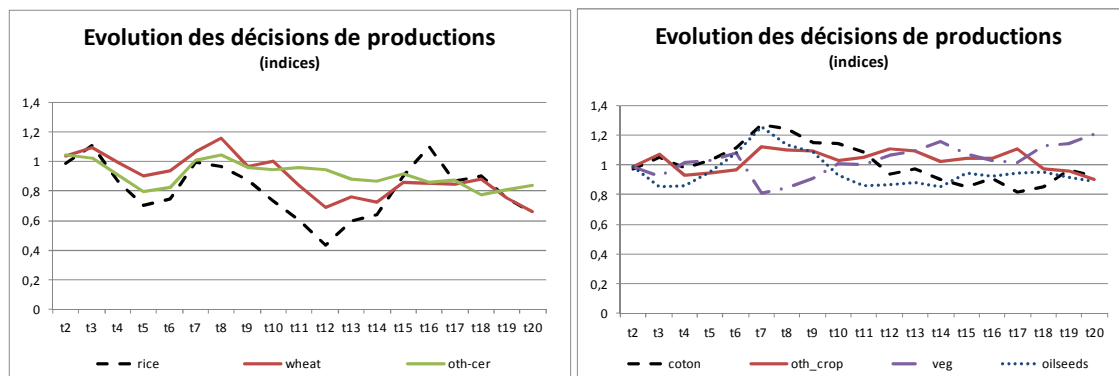


Ce modèle est ainsi à même de représenter une instabilité des prix domestiques endogène, liée aux difficultés de prévisions des prix futurs et aux réponses de l'offre qui en découlent. Les prix internationaux sont soumis à des variations stochastiques générées par une loi uniforme sur l'intervalle 0.9-1.1 pour certains produits (blé, riz..) et 0.8-1.2 pour d'autres (autres céréales, légumes etc...) afin de tenir compte de l'instabilité des prix sur les marchés internationaux.

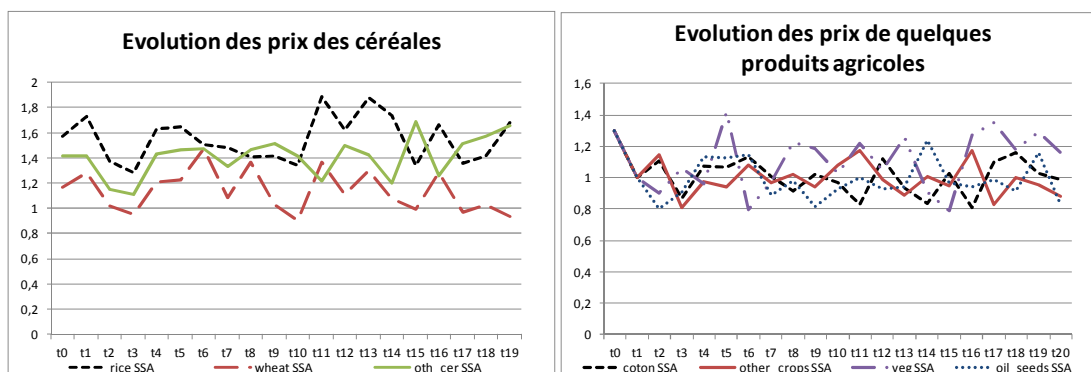
<sup>42</sup> On a utilisé pour cela des lois uniformes comprises entre 0.9 et 1.1 pour le blé et le riz, entre 0.8 et 1.2 pour les autres céréales.

Les prix sont générés par la confrontation de l'offre et de la demande intérieure à laquelle s'ajoutent les importations et exportations. Comme les prix n'étaient pas suffisamment instables avec l'hypothèse dite « Armington » sur le commerce extérieur, qui lisse énormément les séries, une nouvelle formulation où les biens produits localement ou provenant du marché extérieur sont parfaitement substituables a été adoptée (cf. section 1.2 partie II). L'instabilité est ainsi suffisante pour permettre que les activités de stockage privé soient rentables, au moins à certaines périodes.

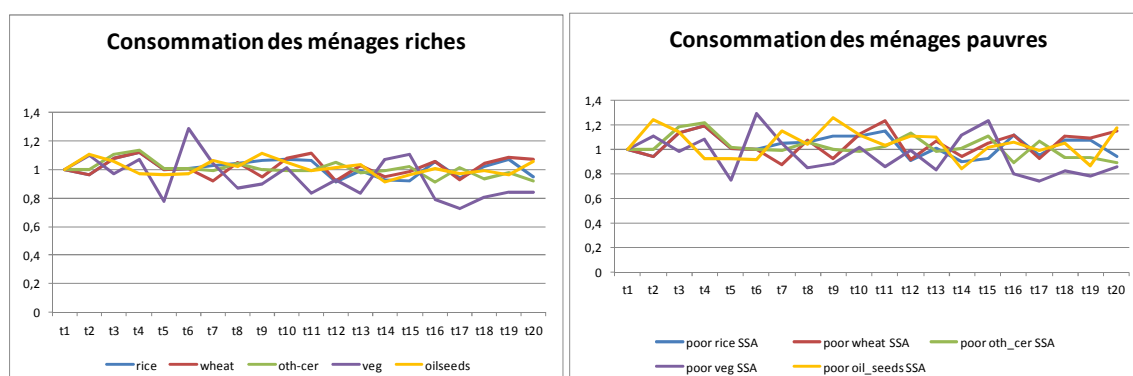
**Graphique 2. 3 : Des décisions de production<sup>43</sup> basées sur des anticipations imparfaites**



**Graphique 2.4 : Des prix reflétant une instabilité endogène**



**Graphique 2.5 : Une consommation par tête relativement stable**



<sup>43</sup> Les « décisions de production » correspondent à la production planifiée par les producteurs, et diffèrent de la production réelle par un aléa de moyenne nulle. Cf. *supra* § 1.312b



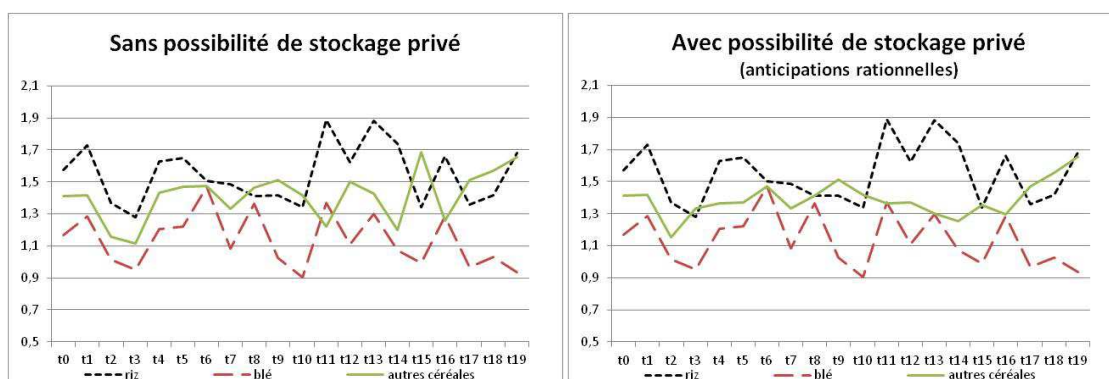
Conformément aux faits stylisés de la situation de l'Afrique subsaharienne, la consommation par tête est relativement stable, des substitutions entre produits permettent aux consommateurs de maintenir un volume global de consommation à peu près constant en dépit des hausses de prix. Dans la suite de l'analyse, on se concentrera sur la consommation en céréales des ménages pauvres, du fait de son importance dans la sécurité alimentaire.

## 2.2-Les effets du stockage privé : faible contribution à la stabilisation

On compare les deux simulations, avec et sans stockage privé, pour évaluer l'impact de ce dernier sur les prix. Dans la première, il n'y a pas de stockeurs privés, les prix des produits agricoles résultent donc uniquement de l'ajustement de l'offre, décidée l'année précédente, avec la demande courante en tenant compte des possibilités d'importations et d'exportations. Dans la seconde, on introduit la possibilité de stockage privé, les anticipations des stockeurs sont quasi-rationnelles, ils prévoient pour la période suivante un prix très proche du prix d'équilibre, calculé par itérations successives<sup>44</sup>.

Le principal résultat (graphiques 2.6 et 2.7) est que **le stockage privé stabilise peu les prix**. Pour le riz et le blé, son effet est nul. Pour les autres céréales, l'effet est significatif mais faible : le coefficient de variation du prix passe de 11,1% sans stockage, à 7,9% avec stockage privé (tableau 2.1).

**Graphiques 2. 6 : Évolution des prix des céréales sans et avec possibilité de stockage privé**



Pour expliquer ce résultat il faut revenir aux mécanismes présidant au recours au commerce extérieur et au stockage et à leurs impacts sur la formation des prix. Le commerce extérieur et les coûts de transferts d'un marché à l'autre définissent une bande de prix à l'intérieur de laquelle les prix intérieurs fluctuent librement. En effet si  $p_i$  est le prix sur le marché international,  $t$  les droits de douanes,  $c_i$  les coûts de transport, et  $p_n$  le prix national, on a des importations seulement si  $p_n \geq p_i(1+t)(1+c_i)$ . Ces importations viennent alors augmenter les quantités disponibles sur le marché et font baisser le prix domestique jusqu'à ce que  $p_n = p_i(1+t)(1+c_i)$ . Le prix des importations et les coûts de transfert entre le marché domestique et international définissent ainsi une borne supérieure pour le prix domestique. Celle-ci ne peut être dépassée sauf si les importations sont elles-mêmes bornées. Le même mécanisme définit une borne inférieure issue des coûts de transferts et du prix à l'exportation. Si le prix intérieur est plus faible que le prix international auquel on peut exporter le produit, des exportations sont réalisées, elles augmentent la demande et augmentent le prix intérieur jusqu'à ce que

<sup>44</sup> On fait tourner le modèle successivement plusieurs fois, en remplaçant à chaque nouvelle simulation les anticipations de prix des stockeurs par les prix réalisés à la simulation précédente jusqu'à ce qu'on obtienne une convergence entre prix réalisés et anticipés.

$p_n = p_i(1+t)(1+c_i)$ . Le commerce international permet ainsi une certaine stabilisation des prix. Les prix internationaux sont eux-mêmes affectés par des aléas, si bien que la bande ainsi définie, et donc la stabilisation des prix, est elle-même variable. La bande de prix est entre 1 et 1.57 pour le riz, entre 1 et 1.17 pour le blé et entre 1 et 1.41 pour les autres céréales.

C'est à l'intérieur de cette bande que le stockage privé peut stabiliser les prix. Si ceux-ci sont faibles par rapport aux prix attendus sur la période suivante et que la différence est supérieure aux coûts de stockage, le stockeur privé a une demande de stock qui augmente le prix intérieur jusqu'à ce que son anticipation  $p_f$  pour le prix futur augmentée des coûts de stockage  $c_s$  vienne à être égale au prix actuel :  $p_f - c_s = p_n$ .

Mais ce mécanisme est en interaction avec celui sur le commerce extérieur. Si l'on a :  $p_f - c = p_n > p_i(1+t)(1+c_i)$  le stockeur espère un prix pour la période suivante qui couvre son prix d'achat et le coût de stockage, si bien qu'il stocke. Mais le prix d'équilibre est supérieur aux prix des importations (taxes et cout de transport compris), si bien qu'il importe pour stocker. La demande de stockage ne permet alors pas d'avoir un impact à la hausse sur le prix domestique.

Un tel mécanisme est logique et confirme l'importance des liens entre commerce et stockage, largement souligné dans la revue de la littérature<sup>45</sup>.

Trois éléments expliquent donc la faiblesse de la stabilisation des prix domestiques par le stockage privé, (i) l'importance des coûts de stockage<sup>46</sup>, (ii) le rôle du commerce extérieur dans la stabilisation des prix domestiques à l'intérieur d'une bande de prix, (iii) le fait que l'objectif des stockeurs n'est pas la stabilisation des prix mais le profit associé à un achat à prix faibles pour une revente à prix plus élevés.

Ainsi, dans les simulations analysées ici, **l'essentiel de la stabilisation est réalisée par le commerce extérieur qui assure un prix plancher à la parité export et un prix plafond à la parité import et non par le stockage. Comme les prix internationaux sont instables, et que la bande de prix est relativement importante, cela ne stabilise pas beaucoup les prix internes.** Ce résultat est conforme à la littérature : le commerce extérieur est plus efficace pour stabiliser les prix que le stockage, mais ne les stabilise que dans la mesure où les prix extérieurs sont stables (partie I).

Du fait de la faiblesse des impacts du stockage sur les prix intérieurs, les conséquences sur l'offre sont également limitées. On observe toutefois une légère augmentation de la production du secteur autres-céréales (Graphique 2.8).

Les impacts sur la dynamique des importations sont plus importants, celles-ci sont beaucoup plus instables avec la possibilité de stockage privé (Graphiques 2.9). Cela s'explique par le fait que les stockeurs importent pour stocker, et revendre avec un bénéfice à la période suivante. Lorsque l'on somme sur les 20 ans de simulations, elles sont équivalentes en volume pour le riz et le blé dans les deux scénarios. Pour les autres céréales, les importations accumulées sur 20 ans diminuent de 20% lorsqu'il y a possibilité

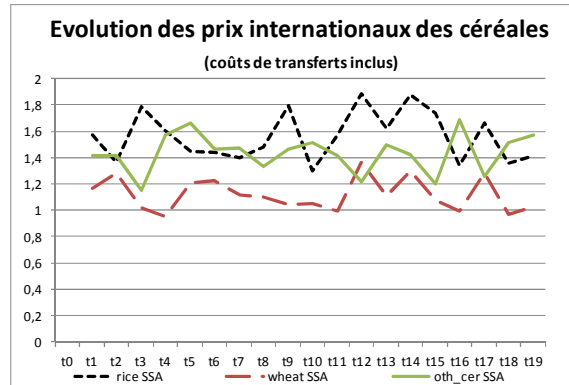
---

<sup>45</sup> L'impact du stockage sur la stabilité des prix domestiques serait plus important si l'on avait considéré que le prix international variait en fonction de la demande d'import. Mais cela revient à faire l'hypothèse que les importations de l'Afrique Sub-saharienne sont suffisamment importantes pour avoir un impact sur les prix mondiaux (hypothèse grand pays), ce qui ne semble pas vérifié dans la réalité.

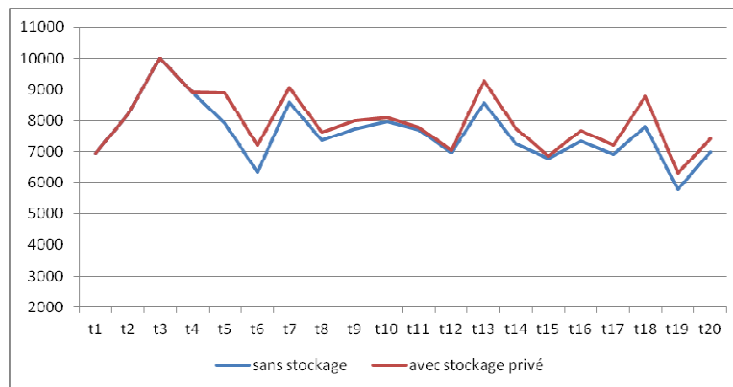
<sup>46</sup> Les coûts de stockage ont été fixés à 10%, ce qui semble peu important dans le contexte de l'Afrique Sub-saharienne (on trouve des ordres de grandeurs de 25% lorsqu'on interroge les populations) mais représente beaucoup plus que les 2 à 5% supposés dans la plupart des études (Brennan 2003).

de stockage privé par rapport à la situation sans. Ainsi, du fait du stockage, la répartition dans le temps des quantités disponibles permet des importations globalement plus faibles, même si elles sont plus instables. De nouveau se trouve mise en lumière l'importance des liens entre stockage et commerce.

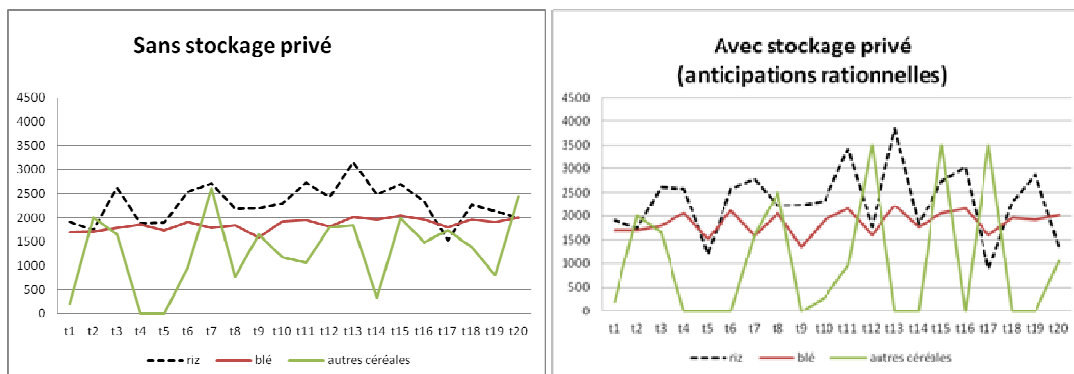
**Graphiques 2.7 - Prix internationaux**



**Graphique 2.8 : Évolution de l'offre du secteur autres-céréales avec et sans stockage privé**



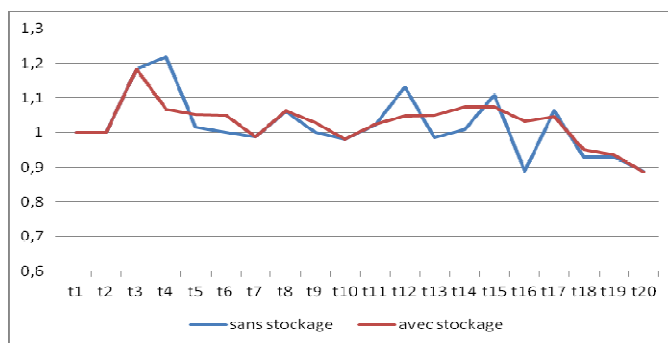
**Graphiques 2.9 : Évolution des importations de céréales sans et avec stockage privé**



Comme il y a finalement peu d'impacts sur les prix et peu d'impact sur les quantités disponibles, les impacts du stockage privé sur la consommation des ménages sont très faibles. La consommation accumulée des ménages pauvres sur les 20 périodes de simulation est stable (croissance de 0,006 % pour

« autres céréales » par rapport à la situation sans stockage privé). La consommation est tout de même un peu lissée par l'introduction du stockage privé (graphique 2.10).

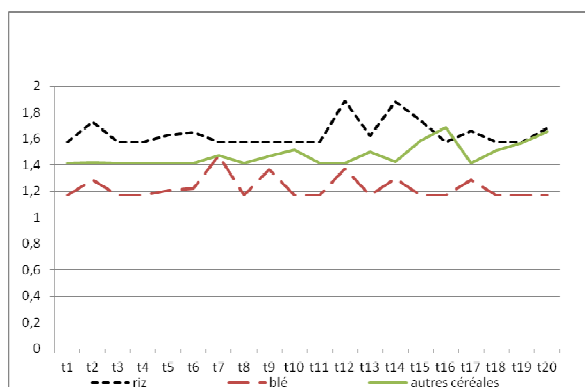
**Graphique 2.10 : Indice de consommation d'autres céréales des ménages pauvres avec et sans stockage privé.**



### 2.3 - Les effets du stockage public : stabilisation sans croissance de l'offre

L'introduction d'un stockage public, visant à garantir un prix plancher, permet d'obtenir des prix beaucoup plus stables (graphique 2.11) :

**Graphique 2.11 : Prix des céréales avec stockage public (prix garanti)**



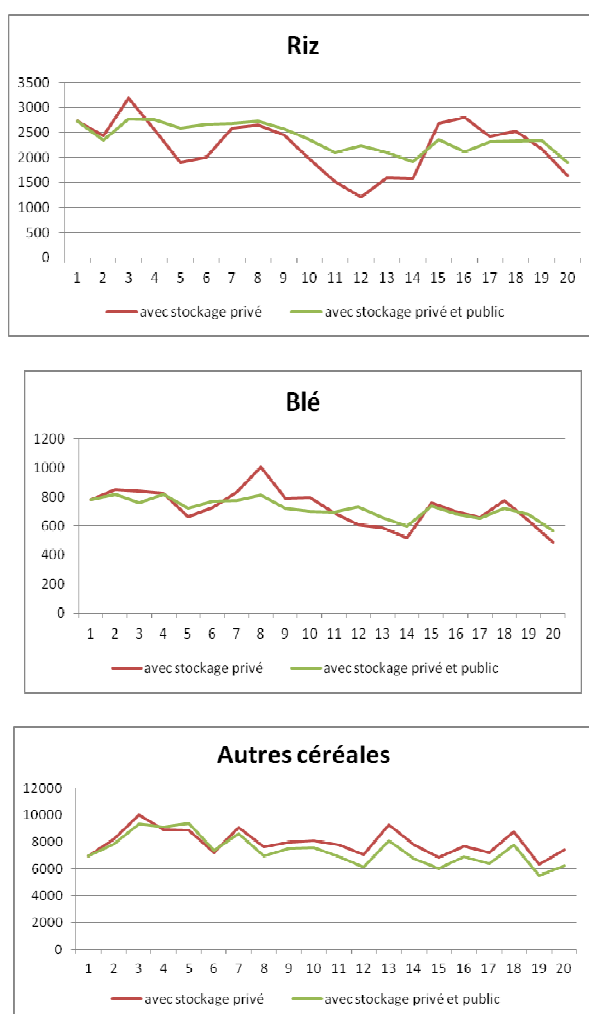
Il est toutefois nécessaire d'ajouter à ce mécanisme une régulation sur le commerce extérieur. En effet, en son absence le modèle cherche à stabiliser les prix internationaux lorsque ceux-ci sont inférieurs au prix d'intervention. Il est donc nécessaire d'interdire le recours aux importations lorsque le prix domestique est inférieur au prix plancher, cela peut être réalisé par des taxes variables sur les importations. Les prix sont alors toujours au dessus du plancher et ainsi partiellement stabilisés: les coefficients de variation des prix du riz, du blé et des autres céréales passent ainsi respectivement à 6%, 7,3%, et 5,9 % alors qu'ils étaient de 11,8%, 14,6% et 11,1% sans stockage et de 11,8%, 14,6% et 7,9% avec stockage privé seul. Le niveau moyen des prix est légèrement plus élevé (Tableau 2.1).

La production de céréales est peu affectée par cette stabilisation, les séries du riz et du blé fluctuent moins d'une année sur l'autre mais il n'y a pas de tendance à la croissance de celles-ci (Graphiques 2.12). Pour le riz, l'offre se maintient à un niveau sensiblement supérieur avec l'intervention publique mais

l'effet est inverse pour les autres céréales, le stockage public ayant plutôt un effet déprimant sur l'offre. Il y a donc un effet de substitution au niveau de l'offre entre les différentes cultures. Alors qu'on attend généralement, lorsque les producteurs sont averses au risque, que la production augmente suite à une stabilisation des prix, le modèle semble ici trop contraint par la disponibilité en facteurs de production pour augmenter l'offre de céréales. C'est pourquoi lorsque le riz augmente on assiste à une baisse des autres céréales. Afin de vérifier cette hypothèse, une simulation supplémentaire a été réalisée où l'on augmente le capital disponible. Ses résultats seront discutés dans la section suivante.

Comme les prix sont stabilisés à un niveau élevé, et qu'il n'y a pas d'impact sur les revenus, il n'y a pas non plus d'impact positif significatif sur les consommateurs : la consommation est plus stable mais elle est en moyenne un peu plus faible (Graphiques 2.13) car les prix sont en moyenne un peu plus élevés (tableau 2.1).

**Graphiques 2. 12: Production de céréales avec stockage privé seul et avec stockage privé et public**

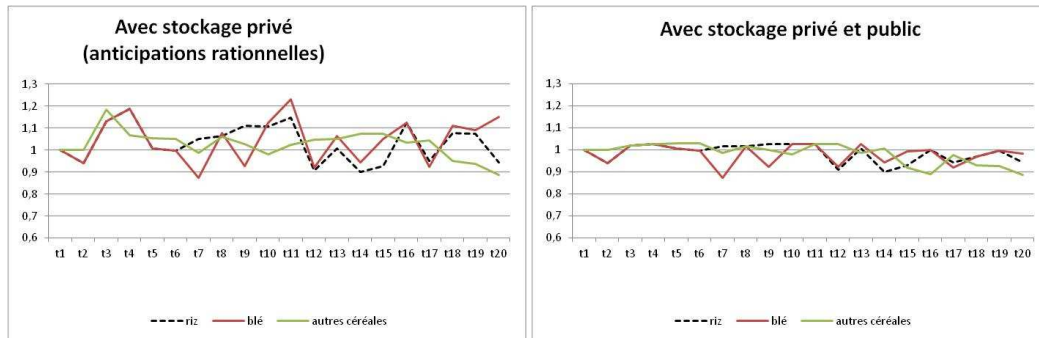


A nouveau cette situation provient du fait que les investissements dans le secteur agricole restent insuffisants pour stimuler l'offre malgré la stabilisation des prix.

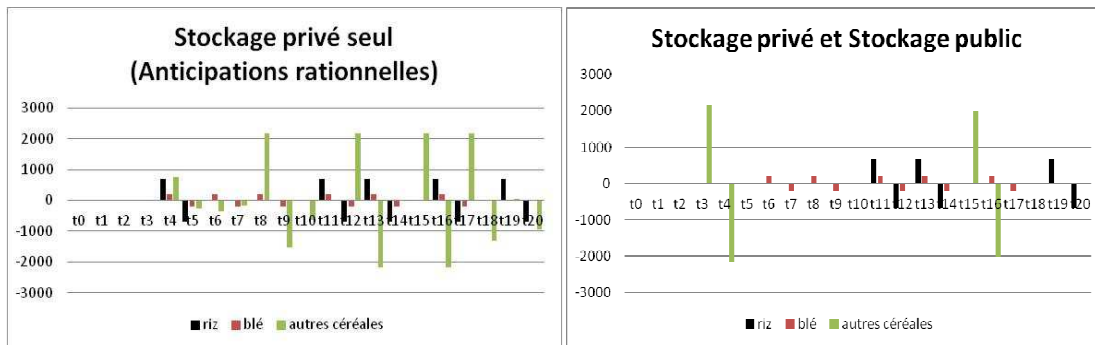
Il n'y a que très peu de stocks publics dans cette dernière simulation : le gouvernement n'utilise cette solution que sur trois périodes pour le secteur « autres céréales ». Le prix intérieur est donc essentiellement stabilisé par les taxes variables sur les importations, ce qui est logique dans le cas d'une position généralement importatrice et en l'absence de réponse de l'offre.

La stabilisation des prix a un effet d'éviction significatif sur le stockage privé, conformément aux résultats de la littérature (Graphiques 2.14). Le stockage privé ne peut effectivement être rentable que si les prix sont suffisamment fluctuants, la mise en place d'un prix plancher empêche les stockeurs d'acheter à bas prix et diminue considérablement le nombre de cas où le stockage est rentable.

**Graphiques 2.13 : Consommation de céréales des ménages pauvres avec stockage privé seul et stockage privé et public associés**



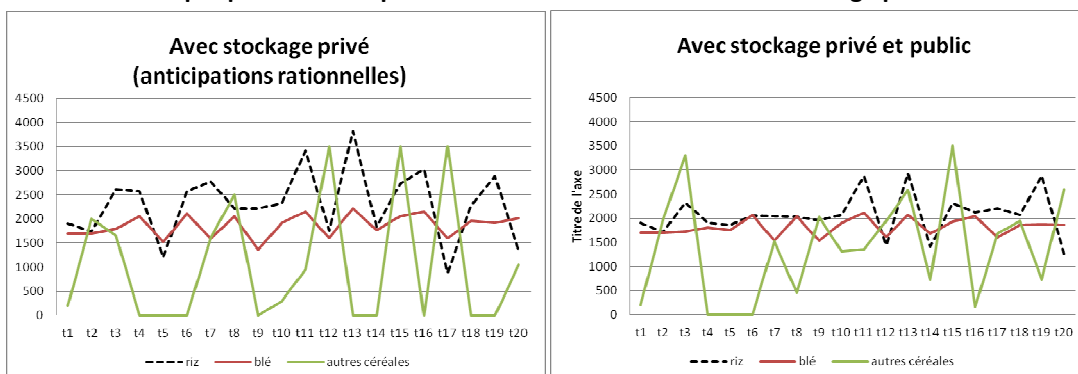
**Graphiques 2.14 : Variations de stocks privés avec ou sans stockage public.**



Les importations de céréales sont fortement affectées par le stockage public : elles baissent de 11% pour le riz et de 5% pour le blé, elles augmentent de 35% pour les autres céréales. Ceci est le résultat de l'évolution des productions.

Comme expliqué précédemment (partie II section 1.2) lorsque le stockage public est nécessaire pour maintenir les prix au dessus d'un plancher, on interdit les importations. En l'absence d'une telle mesure, le modèle stocke des importations lorsque le prix intérieur est supérieur au prix international, cherchant ainsi à stabiliser le marché international. Avec cette règle, il y a besoin de très peu de stockage public. **On confirme ainsi que la stabilisation est plus facilement obtenue par le recours aux taxes variables sur les importations que par des stocks publics dans le cas de pays importateurs.**

**Graphiques 2. 15 : Importations de céréales avec ou sans stockage public**



Finalement, les résultats obtenus sont peu favorables au stockage public (Tableau 2.1). Si celui-ci stabilise effectivement les prix, cela a peu d'impacts positifs sur l'offre de céréales et encore moins sur la croissance économique globale. Trois raisons principales expliquent ce résultat :

- Conformément à l'analyse du *World development report* de 2008, la faiblesse des investissements agricoles dans les pays les plus pauvres depuis plus de 25 ans, a conduit à une situation où l'agriculture est extrêmement contrainte par l'absence de capital. La section suivante teste les impacts du desserrement de cette contrainte.
- L'agrégation choisie, en deux types de ménages seulement, ne reflète pas l'insécurité alimentaire chronique des « très pauvres ». Ceux-ci dépensent 80% de leur budget en produits alimentaires et sont très sensibles aux variations de prix, mais ils sont mélangés avec d'autres ménages « moins pauvres ». Afin d'évaluer les impacts du stockage public sur les possibilités de gestion des crises alimentaires, la section 5 étudie le cas d'une flambée des prix internationaux similaire à celle de 2008.

**Tableau 2.1. Synthèse des résultats des scénarios simulés par le modèle d'équilibre général calculable de l'Afrique Sub-saharienne**

	Sans stockage		Avec stockage privé		Avec stockage privé et public	
	Moyenne	Coefficient de variation (%)	Moyenne	Coefficient de variation (%)	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Prix du riz	1.55	11.8	1.55	11.8	1.64	6
Prix du blé	1.14	14.6	1.14	14.6	1.22	7.3
Prix des autres céréales	1.41	11.1	1.39	7.9	1.47	5.9
Revenus des ménages riches	174296	4	174539	4	174327	4.1
Revenus des ménages pauvres	91736	2.9	91935	2.8	91387	2.9
Importations de riz	2289	17.3	2311	31.8	2071	22
Importations de blé	1864	6.6	1864	13.2	1825	10.1
Importations des autres céréales	1296	59.3	1039	126.7	1403	78.4

- Enfin l'agrégation des pays en une seule région « Afrique Sub-saharienne » en fait une zone hétérogène, où les céréales ne représentent qu'une faible part du PIB (moins de 4%). Il est dès lors logique que l'intervention limitée à ce secteur ne constitue pas un levier suffisant pour générer un cercle vertueux de croissance.

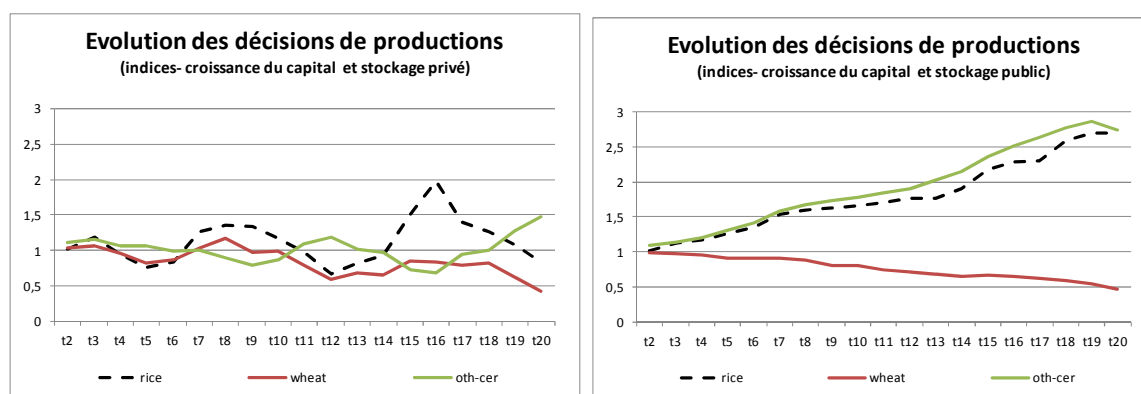
#### **2.4-Stockage public et accroissement de capital combinés : une réelle augmentation de la production**

A la suite des résultats de la section précédente, un quatrième scénario a été élaboré pour vérifier l'hypothèse selon laquelle une contrainte trop importante sur les facteurs de production expliquait les résultats décevants du stockage public. On ajoute dans les deux scénarios précédents « avec stockage

privé uniquement » et « avec stockage privé et public », une croissance annuelle de 10% du capital dans les secteurs riz et autres céréales. Le blé a été exclu afin de permettre une comparaison entre la situation « avec » et « sans » capital additionnel. On constate que la production du riz et des « autres céréales » augmente fortement dans la simulation « avec stockage public » alors que ce n'est pas le cas dans le scénario avec croissance du capital et « stockage privé uniquement » (Graphiques 2.16). Un tel scénario sortait du cadre de la présente étude, il n'est réalisé ici que pour confirmer que l'absence de réponse de l'offre provient bien du fait que le modèle est trop contraint pour répondre à la stabilisation.

Comme la stabilisation des prix se fait à un niveau de prix élevés, les bénéfices pour les consommateurs restent faibles. Toutefois la consommation est beaucoup plus stable : les baisses de consommations sont extrêmement rares et les plus importantes atteignent moins de 3%.

**Graphiques 2.16 : Évolution de la production avec et sans stockage public lorsque du capital est injecté**



**a) Stockage privé uniquement**

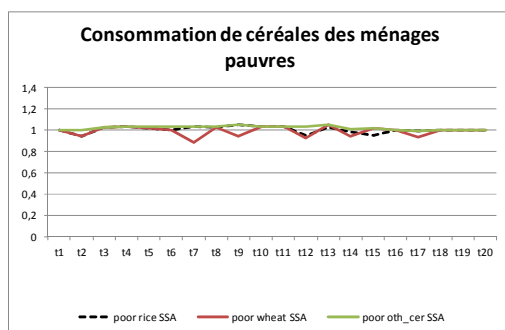
**b) Avec stockage public**

Une possibilité pour accroître les gains des consommateurs pauvres serait de profiter de la diminution du risque auquel les producteurs sont soumis pour diminuer le niveau de prix garantis. C'est ce qui a été testé ci-dessous, avec une baisse progressive des prix planchers de 15%. La croissance de l'offre est moins importante mais la sécurité alimentaire des consommateurs pauvres est nettement améliorée (Graphique 2.18). En effet la consommation globale de céréale augmente d'environ 10% tandis que l'occurrence de crise alimentaire (définie comme une déviation de plus de 5%) disparaît.

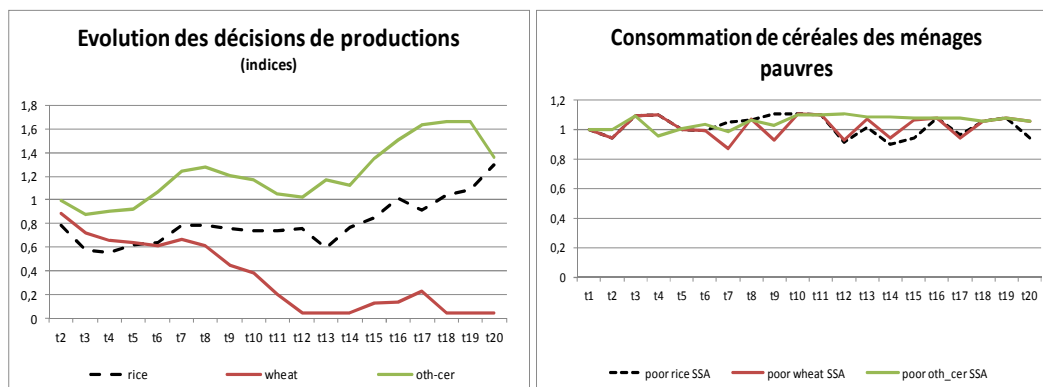
Si cette baisse des prix à la consommation a des impacts positifs sur les consommateurs pauvres, elle souligne aussi que le mécanisme attendu de croissance des revenus, générée par la croissance de l'offre, ne peut être enclenché dans cette version du modèle. En effet, finalement nous n'avons pas réussi à faire émerger un cercle de croissance dans aucun des scénarii testés. Dans ces conditions, seule la baisse des prix peut permettre une amélioration de la sécurité alimentaire.



**Graphiques 2.17 : Consommation des ménages pauvres en céréales vec stockage public et injection de capital**



**Graphiques 2.18 : Évolution de la production et de la consommation des ménages pauvres en céréales lorsque du capital est injecté et les prix garantis progressivement diminués de 15%**



## 2.5-Stockage public avec investissement et crise alimentaire

Suite à la crise de 2008 sur les marchés internationaux et à ses conséquences sur l'insécurité alimentaire, de nombreux travaux ont été réalisés, à la fois sur les causes de la flambée des prix, les risques d'occurrence de telles crises dans les années à venir, les possibilités de réponse des États et la résilience des économies pauvres à de tels chocs (cf. supra, Partie I). Des propositions de mise en place de stockage régional ont été avancées. Les mécanismes à l'œuvre dans de telles circonstances sont complexes et l'outil développé dans cette étude permet de les étudier finement et d'évaluer leurs impacts sur la sécurité alimentaire des consommateurs pauvres.

Les simulations analysées sont similaires à celles de la section précédente. Elles supposent une injection annuelle de capital égale à 7% du capital existant, sur toute la période pour le riz, et pendant 10 ans pour les « autres céréales »<sup>47</sup>. Les prix internationaux sont exogènes, identiques à ceux des sections

<sup>47</sup> De multiples essais ont été réalisés pour choisir cette situation. Il s'agit à la fois d'avoir une réponse de l'offre suffisante et de rester dans des coûts abordables. La période de 10 ans d'injection de capital pour les autres céréales correspond au temps nécessaire pour devenir largement autosuffisant, tout en limitant les dépenses associées à un stockage public permanent. Il faut 20 ans, l'ensemble de la simulation, pour en arriver au même point pour le riz. Dans ces conditions les dépenses publiques (coût de stockage et d'investissement) restent inférieures à 12% des dépenses publiques totales initiales. On suppose un financement extérieur.

précédentes à ceci près qu'une flambée des prix intervient sur les périodes 10, 11 et 12. Elle prend la forme d'un coefficient multiplicateur que l'on applique sur le prix international. Elle touche le riz et les autres céréales selon le schéma suivant (Tableau 2.2). Son impact sur les prix frontières est donné graphiques 2.21.

Deux simulations sont réalisées, l'une ne comprend aucune intervention publique, seul le stockage privé peut stabiliser les prix. Les stockeurs ont des anticipations rationnelles, parfaites à chaque période, pour la période suivante, sauf pendant la flambée des prix qui n'est pas anticipée. Dans l'autre des prix minimum garantis pour les 3 céréales représentées dans le modèle (blé, riz, autres céréales), sont introduits. Comme dans les sections précédentes, ils sont obtenus par stockage public et taxes variables sur les importations lorsque le stockage est nécessaire. Comme il s'agit cette fois non pas d'éviter les chutes de prix mais de limiter les impacts d'une flambée des prix internationaux, les stocks publics sont remis sur le marché la période suivante, ce qui diffère de l'hypothèse des sections précédentes.

**Tableau 2.2 : Déroulement de la flambée des prix**

Période	Coefficient multiplicateur	
	Du riz	Des autres céréales
T10	3	2.5
T11	1.5	1.3
T12	2.5	2

Le fait de placer la flambée des prix internationaux entre les périodes 10 et 12 permet d'examiner une situation dans laquelle les stocks publics sont pleins pour le produit « autres céréales » et donc où une protection du marché intérieur est possible. Ce n'est pas le cas pour le riz car, comme on l'a vu précédemment, les politiques qui permettent de diminuer les importations en appliquant des taxes variables aux frontières permettent de stabiliser les prix sans recours au stockage public lorsque le pays considéré est toujours importateur du produit en cause. Dans cette situation, il n'y a pas de stocks publics de riz (Graphique 2.19) et la croissance de l'offre intérieure de riz se traduit par une baisse des importations

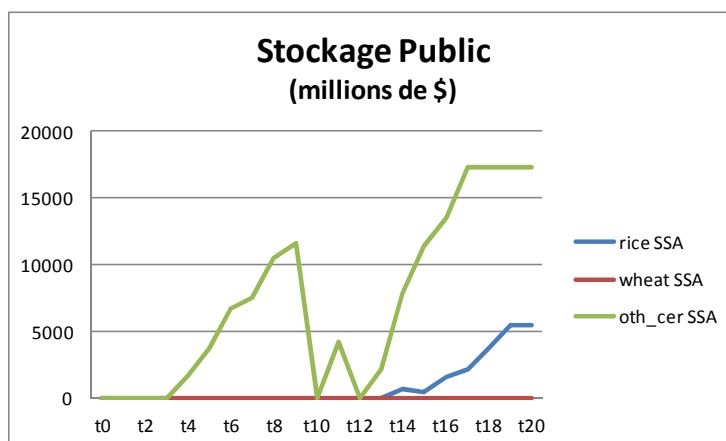
La flambée des prix internationaux, similaire dans les deux simulations, se transmet sur le marché intérieur, mais de façon moins prononcée dans le cas « avec stockage public » et ce pour les deux produits concernés, autres céréales et riz (Graphique 2.20). L'évolution des prix internationaux, à la frontière, est exogène et commune aux deux simulations, les prix à l'importation et à l'exportation diffèrent par les coûts de transports et les droits de douane aux frontières (Graphique 2.21).

On analyse successivement les évolutions intérieures des prix des deux produits subissant la hausse internationale : les « autres céréales » et le riz.

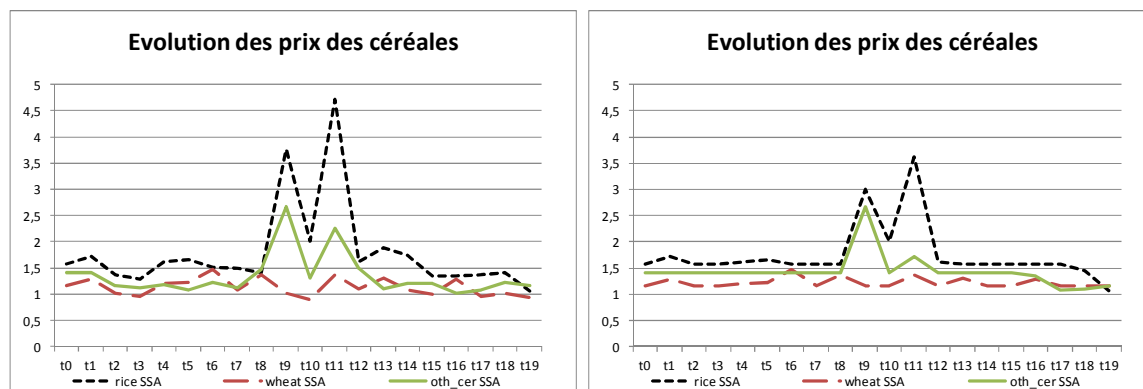
Lors du premier pic de prix pour le produit « autres céréales » (T10), l'intégralité de la hausse de prix international est transmise au marché domestique dans les deux simulations. Comme dans les deux cas, la région devient exportatrice, c'est le prix parité export (qui passe à 2.7) et non le prix parité import (qui est

à 3.8) qui s'applique. Pourtant, dans la simulation « avec intervention » les stocks publics sont pleins. En réalité, du fait de la hausse des prix internationaux ces stocks sont intégralement exportés. On retrouve le résultat précédent sur les importations : en l'absence de taxes variables aux exportations on ne peut maintenir un prix intérieur stable à l'aide d'un stock public en cas de flambée extérieure des prix. En effet, il est plus rentable pour les exportateurs comme pour la Puissance Publique, de vendre le produit sur le marché international.

**Graphique 2.19 - Évolution des niveaux de stocks publics pour les céréales**



**Graphiques 2.20 - Transmission d'un choc exogène en périodes 10 à 12 sur les marchés intérieurs avec et sans stockage public**

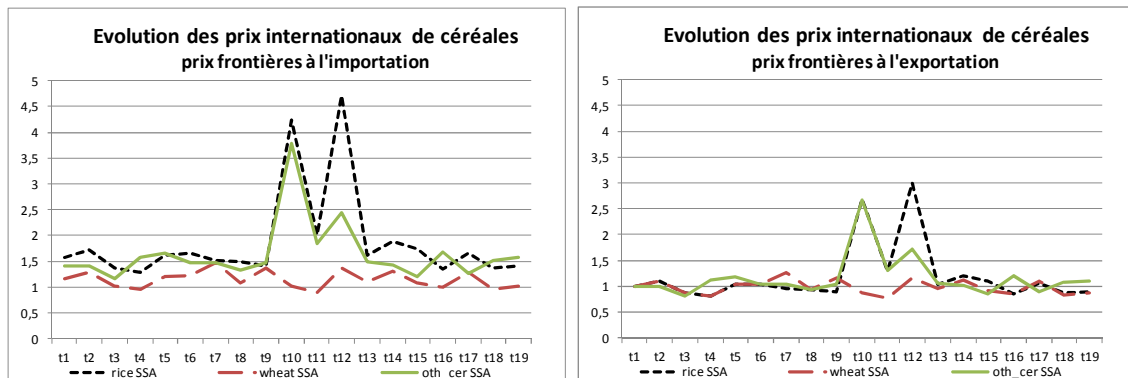


**a- Sans intervention**

**b- avec stockage public**

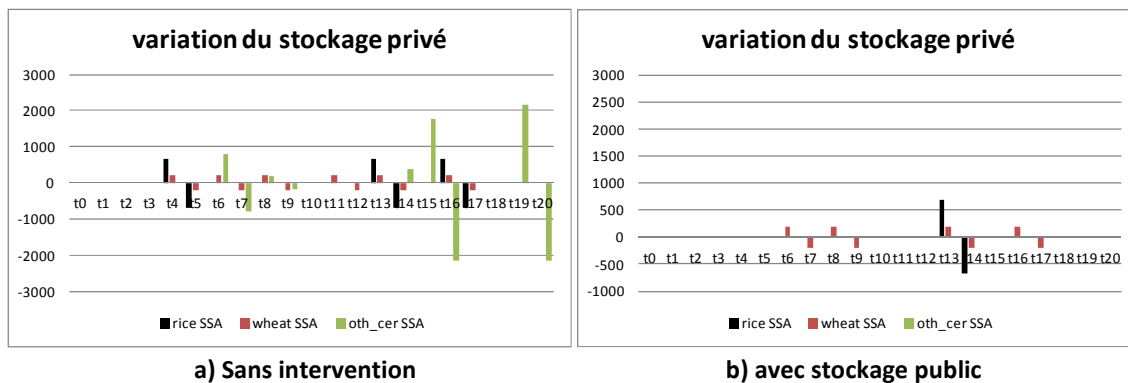
Par contre la situation est différente en T12 pour les autres céréales. Dans la simulation « sans intervention publique », la transmission de la hausse semble presque aussi importante qu'en T10, alors qu'elle est presque inexistante dans la simulation avec stockage public. En fait ce second choc sur les prix internationaux est moins important et le prix domestique se trouve de nouveau à la parité-export (soit 1.7) dans la situation avec stockage public. Comme dans le cas du premier choc les stocks publics sont exportés. Par contre le prix se trouve à la parité imports dans le cas « sans intervention publique » et donc à un niveau bien plus élevé (soit 2.4).

**Graphiques 2.21- Évolution des prix internationaux dans les deux scénarios**



Dans le cas du riz, les mécanismes sont différents car il n’y a pas de stocks publics (graphique 2.19). On constate pourtant de nouveau des pics moins marqués dans la situation « avec intervention publique ». Dans cette simulation, les prix sont dans la « bande de prix » définie par l’écart entre la parité import et la parité export, la région n’exporte, ni importe du riz. Elle subit pourtant la contagion de la hausse des prix extérieure car la bande de prix varie avec les prix extérieurs. La hausse est ainsi importante : les prix qui étaient stabilisés à 1.57 passent à 3 en T10 et à 3.6 en T12. La situation est toutefois pire dans la situation « sans intervention » les prix du riz sont dans la bande (soit 3.7) mais à un niveau plus élevé car l’offre intérieure est moins importante en T10. En T12, la région doit importer et le prix passe donc à la parité import (soit 4.7).

**Graphiques 2.22- Variation du volume de stockage privé**



**a) Sans intervention**

**b) avec stockage public**

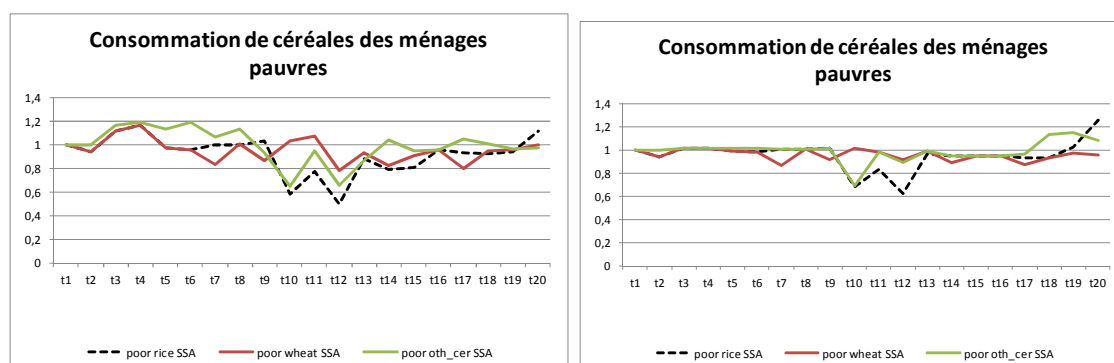
Comme on a supposé que la flambée des prix n’était pas anticipée par les stockeurs privés, le stockage n’a pas d’effet stabilisateur. Ces résultats sont évidemment très sensibles aux anticipations des stockeurs, si la flambée est parfaitement anticipée les fluctuations de prix sont amorties.

Dans les deux scénarios, la flambée des prix internationaux se traduit par une forte crise alimentaire comme en témoigne les niveaux de consommation des ménages pauvres (Graphique 2.23).

Si l’on prend comme seuil d’insécurité alimentaire, une déviation de plus de 5% de la consommation totale de céréale, 5 périodes (T10 à T13 et T15) sont concernées. Dans deux d’entre elles (T10 et T12), la déviation dépasse 30%. La situation est moins dramatique dans la simulation avec stockage public, seulement 2 périodes (T10 et T12) sont caractérisées par l’insécurité alimentaire et la déviation de la consommation de céréale est moins importante (27% et 17% respectivement). Il faut cependant

remarquer que, la stabilisation des prix étant réalisée à un niveau élevé, la consommation de céréales des ménages pauvres avant la flambée est plus importante dans la situation « sans intervention ».

**Graphiques 2.23- Évolution de la consommation des ménages pauvres dans les deux scénarios**



**a) Sans intervention**

**b) Avec stockage public**

En fait le déstockage public permet surtout des exportations des autres céréales. Ce faisant, il fixe les prix à leur plancher, la parité export. On a ainsi contagion entre la flambée des prix extérieure et le marché intérieur et on n'évite pas une crise alimentaire grave (plus de 25% de déviation de la consommation en T10) en dépit de l'importance des stocks publics. Ceux-ci sont finalement mis à la disposition du RDM, aux dépens des consommateurs nationaux qui les ont financés.

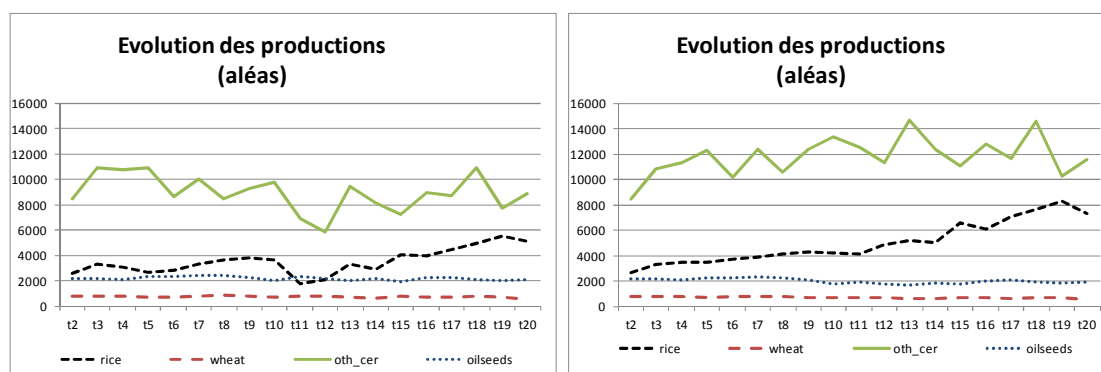
Il semble que ce type de résultat, qui découle directement de la théorie du commerce international, devrait être mobilisé pour la discussion au sein de l'OMC sur les interdictions d'exportation. On retrouve ainsi un résultat symétrique au cas des importations. **Si on ne met pas en place de taxes variables permettant d'interdire les exportations ou les importations en cas de fortes variations des prix sur les marchés internationaux, on a contagion des variations extérieures sur les prix domestiques. Le stockage public, pour stabiliser les prix doit être associé à des mesures sur le commerce extérieur.** D'un autre côté, les effets déstabilisateurs de telles mesures sur les marchés internationaux sont bien connus et sont confirmés par la partie 3. Actuellement, les règles en vigueur à l'OMC contraignent très fortement ces deux grands types d'intervention (stockage et droits de douane variables).

C'est bien ce qu'on observe dans le scénario de flambée des prix analysé ici, aucune mesure d'interdiction sur les exportations n'est introduite et on a donc contagion de la flambée internationale sur le marché domestique. Toutefois dans le cas du scénario de « stockage public avec injection de capital » on est passé à une situation où l'offre est plus abondante (graphiques 2.24), il est alors plus facile de gérer la flambée des prix internationaux.

Lors du second choc on est ainsi au prix parité export dans le cas avec stockage public et à la parité import dans le cas sans intervention. La crise alimentaire est ainsi amoindrie.

Ces résultats sont favorables au stockage public, mais la politique est très coûteuse, au moins certaines années. On suppose que la politique d'investissement qui est commune aux deux scénarios et se traduit par la croissance du capital dans les secteurs riz et autres céréales, est financée par de l'aide extérieure, conformément aux engagements répétés de la communauté internationale, peut-être dans les cadres des financements de « l'adaptation au changement climatique ». Elle coûte en moyenne 9% des dépenses publiques les 10 premières années, puis 4% les 10 suivantes. En outre, on suppose ici que les investissements réalisés sont efficaces.

**Graphiques 2.24- Évolution de la production de céréales dans les deux scénarios**



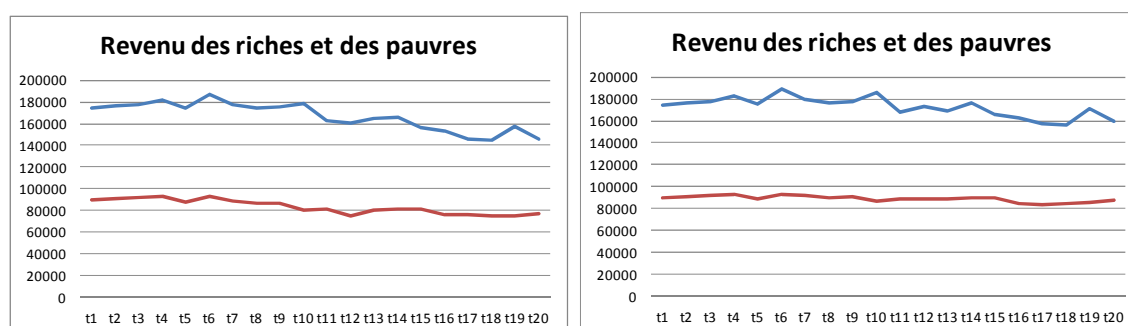
**a) Sans intervention**

**b) Avec stockage public**

Le coût du stockage public est très variable selon les années : il peut coûter jusqu'à 46% du budget public mais ramener les mêmes sommes lors de la flambée des prix internationaux. La dépense totale sur les 20 ans de simulations représente 70% du budget de l'année initiale. Si la dépense moyenne est donc tout à fait raisonnable, l'accès à un budget flexible et important, déjà souligné lors de l'étude GREMA (Gerard *et al.* 2011), est essentiel à la réussite de ce type de politique.

Si le scénario avec injection de capital et stabilisation des prix permet une forte augmentation de l'offre de céréales, et ainsi d'amoindrir les effets négatifs d'une flambée des prix internationaux, il ne constitue pas un levier suffisant pour engendrer un processus de croissance. Le capital injecté permet d'augmenter l'offre mais pèse plutôt à la baisse sur la rémunération des facteurs de production (travail et capital) puisque l'offre en est plus importante. Comme déjà souligné, on cherchait à enclencher par ces mesures un cercle vertueux de sortie de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire par croissance de la productivité du travail (Timmer 2000). Un tel mécanisme n'apparaît pas dans les simulations. En fait, il semble que ce phénomène s'explique au moins partiellement par l'agrégation des nations. En agrégeant toute l'Afrique Sub-saharienne, hors Afrique du Sud, on mélange de grands exportateurs d'énergie avec des pays disposant de peu de ressources naturelles. On inclut ainsi des économies très différentes. Dans la région ainsi représentée, l'agriculture ne représente que 20% du PIB et les céréales moins de 20% du PIB agricole. Finalement les 3 céréales sur lesquelles nous avons concentré les efforts ne représentent que 3.7% du PIB global. Les résultats seraient sans doute différents dans des pays encore largement agricoles comme le Sénégal, le Burkina-faso ou le Mali où la part de l'agriculture dans le PIB est beaucoup plus importante, comme la part des céréales dans la valeur ajoutée agricole.

**Graphiques 2.25- Evolution des revenus dans les deux scénarios**



**a) Sans intervention**

**b) avec stockage public**

## CONCLUSION DE LA SECONDE PARTIE

Dans cette partie, nous avons élaboré un modèle d'équilibre général calculable dynamique de l'Afrique Sub-saharienne afin d'évaluer les impacts sur le bien-être des populations de la mise en place d'un stockage public pour les céréales. Conformément à la revue de la littérature de la partie I, l'idée était à la fois d'évaluer ces impacts à partir d'un modèle d'équilibre général, afin d'être à même de prendre en compte les effets sur la croissance économique globale de nations pauvres, et de représenter l'imperfection de l'information et ses conséquences pour les producteurs agricoles, élément reconnu comme « manquant » dans la théorie moderne du stockage concurrentiel.

Cet exercice a supposé, outre la réalisation d'un « modèle classique », l'introduction de l'imperfection de l'information et de stockeurs privés et publics. L'hypothèse Armington a été abandonnée pour faire place à une représentation du commerce extérieur supposant les biens substituables quelles que soient leurs origines géographiques mais avec présence de coûts de transport. Il a ensuite été utilisé pour tester trois scénarios.

Les résultats confirment à plusieurs points de vue, les effets trouvés dans la littérature. En particulier, la mise en place d'un stockage public se traduit par un effet d'éviction du stockage privé, qui disparaît presque, même avec de simples prix planchers. Un résultat plus original, mais également présent dans quelques études empiriques, est la faiblesse de l'impact du stockage privé sur la stabilisation des prix et l'efficacité plus grande du commerce extérieur pour un tel objectif. En fait l'essentiel de la stabilisation est réalisée par les importations mais les marchés internationaux étant eux-mêmes instables, les prix intérieurs le sont aussi. L'existence de coûts de transferts d'un marché à l'autre, en déterminant une bande de prix à l'intérieur de laquelle les prix internes varient indépendamment des prix mondiaux, laisse cependant une opportunité pour le stockage privé dans la stabilisation des prix. Les impacts sont cependant faibles, d'une part du fait de l'importance des coûts de stockage et aussi parce que la faiblesse de l'offre interne de céréales fait que les prix intérieurs sont généralement à la parité import. L'analyse des simulations réalisées permet de bien expliquer ces mécanismes et ces relations clés entre stockage et commerce. **Le stockage public ne peut stabiliser les prix intérieurs que s'il est associé à des mesures sur le commerce extérieur.**

Le stockage public ne permet pas, comme nous le supposions, d'enclencher un cercle vertueux de croissance, où la production augmenterait, générant des gains de bien-être pour les consommateurs et de l'emploi pour l'ensemble de la population. Le modèle est trop contraint par la disponibilité en facteurs de production pour permettre une croissance de l'offre.

INTRODUCTION : POURQUOI UNE NOUVELLE APPROCHE ?

Le modèle qui vient d'être présenté, focalisé sur la situation d'une vaste région en voie de développement considérée comme un pays unique, ne permet pas d'étudier les interactions qui existent entre les politiques mises en place par un pays et ses voisins qui peuvent pratiquer des politiques différentes.

Or dans un monde interdépendant, les politiques de stockage/déstockage de matières premières agricoles, ainsi que, plus généralement, celles qui visent à stabiliser les prix agricoles dans une zone géographique donnée, ont inévitablement des conséquences sur les zones voisines, et sur l'ensemble du monde. Ces conséquences peuvent être positives, auquel cas, elles ne posent pas de problème particulier. Mais elles peuvent être négatives, ce qui conduit à ce que la sphère privée appellerait des « querelles de voisinages ». L'une des finalités des accords internationaux est justement de prévenir les conflits éventuels associés à ces phénomènes. C'est pour cela, par exemple, que l'OMC tente de bannir les restrictions à l'exportation en cas de pénuries, restrictions qui sont accusées de pousser les prix à des niveaux inutilement élevés dans les autres pays, au détriment des consommateurs, en particulier les plus pauvres d'entre eux. Il est clair que les politiques de stockage/déstockage mises en œuvre dans un pays quelconque ont des conséquences internationales, et que celles-ci ne peuvent être ignorées dans le monde moderne.

Par ailleurs, le modèle de l'Afrique Sub-saharienne qui vient d'être détaillé montre bien que les politiques publiques relatives au stockage ne peuvent être considérées indépendamment d'autres politiques, par exemple les politiques douanières. Il était donc nécessaire d'envisager la généralisation de l'étude précédente à un modèle mondial, permettant d'analyser les interactions entre différentes politiques menées par des états différents.

Enfin si la présente étude concerne le stockage, tant la revue bibliographique effectuée au chapitre I que l'analyse sur modèle de la situation africaine du chapitre II montrent bien qu'il est impossible de détacher complètement le stockage des autres possibilités ouvertes aux politiques économiques. En particulier, même si l'on parvient à la conclusion qu'une opération de stockage/ déstockage public permettra d'atteindre un certain objectif, il est clair que, avant d'en décider la mise en œuvre, il faut examiner si d'autres types d'intervention pourraient aboutir au même résultat, peut être à moindre coût.

Il est donc indispensable de raisonner sur un modèle mondial. Idéalement, il aurait fallu repartir du modèle ID3 dont il a été question plus haut, lui apporter toutes les modifications qui viennent d'être détaillées à propos du modèle africain étudié au chapitre précédent de façon à y introduire des considérations de stockage, et s'en servir pour effectuer des simulations de politiques réelles.

Mais comme on vient aussi de le voir, il y a des limites à une telle approche: un modèle qui comporte des dizaines de milliers de données est peu maniable et se prête mal à une multitude d'essais. Nous venons d'en voir les manifestations dans la discussion des résultats obtenus avec le modèle de l'Afrique Sub-saharienne, que nous aurions souhaités beaucoup plus nombreux et plus nets. C'est pourquoi nous allons maintenant, avec un nouveau modèle mondial, tenter une autre approche : au lieu d'utiliser un énorme modèle de l'économie « réelle », nous avons plutôt cherché à construire un modèle aussi rustique et simple que possible, assez compliqué toutefois pour refléter les mécanismes de base en jeu dans la stabilisation des prix par un pays « interventionniste » au sein d'un monde « libéral », sous forme de « faits stylisés ».



On va par conséquent maintenant partir d'un modèle aussi simple que possible, reflétant les idées les plus communes sur le fonctionnement des marchés agricoles, telles qu'elles apparaissent dans les manuels élémentaires (et qu'elles sont parfois traduites en termes de philosophie politique) pour étudier non seulement les effets d'une ou plusieurs politiques sur un pays donné, mais encore et surtout, les conséquences d'une politique mise en œuvre par un pays sur ses voisins. On se trouve donc dans le domaine de la caricature, non dans celui de la fidélité à l'original. En même temps, une caricature en dit parfois plus sur la réalité profonde d'un personnage qu'un portrait bien léché. C'est cet esprit que nous travaillons dans ce chapitre.

Un tel modèle, cependant, est susceptible de nombreuses variantes. L'originalité réelle de cette étude réside dans le souci de coupler ces variantes avec des schémas également classiques de politiques agricoles (également tels qu'ils apparaissent dans les manuels de base), en conservant toujours les mêmes paramètres fondamentaux de façon à rendre tous ces essais comparables. Ceci devrait permettre une nouvelle appréciation des mérites des différents types de politiques, en faisant apparaître, dans les évaluations de politiques telles qu'elles apparaissent dans le discours ambiant, ce qui est dû à des hypothèses (parfois discutables) sur les politiques de base, et ce qui est dû aux mérites (et démerites) propres de chacun d'entre eux. Après un survol général du modèle, destiné à en faire voir les grands traits, ce document entrera dans les détails d'exécution, afin de bien spécifier de quoi on parle. Puis on donnera les résultats relatifs aux politiques envisagées jusqu'ici.

## 1 VUE D'ENSEMBLE DU MODÈLE

### 1.1 - Les différents agents

Un modèle comme celui que nous envisageons doit se faire à l'échelle du monde – un marché fermé, où tout ce qui est produit doit être consommé – et ne s'intéresser qu'à un seul produit, présentant les caractéristiques – en particulier les délais de production et la rigidité de la demande – d'un produit agricole. Mais le monde est divisé en « pays », qui ont chacun leurs spécificités, et pratiquent des politiques propres. Afin de disposer d'un outil simple et maniable mais sans perdre l'essentiel, il est nécessaire de ne pas avoir trop de pays. Ici, nous en avons considéré quatre :

Dx : un pays développé exportateur

Di : un pays développé importateur

Vx : un pays sous développé exportateur

Vi : un pays sous développé importateur.

Chaque pays est caractérisé par une courbe de demande et une courbe d'offre spécifique, reflétant les « faits stylisés » des pays de chaque type dans le monde : par exemple, la demande est plus rigide dans les pays développés que dans les pays sous développés<sup>48</sup>. Le modèle vise à étudier la façon dont s'équilibrent l'offre et la demande du produit unique sous différents régimes de politiques d'intervention sur les marchés.

---

<sup>48</sup> Le fait est absolument classique, et il est mentionné dans tous les cours élémentaires d'économie. Il résulte des lois de Engel (qui disent que la part de l'alimentation dans les budgets de ménage décroît avec l'élévation du revenu) et des rapports entre l'élasticité prix et l'élasticité revenu de la demande induits par les contraintes budgétaires et l'absence d'illusion monétaire.

Il existe enfin dans ce modèle, outre les huit producteurs et consommateurs représentatifs de chacun des quatre pays, un neuvième agent, le *stockeur privé*. Celui-ci n'a pas de nationalité. Il opère sur le marché international. Il prend ses décisions de stockage ou de déstockage sur la base d'anticipations, comme les producteurs.

Il avait été envisagé d'en ajouter un dixième, le « *spéculateur sur les marchés à terme* ». Nous y avons renoncé pour les raisons indiquées en annexe A3.9 : l'introduction d'un tel agent complique beaucoup le modèle, en conduisant, pour calculer l'équilibre de chaque année, à rechercher les solutions d'une équation du troisième degré. Les travaux dans ce domaine pourront (et devront) être repris par la suite. Cependant, ce seul résultat est en lui-même très instructif, en apportant un indice de solution à un vieux problème accessoire : la question de savoir si les marchés à terme sont stabilisateurs ou déstabilisateurs. En effet, une équation du troisième degré a nécessairement trois solutions. Elles ne sont pas toutes forcément « réelles », ni même « positives », ce qui restreint la portée de l'argument qui va suivre. Il n'en demeure pas moins que l'existence possible de trois équilibres distincts et simultanés chaque année implique la possibilité de voir le système sauter de l'un à l'autre au gré des vents, et donc, débouche presque certainement sur un régime chaotique. Peut-être (sous réserve d'études ultérieures) faut-il voir là la raison profonde du fait que les marchés à terme sont généralement considérés comme susceptibles d'aggraver l'instabilité, alors même que la théorie libérale classique et le sens commun dit qu'ils devraient être stabilisateurs.

## **1.2 La variabilité des récoltes**

L'offre n'est pas partout ni tout le temps la même, et cela pour quatre raisons :

1/ Les moyens de production dont dispose l'agriculteur représentatif de chaque pays sont chaque fois différents. Les agriculteurs des pays pauvres n'ont pas autant de capital que ceux des pays riches. Ils ont aussi plus de main d'œuvre, et craignent plus les risques.

2/ Les producteurs sont prudents. Leurs « anticipations » - plus ou moins fondées - portent non seulement sur le niveau moyen des prix, mais aussi sur la variabilité de ces prix. Lorsque les prix sont trop variables, ils réduisent leur production, même si les prix sont relativement élevés.

3/ Le capital n'est pas constant, ce qui modifie les courbes d'offre. Il s'use au cours du temps. Il peut être remplacé par du capital neuf, mais à condition que le producteur en cause dispose d'une épargne, prélevée sur son revenu courant. Si le revenu d'un producteur est négatif (ses dépenses courantes, une certaine année, dépassent ses recettes courantes), il fait des dettes, qu'il doit rembourser sur son épargne avant de songer à un nouvel investissement.

4/ Enfin, dans certaines au moins des simulations effectuées, l'offre « réelle » présentée aux consommateurs est différente de l'offre « planifiée » par les producteurs du fait d'évènements incontrôlables extérieurs (« exogènes »).

Tout ceci fait que, même si les consommateurs sont des agents assez passifs, qui se contentent de noter la production offerte, et de rechercher le moindre prix, le prix de chaque année diffère de celui de l'année précédente.

## **1.3 Les anticipations et le hasard**

Les producteurs et les stockeurs cherchent tous le profit maximum, compte tenu de leurs ressources et des prix auxquels ils s'attendent. Mais du fait de la variabilité des récoltes, ils doivent pour cela se baser sur des *anticipations*, c'est-à-dire des prix dont ils ne sont pas complètement sûrs qu'ils soient ceux qui prévaudront sur les marchés au moment où les produits seront livrés.

Comme on l'a vu plus haut, il existe de très nombreuses façons de spécifier les anticipations des producteurs et des stockeurs. Les hypothèses à ce propos sont fondamentales pour expliquer la nature des fluctuations et les effets des politiques. Nous avons ici utilisé deux grands types d'anticipations :

a) les anticipations dites « rationnelles », qui supposent que les producteurs et les stockeurs aient au moins une idée des prix d'équilibre à long terme du marché. Dans ce cas, la production prévue par les producteurs est toujours la production « d'équilibre », mais des circonstances « exogènes » font que la production réelle est différente de la production planifiée.

b) les anticipations « adaptatives », dans lesquelles les producteurs ignorent tout de l'équilibre, mais tentent de le trouver sur la base des prix observés dans le passé. Comme on l'a vu plus haut, une telle situation est en elle-même génératrice d'un type particulier d'instabilité, dit « endogène » (parce que la conséquence du système de marché lui-même).

Dans les deux cas, la différence entre les prix prévus et observés engendre un risque, auquel les producteurs sont sensibles, car ils ont de « l'aversion pour le risque ».

Les anticipations du stockeur sont les mêmes que pour les producteurs. Il a une aversion pour le risque, comme les producteurs, mais elle est beaucoup plus faible que celle des producteurs, parce que le stockeur est en moyenne beaucoup plus riche que ces derniers. Comme pour les producteurs, les anticipations des stockeurs peuvent être « rationnelles » ou « adaptatives ». Dans le cas du risque « exogène », avec anticipations « rationnelles », le stockeur applique une version simplifiée des règles de stockage de Gustafson<sup>49</sup>. Dans le cas des anticipations adaptatives, les anticipations du stockeur diffèrent de celles du producteur, parce que la façon dont il traite les prix passés est numériquement différente, quoique formellement identique.

#### **1.4 Les surplus**

Dans ce contexte, on s'attache à examiner les conséquences des interventions auxquelles peuvent songer les États pour stabiliser les prix dans chaque pays. Pour cela, il faut s'intéresser aux gains et aux pertes des consommateurs et des producteurs dans chacun des pays, ainsi qu'à celles du stockeur. Ces gains et ces pertes seront mesurés par des « surplus ».

Le « surplus » du producteur est simplement la différence entre ses recettes et ses coûts variables. Il ne s'agit pas d'un « profit », au sens comptable ou économique du terme, mais plutôt d'un « cash-flow », une mesure assez rustique (mais très généralement acceptée) des performances du producteur.

Le surplus du stockeur, de la même façon, est calculé sur la base des différences entre les prix d'achat et de revente du stock, diminuées des coûts de stockage (qui, eux, restent constants par unité de quantité stockée).

Le surplus du consommateur est une notion un tout petit peu plus compliquée (quoique bien classique en économie) : On évalue la différence entre ce qu'un consommateur serait disposé à payer pour se procurer un objet (en l'occurrence la denrée agricole sous examen), et ce qu'il paie réellement au prix de marché. La somme de toutes ces différences sur l'ensemble des consommateurs représente le « surplus du consommateur ». Il est généralement admis que la somme des surplus des consommateurs et des producteurs représente une mesure du « bien-être » associé à une situation d'équilibre entre l'offre et la demande. Lorsqu'un État donné intervient pour contrarier chez lui le fonctionnement du marché « naturel », ces surplus (et leurs sommes) varient, à la fois dans le pays qui pratique cette politique, et

---

<sup>49</sup> Voir *supra* § 2.11, ainsi que l'annexe A3.8

dans les pays tiers: cela va servir à mesurer qui gagne et qui perd au jeu des politiques agricoles<sup>50</sup>. Le détail des calculs est exposé dans l'annexe A3.3.

## 1.5 Les politiques

Les interventions de politiques agricoles qui seront envisagées seront très variables et permettront de mettre en regard les politiques basées sur le stockage avec d'autres politiques publiques historiques. Dans un premier temps, on se bornera à l'examen des scénarios suivants :

1/ Une situation « de référence », sans intervention

2/ Un prix au producteur garanti par paiement compensatoire pour toute quantité offerte : Le gouvernement du pays « opérateur » (celui qui pratique cette politique) rembourse aux (ou prélève sur les) producteurs la différence entre le prix garanti et le prix international, pour un montant appelé « paiement compensatoire » (ou « *deficiency payment* », pour employer le terme consacré en anglais). Le prix intérieur à la consommation chez l'opérateur est le prix international. Le prix international lui-même reste libre, et les autres pays consomment et produisent à ce prix.

3/ Un prix au producteur garanti par *prélèvements / restitutions* pour toute quantité offerte (à l'image de ce qui existait pour la PAC avant 1992). Le prix intérieur à la consommation chez l'opérateur est alors le prix ainsi garanti. Un système de droits de douane variable (ou de subventions à l'exportation) est mis en place pour isoler le marché intérieur du marché international.

4/ Un prix au producteur chez l'opérateur garanti *pour une quantité limitée* par un « *quota* », au moyen d'un système de « *paiements compensatoire* » (le prix international restant libre, et les autres pays consommant et produisant à ce prix international) : Le Gouvernement de l'opérateur rembourse aux (ou prélève sur les) producteurs la différence entre le prix garanti et le prix international pour les quantités sous quota. Les producteurs peuvent produire hors quota, et reçoivent alors le prix international, avec ses aléas, pour les quantités en cause. Le prix intérieur du pays « opérateur » (celui qui pratique cette politique) reste au niveau international.

5/ Un prix au producteur chez l'opérateur garanti *pour une quantité limitée* par un « *quota* », au moyen d'un système de « *prélèvements / restitutions* ». Les producteurs peuvent produire hors quota, et reçoivent alors le prix international, avec ses aléas, pour les quantités en cause. Cependant, le prix intérieur à la consommation chez l'opérateur est le prix garanti aux producteurs.

6/ Un prix au producteur chez l'opérateur dans un « tunnel » sans restrictions aux échanges extérieurs (ce qui implique donc, en fait, que chaque pays-opérateur stabilise l'ensemble du monde), à l'aide d'un système de stockage / déstockage. Le prix intérieur à la consommation chez l'opérateur est le prix international.

7/ Un prix au producteur chez l'opérateur dans un tunnel, à l'aide d'un système de stockage/déstockage, comme ci-dessus, mais en protégeant le marché intérieur par des droits de douane variable (comme en 3). Le prix intérieur à la consommation chez l'opérateur est le prix payé au producteur.

---

<sup>50</sup> Un corollaire standard des raisonnements précédents est que si le marché fonctionnait bien, en égalisant le coût marginal avec le prix, alors toute intervention étatique perturbant ce fonctionnement conduirait à des pertes et à des gains tels que les pertes des perdants seraient toujours supérieures aux gains des gagnants. Évidemment, cela n'est plus vrai si cette égalité entre prix et coût marginal n'est pas toujours vérifiée sur le marché tel qu'il fonctionne réellement (et non plus tel qu'il est supposé fonctionner dans la théorie): alors, il est possible qu'une intervention produise globalement plus de gains que de pertes.

Chacune de ces sept situations sera l'objet d'une simulation sur 200 ans. Les résultats seront relatifs à la moyenne des 100 dernières années de ces essais sur 200 ans : on espère ainsi gommer autant que possible les effets de la situation initiale, forcément arbitraire, pour évaluer les choses en « régime permanent ».

Chacune des politiques envisagées ci-dessus sera donc mise en œuvre par un « opérateur ». Chacun des quatre pays, à tour de rôle, sera l'opérateur, les autres se contentant de réagir aux messages véhiculés par le « prix international » - le prix qui équilibre l'offre et la demande sur l'ensemble des marchés, une fois mises en place les règles décidées par l'opérateur. On aura donc 1+4 x 6 essais de politique au total, avec les seules six hypothèses évoquées ci-dessus.

### 1.6 L'origine des fluctuations

Enfin – et cela double encore le volume des résultats – chacune de ces sept séries de 200 ans sera obtenue dans deux hypothèses sur l'origine des fluctuations.

On sait en effet que, dans les débats sur la régulation des marchés agricoles, les arguments avancés de part et d'autre sont généralement sous-tendus par des hypothèses plus ou moins implicites sur les causes des fluctuations.

Pour les uns, les prix agricoles fluctuent à cause d'accidents naturels, tels que sécheresses, inondations, épizooties, etc... Pour remédier à de tels accidents, les économistes, dans leur vaste majorité, pensent créer des mécanismes de type « assurantiels », reposant sur les « loi des grands nombres » : stocks, « assurances revenus », libéralisation accrue pour avoir des compensations géographiques entre les « bonnes » et les « mauvaises » récoltes, etc... Certains pensent même avoir recours aux « marchés à terme » et autres produits financiers analogues, auxquels ils attribuent les mêmes propriétés qu'à un mécanisme d'assurance.

Pour les autres, les marchés fluctuent parce que les producteurs décident leurs niveaux de production dans l'ignorance des prix qu'ils recevront plusieurs mois ou même plusieurs années plus tard, au moment les produits seront livrés. Ils passent par des alternatives d'optimisme et de pessimisme qui leur font augmenter ou diminuer leurs productions au-delà du nécessaire, et c'est pour cela que les prix fluctuent beaucoup plus qu'il serait utile pour informer les consommateurs de la difficulté de produire et les producteurs des besoins des consommateurs. Dans une telle hypothèse, il n'existe guère d'autre alternative que de « supprimer le marché » (du moins, perturber gravement son fonctionnement) afin de remédier à ses « défaillances ».

Sans trancher dans ce débat – pourtant de la plus haute importance pratique, nous avons fait fonctionner notre modèle dans les deux hypothèses ci-dessus évoquées à propos de l'origine des fluctuations :

1/ Une hypothèse de « **fluctuations exogènes** » : dans ce cas, comme on vient de le voir, les anticipations des producteurs sont toujours les mêmes, et correspondent au régime d'équilibre « optimal » (il maximise la somme des surplus des producteurs et des consommateurs ) qui devrait prévaloir sur un marché « parfait » (toutefois, en tenant compte de l'existence de fluctuations aléatoires dont les producteurs sont informés). Mais chaque année, pour des raisons fortuites, la production réelle est différente de la production planifiée.

2/ Une hypothèse de « **fluctuations endogènes** » : dans ce cas, les producteurs qui se basent sur les prix des années précédentes pour prévoir le prix de l'an prochain se trompent toujours dans leurs anticipations. Ils produisent trop quand les prix antérieurs ont été bas, et cela fait chuter les prix. Ils ne produisent pas assez quand les prix passés ont baissé, et cela fait monter les prix de l'an prochain (cf.

supra, § 1.4). Comme on le verra, les jugements à porter sur les effets des politiques envisagées sont très différents selon que les fluctuations sont endogènes ou exogènes.

Le modèle est décrit en détail en annexe. On va maintenant examiner les paramètres choisis et leur logique, ainsi les résultats de référence avec ces paramètres. On continuera avec la description des politiques étudiées, et les résultats associés.

## 2 DÉFINITION ET SPÉCIFICATION NUMÉRIQUE DES PARAMÈTRES

Bien évidemment, les résultats obtenus dépendent des paramètres utilisés pour les simulations. Ceux-ci sont donnés dans les tableaux 3.1.1 à 3.1.4 ci-après. Afin d'en préciser la signification exacte, il faut maintenant donner la définition formelle des paramètres utilisés, ce qui exigera malheureusement un peu de symbolique mathématique. Le lecteur pressé pourra sauter ce sous-chapitre.

### 2.1- Bases de départ et paramètres

Il est de tradition, chez les économistes, de représenter l'offre et la demande par des courbes « à élasticité constante », soit, pour la demande :

$$p = \beta q^\alpha \quad (3.1)$$

et pour l'offre :

$$\tilde{p} = b q^a \quad (3.2)$$

Dans ces équations,  $q$  représente les quantités de produit effectivement offertes et consommées.  $a, b, \alpha$  et  $\beta$  sont des paramètres qui seront choisis de façon un peu arbitraire, mais en respectant la vraisemblance.  $p$  représente le prix effectif observé sur le marché, et  $\tilde{p}$  représente le prix *équivalent certain* du prix espéré par les producteurs.

L'équivalent certain d'un prix est une grandeur telle que si on remplace un prix incertain par cette valeur dans une expression reliant un prix à une décision, la décision ainsi obtenue soit exactement la même que celle qui serait prise par un prix « certain » du même montant. Cette notion est indispensable à considérer dès lors qu'on s'intéresse à des prix qui ne sont pas constants, mais qui fluctuent. Dans un tel cadre, en effet, il faut supposer que les producteurs sont sensibles au risque, et prennent leurs décisions sur la base non du prix observé sur le marché à l'équilibre (ils ne le connaissent pas au moment de prendre leur décision de produire) mais sur la base d'un prix *anticipé*  $\hat{p}$  dont ils évaluent l'équivalent certain sur la base d'un paramètre de dispersion  $\hat{\sigma}$  (lui-même estimé, donc aussi une « anticipation) de ce prix.

Il existe une très grande variété de spécifications permettant de déduire l'équivalent certain de la moyenne et des paramètres de dispersion d'une variable aléatoire, chacune traduisant une approche différente du problème de la « décision de l'homme rationnel devant le risque ». Nous avons ici choisi la formulation la plus traditionnelle :

$$\tilde{p} = \hat{p} - 2A\hat{\sigma}^2 q \quad (3.0)$$

où  $A$  est un « coefficient d'aversion absolue pour le risque » et  $\hat{\sigma}$  la variance estimée du prix considéré.

Les équations (3.1), (3.2) et (3.3) , avec les paramètres exogènes  $a, b, \alpha, \beta$ , et  $A$  , l'ensemble étant associé à des règles définissant les anticipations, constituent la colonne vertébrale du modèle utilisé ici. En pratique, quelques additions aux spécifications de base sont nécessaires.

### 2.1.1 - Les paramètres de la demande

Avec la formulation (1), la demande est infinie si le prix devient nul, et le prix est infini si l'offre est nulle. Outre que cela complique les calculs, ce n'est pas réaliste. Même avec un prix nul, la demande de produit alimentaire ne peut être infinie. De même, avec une offre nulle, le prix ne saurait être infini. Pour éviter ces cas extrêmes, on a spécifié la demande comme :

$$p + \varepsilon_p = \beta(q + \varepsilon_q)^\alpha . \quad (1.1)$$

De la sorte, une offre nulle conduit au prix  $P_{\max} = \beta \varepsilon_q^\alpha - \varepsilon_p$ , et un prix nul à une demande

$$Q_{\max} = \left( \frac{\varepsilon_p}{\beta} \right)^{1/\alpha} - \varepsilon_q .$$

Par ailleurs, il faut déterminer le paramètre d'échelle  $\beta$  . Pour cela, il faut se fixer de façon arbitraire une quantité  $q_{c1}$  telle que la demande soit  $q_{c1}$  si le prix se trouve être égal à 1 :  $q_{c1}$  doit donc vérifier :

$$1 + \varepsilon_p \approx \beta(q_{c1} + \varepsilon_q)^\alpha . \quad (1.2)$$

**TABLEAU 3.1 : PARAMÈTRES DE LA DEMANDE POUR CHAQUE PAYS**

	Dx	Di	Vx	Vi
$\alpha$ , l'inverse de l'élasticité de la demande	-6,00	-6,00	-3,00	-3,00
$\beta$ , le facteur d'échelle de la demande	0,66	42,25	20,69	165,50
$q_{c1}$ la quantité consommée si p=1	0,50	1,00	2,00	4,00
$\varepsilon_p$ , le facteur de glissement de la courbe d'offre	0,43	0,87	0,75	1,49
$\varepsilon_q$ , le facteur de glissement de la courbe de demande	0,00	0,00	0,00	0,00
$P_{\max}$ , le prix maximum	100	100	50	50
$Q_{\max}$ la quantité maximale consommée	75	150	300	400

On choisira  $q_{c1}$  de manière à ce que certains pays soient exportateurs, et d'autres soient importateurs. Avec ces restrictions, il est possible de déterminer les paramètres  $\beta, \varepsilon_p$  et  $\varepsilon_q$  à partir des paramètres plus « intuitifs »  $P_{\max}$  ,  $Q_{\max}$  et  $q_{c1}$  . Le tableau 3.1 ci-dessus donne l'ensemble des valeurs retenues ici.

L'élasticité de la demande à -1/6 est faible, même pour un pays riche. Elle reste cependant dans les ordres de grandeur habituellement acceptés. L'élasticité de la demande pour les pays pauvres est le double de celle des pays riches – parce que les pauvres réduisent plus leur consommation alimentaire que les riches en cas de hausse de prix. Le facteur de glissement de la courbe de demande est tout à fait négligeable. Celui de la courbe d'offre est significatif, mais indispensable pour empêcher les prix d'atteindre des niveaux tout à fait absurdes.

L'annexe A5 donne plus détails sur les fonctions de demande.

### 2.1.2 - Les paramètres de l'offre

On aurait pu se contenter de la spécification (2) pour les courbes d'offre des quatre pays envisagés dans cette étude, en choisissant convenablement les paramètres  $a$  et  $b$ , comme nous l'avons fait pour  $\alpha$  et  $\beta$ . Cette approche aurait cependant rendu difficile la prise en compte d'un phénomène pourtant essentiel dans le long terme, à savoir *l'accumulation du capital* : le processus par lequel les bénéfices obtenus par un producteur une année donnée sont en partie réinvestis, à la fois pour compenser l'usure et pour augmenter le stock des biens capitaux utilisés dans la production. Pour tenir compte des interactions de longue durée entre les prix, les productions, et les revenus, il est essentiel de représenter au moins sommairement ce phénomène.

Cela nous a conduit à obtenir la courbe d'offre à partir d'une représentation explicite de la « fonction de production » - une relation entre la production et les quantités d'intrants utilisés. Afin de garder une formulation de type « à élasticité constante » pour la courbe d'offre, nous avons utilisé la spécification « Cobb Douglas » de la fonction de production, soit :

$$q = v^h (K^\gamma W^{1-\gamma})^{1-h} \quad (2.1)$$

Où :

$q$  est la quantité produite

$v$  est la quantité de « consommations intermédiaires » utilisée pour produire (y compris sans doute le travail salarié plus ou moins temporaire)

$K$  est la quantité de capital utilisée dans la production

$W$  représente l'ensemble des autres facteurs « fixes » (un mélange de travail et de capital).

$h$  et  $\gamma$  sont les deux paramètres de la fonction. Il est bien connu qu'avec une telle fonction, dans les conditions optimales,  $h$  (compris entre 0 et 1) représente la part de la valeur des consommations intermédiaires dans la valeur totale de la production (soit :  $h = \frac{p_v v}{p_q q}$ ) tandis que  $\gamma$  correspond à la part

de la valeur du capital dans la rémunération de l'ensemble des facteurs fixes,  $K$  et  $W$ .

Avec cela,  $v$  étant la seule variable d'ajustement à court terme, la fonction d'offre est bien à élasticité constante. Mais on peut faire varier  $K$  en fonction des résultats de l'année précédente, donnant ainsi une dimension dynamique au modèle. En effet, le surplus du producteur  $\Pi$  est simplement donné par :

$$\Pi = p_q q - p_v v,$$

$p_q$  et  $p_v$  étant les prix de  $q$  et de  $v$ , respectivement. Dès lors, en appelant  $K_t$  la quantité de capital disponible au temps  $t$ , on aura la relation « récursive » classique entre  $K_t$  et  $K_{t-1}$  :

$$K_t = K_{t-1}(1 - \delta) + s\Pi \quad (2.2)$$

Où  $s$  est la fraction réinvestie des bénéfices et  $\delta$  le taux de dépréciation (ou d'usure, ou d'obsolescence) du capital.



Avec les premiers essais du modèle, il est apparu que cette formulation était encore un peu insuffisante, parce que, avec des valeurs raisonnables pour  $h$ , l'élasticité de l'offre était encore trop forte, conduisant à des augmentations de production tout à fait invraisemblables. Pour cette raison, nous avons introduit dans le modèle une fonction d'offre des consommations intermédiaires, telle que

$$p_v = \varphi v^\rho . \quad (2.3)$$

$\varphi$  étant un paramètre d'échelle et  $\rho$  l'inverse de l'élasticité de l'offre de consommations intermédiaires par rapport au prix. Ceci complique un peu les équations, mais se trouve être nécessaire pour limiter l'ampleur des variations de l'offre.

Enfin, pour donner à ces paramètres des valeurs raisonnables, on a calibré ces paramètres de façon à ce que les valeurs produites soient toujours d'un ordre de grandeur proche de l'unité. A cet effet, on donne  $q_{p1}$  la quantité produite si le prix est 1, et  $\rho = 0, v = 1$ ; . Alors, en posant  $F = K^\gamma W^{1-\gamma}$ , on a :  $v_1 = h q_{p1}$  et  $q_{p1} = v_1 F^{(1-h)}$ . On en tire :  $F = q_{p1} h^{h/(h-1)}$ , et le prix de  $F$ , soit :

$$p_f = (q_{p1} - v_1) / F . \quad (2.4)$$

Il faut ensuite choisir  $K$  et  $W$ . On a  $F = K^\gamma W^{1-\gamma}$ , avec, aussi :

$$\mathcal{P}_f F = p_k K$$

Et :

$$(1 - \gamma) p_f F = p_w W . ,$$

Où  $p_f, p_k$ , et  $p_w$  sont les prix – en fait, les prix de location – du capital et du facteur fixe à long terme.

Si on se donne  $p_k$  - en fait, un taux d'intérêt – que l'on note par  $\theta$ , on en tire :

$$K = \mathcal{P}_f F / \theta , \quad \text{et :} \quad W = \left( \frac{F}{K\gamma} \right)^{1/(1-\gamma)} \quad (2.5)$$

Il apparaît donc que l'on peut calculer  $W$  et  $K$  à partir de  $F, p_f$  et  $\theta$ . Inversement, on peut obtenir  $\theta$  si l'on se donne arbitrairement  $K$  ou  $W$ . Ici, on préférera se donner  $\theta$ , la productivité marginale du capital, qui discrimine assez bien les pays développés et les pays sous développés : la productivité du capital est faible dans les pays développés, de l'ordre de 10%, beaucoup plus élevée dans les pays pauvres (et spécialement les agricultures pauvres des pays pauvres), de l'ordre de 60% (ce sont les taux pratiqués avec succès par le microcrédit).

Au total, les paramètres utilisés dans ce modèle en ce qui concernent les fonctions d'offre sont donnés dans le tableau 3.2.

Le paramètre  $h$  à 0.4 dans les pays développés correspond à un ordre de grandeur fréquent dans les comptabilités nationales. La valeur 0.2 dans les pays pauvres est sans doute plus discutable. Cependant, le recours fréquent, dans ces pays, à la main d'œuvre temporaire rend cette valeur plausible. Les valeurs de  $\gamma$  sont de toute façon très discutables. Les valeurs du taux d'intérêt à 10% dans les pays riches est un

ordre de grandeur plausible. L'intérêt à 60% dans les pays pauvres correspond aux taux usuraires habituellement pratiqués, y compris par les organismes de « microcrédit ». Le taux de dépréciation du capital est plus fort dans les pays riches que dans les pays pauvres, parce que leur capital est tout de même plus sophistiqué. Une valeur de l'ordre de 0,1 n'est en tout cas pas absurde.

**TABLEAU 3. 2 : PARAMÈTRES DE L'OFFRE POUR CHAQUE PAYS**

Paramètre pour pays :	Dx	Di	Vx	Vi
$h$ La part du facteur variable dans la valeur de la production	0,40	0,40	0,20	0,20
$\gamma$ La part du capital dans la valeur du facteur fixe	0,50	0,50	0,10	0,10
$\rho$ Inverse de l'élasticité de l'offre de consommations intermédiaires	2,00	2,00	10,00	10,00
$\varphi$ Paramètre d'échelle de l'offre de consommations intermédiaires	4,00	4,00	2,00	2,00
$q_{p1}$ La quantité produite si $p = 1$	8,00	3,2	4,80	4,00
$s$ la propension à épargner	0,60	0,60	0,30	0,30
$\delta$ le taux de dépréciation du capital	0,10	0,10	0,05	0,05

L'annexe A3.1 donne plus de détails sur les fonctions d'offre.

### 2.1.3 - Les anticipations et le hasard

Le modèle esquissé ci-dessus doit être complété avec la spécification de la façon dont surviennent les écarts à l'équilibre optimal. On l'a vu plus haut, il existe deux grandes familles de théories à ce propos : celle des « fluctuations exogènes » qui supposent les « anticipations rationnelles » mais des chocs aléatoires extérieurs au système, et celle des fluctuations endogènes qui supposent les anticipations imparfaites (les agents peuvent se tromper, et, du reste, dans la version « rationnelle », il est tout à fait extravagant de supposer que les agriculteurs connaissent exactement quel est le point d'équilibre du marché, quand les économistes eux-mêmes sont souvent en désaccord complet sur les perspectives des six prochains mois).

Dans le cas des fluctuations *exogènes*, les producteurs anticipent le prix  $p^*$  qui serait celui de l'équilibre du marché, compte tenu de l'état de la demande, des stocks de capital et de facteurs fixes, de la fonction d'offre de facteur variable, et aussi, de la variabilité attendue de ce prix, variabilité engendrée par celle des rendements. On se donne en effet des rendements dont la moyenne  $\bar{y}$  est invariante, mais dont les réalisations sont des épreuves indépendantes d'une loi de probabilité « log normale » de moyenne  $\bar{y}$  et d'écart type  $\sigma^*$ . Les producteurs planifient toujours la production correspondante optimale pour eux sur la base des rendements  $\bar{y}$ . Mais la production réelle est obtenue à partir d'un tirage au sort dans la loi de probabilité « log- normale » qui vient d'être définie. A travers l'élasticité de la demande, il en résulte par conséquent des fluctuations de prix également log-normale (mais avec des paramètres différents, voir annexe A3.1 ).

Dans le cas des fluctuations *endogènes*, la production est toujours celle qui a été planifiée par les producteurs, sans intervention de hasard. Mais les producteurs ne font pas leurs calculs sur la base d'un prix d'équilibre invariant  $p^*$ . Ils se basent sur un prix anticipé  $\hat{p}_t$  pour la période  $t$ ,  $\hat{p}_t$  étant déduit des prix  $p_{t-1}, p_{t-2}, \dots$  observés sur les marchés au cours des années précédentes par une relation de récurrence :

$$\hat{p}_t = \hat{p}_{t-1} - \lambda_p (\hat{p}_{t-1} - p_{t-1}) \quad (3.1)$$

$\lambda_p$  est un paramètre spécifique de chaque producteur, qui définit la façon dont il forme ses anticipations. Si  $\lambda = 0$ ,  $\hat{p}_t = \hat{p}_{t-1}$ , les anticipations ne varient jamais. Si  $\lambda_p = 1$ ,  $\hat{p}_t = p_{t-1}$ , les anticipations sont « naïves », les producteurs croyant toujours que le prix observé l'an dernier sera celui de cette année. Entre les deux, les prix anticipés sont des moyennes des prix passés pondérées par l'éloignement dans le temps.

Les erreurs d'anticipations engendrent des variations de prix, dont les producteurs sont conscients. Ils prennent leurs décisions sur la base non seulement des prix moyens anticipés  $\hat{p}$ , mais encore de leurs écarts-type supposés,  $\hat{\sigma}$ . L'écart-type observé  $\sigma_t$  est défini comme  $\sqrt{(\hat{p}_t - p_t)^2}$ , et on calcule  $\hat{\sigma}_t$  comme  $\hat{\sigma}_t = \hat{\sigma}_{t-1} - \lambda(\hat{\sigma}_{t-1} - \sigma_{t-1})$ .

**TABLEAU 3.3 : PARAMÈTRES DES DECISIONS SOUS RISQUE POUR LES PRODUCTEURS DE CHAQUE PAYS**

Paramètre pour pays :	Dx	Di	Vx	Vi
$\lambda_p$ , Élasticité d'anticipation de Nerlove (si risque endogène)	0,23	0,23	0,23	0,23
$2A_p$ Coefficient d'aversion du producteur pour le risque	0,2	0,2	20	40
$\sigma$ Écart type des rendements (si risque exogène)	0,15	0,15	0,15	0,15

Les élasticités d'anticipation ont été choisies en grande partie par commodité, pour obtenir de « jolies » courbes dans le cas des fluctuations endogènes. Elles ne sont pas contradictoires avec celles obtenues par Nerlove en 1958 pour les agriculteurs américains. Les coefficients d'aversion pour le risque sont beaucoup plus grands pour les pays « pauvres » que pour les pays « riches ». Cela reflète le fait que les actifs des pauvres sont beaucoup moins importants que ceux des riches, alors que le coefficient d'aversion pour le risque est censé être proportionnel à l'inverse de la fortune du sujet considéré. Enfin, un coefficient de variation des rendements de l'ordre de 15% est un ordre de grandeur fréquemment mentionné à l'échelle d'un continent (voir par exemple Coble *et al.*, 2007), .

Le tableau 3 donne l'ensemble des paramètres associés à ces considérations. On trouvera plus de détails sur les anticipations dans l'annexe A3.5.

#### 2.1.4 – le stockage

Il faut ici distinguer le stockage public et le stockage privé. Le stockage public n'est pas présent dans tous les résultats présentés ici, puisqu'il s'agit d'une « politique », qui sera décrite sous la rubrique correspondante. Le stockage privé, au contraire est toujours présent.

Un stockeur représentatif intervient sur les marchés mondiaux, de façon à maximiser son bénéfice (la différence entre le prix d'achat de l'année  $t$  et le prix de revente espéré l'année  $t + 1$ , diminuée du coût du stockage  $c_k$ ). Il est cependant limité par le fait que la capacité de stockage est limitée au niveau  $C_k$ , et que, bien entendu, le stock ne peut jamais devenir négatif. Enfin, il n'aime pas le risque, et est donc caractérisé par un coefficient d'aversion pour le risque  $A_k$ . Le comportement du stockeur dans le modèle dépend du cadre (fluctuations endogènes ou exogènes) dans lequel on se trouve.

a) En cas de fluctuations exogènes, le stockeur se base sur les « règles de Gustafson » pour décider de ce qu'il doit stocker ou déstocker. Elles sont décrites en annexe. Ici, on en a pris une version simplifiée, en remplaçant par des droites les courbes à concavité tournées vers le haut proposées par Gustafson. En fait, l'erreur engendrée par cette approximation est très faible, et ne dépasse pas quelques pour cents.

**TABLEAU 3.4 : LES PARAMÈTRES DU STOCKEUR PRIVÉ**

Paramètre	Dx	Di	Vx	Vi
$\lambda_k$ , Élasticité d'anticipation de Nerlove (si risque endogène)	0,23	0,23	0,23	0,23
$2A_k$ Coefficient d'aversion du stockeur pour le risque (risque endogène)	15	15	15	15
$\phi$ Ordonnée à l'origine de la règle de stockage (risque exogène)	-75	-75	-75	-75
$\kappa$ Pente de la règle de stockage (risque exogène)	0,75	0,75	0,75	0,75
$c_k$ Cout du stockage	0,15	0,150	0,15	0,15
$C_k$ Capacité de stockage	25	25	10	10
$S_{k0}$ Stock initial	10	10	5	5

Le stock désiré par le stockeur en fin d'année  $t$  est donné par :  $q_{kt} = \text{Min}(C_k, \text{Max}(q_{kt}^*, 0))$ , avec :

$$q_{kt}^* = \kappa(q_{pt} + q_{kt-1}) + \phi \quad (4.1)$$

Où :

$q_{kt}^*$  est le stock qui serait désiré en l'absence de contrainte de maximum et de non-négativité.

$q_{pt}$  est la production de l'année en cours (elle est différente de la production de référence, puisque la production de référence planifiée est perturbée par des événements aléatoires).

$\kappa$  et  $\phi$  sont des paramètres tirés de Gustafson (1958). Ils dépendent du coût du stockage, mais pas des prix espérés, puisque, ici, l'économie est supposée fonctionner en régime "stationnaire", avec des prix moyens constants. Cette hypothèse, qui correspond à l'idée que le comportement du stockeur privé est strictement régie par les règles de Gustafson est évidemment différente de celle spécifiée dans la partie 2, qui repose au contraire sur l'hypothèse de risque endogène.

La quantité laissée pour la consommation de l'année  $t$  est donc  $q_{ct} = q_{pt} + q_{kt-1} - q_{kt}$ .

b) En cas de fluctuations endogènes, le stockeur se base sur des anticipations (anticipations « nerloviennes » avec un coefficient d'élasticité d'anticipation  $\lambda_k$ ) pour décider de diminuer ou augmenter son stock.

Le tableau 3.4 donne les paramètres associés aux activités du stockeur.

## 2.2-Les résultats de référence

Quelles que puissent être les politiques étudiées, il faut les comparer à des résultats « de référence ». Il est d'autant plus important de présenter et de discuter ces résultats de référence qu'ils doivent aussi permettre de vérifier que les paramètres utilisés conduisent à des séries de prix simulés sinon « réelles » (nous n'avons pas de base de comparaison « réelle » pour ce modèle), du moins qualitativement semblables à celles qui traduisent la réalité observée des prix agricoles.

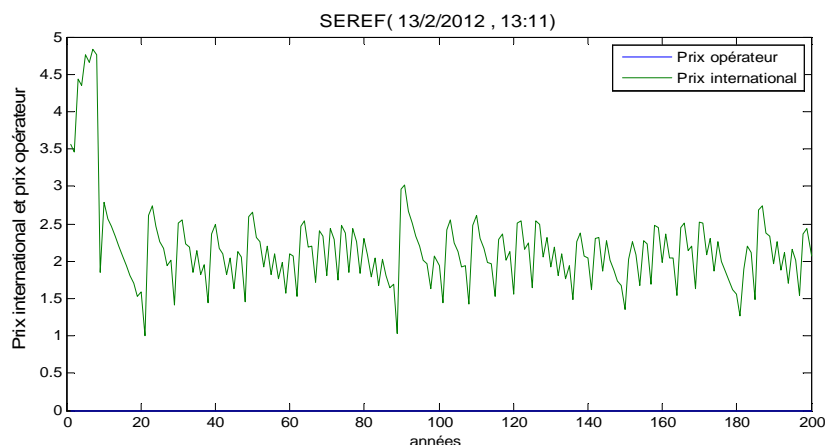
### 2.2.1 – Comparaison de séries de prix réelles et simulées.

Le graphique 3.1 montre l'évolution au cours des années 1 à 200 du prix international (qui se trouve aussi être dans ce cas le prix intérieur de chaque pays) obtenue en supposant la poursuite de cette « absence de politique » pendant 200 ans en cas de risque endogène. Le graphique 3.2 donne la même information pour le risque exogène, avec les hypothèses détaillées ci-dessus (dans ces hypothèses de référence, les deux courbes « prix international » et « prix opérateur » sont superposées, et seul le prix international apparaît).

Ces deux courbes ne sont évidemment pas identiques. Elles n'ont même pas la même « allure ». Aussi bien, les deux situations ne sont pas comparables, puisque la logique profonde de l'exercice est entièrement différente, avec un risque généré par les erreurs d'anticipation et le fonctionnement du marché, dans le premier cas, alors que, dans le second cas, les quantités produites par les décideurs sont toujours les mêmes (avec cependant, une évolution due à l'accumulation du capital, qui rend les séries non-stationnaires). Il est sûr que la courbe du prix « exogène » ressemble plus à la réalité que celle du risque « endogène », et que c'est là une raison sérieuse de penser que le risque endogène n'est pas une hypothèse sérieuse (il existe en même temps des raisons de penser le contraire).

Ces différences font que, dans la suite, les séries liées à telle ou telle politique seront comparées avec celle de ces deux références qui lui correspondent : les résultats des politiques en situation de risque endogène avec ceux du graphique 3.1, les résultats en situation de risque exogène avec ceux du graphique 3.2.

**Graphique 3.1 : Évolution du prix d'équilibre international sans politique avec risque endogène**

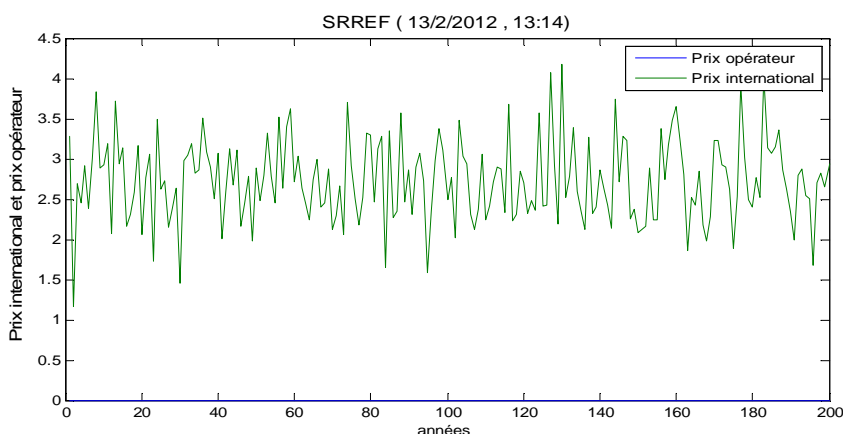


Mais dans l'ensemble, les deux courbes exhibent des variations de prix qui sont du même ordre et ont la même allure générale que celles des séries réelles à long terme, comme celle du graphique 3.3 qui représente l'évolution réelle des prix du blé sur un marché " libre" (en l'occurrence, la CBOT de Chicago<sup>51</sup>)

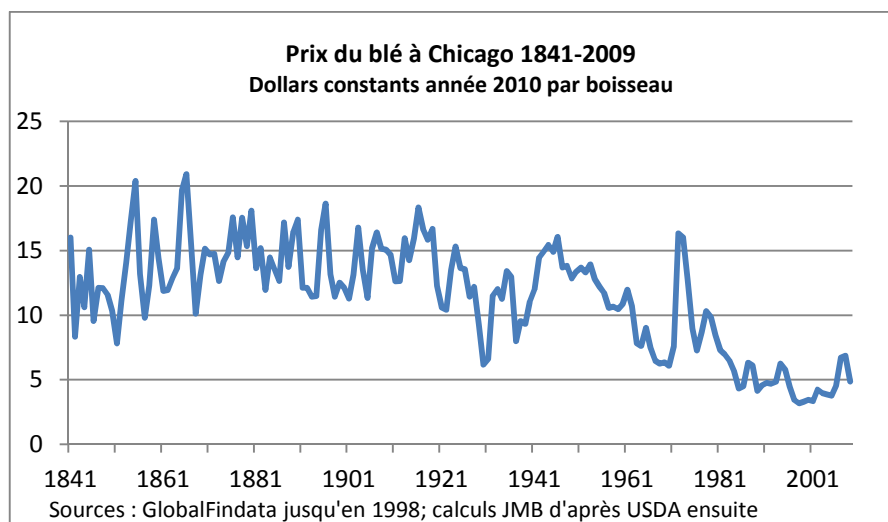
<sup>51</sup> Lequel est d'ailleurs loin d'être exempt de toute interférence gouvernementale (l'offre et la demande y dépendent

sur une période de 170 ans. Même en tenant compte d'un régime de fluctuations nettement nouveau à partir de 1930, les trois courbes (réelle, avec fluctuations endogènes, avec fluctuations exogènes) sont qualitativement similaires. Cela valide l'ensemble des deux modèles, en particulier les paramètres les plus discutables, comme l'aversion pour le risque moyenne des producteurs.

**Graphique 3.2 : Évolution du prix d'équilibre international dans l'hypothèse « sans politique, Avec risque exogène**



**Graphique 3.3 : Évolution sur 170 ans d'une série de prix agricoles observés**



### 2.2.2 – Les conséquences du risque dans les situations de référence

En dehors de ces deux situations de référence, qui visaient à vérifier que le modèle ne se comportait pas d'une façon trop éloigné de la réalité, il en existe une troisième : celle dans laquelle il n'y a pas de risque du tout, tandis que les quantités de capital se sont ajustées au niveau optimal, avec, pour le producteur, un bénéfice juste égal à celui qui permet de conserver le stock de capital invariant, en dépit de l'usure mesurée par le coefficient de dépréciation  $\delta$ . Le tableau 3.5, ci après, donne un résumé des résultats qui correspondent à cette situation de « référence absolue ». On trouvera en annexe A3.10 une description plus complète de la façon dont le calcul a été effectué.

---

des mesures prises par les politiques agricoles de tous les pays du monde). Mais de tous les marchés observables, il est certainement celui qui se rapproche le plus d'un vrai marché libre.

**TABLEAU 3.5 : LA SITUATION DE RÉFÉRENCE OPTIMALE ABSOLUE SANS RISQUE**

Pays :	Dx	Di	Vx	Vi	TOTAL
Surplus consommateurs	8,65823	17,31646	18,57882	37,15759	81,71111
Surplus producteur	0,00114	0,00070	0,04519	0,03907	0,08610
Prime de risque	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Prix moyen	0,00137	0,00137	0,00137	0,00137	0,00137
Quantité produite	1,38561	0,85304	41,12185	35,55129	78,91178
Quantités consommées	2,36559	4,73119	23,94549	47,86951	78,91178
Valeur de la production	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Valeur de la consommation	0,00076	0,00047	0,01130	0,00977	0,02229
Dépenses budgétaires	8,65823	17,31646	18,57882	37,15759	81,71111
Consommations intermédiaires	0,00114	0,00070	0,04519	0,03907	0,08610
Bien-être	8,65937	17,31716	18,62401	37,19666	81,79721

**TABLEAU 3.6 : LA SITUATION DE RÉFÉRENCE AVEC RISQUE ENDOGÈNE**

Pays :	Dx	Di	Vx	Vi	Stock***	TOTAL
Surplus consommateurs	7,512	15,025	13,514	27,027		63,078
Surplus producteur	2,781	2,180	1,974	0,987		7,921
Prime de risque	0,112	0,070	2,040	1,020		3,242
Prix moyen	2,062	2,062	2,062	2,062		2,062
Quantité produite	2,215	1,742	1,004	0,502		5,463
Quantités consommées	0,396	0,792	1,425	2,849		5,463
Dépenses budgétaires	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
Consommations intermédiaires	1,787	1,413	0,000	0,000		3,201
Bien-être total*	10,293	17,204	15,487	28,014	-3,551	67,448
Gains de bien-être**	4,881	-11,704	-38,485	-313,060	-31,523	-389,890

- \* : Valeur absolues, en unités de compte du modèle
- \*\*Par rapport à la situation optimale absolue, en % de la valeur moyenne de la production avec risque
- \*\*\*Gains ou pertes du stockeur international

Le tableau 3.6 donne, dans les mêmes conditions, un résumé de la situation de référence en situation de risque « endogène », celle qui correspond au graphique 3.1. Comme, dans cette hypothèse, les séries ne sont pas stationnaires, on en a pris les moyennes sur les 100 dernières années, afin de gommer, autant que faire se peut, les conséquences de la situation initiale.

Enfin, toujours dans les mêmes conditions, le tableau 3.7 donne les mêmes résultats résumés pour la situation de référence du risque exogène. Les différences entre les tableaux 3.6 et 3.7 (comme celles qui existent entre les graphiques 3.1 et 3.2) résultent du fait que l'origine des risques n'y est pas la même. Ces différences sont inévitables, mais sans signification réelle. Il ne faudrait évidemment pas en conclure que le « risque exogène est « meilleur » que le « risque endogène ».

En revanche, les différences entre le tableau 3.5 et les tableaux 3.6 ou 3.7 reflètent l'influence du risque sur les résultats du modèle, en particulier les pertes de bien-être qui lui sont associées. Elles sont importantes : à cause du risque, on passe pour l'économie mondiale d'un indice de bien être global de 81,78 à 67,45 avec le risque endogène, et à 68,60 avec le risque exogène, soit une différence de 17,54 % dans le premier cas, et de 21,25% dans le second. Ces pertes sont encore plus impressionnantes quand on les rapporte à la valeur de la production. Ces différences sont significatives, et montrent l'ampleur des gains que l'on peut espérer avec la réduction des risques.

**TABLEAU 3.7 : LA SITUATION DE RÉFÉRENCE AVEC RISQUE EXOGÈNE**

Pays :	Dx	Di	Vx	Vi	Stock	TOTAL
Surplus consommateurs	7,263	14,525	12,642	25,284	0,000	59,713
Surplus producteur	4,495	3,453	0,763	0,377	0,000	9,089
Prime de risque	2,626	2,626	2,626	2,626	0,000	10,505
Prix moyen	2,737	2,737	2,737	2,737	0,000	0,000
Quantité produite	2,436	1,918	0,281	0,138	0,000	4,772
Quantités consommées	0,358	0,717	1,232	2,465	0,000	4,772
Valeur de la production	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Valeur de la consommation	2,044	1,708	0,000	0,000	0,000	3,752
Dépenses budgétaires	7,263	14,525	12,642	25,284	0,000	59,713
Consommations intermédiaires	4,495	3,453	0,763	0,377	0,000	9,089
Bien-être total*	11,757	17,979	13,405	25,661	-0,424	68,378
Gains de bien-être **	3,34	-8,01	-103,72	-855,83	-3,25	-35,66

- \* En unités de compte du modèle
- \*\* par rapport à la situation optimale absolue, en % de la valeur de la production "avec risque"

Tout le monde ne perd pas également à ce jeu du risque : Les consommateurs perdent beaucoup : globalement, environ 30 unités de bien être sur l'ensemble du monde, soit quand même presque 40% du « bien être mondial total », ou environ 200% de la valeur de la production « sans risque ». Les producteurs gagnent, environ 10 unités de bien être pour l'ensemble du monde. Mais les pertes des consommateurs sont bien plus grandes que les gains des producteurs, conformément aux théorèmes de base de « l'économie du bien-être »<sup>52</sup>. Il convient de noter à ce propos que les gains des producteurs se font principalement sous forme de primes de risque : on peut en déduire que les véritables bénéficiaires ne sont pas les agriculteurs pauvres, mais plutôt les banques, sous forme de hausses des taux d'intérêt des prêts à ces agriculteurs pauvres (le modèle assez rustique utilisé ici ne représente pas le marché des capitaux, et ne permet pas d'examiner cette hypothèse comme il le faudrait...).

C'est ce phénomène de hausse des profits des producteurs qui explique aussi qu'un au moins des quatre pays – Dx, le pays développé exportateur – semble bénéficier de l'instabilité, avec un gain de bien être national non négligeable. Cela tient au fait que chez Dx, les consommateurs ne sont pas importants, alors que les producteurs le sont. Les gains des seconds l'emportent sur les pertes des premiers. Mais évidemment, cela ne peut être vrai au niveau global. Globalement, pour l'ensemble du système, le risque est très contre-productif.

Les pertes globales viennent de ce que le risque diminue l'offre. Les prix moyens « avec risque » sont beaucoup plus élevés que « sans risque » : ils passent de 0,002 en l'absence de risque à 2,06 dans l'hypothèse « risque endogène » et 2,48 avec le « risque exogène ». Ceci est en raison inverse de l'offre

<sup>52</sup> On pourrait être tenté d'attribuer aussi ce résultat à l'existence de l'aversion pour le risque. Mais les primes de risque qui vont au producteur sont inférieures aux pertes des consommateurs.



moyenne, qui passe de 69,40 à 4,20 dans l'hypothèse « risque endogène » ou 4,86 en cas de risque exogène. Le risque ici joue le rôle d'un progrès technique négatif, qui diminue la production à ressources égales. Ces baisses de production sont du reste probablement exagérées : la production agricole est plus rigide que cela, et c'est sûrement un assez grave défaut de notre modèle (lié à l'utilisation de la fonction « Cobb-Douglas », beaucoup trop flexible). Il semble que ce défaut ait été en partie compensé par, également, une demande plus flexible et plus sensible aux prix qu'elle ne l'est en réalité.

### 2.2.3 – les situations de départ et la spécification des paramètres des politiques

Le tableau 3.8 résume une dernière « référence » : celle qui correspond à la situation de départ de nos simulations. C'est une situation analogue à celle des tableaux 3.6 et 3.7, mais dans laquelle le stock de capital dans chaque pays n'est pas « optimal » : il est donné de façon arbitraire, au lieu d'être ajusté à la quantité de facteur fixe du pays.

**TABLEAU 3. 8 : LA SITUATION DE RÉFÉRENCE DE DÉPART**

Pays :	Dx	Di	Vx	Vi	TOTAL
Surplus consommateurs	7,20	14,41	12,43	24,86	58,91
Surplus producteur	4,77	3,18	0,88	0,44	9,27
Prime de risque	0,07	0,05	0,01	0,00	0,14
Prix moyen consommateur	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89
Quantité produite	2,45	1,69	0,31	0,15	4,60
Quantités consommées	0,35	0,70	1,18	2,37	4,60
Dépenses budgétaires	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consommations intermédiaires	2,29	1,70	0,00	0,00	3,99
Bien-être	11,97	17,59	13,32	25,31	68,18

Ce tableau a pour intérêt d'être commun aux deux situations (risque exogène et risque endogène : le point de départ de l'appareil productif dans chaque pays est le même), et aussi de servir de base pour la définition des politiques : les « prix garantis »  $p_g$  sont fixés à 10% au dessus de ces prix d'équilibre de départ. De la même manière, lorsque les politiques prévoient des limites de quantité  $q_g$  pour les garanties de prix, ces limites sont calculées comme 10% au dessous des quantités d'équilibre de départ.

On a ainsi :  $p_g = 0,46$ , Et :  $q_g = \{ 2,2050 \ 1,5210 \ 0,2790 \ 0,1350 \}$ , pour les quatre pays.

## 3. LES EFFETS DES POLITIQUES ÉTUDIÉES

Les résultats de l'application du modèle sont donnés dans les tableaux ci-après, pour chacune des politiques et chacune des situations (risque endogène ou exogène) étudiées. Dans ces tableaux, plutôt que d'utiliser les unités de compte arbitraires du modèle, nous avons préféré donner la valeur de chaque indicateur (surplus, coûts, etc...) en % de la valeur de la production du pays considéré<sup>53</sup>, valeur calculée au prix moyen effectivement payé au producteur dans le scénario de référence « sans politique » de la version du modèle (risque endogène ou exogène) en cours d'examen. Ils appellent les commentaires suivants :

<sup>53</sup> Ou de production mondiale s'il s'agit du monde. A noter que cet artifice supprime les propriétés d'additivité auxquelles on pourrait s'attendre : le chiffre relatif au bien être mondial n'est plus la somme du chiffre relatif à chacun des pays, car, évidemment, pour tout ensemble de quatre nombres  $x_1, x_2, z_1, z_2$ , en général,  $(x_1 / z_1) + (x_2 / z_2) \neq (x_1 + x_2) / (z_1 + z_2)$ .

### 3.1 Soutien à prix fixe pour quantités illimitées

Le soutien des prix pour des quantités illimitées est généralement considéré comme coûteux et « distorsif », avec des effets déplorables sur les pays tiers. Qu'il s'agisse de fluctuations endogènes ou exogènes, le présent modèle ne confirme pas complètement ce point de vue.

#### 3.1.1- Le cas des fluctuations endogènes

Nous avons ici supposé que chacun des pays, à tour de rôle, garantissait à ses producteurs un prix de 3,175 (10% au dessus de 2,89, le « prix de départ avec risque » dans notre modèle, comme indiqué dans le tableau 3.8).

**TABLEAU 3.9 : POLITIQUES DE PRIX GARANTIS SANS LIMITE: EFFET CHEZ L'OPERATEUR.**  
(FLUCTUATIONS D'ORIGINE ENDOGÈNE).

Mode de soutien :		Opérateur :			
		Dx	Di	Vx	Vi
Illimité par paiements compensatoires (FEGDEF 1/2/12)	Dépenses budgétaires	72,30	76,79	629,32	1123,99
	Variation de bien-être, dont :	12,47	9,11	117,56	598,71
	Producteur	83,61	82,71	601,31	1143,39
	Consommateur	1,16	3,19	145,57	579,31
Illimité par subventions à l'exportation; (FEGSUB, 1/2/12)	Dépenses budgétaires	67,68	56,51	508,10	593,92
	Variation de bien-être, dont :	7,03	3,57	24,75	275,63
	Producteur	83,61	82,71	601,31	1143,39
	Consommateurs	-8,90	-22,64	-68,46	-273,84

- \*en % de la valeur moyenne de la production de l'entité en colonne dans la solution « sans politique »

Le coût est en effet important comme le montrent les lignes 1 et 5 du tableau 3.9. Quelle que soit la méthode utilisée, paiements compensatoires ou subventions à l'exportation, ce coût pour le budget représente parfois jusqu'à plus de 10 fois la valeur de la production de l'opérateur (cas du pays pauvre importateur). A cela, il faut ajouter les pertes des consommateurs lorsque le soutien se fait par subventions à l'exportation : toujours en % de la production « sans politique » du pays opérateur, chez celui-ci, dans cette hypothèse de subventions à l'exportation, ces pertes pour les consommateurs (qui paient leur alimentation au prix élevé garanti aux producteurs) représentent peu de chose pour les pays riches (quelques pour-cent), mais jusqu'à presque trois fois la valeur de la production de l'opérateur lorsque celui-ci est un pays pauvre.

En dépit de ces coûts énormes, les bénéfices, ne sont pas négatifs, et c'est là l'une des surprises de ce travail. Certes, ces bénéfices concernent essentiellement les producteurs du pays opérateur, pour un montant qui, en fait, est en général supérieur aux dépenses budgétaires.

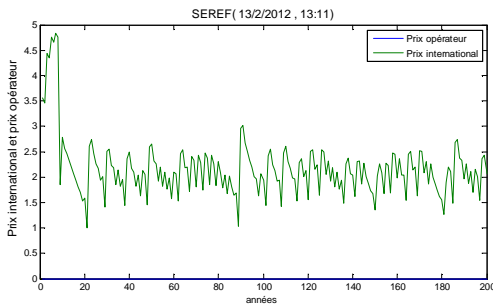
Ils concernent aussi (Tableau 3.10) les consommateurs des pays tiers, pour des montants considérables, pouvant atteindre 10 fois la valeur de la production du pays opérateur. Les producteurs des pays tiers, en revanche, souffrent: Ils perdent jusqu'à près de 50% de la valeur de leur production lorsque l'opérateur est un pays pauvre exportateur, volume de perte transféré en bénéfice aux consommateurs, pour un montant du même ordre. Au total, les bénéfices excèdent les coûts dans une assez faible proportion : de l'ordre de 5% de la valeur de la production mondiale si l'opérateur est un pays riche, pouvant atteindre 50 à 60% si l'opérateur qui met cette politique en œuvre est un pays pauvre. La méthode – subventions à l'exportation ou paiements compensatoires - n'a pas beaucoup d'importance : les résultats sont du même ordre de grandeur, même si, évidemment, la méthode par paiements compensatoires est beaucoup plus favorable aux consommateurs de l'opérateur.

**TABLEAU 3.10 : POLITIQUES DE PRIX GARANTIS SANS LIMITE: EFFET DANS LES PAYS TIERS ET LE MONDE (FLUCTUATIONS D'ORIGINE ENDOGÈNES).**

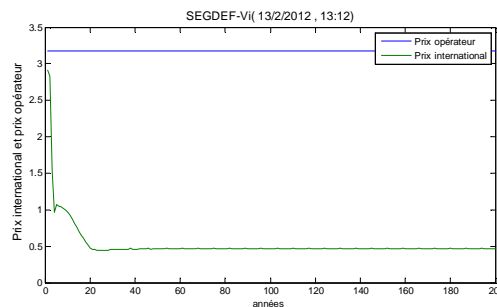
Mode de soutien :		Opérateur :			
		Dx	Di	Vx	Vi
Illimité par paiements compensatoires (FEGDEF, 13-2-12))	Variation* de bien-être pays tiers, dont :	4,78	3,48	46,14	4,09
	Producteurs pays tiers	-5,42	-5,42	-44,01	-47,37
	Consommateurs pays tiers	10,20	8,91	90,15	51,46
	Variation de bien-être dans le monde	13,30	7,76	72,50	64,45
Illimité par subventions à l'exportation; (FEGSUB,13-2-12)	Variation de bien-être pays tiers, dont :	10,91	5,71	51,63	6,16
	Producteur pays tiers	-6,97	-9,11	-51,76	-61,90
	Consommateurs pays tiers	17,88	14,82	103,40	68,07
	Variation de bien-être dans le monde	15,71	7,39	57,18	33,95

- \*en % de la valeur moyenne de la production de l'entité en colonne dans la solution « sans politique »

**Graphique 3.4 : Effet sur le prix international et le prix opérateur d'une garantie de prix illimité par paiements compensatoires, risque exogène**



**Fig. 3.4a : Référence**



**Fig.3.4b : Vi opérateur**

L'effet de ces politiques est donc pour l'essentiel une gigantesque redistribution de revenus des contribuables aux producteurs agricoles. D'une certaine façon, une telle politique n'est pas absurde pour aider des agriculteurs pauvres chez l'opérateur lorsque le reste de la population est riche. Elles seraient spécialement justifiées si elles étaient pratiquées par un pays pauvre au bénéfice de ses agriculteurs et de ses propres consommateurs, au détriment des agriculteurs des pays riches. Mais leur coût budgétaire rend de telles méthodes inapplicables, justement, dans les pays pauvres, sans ressources budgétaires, dans lesquels même les revenus des « riches » restent faibles.

Il faut dire un mot des raisons pour lesquelles on obtient ces résultats. La raison principale de la (légère) amélioration de l'efficacité du système dans son ensemble se trouve dans l'atténuation des fluctuations chez l'opérateur, comme le montre le graphique 3.4.

On voit en effet sur le graphique 3.4b qu'une telle politique, ici mise en œuvre par le pays sous développé importateur, peut avoir pour effet de stabiliser les prix pour ses propres producteurs, mais aussi pour le reste du monde. Et en même temps, elle fait baisser les prix de façon significative pour le reste du monde. En sécurisant par là les bénéfices des producteurs (en particulier chez l'opérateur), il permet à ces derniers d'accroître la quantité de capital qu'ils mettent en œuvre, et donc, leur production. A la suite de cet accroissement de production, le prix international a tendance à baisser, ce qui est favorable aux consommateurs.

Le graphique 3.5, qui montre dans les mêmes conditions l'évolution de la quantité de capital mise en œuvre dans les quatre pays lorsque Vi est l'opérateur pour un soutien illimité par paiement

compensatoire en présence de risque exogène, confirme cette analyse (noter la différence d'échelle entre les deux graphiques : la valeur maximale du graphique 3.5a est de 30, alors que celle du 3.5b est de 70).

### Graphique 3.5 :

**Évolution des quantités de capital mise en œuvre dans la situation de référence et lorsque le pays Vi pratique une politique de soutien illimité par paiements compensatoires (Situation de risque exogène)**

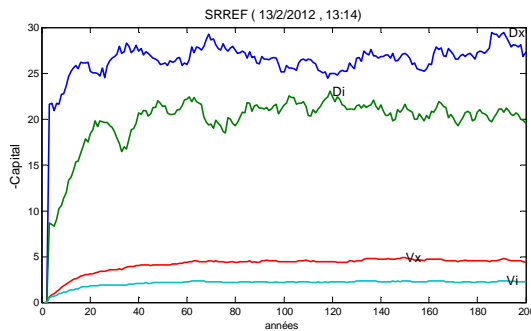


Fig. 3.5a : référence

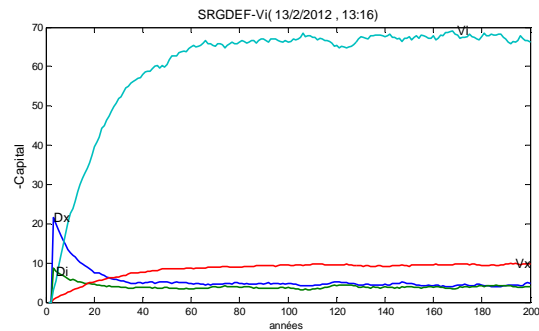


Fig. 3.5b : Vi opérateur

### Graphique 3.6 :

**Effets sur les prix et le capital investi dans les quatre pays d'une stabilisation illimité par paiements compensatoires par le pays Dx**

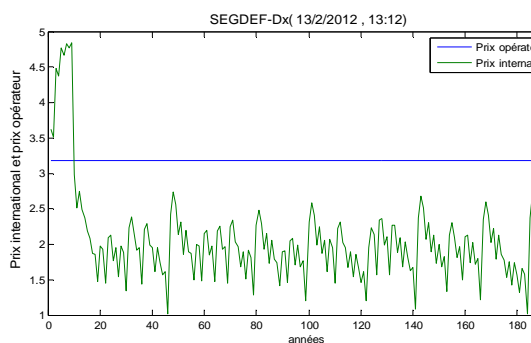


Fig. 3.6a Prix

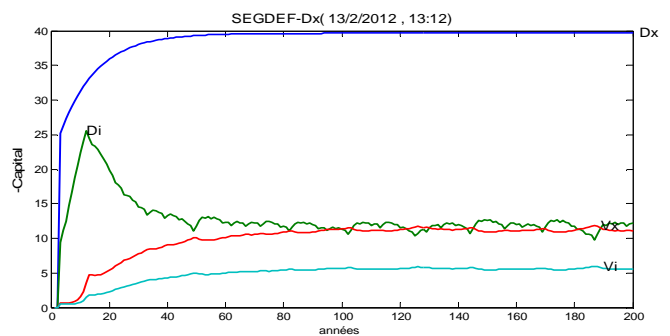


Fig. 3.6b : capital

Il convient cependant de ne pas généraliser abusivement : ce scénario vertueux ne se produit pas toujours. Par exemple, le graphique 3.6 montre qu'il ne se produit pas lorsque la politique de soutien illimité est mise en œuvre par le pays Dx (le pays développé exportateur) : Du fait de ses ressources fixes, qui sont limitées, celui-ci ne parvient pas à obtenir une production suffisante pour stabiliser le monde. Dans ces conditions, la stabilisation par Dx n'améliore pas sensiblement les fluctuations du prix international (en vérité, elle aurait plutôt tendance à l'accroître légèrement).

#### 3.1.2 - Le cas des fluctuations exogènes

Ces résultats obtenus avec les fluctuations endogènes sont ils généralisables au cas des fluctuations exogènes ? La réponse est oui, en général. L'effet serait même plutôt amplifié, comme les montrent les tableaux 3.11 et 3.12, construits sur le même modèle que les tableaux 3.9 et 3.10, mais pour le cas des fluctuations exogènes.

**TABLEAU 3.11 : POLITIQUES DE PRIX GARANTIS SANS LIMITE : EFFETS\* CHEZ L'OPERATEUR  
(FLUCTUATIONS D'ORIGINE EXOGENE).**

Mode de soutien :		Opérateur :			
		Dx	Di	Vx	Vi
Illimité par paiements compensatoires (FRGDEF,13-2-2012)	Cout budgétaire	92,70	95,26	1464,16	2218,96
	Variation de bien-être, dont :	-71,32	-53,44	634,92	2196,45
	Producteur	11,01	15,67	1708,98	2871,21
	Consommateur	10,38	26,15	390,10	1544,20
Illimité par subventions à l'exportation (FRGSUB,13-2-2012)	Cout budgétaire	59,92	46,06	1266,00	1472,66
	Variation de bien-être, dont :	-37,72	-25,74	439,90	1504,28
	Producteur	24,56	26,36	1776,76	3265,25
	Consommateurs	-2,37	-6,04	-70,85	-288,31

- \* en % de la valeur de la production de l'entité en colonne dans l'hypothèse « sans politique »

Comme précédemment, les coûts budgétaires sont élevés, parfois même encore plus que dans le cas des fluctuations endogènes. Ils sont supérieurs à la somme des surplus des consommateurs et des producteurs dans plusieurs cas, avec un surplus final négatif.

La méthode de soutien compte beaucoup pour le résultat : le soutien par paiements compensatoire n'est « mauvaise » que lorsque l'opérateur est le pays riche importateur. Le soutien par subventions à l'exportation conduit toujours chez l'opérateur à une variation de bien-être négative, sauf quand il est le fait du pays pauvre exportateur.

**TABLEAU 3.12 : POLITIQUES DE PRIX GARANTIS SANS LIMITE: EFFET\* DANS LES PAYS TIERS ET LE MONDE,  
(FLUCTUATIONS D'ORIGINE EXOGENE)**

Mode de soutien		Opérateur			
		Dx	Di	Vx	Vi
Illimité par paiements compensatoires (FRGDEF, 13-2-2012)	Variation de bien-être pays tiers dont :	137,50	93,22	17,54	-3,66
	Producteurs	-3,75	-11,48	-50,88	-45,23
	Consommateurs	141,26	104,71	68,42	41,57
	Variation de bien être du monde	62,83	57,48	57,20	61,71
Illimité par subventions à l'exportation (FRGSUB, 13-2-2012)	Variation de bien-être pays tiers dont :	303,85	241,17	120,46	108,52
	Producteurs	158,29	127,94	29,67	40,88
	Consommateurs	145,57	113,22	90,78	67,64
	Variation de bien être du monde	264,35	223,95	147,94	153,29

- \*en % de la valeur moyenne de la production de l'entité en colonne dans la solution « sans politique »

Du côté des pays tiers, les effets sont plus importants qu'avec les fluctuations endogènes, quoique dans les mêmes directions. : les consommateurs, ici gagnent vraiment beaucoup. D'une façon assez surprenante, les producteurs des pays tiers gagnent aussi, alors qu'on s'attend à ce qu'ils perdent. Cela tient à ce qu'ils mobilisent moins de moyens, pour s'ajuster à la nouvelle situation, et donc continuent à avoir un bénéfice positif. Il reste à savoir si la chose est réellement possible dans le monde réel : il n'est pas sûr que les producteurs africains aient réellement pu employer moins de main d'œuvre pour se défendre des subventions européennes à l'exportation lorsque celles-ci étaient abondantes. Au total, la stabilisation, est nettement bénéfique pour l'ensemble du monde.

Le graphique 3.7, qui compare l'accumulation du capital entre la solution de référence avec risque exogène et celle que l'on obtient avec la politique de soutien avec paiement compensatoire mise en

œuvre par le pays Vi – elle est très comparable au graphique 5 – montre que les mêmes mécanismes que précédemment sont en jeu pour expliquer ces résultats. Il semble seulement que cette politique de soutien avec paiements compensatoires soient plus efficaces avec un risque exogène que dans le cas d'un risque endogène. Cette conclusion, en fait, contredit assez profondément le sens commun économique, parce qu'elle est dérivée de considérations dynamiques, et que le raisonnement n'est pas purement statique.

### Graphique 3.7 : Accumulation du capital dans la situation de référence et quand le pays Vi stabilise sans limites par paiements compensatoires, avec risque exogène

(Noter la différence d'échelle entre les deux graphiques)

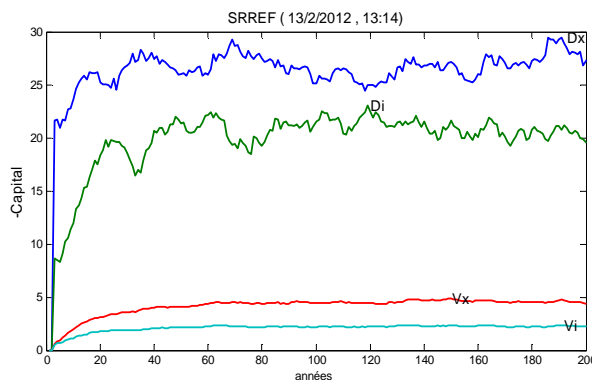


Fig. 3.7a Référence

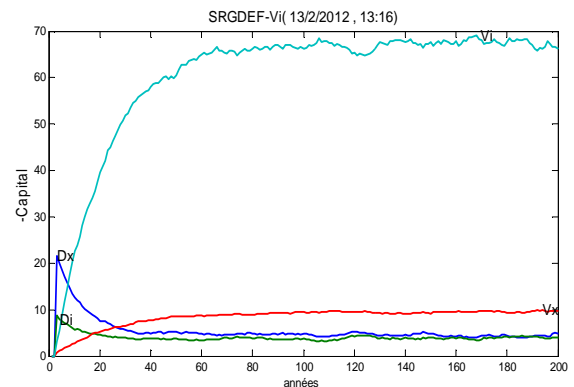


Fig. 3.7b : Vi opérateur

## 3.2 Les politiques de soutien limité (ou politiques de quotas de production)

### 3.2.1 – Vue générale

La mise en place de quotas de production est un moyen classique pour limiter les dépenses de soutien aux producteurs. Il existe de nombreuses manières de les définir : par exemple, la Communauté européenne, lors de l'instauration des quotas laitiers, avait mis en place un système dans lequel toute production en deçà des quotas était payée au prix garanti, mais toute production au-delà subissait une pénalisation dissuasive.

Ici, on a admis que toute production inférieure ou égale au quota était payée exactement au prix garanti (elle est frappée d'une taxe si le prix de marché vient à dépasser le prix garanti), cependant que les productions excédentaires éventuelles sont payées au prix courant.

La détermination de l'attitude des producteurs ne va pas de soi dans une telle hypothèse (cf. annexe 3.7). En fait, avec les quotas tels que définis ici, il se produit le même type de phénomènes qu'avec les marchés à terme<sup>54</sup>, car le producteur peut souvent choisir entre « dépasser le quota » ou « produire moins que le quota ». Dans les deux cas, il est « en équilibre », le coût marginal étant égal au prix reçu (voir annexe A3.6, figure A3.3). Sans doute, les deux solutions en question ne sont elles pas équivalentes : l'une est généralement meilleure que l'autre. Mais il est difficile *a priori* de savoir laquelle, de sorte qu'on se trouve dans un cas d'équilibres multiples, avec la possibilité que le système passe d'un équilibre à l'autre pour des raisons futiles. Une complication de l'étude de ce modèle dans des hypothèses « avec quotas » vient de la nécessité de définir à quel niveau fixer les quotas. Ici, nous avons défini le niveau des quantités

<sup>54</sup> Ce n'est pas surprenant : les quotas peuvent en effet s'interpréter comme des marchés à terme un peu particuliers (Boussard, 2002).

sous quotas comme 10% en dessous de la quantité obtenue dans la solution « de référence » de départ, tandis que le prix garanti sous quota était le même que celui qui a été utilisé pour les solutions « avec soutien illimité », soit 10% au dessus du prix international obtenu dans la référence de départ.

### 3.2.2- le cas des fluctuations endogènes

Dans tous les cas, les dépenses des gouvernements « avec quotas » sont sensiblement réduites par rapport aux situations dans lesquelles les politiques consistaient à soutenir les prix pour des quantités illimitées : de l'ordre de la valeur de la production, au lieu de dix fois plus... Parfois, elles se transforment en recettes (cas du pays Vi, avec subventions aux exportations : comme en réalité le pays est importateur, et que l'existence de quotas ne permet pas d'accroître assez la production pour devenir auto-suffisant, le pays reste importateur, et le Trésor encaisse d'importants droits de douanes (à noter que cette situation fut celle de nombreux pays africains à l'époque coloniale).

**TABLEAU 3.13 : POLITIQUES DE PRIX GARANTIS SOUS QUOTAS : EFFETS\* CHEZ L'OPERATEUR ; (FLUCTUATIONS D'ORIGINE ENDOGÈNE).**

Mode de soutien		Opérateur			
		Dx	Di	Vx	Vi
Illimité par paiements compensatoires (FEQDEF,13-2-2012)	Cout budgétaire	81,37	68,47	23,75	28,97
	Variation de bien-être, dont :	-1,92	16,32	-6,54	-24,27
	Producteur	77,56	83,66	17,29	14,45
	Consommateur	1,89	1,14	-0,08	-9,74
Illimité par subventions à l'exportation (FEQSUB, 13-2-2012)	Cout budgétaires	81,37	68,47	23,75	28,97
	Variation de bien-être, dont :	-1,92	16,32	-6,54	-24,27
	Producteur	77,56	83,66	17,29	14,45
	Consommateurs	1,89	1,14	-0,08	-9,74

- \*en % de la valeur moyenne de la production dans la solution de référence « sans politique »

**TABLEAU 3.14 : POLITIQUES DE PRIX GARANTIS SOUS QUOTAS : EFFETS POUR LES TIERS ET LE MONDE, (FLUCTUATIONS D'ORIGINE ENDOGÈNE).**

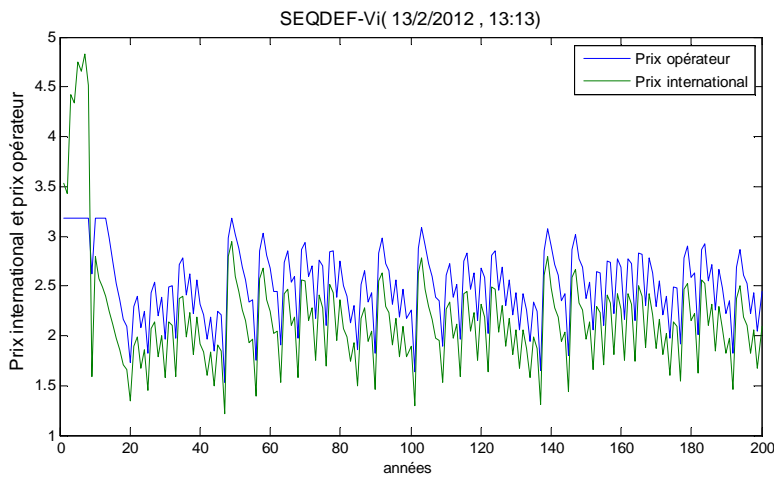
Mode de soutien		Operateur			
		Dx	Di	Vx	Vi
Quota et paiements compensatoires ; (FEQDEF, 13-2-2012)	Variation du bien-être pays tiers, dont :	7,29	0,11	0,01	-0,35
	Producteurs	-9,33	-3,09	0,07	0,55
	Consommateurs	16,62	3,19	-0,06	-0,90
	Variation de bien être dans le monde	5,97	7,77	-1,46	-2,80
Quotas et subventions à l'exportation ( FEQSUB, 13-2-2012)	Variation du bien-être pays tiers, dont :	9,08	5,71	49,69	5,33
	Producteur pays tiers	-7,04	-8,65	-49,51	-59,95
	Consommateurs pays tiers	16,12	14,36	99,20	65,28
	Variation de bien être dans monde	14,60	7,22	56,10	33,78

- \*en % de la valeur moyenne de la production dans la solution de référence « sans politique »

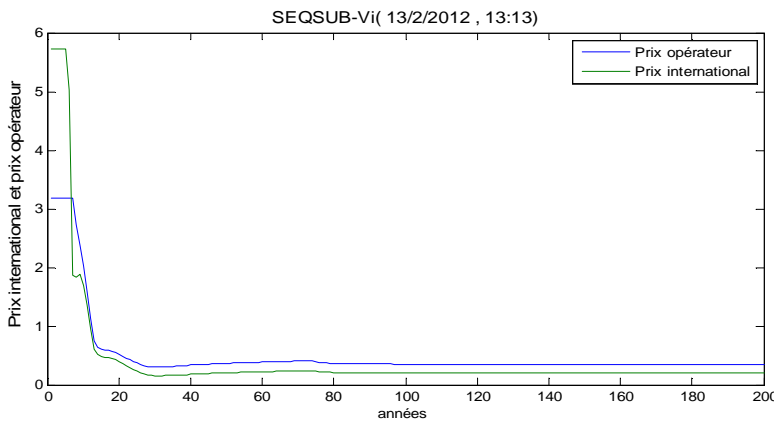
Mais le bénéfice de ces politiques n'est pas assuré pour autant. Au niveau de l'opérateur, ils sont négatifs ou faiblement positifs. Au niveau mondial, ils sont légèrement positifs, quoique, cette fois, les producteurs des pays tiers souffrent.

Leurs effets sur les prix, aussi bien les prix mondiaux que les prix chez les opérateurs, expliquent ces résultats, et surtout, montre la grande diversité des situations susceptibles d'être rencontrées.

**Graphique 3.8 : Stabilisation intérieure par quota : Effets sur les prix (fluctuations endogènes)**



**Fig 3.8a : Avec paiements compensatoires**



**Fig 3.8b Avec subventions exportations**

Par exemple, le graphique 3.8 montre les chroniques de prix obtenues avec le pays Vi comme opérateur. Le graphique 3.8a correspond à un soutien sous quotas par paiements compensatoires : on voit bien comment le procédé régularise le prix intérieur, par contraste avec les prix international qui fluctue à peu près de la même façon qu'il le faisait dans la situation de référence. Cependant, le marché intérieur reste fluctuant, parce qu'il arrive souvent que le producteur national ait intérêt à dépasser son quota, ou, au contraire, à ne pas l'atteindre.

Avec les subventions à l'exportation (graphique 3.8b), non seulement le pays régularise son marché intérieur, mais encore il le fait pour le marché mondial. De plus, parce que cette régularisation est accompagnée d'un dépassement presque systématique des quotas, le tout se fait à un niveau inférieur au prix sous quota... Il n'est pas surprenant dans ces conditions, que le bénéfice mondial soit considérablement augmenté (par rapport à la référence) dans cette deuxième situation, alors qu'il était légèrement diminué dans la première.

Naturellement, tout ceci dépend des paramètres et des situations initiales : on ne saurait en tirer une conclusion générale sur les bienfaits des subventions à l'exportation par rapport à la technique des paiements compensatoires. Il était tout de même intéressant de montrer ce contraste...



### 3.2.3 – Le cas des fluctuations exogènes

Les résultats sont donnés dans les tableaux 3.15 et 3.16

**TABLEAU 3.15:** POLITIQUES DE PRIX GARANTIS SOUS QUOTAS : EFFETS CHEZ L'OPERATEUR\*, (FLUCTUATIONS D'ORIGINE EXOGENE).

Mode de soutien		Operateur			
		Dx	Di	Vx	Vi
Illimité par paiements compensatoires; (FRQDEF, 13-2-2012)	Cout budgétaire	68,08	59,68	81,63	87,07
	Variation de bien-être, dont :	-34,64	-17,60	584,63	1506,56
	Producteur	23,66	18,49	369,78	388,91
	Consommateur	9,78	23,58	296,48	1204,72
Illimité par subventions à l'exportation; (FRQSUB, 13-2-2012)	Cout budgétaire	59,54	36,88	-237,78	-1397,86
	Variation de bien-être, dont :	-37,78	-23,03	479,33	1364,15
	Producteur	24,13	19,89	312,40	254,60
	Consommateurs	-2,37	-6,04	-70,85	-288,31

- \* en % de la valeur moyenne de la production de l'entité en colonne dans la solution « sans politique »

**TABLEAU 3.16:** POLITIQUES DE PRIX GARANTIS SOUS QUOTAS : EFFET\* POUR LES TIERS ET LE MONDE (FLUCTUATIONS D'ORIGINE EXOGENE).

Mode de soutien		Operateur			
		Dx	Di	Vx	Vi
Quota et paiements compensatoires; (FRQDEF 13-2-2012)	Variation de bien-être des pays tiers, dont :	138,75	94,84	14,92	5,20
	Producteurs	6,20	1,06	-37,40	-27,53
	Consommateurs	132,55	93,78	52,33	32,73
	Variation de bien être dans le monde	102,47	83,06	51,45	50,04
Quotas et subventions à l'exportation; (FRQSUB, 13-2-2012)	Variation de bien-être des pays tiers, dont :	140,42	96,44	15,09	-3,66
	Producteur pays tiers	2,22	-7,32	-47,57	-52,38
	Consommateurs pays tiers	138,20	103,76	62,66	48,71
	Variation de bien être dans monde	100,86	81,04	45,04	36,93

- \* en % de la valeur moyenne de la production de l'entité en colonne dans la solution « sans politique »

Les conclusions sont sensiblement les mêmes que dans le cas de fluctuations endogènes : Dépenses budgétaires en général plus faible que dans le cas des soutiens illimités, pertes et bénéfices dans le même sens, quoique beaucoup plus réduits que dans le cas des fluctuations endogènes. Comme précédemment, les recettes fiscales liées aux droits de douanes améliorent sensiblement l'intérêt du système pour le pays pauvre importateur. Au niveau du monde, tout le monde profite de la stabilisation globale ainsi obtenue, mais chez les opérateurs, en particulier s'ils sont riches, la somme algébrique des gains et des pertes est plutôt négative.

Ces résultats sont surprenants, car on attendait plutôt que l'effet déstabilisateur des quotas pour le reste du monde dans un tel cas de figure produise l'effet contraire.

### 3.2.4 – Les quota et l'« exportation de l'instabilité »

De fait, l'une des objections classique au système des quotas est que ceux-ci conduisent à « reporter la variabilité sur les autres », en « exportant l'instabilité ». Ce point méritait d'être examiné

Les résultats obtenus ici ne semblent pas mettre en évidence le jeu systématique de mécanisme de ce genre, comme le montre le tableau 3.17, ni dans le cas des fluctuations endogènes, ni dans celui des fluctuations exogènes. Au contraire : avec subventions à l'exportation, les quotas, lorsqu'ils sont mis en

place par des pays pauvres, parviennent à stabiliser l'ensemble du marché mondial presque complètement, comme le montre le graphique 3.8b.

On note cependant que les quotas sont associés à une forte variabilité dans le cas de fluctuations exogènes, lorsqu'ils sont mis en place par un pays pauvre, avec subventions à l'exportation, comme le montrent les graphiques 3.9. En effet, dans ce cas, le prix intérieur du pays pauvre opérateur est relativement élevé et la consommation y est complètement insensible aux fluctuations (puisque le prix intérieur est stable).

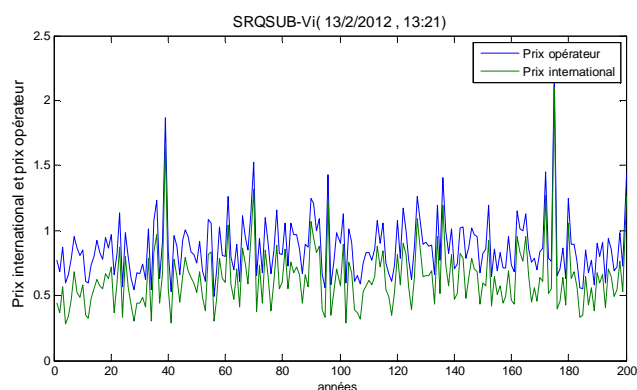
**TABLEAU 3.17 : COEFFICIENTS DE VARIATION DES PRIX INTERNATIONAUX POUR DIFFERENTS REGIMES DE QUOTAS, SELON L'OPÉRATEUR.**

	Opérateur	Dx	Di	Vx	Vi
Fluctuations endogènes	Référence	0,16	0,16	0,16	0,16
	Quotas avec paiements compensatoires	0,18	0,18	0,17	0,16
	Quotas avec Subventions exportation	0,19	0,19	0,01	0,01
Fluctuations exogènes	Référence	0,22	0,22	0,22	0,22
	Quotas avec paiements compensatoires	0,18	0,19	0,19	0,18
	Quotas avec Subventions exportation	0,19	0,18	0,25	0,34

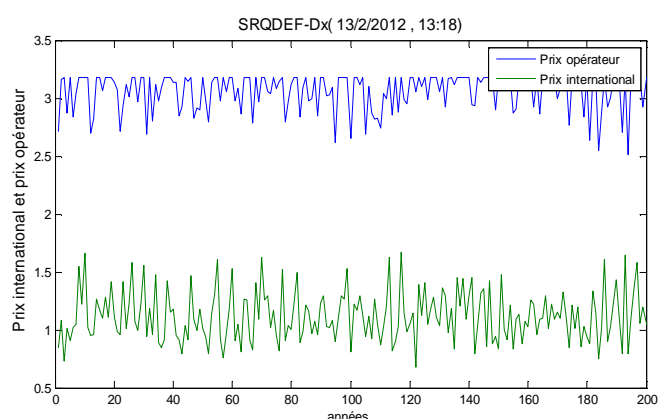
Cela s'oppose à la situation du même pays « sans politique » : le prix intérieur y est en moyenne plus bas, et surtout, l'élasticité de la demande y est relativement forte, ce qui a un effet stabilisateur. Dès lors, il faut s'attendre à ce que la consommation des pays pauvres, lorsque ceux-ci pratiquent une politique de quotas par subventions à l'exportation, ne contribue plus à la régularisation globale du marché mondial. Au contraire, ils peuvent devenir déstabilisateurs si les dépassements de quotas deviennent fréquents. C'est ce que l'on voit sur le graphique 3.9a, où l'opérateur est le pays Vi, le pays sous développé importateur : la série du prix international est bien plus fluctuante que celle de la figure 3.9b (relative à une politique de quota avec paiements compensatoires mené par le pays Dx, développé exportateur).

### Graphique 3.9

#### Effets sur les prix d'une stabilisation intérieure par quota, par un pays riche et un pays pauvre (Fluctuations exogènes)



**3.9a : Subventions par le pays Vi  
(pauvre, importateur)**



**3.9b : Paiements  
compensatoires ;par le pays Dx  
(riche, exportateur)**

### 3.3 Les politiques de « tunnel de prix » et le stockage public

Comme on l'a vu dans l'introduction, le stockage privé est toujours présent dans ce modèle, selon les modalités décrites en annexe 7. En fait, il ne joue pas un grand rôle, car les stockeurs ont rarement l'occasion d'intervenir. C'est pourquoi nous n'avons pas, jusqu'ici, discuté ce point dans la présentation des résultats. Il est possible que les paramètres dont nous nous sommes servis ne soient pas les bons, et découragent les stockeurs, aussi bien dans le cas du risque endogène (le stock est généralement liquidé lors de la première année, et il n'est presque jamais reconstitué par la suite) que dans celui des fluctuations exogènes (il se peut que la pente de notre approximation linéaire des règles de Gustafson ne soit pas la bonne).

Le stockage public, en revanche, a fait l'objet d'une étude systématique, à travers un système de « tunnel de prix » : l'idée est que l'État intervienne chaque fois que la variation de prix observée sur le marché est considérée comme trop forte, sortant du « tunnel » autorisé. Nous avons donc admis que dans les pays qui pratiquaient cette politique, les variations de prix d'une année sur l'autre ne devaient pas dépasser 10% du prix de l'année précédente. Si le marché tend à sortir de cette limite vers le haut (le prix devient trop élevé), la règle est de déstocker. De même, l'État se porte acquéreur sur le marché si le prix tombe en dessous de la limite. Bien entendu, le stock doit toujours être positif ou nul, de sorte que si le stock est nul, l'État ne peut plus vendre, et il existe une capacité de stockage maximale, au-delà de laquelle il ne peut plus acheter.

### 3.3.1– Tunnels de prix et fluctuations endogènes

Dans le cas des fluctuations endogènes, il faut encore distinguer deux situations : le pays opérateur peut effectuer ses opérations de stockage déstockage en intervenant directement sur le marché mondial, sans protection spéciale ; ou il peut restreindre ses interventions au marché intérieur, ce qui implique de protéger ce marché par des droits de douanes variables (ou des subventions à l'exportation), qui compensent la différence éventuelle entre le prix intérieur et les prix mondial. Les résultats correspondant à ces hypothèses sont indiqués dans les tableaux 3.18 et 3.19.

**TABLEAU 3.18** POLITIQUES DE « TUNNEL DE PRIX » PAR STOCKAGE PUBLIC : EFFETS\* CHEZ L'OPERATEUR, (FLUCTUATIONS D'ORIGINE ENDOGÈNE).

Mode de soutien		Opérateur			
		Dx	Di	Vx	Vi
Avec protection variable (FEKDD, 13-2-2012)	Cout budgétaires	31,42	42,75	57,77	61,04
	Variation de bien-être, dont :	-32,76	-42,83	89,85	538,87
	Producteur	-1,47	0,63	36,89	158,51
	Consommateur	0,14	-0,71	110,73	441,40
Sans protection FEKLIB,13-2-2012)	Cout budgétaires	79,43	100,99	49,07	98,15
	Variation de bien-être, dont :	-116,06	-112,95	75,33	504,11
	Producteur	-52,51	-52,36	-13,40	51,04
	Consommateur	15,89	40,39	137,81	551,22

- \*en % de la valeur moyenne de la production de l'entité en colonne dans la solution « sans politique »

**TABLEAU 3. 19** : POLITIQUES DE « TUNNEL DE PRIX » PAR STOCKAGE PUBLIC : EFFETS\* DANS LES PAYS TIERS, (FLUCTUATIONS D'ORIGINE ENDOGÈNE).

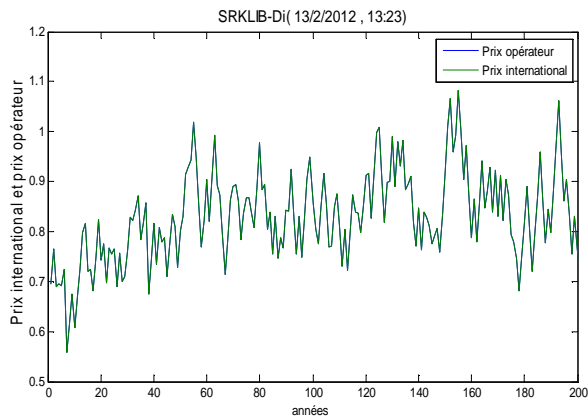
Mode de soutien		Opérateur			
		Dx	Di	Vx	Vi
Avec protection variable (FEKDD, 13-2-2012)	Variation de bien-être, dont :	-0,68	-3,00	30,47	-0,85
	Producteur	0,10	-0,35	-38,45	-40,48
	Consommateur	-0,78	-2,65	68,93	39,63
	Variation de bien être mondial	-23,06	-23,09	50,62	53,48
Sans protection (FEKLIB, 13-2-2012)	Variation de bien-être, dont :	124,78	92,67	44,65	4,51
	Producteur	-24,41	-28,06	-40,84	-44,57
	Consommateurs	149,19	120,72	85,49	49,08
	Variation de bien être mondial	45,47	39,68	61,54	55,34

- \*en % de la valeur moyenne de la production de l'entité en colonne dans la solution « sans politique »

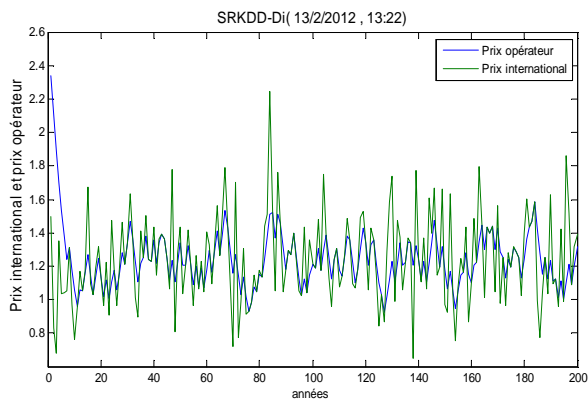
Le procédé est efficace pour diminuer l'ampleur des variations de prix chez l'opérateur. En fait, il les diminue aussi dans l'ensemble du monde, dans presque toutes les circonstances, comme on le voit sur les graphiques 3.10a, avec la configuration « sans protection douanière, les deux courbes sont confondues, puisque le prix international et le prix intérieur sont les mêmes).

Les coûts budgétaires sont très variables selon le contexte, plutôt plus grands pour les pays pauvres que pour les riches. .

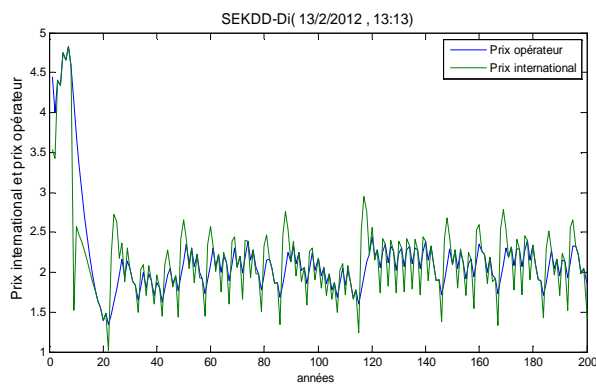
**Graphique 3.10 : Politiques du tunnel de prix ; effet sur les prix ( fluctuations exogène ou endogènes)  
Di est opérateur, avec ou sans protection du marché intérieur par droits de douane variables**



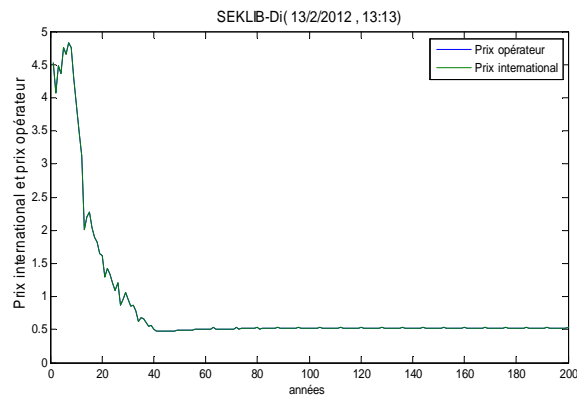
**Fig 10 a : Sans protection,  
fluctuations exogènes  
Opérateur Di  
(Riche, importateur)**



**10 b Droits variables,  
fluctuations exogènes  
Opérateur Di  
(riche, importateur)**



**10 c Sans protection,  
fluctuations exogènes  
Opérateur Di  
(Riche , importateur)**



**10-d Sans protection  
Fluctuations exogènes  
Opérateur Di  
(Riche , importateur)**

### 3.3.1– Tunnels de prix et fluctuations exogènes

La raison de tout cela, bien sûr, est lié au régime de fluctuation « endogène ». Qu'en est-il lorsque le système est soumis à des chocs aléatoires exogènes ? Les tableaux 3.20 et 3.21 répondent à la question. Chez l'opérateur, le système est le plus souvent assez peu coûteux, un peu plus (mais raisonnablement) en cas de politique « libérale » : le désastre lié à la nécessité de stabiliser le monde ne se produit plus ici, puisque le risque est exogène, et n'est donc pas affecté par les politiques mises en œuvre. Ces politiques conduisent à de gros bénéfices chez les pauvres, et à des pertes relativement faibles chez les riches.

**TABLEAU 3.20 : « TUNNEL DE PRIX » PAR STOCKAGE PUBLIC : EFFETS\* CHEZ L'OPERATEUR**  
, (FLUCTUATIONS D'ORIGINE EXOGENE).

Mode de soutien		Opérateur			
		Dx	Di	Vx	Vi
Avec protection variable (FRKDD,13-2-2012)	Cout budgétaires	23,87	34,76	145,58	50,67
	Variation de bien-être, dont :	-80,72	-76,70	378,95	1992,38
	Producteur	-65,58	-65,03	145,27	435,30
	Consommateur	8,74	23,10	379,26	1607,75
Sans protection (FRKLIB, 13-2-2012)	Cout budgétaires	39,15	49,00	32,29	48,35
	Variation de bien-être, dont :	-95,58	-85,59	460,86	1996,11
	Producteur	-67,89	-66,61	83,14	243,08
	Consommateurs	11,46	30,02	410,01	1801,38

- \*en % de la valeur moyenne de la production de l'entité en colonne dans la solution « sans politique »

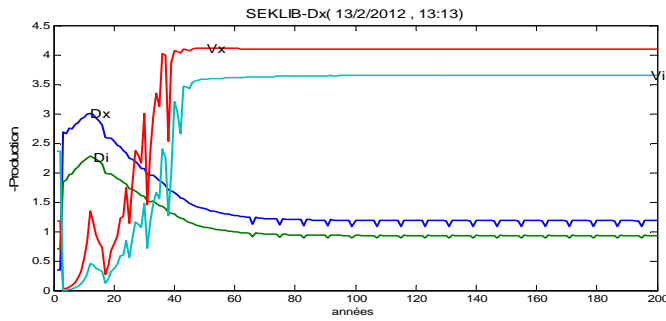
Au niveau mondial, le tableau est un peu moins brillant : il n'y a pas de bénéfice lié à la stabilisation, puisque, justement, il n'y a pas de stabilisation. En revanche, dans le cas des méthodes à base de protection douanières, les pertes d'efficacité liées à l'intervention se manifestent, et affectent les tiers plus que les opérateurs. Avec un système « libéral », en revanche, il existe de légers gains, liés malgré tout à la protection dont jouissent les producteurs de l'opérateur.

**TABLEAU 3.21 « TUNNEL DE PRIX » PAR STOCKAGE PUBLIC : EFFETS\* POUR LES TIERS, ET LE MONDE**  
(FLUCTUATIONS D'ORIGINE EXOGENE).

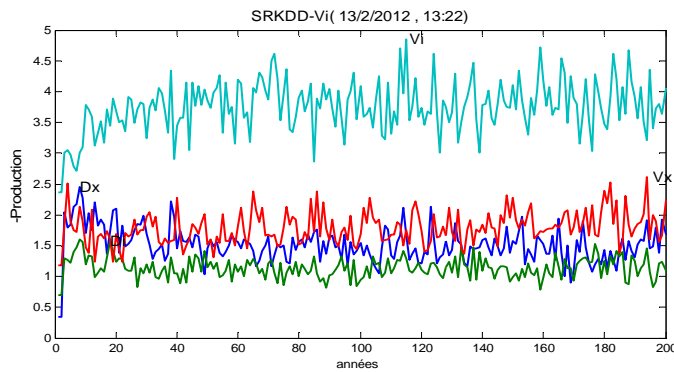
Mode de soutien		Opérateur			
		Dx	Di	Vx	Vi
Avec protection variable (FRKDD, 13-2-2012)	Variation de bien-être, dont :	143,13	101,48	16,62	-4,13
	Producteur	29,09	11,77	-48,77	-47,29
	Consommateur	114,04	89,71	65,39	43,16
	Variation de bien être mondial	58,60	50,18	40,29	55,17
Sans protection (FRKLIB,13-2-2012)	Variation de bien-être, dont :	185,23	128,65	24,56	2,25
	Producteur	28,33	7,13	-47,26	-45,92
	Consommateur	156,90	121,52	71,83	48,18
	Variation de bien être mondial	85,14	71,40	53,36	61,66

- \*en % de la valeur moyenne de la production de l'entité en colonne dans la solution « sans politique »
- En réalité, il s'agit là d'un effet d'optique, dû au fait que les productions des pays pauvres, en particulier dans les versions 'libres' (sans protection douanière) augmentent de façon considérable, alors que celles des pays riches déclinent, comme on le voit sur la figure 3.11a (cette figure ne change pratiquement pas, quel que soit l'opérateur, tant que l'origine des fluctuations est endogène

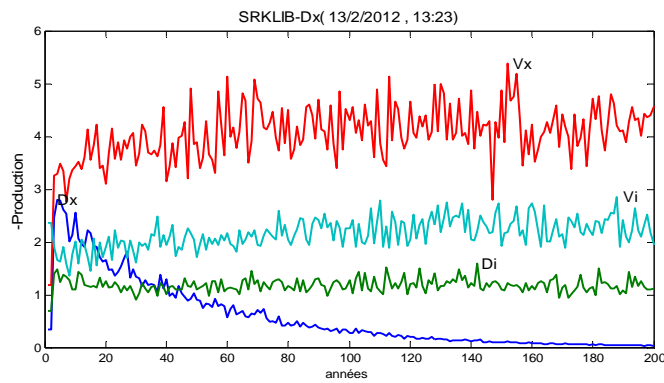
**Graphique 3.11 : Évolution des quantités produites par les quatre pays dans différents contextes**



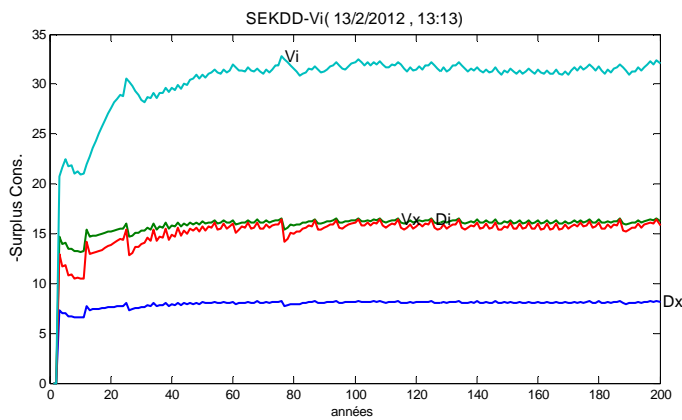
**Fig 11 a : Tunnel par Dx,  
(Riche, exportateur)  
sans protection, fluctuations  
endogènes**



**Fig 11b : Tunnel par Vi,  
(Pauvre, importateur)  
avec protection, fluctuations  
exogènes**



**Fig 11 c : Tunnel par Dx,  
(Riche, exportateur)  
sans protection, fluctuations exogènes**



**Fig 11 d- Tunnel par Vi  
(pauvre, importateur)  
Avec protection, fluctuations  
endogènes**

Dans le cas des fluctuations exogènes, cet effet de perspective disparaît, à cause de la plus grande stationnarité des chroniques de production. Ce gonflement des dépenses budgétaires dans les versions « libre échangiste » de ces interventions sur les stocks ne font que refléter une évidence : pour être efficace, il faut dans ce cas que l'opérateur stabilise la terre entière à lui tout seul...

En dépit de ces dépenses, il existe le plus souvent des gains non négligeables à la stabilisation, au niveau mondial. Ils sont de l'ordre de la moitié de la valeur de la production mondiale dans les versions « avec protection douanière », et peuvent atteindre plus que cette valeur dans les versions « libérales ». En même temps, les opérateurs des pays développés n'ont aucun intérêt à se lancer dans la stabilisation par tunnel de prix dans la version libérale, car leur bien-être à eux dans ce cas diminue fortement dans cette hypothèse : leurs producteurs ne peuvent pas bénéficier de leurs dépenses (comme ils le faisaient, par exemple, avec les politiques de prix garantis) cependant que les gains de leurs consommateurs ne suffisent pas à contrebalancer celles-ci. Une telle situation milite pour la prise en charge de ce système de stabilisation par une organisation internationale.

Ces gains de bien-être mondial résultent en fait de l'accroissement de production permis par un tel système dans le long terme. Le graphique de la figure 3.11a, en effet, se reproduit presque à l'identique, quel que soit l'opérateur. Il montre comment la mise en œuvre de ces politiques dans un cadre libéral conduit à une relative baisse de production des pays développés, et surtout, à une énorme hausse de la production des pays pauvres. On peut donc penser qu'il s'agit là d'une réelle chance de développement des pays les plus pauvres. Au moins, ce serait une hypothèse à tester.

Ces gains de bien-être mondial résultent en fait de l'accroissement de production permis par un tel système dans le long terme. Le graphique de la figure 3.11a, en effet, se reproduit presque à l'identique, quel que soit l'opérateur. Il montre comment la mise en œuvre de ces politiques dans un cadre libéral conduit à une relative baisse de production des pays développés, et surtout, à une énorme hausse de la production des pays pauvres. On peut donc penser qu'il s'agit là d'une réelle chance de développement des pays les plus pauvres. Au moins, ce serait une hypothèse à tester.

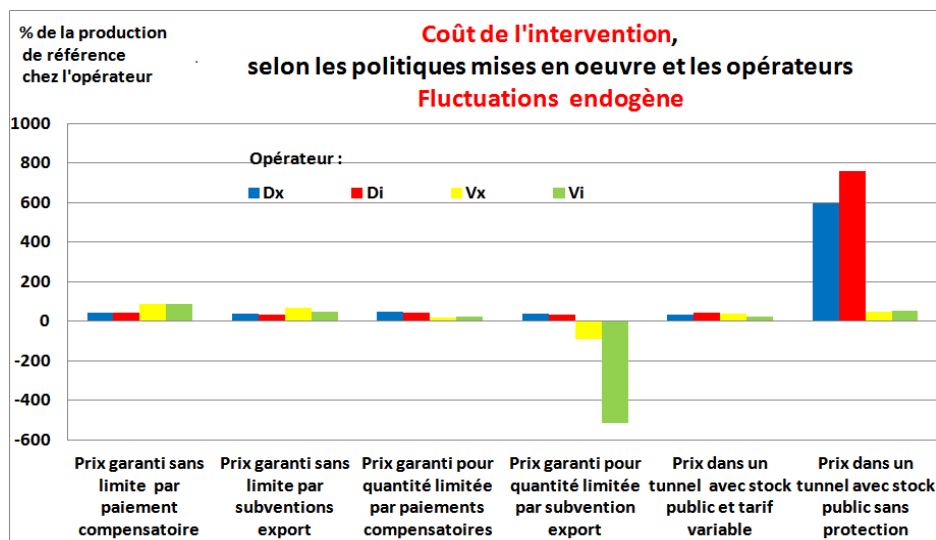
Dans un cadre « protégé », ces politiques arrivent aussi à augmenter le bien-être mondial, mais dans une moindre mesure, parce que les fluctuations demeurent beaucoup plus présentes, comme on le voit sur les trois autres exemples du graphique 3.11. On remarque aussi, en comparant les sous figures 3.11b et 3.11c, comment le fait, pour un pays, de se constituer « opérateur » pour une telle politique lui donne de gros atouts dans la compétition internationale : lorsque le pays Dx est l'opérateur, il devient bientôt le premier producteur mondial. Si c'est le pays Vi qui est l'opérateur, c'est celui-ci qui conquiert la première place... Etc...

Les tableaux 3.18 à 3.21, ci – après, confirment ces remarques en détaillant « qui gagne » et « qui perd » à ce jeu de la protection par tunnels de prix. Ils se passent de commentaires.

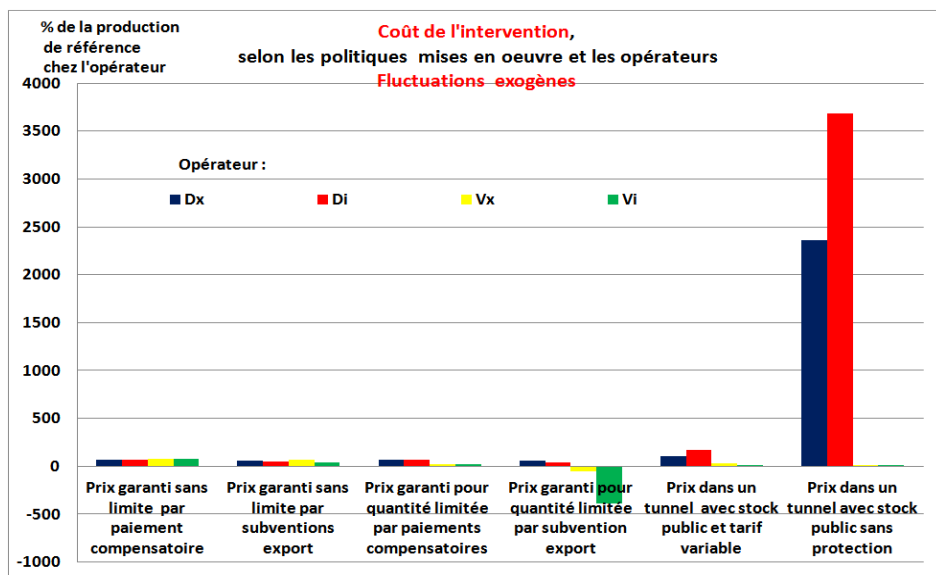
Il reste à résumer l'ensemble des résultats précédents, en comparant les coûts d'un côté, les résultats de la stabilisation de l'autre, suivant le contexte (fluctuations exogènes ou endogènes, pays opérateur, pays tiers), pour l'ensemble des 8 types de politiques étudiées ici. C'est ce qui est fait avec les figures 3.12 et 3.13 .



**Graphique 3.12 : Comparaison des coûts budgétaires de l'intervention, selon les opérateurs, les politiques, et l'origine des fluctuations**  
(Noter la différence d'échelle des deux graphiques)



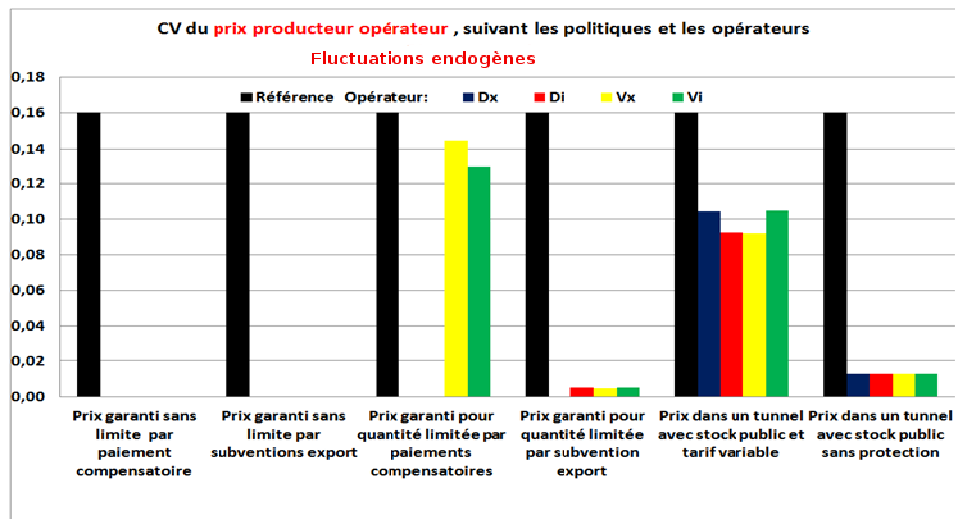
**Fig 12a :**  
**Fluctuations endogènes**



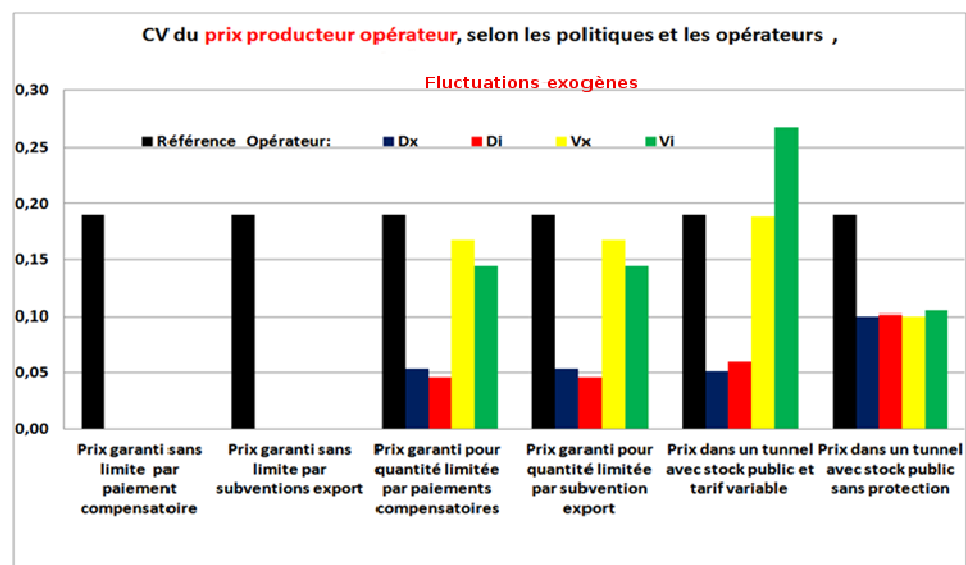
**Fig 12.b :**  
**Fluctuations exogènes**

Les coûts de l'intervention sont nettement moins importants lorsqu'ils concernent des fluctuations endogènes. Ils restent toutefois encore du même ordre de grandeur que celui de la valeur de la production brute dans chaque pays opérateur – ce qui n'est pas rien. Ils deviennent parfaitement prohibitifs dans le cas du pays pauvre importateur...

**Graphique 3.13 : Effets comparés des différentes politiques sur les coefficients de variation des prix intérieurs, pour chaque opérateur, selon l'origine des fluctuations.**  
*(Noter la différence d'échelle des deux graphiques)*



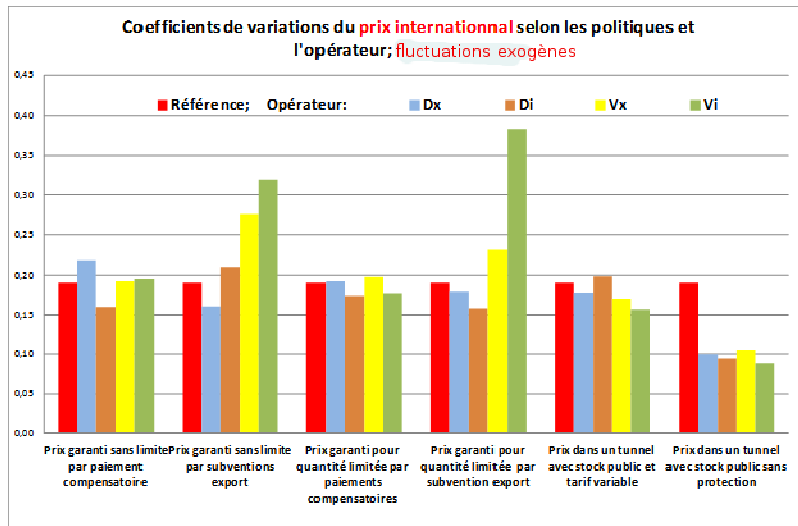
**Fig 13 a :**  
**Fluctuations endogènes**



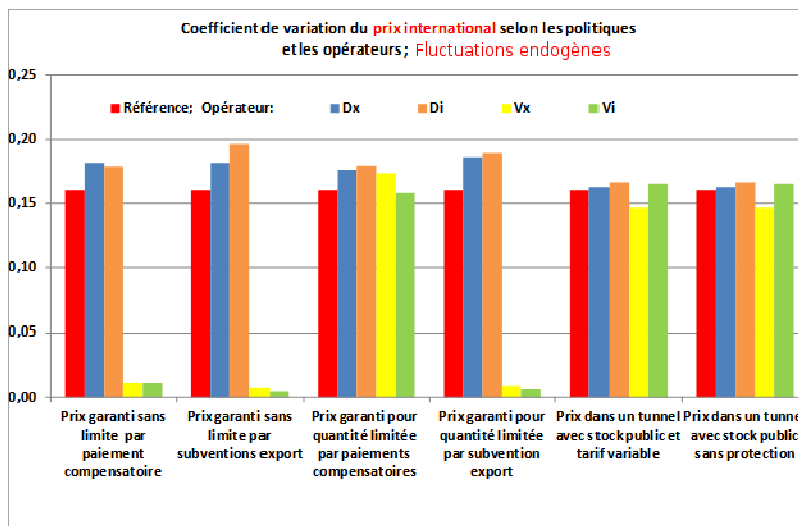
**Fig 13b :**  
**Fluctuations exogènes**

Les interventions, en général, réduisent sensiblement la volatilité des prix chez l'opérateur, même lorsque, du fait même de la technique d'intervention, ce prix reste volatile. Il existe pourtant des exceptions, comme dans le cas du « tunnel de prix » en cas de fluctuations exogènes.

**Graphique 3.14 : effets comparés des différentes politiques sur les coefficients de variation des prix internationaux, selon les opérateurs et l'origine des fluctuations.**



ions  
is

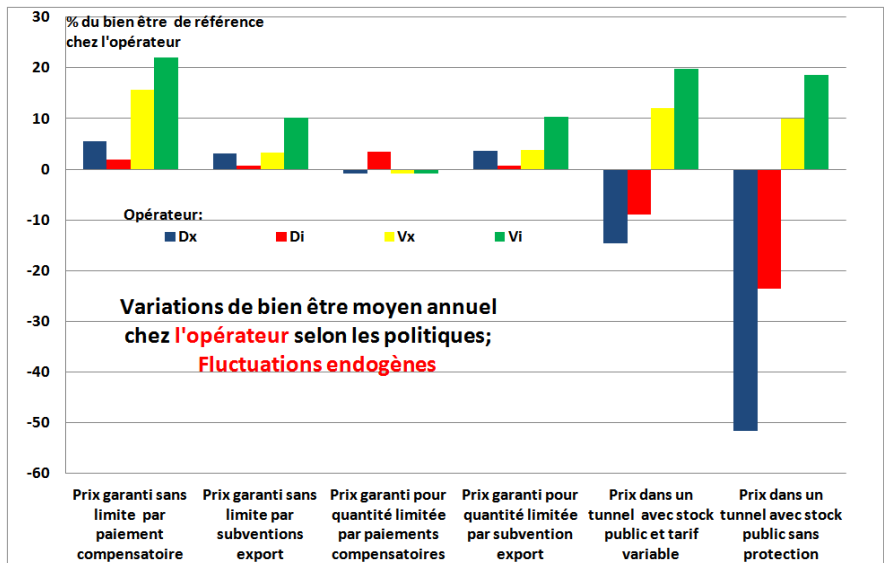


ions  
ies

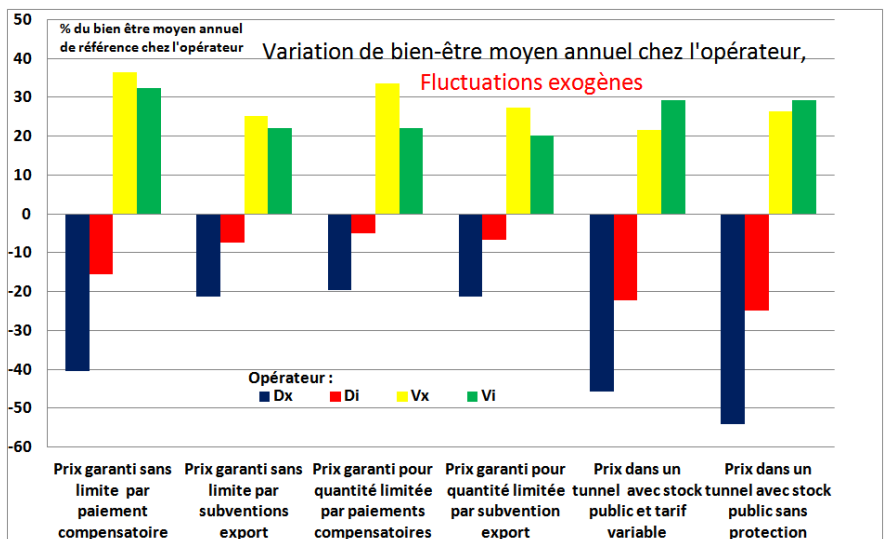
En définitive, les interventions affectent peu la volatilité du prix international, contrairement à l'idée reçue selon laquelle, en rendant le marché international plus étroit, elles devraient au contraire les exacerber ;

De fait, depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, et à l'échelle du siècle, on ne peut pas dire que la volatilité interannuelles des cours des matières premières agricoles aient beaucoup changées (alors que les progrès dans les transports les avait faites chuter dans de notables proportions dans le courant du 19<sup>ème</sup> siècle, grâce à un effet d'assurance (une sécheresse advenant simultanément dans toutes les régions productrices est un événement très rare) permettant de se prémunir contre les phénomènes exogènes.

**Graphique 3.15 : Bénéfices de l'intervention chez l'opérateur, selon l'opérateur, et l'origine des fluctuations**



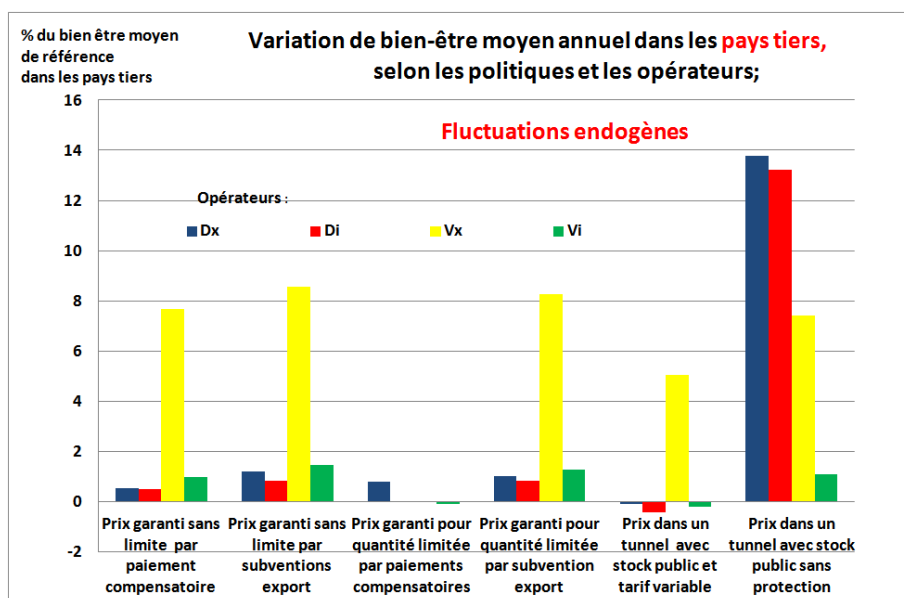
**g 15a :  
uctuations  
ndogènes**



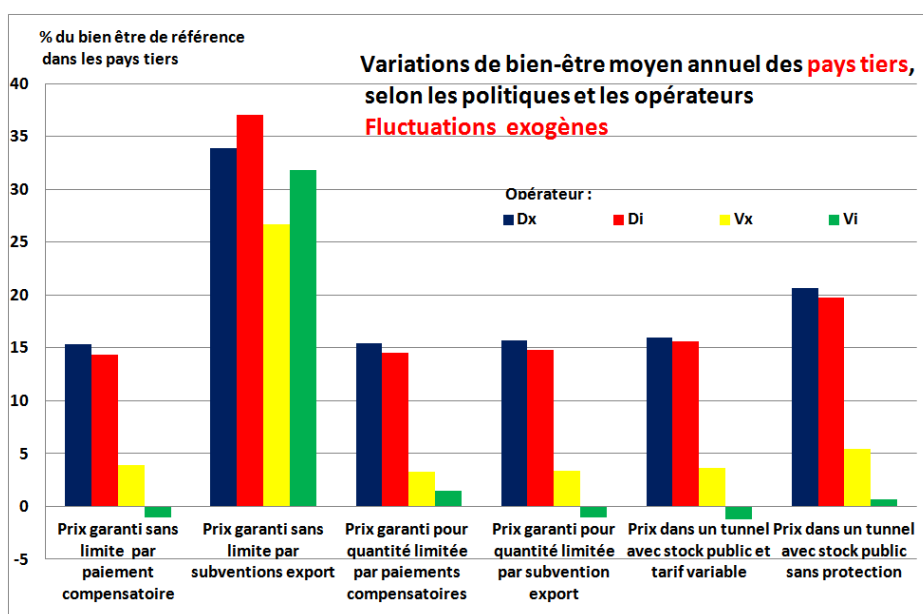
**g 15b :  
uctuations  
xogènes**

En dépit de leur coût, les interventions sont généralement bénéfiques, en particulier dans les pays pauvres. Mais c'est beaucoup plus net et plus fréquent lorsque la source de l'instabilité est endogène que lorsqu'elle est exogène. Le résultat des interventions est toujours négatif dans les pays riches, en cas de risque exogène, quoiqu'il soit souvent bénéfique (sauf avec le système du « tunnel de prix » en mode libéral) en cas de risque endogène.

**Graphique 3.16 : Conséquences de l'intervention pour les pays tiers, selon l'opérateur et l'origine des fluctuations**



**Fig 16a : Fluctuations endogènes**

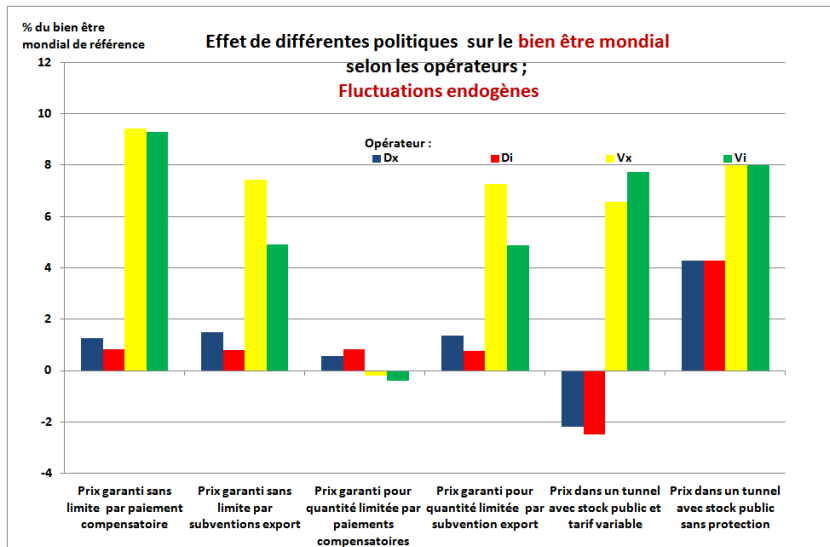


**Fig 16b : Fluctuations exogènes**

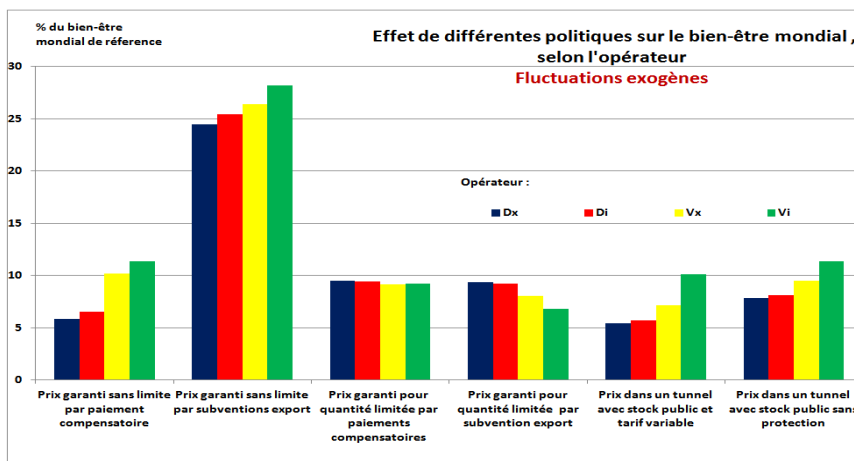
Ce résultat, à nouveau, est complètement contrairement aux idées reçues : les interventions sont presque toujours bénéfiques pour les pays tiers, qui profitent de la stabilisation sans en supporter les coûts. Ce serait une raison pour confier les politiques de stabilisation à des organismes internationaux. L'avantage est encore plus fort en cas de fluctuations exogènes qu'endogènes...

Les plaintes que l'on a entendues ces dernières années à propos du mauvais fonctionnement du marché international illustrent ce propos...

**Graphique 3.17 : Bénéfices de l'intervention pour l'ensemble du monde, selon l'opérateur et l'origine des fluctuations**



**Fig 17a:**  
Fluctuations endogènes



**Fig 17b:**  
Fluctuations exogènes

Et l'on voit bien en effet qu'au total, le monde est le plus souvent largement bénéficiaire des interventions quelles qu'elles soient, qu'il s'agisse de fluctuations exogènes ou endogènes... La seule exception est celle dans laquelle la stabilisation est le fait d'un pays pauvre exportateur en cas de fluctuations endogène. L'histoire de la Côte d'Ivoire, qui avait tenté de stabiliser le cours du cacao dans les années 90, illustre ce propos.

## CONCLUSION DU CHAPITRE III

Nous avons donc examiné une longue série d'hypothèses sur les techniques de stabilisation des prix d'un produit à demande rigide et à longs délais de production, comme c'est le cas des produits alimentaires (on pourrait sans doute en dire autant d'autres matières premières). Chacune de ces hypothèses a été étudiée avec les mêmes paramètres et le même modèle de base. C'est ce qui fait la valeur de l'exercice, avec des résultats toujours comparables d'une hypothèse à l'autre.

Le mécanisme de base en jeu ici est l'interaction entre les bénéfices du producteur et l'accumulation du capital – la capacité du producteur à augmenter la quantité de capital dont il se sert pour produire. C'est le même mécanisme dont nous avons pensé qu'il produirait des résultats décisifs avec le modèle « en vraie grandeur » étudié au chapitre précédent. Nous avons vu alors que ce mécanisme semblait finalement jouer un rôle moindre que celui que nous avons imaginé.

D'une certaine façon, les résultats obtenus ici confirment et expliquent ce phénomène : l'interaction des variables, pourtant en nombre aussi réduit que possible, fait que les résultats sont d'une incroyable complexité, et d'une grande variabilité. Grâce au caractère schématique du modèle, nous avons pu étudier de très nombreuses combinaisons de situations. A chaque fois, nous avons obtenu des résultats nettement différents, et rarement ceux que nous attendions. Il n'est donc pas surprenant que nous ayons pu, au chapitre précédent, être surpris des résultats associés à un seul jeu de paramètres, le seul que nous ayons pu étudier en raison de la grande taille du modèle utilisé au chapitre 2 qui limitait beaucoup l'éventail des hypothèses à envisager.

Or les coûts et les bénéfices de chaque politique varient dans d'énormes proportions selon « l'opérateur » - le pays qui pratique une politique donnée – et le contexte (Fluctuations d'origine endogène ou exogène). Certaines (le soutien des prix pour des quantités illimitées) coûtent cher, d'autres (les quotas de production) moins. Les bénéfices sont très variables selon la nature de l'opérateur – le pays qui met ces politiques en œuvre. D'une façon générale, les résultats sont meilleurs quand l'opérateur est un des pays que nous avons qualifié de « pauvre » ou « sous développé », c'est-à-dire doté de beaucoup moins de capital qu'il n'en faudrait pour exploiter convenablement les ressources naturelles et la main-d'œuvre disponible. De même, on a l'impression que le système du « tunnel de prix » avec politique de stockage / déstockage est finalement un excellent compromis, entre les avantages du soutien illimité des prix et ceux des quotas de production, tout au moins dans le cas des pays pauvres (le coût budgétaire en est rapidement excessif dans les pays riches).

Ces conclusions, cependant, doivent être prises avec beaucoup de prudence, car elles dépendent encore trop des valeurs – toujours discutables – choisies pour les paramètres du modèle. Il est donc difficile d'en tirer des enseignements vraiment généraux. En même temps, on voit bien que les conclusions pessimistes du chapitre 2 ne sont peut être que la conséquence du contexte dans lequel elles ont été obtenues : ce contexte, certes, est celui qui semble le plus proche de la situation réelle actuelle. Mais on peut aussi très bien penser qu'une situation légèrement différente, dans un contexte international un tout petit peu modifié, pourrait conduire à des conclusions presque contraires.

Pour finir, tout est affaire de cas particulier, de valeur de paramètres, et pas du tout de structure ou de philosophie. On ne peut pas opposer une méthode à une autre, par exemple les quotas aux soutiens illimités, ou les paiements compensatoires aux subventions à l'exportation. On ne peut même pas opposer les politiques qui ont des chances de succès en face de fluctuations exogènes à celles qui devraient être indiquées pour atténuer les effets des fluctuations endogènes : telle méthode qui donne d'excellents résultats quand elle est pratiquée par un pays de tel type dans tel contexte donne des résultats catastrophiques quand elle est mise en

œuvre par un autre type de pays dans un autre contexte. Et le fait de se trouver en présence de fluctuations exogènes ou endogènes ne semble pas non plus être nettement discriminant, même si l'on observe des différences (mais pas toujours dans le même sens) entre les deux régimes.

Il y a donc encore beaucoup de chemin à parcourir avant que des recherches de ce genre permettent de définir les « bonnes » et les « mauvaises » politiques. Cela, au moins, devrait pouvoir servir à donner un peu d'humilité aux économistes qui en sont fréquemment dépourvus. Mais au-delà de cette conclusion pessimiste, et pour la suite, il conviendra tout de même de s'attacher aux trois points suivants :

- a) Une partie importante des résultats obtenus ici vient d'une excessive élasticité de l'offre, spécialement en ce qui concerne les pays pauvres : il faudra reprendre ces travaux avec un modèle amélioré, capable de décrire les raisons pour lesquelles, en réalité, les producteurs des pays pauvres ne peuvent pas multiplier leur offre par 10 ou 20, même en se portant acquéreurs de grosses quantités de « consommations intermédiaires » que, de toutes façons, le marché ne peut pas leur fournir.
- b) Il est évident que les politiques testées ici ne sont pas les seules à envisager. En particulier, il aurait fallu aussi y mettre les marchés à terme, ce qui n'a pas été fait ici pour les raisons indiquées plus haut, et développées dans l'annexe 3.9. Par ailleurs, les instruments de régulation étudiés ici sont loin de faire le tour des nouvelles méthodes de stabilisation que propose sans cesse l'imagination fertile des cadres de tous les Ministères de l'Agriculture du monde.
- c) Enfin, à l'échelle du monde, les bénéfices de la stabilisation, quel que soit la méthode utilisée, ne sont franchement négatifs que dans une situation bien particulière : lorsqu'un pays riche, doté d'une relativement grande quantité de capital, pratique une politique de maintien des prix dans un tunnel par stockage / déstockage sans protection aux frontières. Cela résulte du fait que, alors, les coûts pour l'opérateur deviennent excessifs. Dans tous les autres cas, pour toutes les politiques, y compris celle-ci lorsqu'elle est pratiquée par les pays pauvres, les bénéfices globaux – les rentes additionnées des consommateurs et des producteurs, diminuées des coûts pour le contribuable de l'opérateur – sont positifs, même si les bénéficiaires supposés de telle ou telle politique – par exemple, les agriculteurs ou du pays opérateur – ne sont pas forcément ceux que l'on croit.

Cette dernière conclusion est de nature à surprendre la majorité des économistes, qui affirment souvent sans preuve (et surtout, sans analyse de la réalité) que toute intervention est *a priori* néfaste, avec des coûts qui dépassent les bénéfices. Or cela n'est pas vrai – en tout cas, pas automatiquement vrai – , parce que cette idée, beaucoup trop commune, néglige l'avantage qu'il y a, pour tout entrepreneur, dans le long terme, à avoir un minimum de sécurité sur les prix qu'il recevra dans l'avenir, ce qui lui permet de pratiquer un calcul économique rigoureux impossible autrement, et aboutit, dans le long terme, à diminuer les coûts de production au bénéfice de tous. Cet avantage est tout aussi grand lorsque les fluctuations de prix sont d'origine exogène, que lorsqu'elles résultent du mauvais fonctionnement du marché. Son existence mérite sans doute d'être versé au dossier des politiques agricoles.



Avec une offre saisonnière et dotée d'une variabilité interannuelle importante, en face d'une demande quotidienne et très lentement variable au cours du temps, le stockage des denrées agricoles de base est une nécessité pratique. La fonction correspondante peut être assurée soit par des entrepreneurs privés, qui ne cherchent que leur intérêt (mais celui-ci, grâce à l'action du marché et de la concurrence, est supposé coïncider avec celui du reste des citoyens), soit par l'État (ou la collectivité). Dans les sociétés primitives, qu'il s'agisse des villages africains, de l'Égypte antique, de l'empire Romain ou d'un seigneur médiéval, le stockage public a souvent été la règle, en particulier pour le stockage interannuel. Depuis le 18<sup>ème</sup> siècle, en même temps que l'Homme devient de plus en plus, selon le mot de Descartes, « maître et possesseur de la nature », se développent les théories économiques libérales qui conduisent à privilégier la solution « privée », la production et le stockage des produits alimentaires n'étant après tout qu'une activité économique comme les autres.

Depuis la grande crise des années 1930, le débat s'est enrichi de très nombreuses contributions sous l'effet, d'abord, des critiques adressées au « tout libéral » par les auteurs de cette époque, puis de la chute du mur de Berlin, qui a marqué une victoire du « libéralisme » sur le « dirigisme ». Les discussions ont été nourries par le développement des moyens de calcul électronique et la possibilité de construire des « modèles » - des ensembles de relations mathématiques supposés reproduire le comportement de variables réelles - qui ouvrent la voie à des « expériences virtuelles » en matière économique. Sans être exhaustif - loin de là - le premier chapitre de ce document présente les plus connus des travaux consacrés au stockage dans ce contexte, et plus spécialement, ceux qui concernent le stockage interannuel.

De l'abondance de ces travaux d'économistes, il est difficile de tirer des idées générales faisant l'objet d'un consensus au sein de la profession. Certes, presque tout le monde est d'accord sur l'idée que le stockage intra-annuel saisonnier ne pose pas de problème particulier. Mais les divergences sont nombreuses et les approches variées quand le stockage interannuel est en jeu.

Personne ne discute le fait que le stockage, en permettant de compenser des variations de récoltes d'une année sur l'autre, est *a priori* de nature à permettre la régularisation des prix. Du fait que les opérateurs - stockeurs, producteurs, et même consommateurs - ont généralement de « l'aversion pour le risque », un tel effet du stockage ne peut être que bénéfique. Mais en même temps, c'est aussi un instrument qui permet à un « spéculateur » maladroît d'accroître l'ampleur des fluctuations. Cela se produira s'il continue à acheter pour gonfler son stock quand la marchandise est rare, ou à vendre pour le dégonfler en période de pléthore. Dans ce cas, le stockage devient déstabilisateur, et donc négatif, en même temps que le spéculateur fait de mauvaises affaires. En principe, et si les marchés fonctionnaient convenablement, en assurant la convergence des intérêts individuels et des intérêts collectifs, cela ne devrait pas arriver. Mais dans la réalité, en raison de la difficulté qu'il y a à prévoir exactement les « points de retournement » - le moment où un marché « à la hausse » devient « baissier » ou *vice-versa* - il arrive que les marchés ne fonctionnent pas aussi bien qu'ils le devraient, et que, en effet, le stockage privé devienne déstabilisateur.

La question qui se pose alors est celle de savoir pourquoi et comment les marchés ne fonctionnent pas convenablement. Le cœur du problème se trouve dans l'interprétation de l'origine des fluctuations du volume des quantités offertes sur les marchés, et donc des fluctuations de prix qui sont associées à ces variations de volume offert. Pour la théorie libérale (qui a la faveur de la majorité des économistes actuellement), les écarts autour de la moyenne des récoltes annuelles sont essentiellement dus à des causes « exogènes » indépendantes des décisions des producteurs et des stockeurs. Dans ces conditions, les règles qui garantissent le maximum de gains à un opérateur privé sont les mêmes que celles que devrait mettre en œuvre une agence

publique chargée des opérations de stockage / déstockage : en cherchant à jouer son rôle tout en minimisant la dépense publique, celle-ci est amenée à utiliser exactement les mêmes « règles de stockage » que celles qui maximisent les gains d'un stockeur privé. On ne voit pas pourquoi, dans ces conditions, il faudrait recourir à l'action publique. Toutefois, le fait que les stocks ne puissent jamais devenir négatifs, ni dépasser la capacité des silos entraîne des difficultés, qui peuvent conduire ponctuellement à d'énormes hausses ou baisses de prix qui se produisent à intervalles plus ou moins éloignés. Cependant, de tels événements négatifs se produisent de la même façon, et pour les mêmes raisons, que le stockage soit public ou privé.

Pour une autre école de pensée, les fluctuations de l'offre agricole, si elles peuvent en effet provenir de phénomènes fortuits, sont essentiellement causées par l'impossibilité pour les opérateurs de prédire l'avenir sans erreur. Dans ces conditions, leurs réponses aux signaux du marché ne sont pas adaptées à la réalité de la situation, et cela entraîne des pertes pour eux-mêmes, mais aussi et surtout pour la collectivité. Dans un tel contexte, le stockage privé n'a aucune raison d'améliorer la situation, puisque les stockeurs se trompent tout comme les producteurs. Le stockeur public, dont les règles de gestion du stock sont différentes de celles des opérateurs privés, peut alors contribuer à augmenter le bien-être global. Toutefois, l'opération est délicate, rarement assurée du succès, et toujours coûteuse.

Ces conclusions (qui résument le premier chapitre de ce document) ont ici fait l'objet de deux tentatives de recherches complémentaires.

Le second chapitre de ce volume relate les expériences tentées pour évaluer les impacts du stockage public à partir d'un « modèle d'équilibre général » complet des économies de l'Afrique Sub-saharienne.

Le choix de cette région du monde, voulu par les commanditaires de cette étude, tient au fait que les décisions de stockage / déstockage sont évidemment plus importantes pour le bien-être et la sécurité alimentaire des populations dans les pays pauvres que dans les pays riches. Par ailleurs, dans ces pays pauvres, où le secteur agricole tient une grande place, il est permis d'espérer qu'une amélioration même modeste des conditions d'exercice du métier d'agriculteur serait de nature à conduire, par effet d'entraînement, à une amélioration très sensible du bien-être de l'ensemble de la population.

Cette façon d'aborder le problème impliquait l'étude de l'ensemble de l'économie de ces pays, et pas seulement du secteur agricole. Or depuis quelques années, parce que la comptabilité nationale y a fait beaucoup de progrès, il est possible d'appliquer à ces mêmes pays pauvres des modèles d'équilibre général qui permettent de simuler le comportement de l'ensemble des variables économiques d'un pays ou d'un groupe de pays, à partir d'ensembles d'équations assez simples dans leur principe mais difficiles à satisfaire simultanément. Il y avait donc toutes les raisons de chercher à utiliser des modèles de ce type, même si les actions de stockage / déstockage y sont rarement prises en compte, parce qu'elles n'ont pas une importance énorme dans les pays développés dans lesquels ils ont été d'abord élaborés. En modifiant ces modèles pour y inclure des activités de stockage / déstockage, on faisait donc d'une pierre deux coups : on réalisait une première méthodologique, et on répondait à la question pratique posée ci-dessus : des activités de stockage / déstockage publiques ou privées sont-elles de nature à favoriser le développement dans une région pauvre comme l'Afrique Sub-saharienne ?

Pour cela, dans un modèle très « standard », comme ceux qui sont utilisés couramment par la Banque Mondiale et d'autres institutions internationales, on a introduit des erreurs d'anticipation des producteurs et des opérations de stockage/déstockage. Une originalité du modèle est qu'il combine des fluctuations endogènes causées par des erreurs d'anticipations, et des fluctuations exogènes, qui sont celles des prix extérieurs (l'Afrique sub-Saharienne n'étant pas supposée capable d'affecter les cours internationaux).

Les résultats montrent que le stockage privé dans les conditions africaines, stabilise peu les marchés. Il est moins efficace pour cela que le recours aux marchés extérieurs. De même, le stockage public ne peut stabiliser les marchés sans manipulation des droits de douane. En effet, le stockage public ne parvient à stabiliser les prix intérieurs que s'il est associé à un prélèvement variable sur les importations, faute de quoi le gouvernement qui tente l'expérience se trouve bientôt devoir stabiliser l'ensemble du marché mondial.

Enfin, le stockage public ne semble pas permettre à lui tout seul d'enclencher un cercle vertueux de croissance. De fait, avant de tenter l'expérience, les auteurs pensaient que la stabilisation par stockage / déstockage permettrait, de la même façon qu'un progrès technique, d'obtenir une augmentation de la production qui, elle-même, engendrerait des gains de bien-être pour les consommateurs et de l'emploi pour l'ensemble de la population. Mais ce scénario vertueux de s'enclenche pas, faute des ressources en capital qui permettraient une augmentation de l'offre. Une politique d'injection de capital dans les secteurs des céréales apparaît alors comme un complément indispensable d'une politique de stockage public, afin d'enclencher une croissance de l'offre de céréales.

Ce mécanisme fonctionne – on obtient une forte croissance de l'offre en combinant injection de capital et stabilisation par stockage public, alors que l'injection de capital sans stabilisation par stockage public n'a pas d'impact sur l'offre agricole –, mais ne suffit pas à enclencher un cercle vertueux de croissance dans ces économies. La croissance de l'offre interne permet la diminution des importations mais elle ne se traduit pas par une croissance des revenus des ménages. Ceci est certainement le résultat de la faiblesse de la contribution au PIB du secteur des céréales (moins de 4%) dans la région Afrique Subsaharienne. Cet élément souligne la grande diversité de l'Afrique Sub-saharienne, trop souvent présentée comme une région homogène. Il serait utile de tester cette politique dans un pays Sahélien peu doté en ressources naturelles comme le Burkina-Faso, le Mali ou le Sénégal. Il est alors probable que l'on observerait des effets d'entraînement dans l'ensemble de l'économie.

Ces résultats confirment ainsi à la fois l'importance des contraintes qui s'opposent à la croissance de l'offre agricole africaine – le manque de capital et le mauvais fonctionnement des marchés – et des possibilités de croissance importante de l'offre si ces contraintes étaient levées.

Il reste que la pratique publique du stockage / déstockage, même conduite de manière à favoriser la croissance d'un pays, n'est jamais sans influence sur les pays voisins. C'est pourquoi, alors que le chapitre II s'est concentrée sur l'intérêt d'un stockage public des céréales pour une nation ou un groupe de nations, le chapitre III propose d'étudier les conséquences de la stabilisation menée par un pays sur ses partenaires. On change également d'horizon, alors que, dans le chapitre II, il s'agissait d'étudier une politique d'accompagnement transitoire, menée sur 10 ou 20 ans, il s'agit dans la troisième partie d'étudier des régimes permanents, à l'échelle du siècle.

L'avantage de travailler sur un micro-modèle de ce type est que l'on peut faire des expériences beaucoup plus nombreuses, et surtout, contrôler beaucoup plus étroitement la nature des phénomènes que l'on étudie que sur un grand modèle « réel ». En l'espèce, on a imaginé une « économie mondiale », sans échanges extérieurs (parce qu'on ne fait de commerce avec les martiens), composée de quatre « pays » dont les caractéristiques ont été choisies pour représenter chacun une catégorie des pays du monde : un « pays riche exportateur », un « pays riche importateur », un « pays pauvre exportateur » et un « pays pauvre importateur ». Les pays livrent sur un marché mondial sur lequel opère aussi un stockeur privé. Chacun d'eux, à tour de rôle, pratique une « politique agricole » qui consiste parfois à soutenir les prix (avec et sans protection au frontière), parfois à installer des « quotas de production », ou encore, à maintenir les prix dans un « tunnel », toujours avec ou sans protection aux frontières. Chaque essai est fait dans un double contexte de fluctuations d'origine endogène ou

exogène. Une fois une simulation effectuée (sur une longue période de 200 ans), on calcule la moyenne des coûts et les bénéfices des uns et des autres, producteurs, stockeurs, contribuables ou consommateurs.

Les résultats obtenus confirment et élargissent ceux qui viennent d'être évoqués. Ils montrent surtout que l'ampleur des gains et des coûts à attendre de telles politiques, comme le résultat « net » en termes de bien-être varie énormément avec les circonstances. Selon que les politiques sont mises en œuvre par des pays pauvres ou riches, dans un cadre de fluctuations d'origine endogène ou exogène, avec telle ou telle valeur pour les paramètres, les résultats varient beaucoup sans que l'on puisse généraliser pour dire que telle ou telle méthode de stabilisation est toujours préférable à telle autre. En particulier, les politiques qui sont « bonnes » pour les pays pauvres, en manque de capital, ne sont pas les mêmes que celles qui sont « bonnes » pour les pays « riches », où le capital est abondant. Enfin, si aucune politique dans un pays n'est sans effet sur les pays voisins, il est certain que des protections aux frontières permettent à la fois de minimiser ces effets, et d'autoriser chaque pays à pratiquer la politique qui lui convient le mieux compte tenu de la valeur de ses propres paramètres.

La seule idée générale à tirer de ces résultats est que la stabilisation coûte cher, entraîne de nombreux effets redistributifs (en favorisant les producteurs plutôt que les consommateurs, et les consommateurs pauvres plutôt que les contribuables supposés plus riches), et se trouve avoir dans la plupart des cas des effets globalement positifs (même après déduction des coûts), aussi bien dans un contexte de fluctuations exogènes qu'endogènes.

Le stockage / déstockage public est l'un des moyens que l'on peut utiliser pour stabiliser mais ce n'est pas le seul. En tout cas, on ne peut pas employer cet instrument isolément des autres mesures de politique économique, en particulier sans être complété par des barrières aux frontières. Autrement, le coût pour l'opérateur devient très vite prohibitif, car, alors, il faut stabiliser le monde entier.

Ces conclusions, en quelque sorte de bon sens, pourront décevoir les tenants de la Révélation libérale, aussi bien que les dogmatiques de l'intervention. Elles rejoignent celles d'un auteur du 18<sup>ème</sup> siècle, Ferdinand Galiani, qui explique longuement pourquoi il est impossible d'appliquer à la République de Genève les maximes qui sont bonnes pour le Royaume de France, et *vice versa* (cf. Galiani, 1770., second dialogue). L'intérêt méthodologique de ce micro-modèle, qui pourra par la suite faire l'objet d'une exploitation plus étendue, mérite en tout cas d'être souligné.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abbott P.C., Hurt C. and Tyner W.E., 2008, 2009. "What's driving food prices? " March 09 Update, Issue Report. Farm Foundation. Available at <http://www.farmfoundation.org/>.

Abraham-Frois G., 1995. *Dynamique économique*. Dalloz, Paris.

Aglietta M., 1998. Dealing with systemic risk, *Conférence sur la crise asiatique*, CEPII et la fondation Asie-Europe, 11-12 mai.

Alligood, K., Sauer T.D., Yorke, J.A., 1997. *Chaos: An introduction to dynamical systems*. Springer, New York.

Anderson, K., W. Martin & D. van der Mensbrugghe, 2006a. "Market and Welfare Implications of Doha Reform Scenarios", Ch. 12 in *Agricultural Trade Reform and the Doha Development Agenda*, edited by W. Martin & K. Anderson, New York: Palgrave Macmillan co-published with the World Bank.

Anderson, K., W. Martin & D. van der Mensbrugghe, 2006b. "Distortions to World Trade: Impacts on Agricultural Markets and Farm Incomes". *Review of Agricultural Economics* 28: 168-94.

Armington, P.S, 1969, "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production". *International Monetary Fund staff papers* 16: 159-176.

Arrow K.J. & Lin R.C., 1970. "Uncertainty and the evaluation of public investment decision". In: Arrow K.J. (editor) : *Essays in the theory of risk bearing*, North Holland, Amsterdam, 1971.

Athanasίου G., Karafyllis I., Kotsios S., 2008. "Price Stabilization using Buffer Stocks". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32 : 1212-1235.

Banse M., Nowicki P. & van Meijl H., 2008. "Why are Current World Food Prices so High?\_" LEI-Wageningen UR, Report 2008-040, Wageningen.

Benavides G., 2004. "The theory of storage and price dynamics of agricultural commodity futures: the case of corn and wheat". EFA 2002 Berlin Meetings discussion papers.

Berthelot J., 2008. « Analyse critique de la flambée des prix mondiaux » 30 May 2008, [www.tradeobservatory.org/library.cfm?refID=102429](http://www.tradeobservatory.org/library.cfm?refID=102429)

Bobenrieth E., Bobenrieth J., Wright B. D., 2006. "Theoretical Advances in the Modeling of Storage and Speculation". In: Sarris & Hallam (eds). *Agricultural commodity markets and trade*, FAO, Rome

Bodde D., 1946. "Henry A. Wallace and the Ever Normal Granary". *The Far Eastern Quarterly* 5(4) : 411-426.

Boussard J.M., 1971. "Un modèle du comportement des agriculteurs et son application à la politique agricole ». *Cahiers du Séminaire d'Econométrie du CNRS*, 13 : 97-117.

Boussard, J.M. (1988) « A French perspective on supply control and management", *Journal of Agricultural Economics* Vol. 39, n°3 : 325-339.

Boussard, J.M. , 1995 , « Les droits de produire, justification économique ». *C.R. Académie d'agriculture de France*, 81(6) : 67-78.

- Boussard J.M., 1996. "When risk generates chaos". *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 29 : 433-446.
- Boussard, J.M. , 2002. « Quotas et marchés à terme : similitudes et différences ». *Economie Rurale* n°270, juillet-août.
- Boussard, J.M., F. Gerard et M.G. Piketty, 2005, *Libéraliser l'agriculture ? Théorie, modèles et réalités* . Editions Quae, Paris.
- Boussard J.M., Gerard F., Piketty M.G., Ayouz M. & Voituriez T., 2006. "Endogenous risk and long run effects of liberalization in a global analysis framework". *Economic Modelling*, 23(3) : 457-475
- Boussard J.M., Gerard F., Piketty M.G., Voituriez T., Christensen A.C., 2005. "May the pro- poor impacts of trade liberalization vanish because of imperfect information?", *Agricultural economics*, 31(2):297-305
- Boussard J.M., Gérard F., & Piketty M.G. , 2008. "Pourquoi les prix agricoles augmentent-ils ? = Why are agricultural prices rocketing?". *OCL. Oléagineux corps gras lipides*, 15 (2) : 81-87.
- Brennan D., 2003. "Price Dynamics in the Bangladesh Rice Market: Implications for Public Intervention". *Agric. Econ.* 29 : 15-25.
- Brennan M.J., 1958. "The supply of storage". *The American Economic Review*, 48(1) : 50-72.
- Brennan D, Williams J. & Wright B.D. 1997, "Convenience Yield without the Convenience: A Spatial-Temporal Interpretation of Storage Under Backwardation". *The Economic Journal*, 107, 1009-1022.
- Brian, M. & S. Dackhlia, 1997, "Sensitivity analysis for applied general equilibrium models in the presence of multiple equilibria". Working Paper, Dpt of economics, Washington Univ. , St Louis.
- Bureau J.C., 2007. *La politique agricole commune*. La Découverte, Paris
- Burmeister E., 1978. "Is Stabilization Theoretically Desirable?" In: Adam F.G. & Klein S. (ed.): *Stabilizing World Commodity Market*, Lexington books, Lexington (Mass.).
- Byerlee D., Jayne T.S. & Myers R.J., 2006. "Managing food price risks and instability in a liberalizing market environment: Overview and policy options". *Food Policy*, 31 : 275-287.
- H O., Olareaga M. & J. Tschopp, 2009. "Do Trade Agreements Reduce the Volatility of Agricultural Distorsion?" *Agricultural distorsions working paper* 88, May, World Bank, Washington DC.
- Cafiero C., Bobenrieth E.S.A., Bobenrieth J.R.A., & Wright B.B., 2011." The empirical relevance of the competitive storage model". *Journal of econometrics*, 162(1) : 44-54
- Cafiero C. & Wright B.D., 2005. "Is the storage model a "closed" empirical issue?". In: *Agricultural Commodity Markets and Trade: New Approaches to Analysing Market Structure and Instability*. A. Sarris and Hallam D., Eds. Elgar Publishing.
- Chapoto A. & Jayne T.S., 2009. "The Impacts of Trade Barriers and Market Interventions on Maize Price Predictability: Evidence from Eastern and Southern Africa". *International Development Working Paper n°102*, Michigan State University.

- Chavas J.P., 2008. "On Storage Behavior under Imperfect Competition, with Application to the American Cheese Market." *Review of Industrial Organization*, 33:325–339
- Chavas J.P., 2000. "On information and market dynamics: the case of the U.S. beef market". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 24 : 833–853.
- Chavas J.P. & Holt M.T., 1993. "Market instability and non linear dynamics". *American Journal of Agricultural Economics*, 75 : 113-120.
- Chichilnisky, G. & H.M. Wu , 2006. "General equilibrium with endogenous uncertainty and defaults". *Journal of Mathematical Economics* **42** (4-5) Aug.
- Coble K.H., Dismukes R. & Thomas S., 2007. "Policy Implication of Crop Yields and Revenue Variability at Differing Levels of Disaggregation". Paper presented at the AAEA annual meeting, Portland (Oregon).
- Coleman A., 2009. "Storage, slow transport, and the law of one price: Theory with evidence from nineteenth-century U.S. corn markets". *Review of Economics and Statistics*, 91(2) : 332–350.
- Conlisk J., 1996. "Why Bounded Rationality?" *Journal of Economic Literature*, 34 : 669-700.
- Coxhead I., 2000."Consequences of a food security strategy for economic welfare, income distribution and land degradation: the Philippine case". *World Development*, 25(1) : 111–128.
- Cummings JR.R., Rashid S. & Gulati A., 2006. "Grain price stabilization experiences in Asia: What have we learned?" *Food Policy*, 31 : 302-312.
- Davis J.S., 1938. "The Economics of the Ever Normal Granary". *Journal of Farm Economics*, 20(1) : 8-21.
- Day R.H., Chen P., 1993. *Non Linear Dynamics and Evolutionary Economics* . Oxford University Press, New York.
- Deaton A. & Laroque G., 1996. "Competitive storage and commodity price dynamics". *The Journal of Political Economy*, 104(5) : 896–923.
- Deaton A. & Laroque G., 1995. "Estimating a nonlinear rational expectations commodity price model with unobservable state variables". *Journal of Applied Econometrics*, 10 : S9–S40.
- Deaton A. & Laroque G., 1992. "On the behaviour of commodity prices". *Review of Economic Studies*, 59 : 1-23.
- Deaton A. & Laroque G., 1991. "Estimating the commodity price model". Ecole Nationale de la Statistique et de l'Administration Economique, *Working paper n° 9131*.
- Dewbre J., Giner C., Thompson W. & Von Lampe M., 2008. " High food commodity prices: will they stay? Who will pay?". *Agricultural Economics*, 39 : 393–403
- De Janvry A., Fafchamps M., Sadoulet, 1991. "Peasant household behavior with missing markets: some paradoxes explained". *Economic journal*, 101(409):1400.1417.
- Dimand, R.W. & M.A. Dimand, 1990. "J.M. Keynes on buffer stocks and commodity price stabilization". *History of political economics* 22(2): 113-123.
- Donges, J. , 1979. "UNCTAD Integrated Program for Commodities: Economic implication and Europe's response". *Resources policy*, 5(1):1-15.

- Dorward A., Kydd J., Morrison J. & Urey I., 2004. "A policy agenda for pro-poor agricultural growth". *World Development*, 32(1) : 73–89.
- Dorward A., Kydd J., Poulton, Bezemer D., 2007. "Coordination risk and cost impacts on economic development in poor rural areas". Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/7028/> MPRA Paper No. 7028, posted 06. February 2008
- Ezekiel M., 1938. The Cobweb Theorem. *Quart. J. of Econ.* 53 : 225-280.
- Fafchamps M., Gabre-Madhin E. & Minten B., 2003. Increasing returns, and market efficiency in agricultural trade *MTID discussion paper N° 60*, IFPRI, Washington.
- Finkenstadt B., Kuhbier P., 1992. Chaotic Dynamics in Agricultural Markets, *Annals of Operations Research*, 37 : 73-96.
- Galiani F., 1770. *Dialogue sur le commerce des bleds*. Réédition, Fayard, Paris 1984.
- Gérard F., Marty I., Lançon F., Versapuech M., 1998., Measuring the Effects of Trade Liberalization: Multilevel Analysis Tool for Agriculture, The CGPRT Centre, Working Paper n30, Indonesia, 171p.
- Gérard F., Piketty M.G., Boussard J.M. 2008. L'instabilité des prix agricoles : réflexion sur les causes et les implications de la flambée des prix. *OCL. Oléagineux corps gras lipides*, 15 (6) : 378-384.
- Gérard F., Alpha A., Beaujeu R., Levard L., Maître d'Hôtel É., Rouillé d'Orfeuille H., Bricas N., Daviron B., Galtier F., & Boussard J.-M., 2011. *Managing Food Price Volatility for Food Security and Development*. [http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/Managing\\_Food\\_Price\\_Volatility\\_for\\_Food\\_Security\\_and\\_Development\\_Grema.pdf](http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/Managing_Food_Price_Volatility_for_Food_Security_and_Development_Grema.pdf)
- Gilbert C., 1996. International commodity agreements: An obituary notice. *World Development*, 24(1) : 1-19.
- Gilbert C.L., 2008. Commodity Speculation and Commodity Investment. *Working paper n°20*, Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Economia, Trento (Italia).
- Gordon-Ashworth (1984) *International commodity control: a contemporary history and appraisal*, Crom Helm, London.
- Gouel C., 2011. *Agricultural price instability and optimal stabilisation policies*. Thèse de Doctorat, Ecole Polytechnique, 184 p.
- Gouel, C. & S. Jean, 2011. *Optimal Food Price Stabilization in a small open developing country*. Mimeo, INRA.
- Gouel C., 2012. Agricultural price instability: a survey of competing explanations and remedies. *Journal of economic surveys*, 26 (1): 129-156.
- Gouel, C. (2013) : Comparing Numerical Methods for Solving the Competitive Storage Model. *Computational economics* 41 (2) : 267-295.
- Graham B., 1937. *Storage and Stability : a Modern Ever Normal Granary* . New York, Mc Graw Hill.
- Grubel H.G., 1965. The Case against an International Commodity Reserve. *Oxford Economic papers*, 17(1) : 130-135.



Gustafson R.L., 1958. *Carryover Levels for Grains: A Method for Determining Amounts that are Optimal Under Specified Conditions*. Technical Bulletin 1178, US Dept. of Agriculture.

Hazell, P., Poulton, C., Wiggins, S., Dorward, A., 2010. "The future of small farms: trajectories and policy priorities". *World Development* 38 (10), 1349–1361.

Headey D. & Fan S., 2008. "Anatomy of a crisis: the causes and consequences of surging food prices". *Agricultural Economics*, 39 : 375–391.

He X-Z. & Westerhoff F.H., 2005. "Commodity markets, price limiters and speculative price dynamics". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 29 : 1577-1596.

Hertel, T. Ed. , 1999, *Global trade analysis*, Cambridge University press, Cambridge.

Hertel T.W., Reimer J.J. & Valenzuela E., 2005. "Incorporating commodity stockholding into a general equilibrium model of the global economy". *Economic modeling*, 22 : 646-664.

Hommes C. H., 1994. "Dynamics of the cobweb model with adaptive expectations and nonlinear supply and demand". *J. Econ. Behav. Org.*, 24 : 315-335.

Hommes C.H., 1998. "On the consistency of backward-looking expectations: The case of the cobweb". *Journal of Economic Behavior and Organization*, 33(3–4) : 333–362.

Hommes C.H., Sonnemans J. & van de Velden H., 2000. "Expectation Formation in a Cobweb Economy: Some One Person Experiments". In: Delli Gatti D., Gallegati M. and Kirman, A.P. (eds.): *Interactions and Market Structures*. Springer Verlag, Berlin, pp : 253-266.

Huan-chang C., 1911. *The Economic Principles of Confucius and His School*, Ph D thesis Cornell University, New York.

Jacks, D.S., 2006. "What drove 19<sup>th</sup> century commodity market integration". *Exploration in Economic History* 43 :483-412.

Jayne T.S. & Jones S., 1997. "Food marketing and pricing policy in eastern and southern Africa: A survey". *World Development*, 25(9): 1505–1527.

Jayne T., Govereh J., Mwanaumo A., Nyoro J. & Chapoto A., 2002. "False promise or false premise? The experience of food and input market reform in Eastern and Southern Africa". *World Development* 30(11) : 67–85.

Jayne T.S., Yamano T., Weber M., Tschirley D., Benfica R., Chapoto A. & Zulu B., 2003. "Smallholder income and land distribution in Africa: implications for poverty reduction strategies". *Food Policy* 28(3) : 253–275.

Jayne T.S., Ballard Z. & Nijhoff J.J., 2006. "Stabilizing food markets in eastern and southern Africa". *Food Policy*, 31 : 328-341.

Jha S. & Srinivasan P.V., 1997. "Foodgrain Price stabilization: implications of private storage and subsidized food distribution". *Journal of Policy Modeling*, 19(6) : 587-604.

Jha S. & Srinivasan P.V., 1999. "Grain Price stabilization in India: evaluation of policies alternatives". *Agricultural economics*, 21: 93-108.

- Kaldor N., 1934. "A classificatory note on the determinateness of equilibrium". *Review of economic studies*, Vol 1: 122-135.
- Kaldor N., 1939. "Speculation and Economic Stability". *Rev. Econ. Stud.*, VII: 1-27.
- Kaldor N., Hart A.G. & Tinbergen J., 1964. *The Case for a Commodity Reserve Currency*, UNCTAD, Genève.
- Keynes J.M., 1938. "The policy of government storage of foodstuffs and raw material". *The Economic Journal*, 48(4): 449-460.
- Kindleberger C.K., 1996. *Manias, Panics and Crashes*. MacMillan (Eds), 290 p.
- Kherallah M., Delgado C., Gabre-Madin E., Minot N. & Johnson M., 2000. "The road half travelled: agricultural market reform in Sub-Saharan Africa". IFPRI, Food policy report.
- Lence S., 2009. "Do Futures benefit Farmers ?". *American Journal of Agricultural Economics*, 91(1), 154-167.
- Leuchtenburg W.E., 1963. *Franklin D. Roosevelt & the new deal 1932-1940* Harper & Row, New York.
- Lin J., 2008. "Prepared Remarks presented at the roundtable on preparing for the next global food price crisis". Center for Global Development, Washington, D.C., October 17, 2008.
- Lowry M., Glauber J.W., Miranda M.J. & Helmer P.G., 1987. "Pricing and storage of field crops: A quarterly model applied to soybeans". *American Journal of Agricultural Economics*, 69(4) : 740-749.
- Mc Kinnon R.I., 1967. Futures Markets, Buffer Stocks and Income Stability For Primary Producers. *Journal of Political Economy*, december.
- MacKey M.C., 1989. "Commodity Price Fluctuations: Price Dependent Delays and Nonlinearities as Explanatory Factors", *Journal of Economic Theory*, 48 : 497-509.
- Makki S.S., Tweeten L.G. & Miranda M., 2001. "Storage Trade interactions under uncertainty. Implication for food security". *Journal of Policy Modeling*, 23 : 127-140.
- Mandelbrot B., 1973. "Le syndrome de la variance infinie et ses rapports avec la discontinuité des prix ». *Economie Appliquée*, 26(1) : 321-348.
- Markowitz, H.M. (1970) : *Portfolio analysis : Efficient diversification of investments*, Yale university press, Yale.
- Massel B.F., 1969. « Price stabilisation and welfare ». *Quarterly J. of Economics*. 83(2) May :284-298.
- Massel B.F., 1970. "Some welfare implications of International Price Stabilisation". *Journal of Political Economy*, 78(2) : 404-417.
- Matsumoto A., 1998. "Do government subsidies stabilize or destabilize agricultural markets?" *Contemporary Economic Policy*, vol. XVI, pp. 452-466.
- Merton, R.K., 1936. "The unanticipated consequences of purposal social action". *American Sociological Review*, 1(6): 894-904.
- Miao, Y., Wu, W., & N. Funck, 2011. "Reviving the competitive storage model: A holistic approach to food commodity prices". IMF Working Paper, march, 48 p.

- Miranda, M. J. & Helmsberger, P. G. , 1988. "The effects of commodity price stabilization programs". *The American Economic Review*, 78(1), 46–58.
- Mitchell D., 2008. "A Note on rising food prices". *Policy research working paper n°4682*, The World Bank, Washington.
- Mitra S., Boussard J.M., 2011. « Les stocks et la volatilité des prix agricoles : un modèle de fluctuations endogènes ». *Economie Rurale*, 321 : 17-28.
- Muth, 1961." Rational expectations and the theory of price movements". *Econometrica*, 29 : 315-335
- Myers R.J., 2006. "On the costs of food price fluctuations in low-income countries". *Food Policy* 31: 288-301
- Myers R.J., 1988. "The value of ideal contingency markets in agriculture". *American Journal of Agricultural Economics*, 70 : 255-267.
- Nerlove M., 1958a. *The dynamic of supply*. John Hopkins University press, Baltimore.
- Nerlove M., 1958b." Adaptive expectations and cobweb phenomena". *The Quarterly Journal of Economics*, 72(2) : 227–240.
- Newbery D.M.G. & Stiglitz J., 1981. *The theory of agricultural price stabilization*. Clarendon press, Oxford.
- Newbery D.M.G, 1989. "The Theory of Food Price Stabilisation". *The Economic Journal*, 99 : 1065-1082.
- Ng S., 1996. "Looking for evidence of speculative stockholding in commodity markets". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 20(1–3) : 123–143.
- Ng S. & Ruge-Murcia F. J., 2000. "Explaining the persistence of commodity prices". *Computational Economics*, 16(1–2) : 149–171.
- OECD-FAO, 2005. *Agricultural Outlook 2005-2014*, OECD, Paris.
- Oi W., 1961. "The desirability of price instability under perfect competition". *Econometrica*, 29 : 58-64.
- Orléan A., 1989. « Comportements mimétiques et diversité des opinions sur les marchés financiers ». In: Bourguinat H. & Artus P., *Théorie économique et crises des marchés financiers*, Economica, Paris, 208 p.
- Osborne T., 2004. "Market news in commodity price theory: Application to the Ethiopian grain market". *The Review of Economic Studies*, 71(1) : 133–164.
- Peterson H.H. & Tomek W.G., 2005. "How much of commodity price behavior can a rational expectations storage model explain?" *Agricultural Economics*, 33(3) : 289–303.
- Piesse J. & Thirtle C., 2009. "Three bubbles and a panic: An explanatory review of recent food commodity price events". *Food Policy* 34:119-129.
- Poulton C., Kydd J., Wiggins S. & Dorward A., 2006. "State intervention for food price stabilisation in Africa: Can it work?" *Food Policy*, 31 : 342-356.
- Samuelson P.A., 1965. "Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly" in *collected Paper of P.A. Samuelson*, MIT Press, 1986.

- Sarris A. & Hallan D., 2005. *Agricultural Markets and Trade*, Edward Elgar, London.
- Scheinkman J. A. & Schechtman J., 1983. „A simple competitive model with production and storage”. *The Review of Economic Studies*, 50(3) : 427–441.
- Shively G.E., 1996. “Food price variability and economic reform: an arch approach for Ghana”, *Amer. J. Agr. Econ.*, 78: 126-136.
- Shively G.E., Martinez E. & Masters W.A, 2002. “Testing the link between public intervention and food price volatility: evidences from the rice market in the Philippines”, *Pacific Economic Review*, 7(3) : 545-554.
- Srinivasan P.V., Jha S., 2001. “Liberalized trade and domestic Price stability. The case of rice and wheat in India”. *Journal of Development economics*, 65 : 417-441.
- Staatz J.M., Dembélé N.N., Kelly V. & Adjao R., 2008. “Agricultural Globalization in Reverse: the Impact of the Food Crisis in West Africa”. Background Paper for the Geneva Trade and Development Forum, Crans-Montana, Switzerland 17-20 Sept., Mimeo.
- Steigmeier J. (1961) *L'accord international sur le blé de 1949*. Thèse à l'université de Neuchatel (Suisse).
- Timmer C.P., 1992. „Food price stability and welfare of the poor”. *Indonesian Food Journal*, pp. 42-57.
- Timmer C.P., 2000. „The macro dimensions of food security: economic growth, equitable distribution, and food price stability” *Food Policy*, 25 : 283-295.
- Timmer C.P., 2004. “Food security in Indonesia: Current Challenges and the long-run outlook”. *Center for global development, Working paper 48*, Djakarta.
- Tschirley D.L. & Jayne T.S., 2009. “Exploring the logic behind Southern Africa’s Food crisis”. *World Development*, 38(1) : 76-87
- Tweeten L.G, 1996. “World trade and food security for the twenty first century”. Paper presented to Bilkent University,-FAO conference held in Ankara, Turquie.
- Valdes A., 1981. *Food security for developing countries*. Boulder, CO: Westview Press
- Von Braun J., 2007. “The world food situation: new driving forces and required actions”, IFPRI biannual Overview of the world food situation presented to the CGIAR Annual General Meeting, december 4 2007.
- Von Braun J. & Torero M., 2008. “Physical and Virtual Global Food Reserves to Protect the Poor and Prevent Market Failure”. IFPRI Policy Brief 4 June 2008, available on line: <http://www.ifpri.org/pubs/bp/bp004.asp>
- Von Braun J., Lin J. & Torero M., 2009. “ Eliminating Drastic Food Price Spikes – a three pronged approach for reserves”. Note for discussion.
- Walras, L., 1876. « Théorie mathématique du prix des terres et de leur rachat par l'État » in : *Théorie mathématique de la richesse sociale*, édition Economica Paris .P. 97. Reproduction d'un mémoire lu à la Société Vaudoise de Sciences Naturelle à Lausanne, le 16 Février 1876, et publié dans le bulletin de cette société.
- Waugh F.V., 1944. “Does the consumer benefits from price instability?” *Quarterly J. of economics*, 58(3) : 602-614.

Williams J.C. & Wright B.D., 1991. *Storage and Commodity Markets*, Cambridge University Press.

Wright B.D. & Williams J.C., 1982. "The Economic Role of Commodity Storage", *Econ. J.*, 92 : 596-614.

Wright B.D. & Williams J.C., 1984. "The Welfare Effects of the Introduction of Storage", *Quarterly J. of Econ.*, 99 : 169-192.

Wright B.D., 2001. "Storage and price stabilization". In: Gardner B.L. & Rausser G.C. (eds.). *Marketing, Distribution and Consumers*, volume 1B, part 2 of the *Handbook of Agricultural Economics*, chapter 14, pp. 817–861. Amsterdam: Elsevier

Wright B., 2009. "International Grain Reserves and Other Instruments to Address Volatility". In: *Grain Markets*. The World Bank. Policy Research Working Paper 5028. August. 52 p.

## ANNEXE 1.1 : LES REGLES DE STOCKAGE DE GUSTAFSON

**Tableau A1.1 : volume de stockage optimal selon Gustafson, en % de la récolte moyenne, pour différentes valeurs des coefficients de variation des récoltes, du coût du stockage et du taux d'intérêt, en fonction de l'écart(%) entre la récolte de l'année et la moyenne**

SITUATION :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Élasticité de la demande	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,3	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Coût du stockage (% du prix porte de ferme)	5	5	20	20	5	20	5	5	5	20	20	5
Taux d'intérêt (%)	5	2	5	2	5	2	5	5	5	2	5	2
Coefficient de variation des rendements (%)	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	16,83	0,00	16,83	0,00	10,10
Ecart à la moyenne de la récolte de l'année(%) :	VOLUME DU STOCK OPTIMAL (% de la récolte moyenne)											
93,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
96,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	0,00
100,00	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	2,57	0,00	0,00	0,00	3,43	0,00	0,00
110,00	3,77	5,23	5,80	8,03	6,20	10,07	4,90	5,10	3,00	10,77	5,67	4,77
120,00	10,17	12,03	12,83	15,57	13,40	18,00	11,67	11,83	8,87	18,43	13,07	10,53
130,00	17,20	19,33	20,40	23,40	21,03	26,10	19,00	19,00	15,70	26,33	21,03	16,77
140,00	24,60	26,90	28,20	31,47	28,93	34,47	26,63	26,43	23,17	34,33	29,33	23,17
150,00	32,23	34,70	36,23	39,80	37,07	43,17	34,53	34,10	30,90	42,50	37,83	29,77
160,00	40,07	42,70	44,50	48,33	45,40	52,03	42,67	41,93	38,83	50,83	46,53	36,67
166,67	45,43	48,17	50,10	54,07	51,07	58,07	48,17	47,23	44,30	56,43	52,33	41,27

Tableau A1.2 : Principaux résultats de Makki *et al.* – Volumes stockés et exportés optimaux pour les USA selon le coefficient de variation des rendements (pour toutes les années) , et le niveau de la récolte une année donnée

	CV des rendements 0%		CV des rendements 10%		CV des rendements 15%	
Offre	Stock optimal	Exports	Stock optimal	Exports	Stock optimal	Exports
(million de boisseaux)	(million de boisseaux)	(million de boisseaux)	(million de boisseaux)	(million de boisseaux)	(million de boisseaux)	(million de boisseaux)
1800	0.00	653.15	0.00	652.87	0.80	649.09
2000	1.70	806.04	3.61	804.98	4.08	804.82
2200	15.53	953.77	23.78	949.20	31.14	941.85
2400	54.19	1087.71	67.70	1080.24	70.90	1079.60
2600	113.58	1210.13	129.35	1201.42	134.40	1199.62
2800	181.41	1327.85	197.03	1319.24	225.72	1288.17
3000	248.64	1445.90	263.12	1437.94	312.96	1378.77
3200	320.97	1561.10	333.88	1554.01	379.96	1504.76

**ANNEXE 1.2 LA CAPACITE DU MODELE GTAP A REPRODUIRE LA VOLATILITE**

**Tableau A1.3 : Modèles GTAP avec stockage compétitif : comparaison modèle /réalité pour le marché des grains, en fonction du paramètre de stockage C**

	Écarts- types simulés				Écarts-types observés
	$c=0$	$c$ calibré à partir des stocks uniquement	$c$ estimé économétriquement	$c$ calibré sur les stocks et les prix	
Amérique du Nord	21.7	5.7	13.8	18.8	19-32
Amérique Latine	19.6	10.7	15.4	16.0	30-45
Europe de l'Ouest	12.7	6.4	10.2	8.6	6-17
Europe de l'Est	25.9	11.9	18.8	14.1	11-83
Ex URSS	26.3	7.3	18.4	10.1	10-18
Asie Orientale riche	26.6	2.1	14.1	8.3	7-12
Asie du Sud-est	11.3	3.4	8.6	7.0	6-22
Asie du Sud	18.8	0.4	13.4	14.1	14-30
Chine	13.6	9.1	11.9	10.3	8-12
Moyen Orient-Afrique du Nord	13.0	6.4	9.5	11.3	11-50
Afrique Sub saharienne	18.3	10.6	15.5	13.1	20-48
Océanie	21.0	3.2	13.4	15.2	14-24

Source : Hertel *et al.* (2005)



## ANNEXE 2.1 : DESCRIPTION DU MODULE 1 DU MODELE DE L'AFRIQUE SUB SAHARIENNE : PRODUCTION ET EQUILIBRE DE MARCHÉ

### 1. Détermination de l'offre

Une caractéristique essentielle du modèle est liée à la prise en compte des anticipations imparfaites et du risque dans les décisions de production pour les produits agricoles. La version « sans risque et avec anticipations parfaites » concerne les produits non agricoles, tandis que la version « avec risque et anticipations imparfaites », concerne les produits agricoles.

#### *Niveau 1 (Agrégat consommation intermédiaire – valeur ajoutée)*

##### *a. Cas des produits non agricoles : information parfaite*

Les producteurs sont censés connaître avec certitude le prix auquel ils vont vendre leur production. Il s'agit du prix qui équilibre le marché. La production est une « fonction CES »<sup>55</sup> combinant le volume des consommations intermédiaires agrégées et de la valeur ajoutée. Le volume de la valeur ajoutée, lui-même, est un agrégat (par l'intermédiaire d'une fonction CES) des différents facteurs de production (travail qualifié et non qualifié, terre, ressources naturelles et capital) (cf. Annexe 2.1, équations 1 à 3). On considère que les producteurs de chaque branche maximisent leur profit sous la contrainte de la fonction de production.

Les « conditions du premier ordre »<sup>56</sup> du programme permettent de déterminer la demande en consommations intermédiaires et le volume de la valeur ajoutée en fonction des prix des produits et des inputs et des paramètres des fonctions de production (cf. A2.1, équations 2 et 3). L'offre est bien sûr croissante avec le niveau des prix des produits et décroissante avec le niveau des prix des inputs et des facteurs. Le prix de l'output est le prix d'équilibre du marché obtenu instantanément.

##### *b. Cas des produits agricoles : information imparfaite*

Dans le cas des produits agricoles, les producteurs observent les niveaux et les variations des prix de leur produit. Sur cette base, ils anticipent un prix de vente et une variance, représentant le risque associé à l'activité. Ils savent qu'ils peuvent se tromper dans leurs anticipations de prix de vente, ce qui les conduit à

---

<sup>55</sup> Les « fonctions CES », (où CES est l'acronyme de « *Constant Elasticity of Substitution* »), comme d'ailleurs n'importe quelle « fonction de production », font correspondre un « output » (un volume de production, par exemple un nombre de quintaux de blé) aux quantités « d'inputs » (ou facteurs de production, par exemple, ha de terre, heures de travail et euros de capital) utilisées par les producteurs. La spécificité de la fonction CES vient des hypothèses sur la « substituabilité » de ces facteurs. La substituabilité est un coefficient qui exprime dans quelle mesure, à production constante, on peut remplacer un facteur par un autre, par exemple un ha de terre par un peu plus de capital. Dans les fonctions CES, ce coefficient est constant, et constitue le paramètre essentiel de la fonction. Naturellement, il s'agit là d'une approximation assez grossière des véritables relations techniques qui lient les disponibilités en facteurs et les productions.

Il arrive souvent, dans les modèles de production, que l'on utilise des fonctions de production CES « à plusieurs étages » : par exemple, un premier étage aboutit à « produire » une « capacité de production » faite de terre, de travail, et de capital, puis un second étage, avec une élasticité de substitution différente, associe cette « capacité de production » avec des "consommations intermédiaires" pour produire l'output final, « le blé ». C'est le cas ici.

<sup>56</sup> Elles expriment le fait que le producteur qui maximise son profit doit à tout moment égaliser la productivité marginale en valeur – la multiplication par le prix courant du produit de la dérivée de la fonction de production par rapport à la quantité de facteurs - de chacun des facteurs avec le prix correspondant.  $P_j$  étant le prix du produit  $i$ ,  $p_i$  celui du facteur  $i$ , la fonction de production s'écrivant :  $y = F(x_1, \dots, x_i, \dots)$  (où  $y$  est la quantité de produit, et  $x_i$  celle du facteur  $i$ ), les conditions du premier ordre s'écrivent donc :  $p_j \partial F / \partial x_i = p_i$ , lorsque le producteur maximise son profit en avenir certain dans un contexte concurrentiel. Avec l'introduction du risque et d'autres considérations, cette équation peut devenir beaucoup plus compliquée.

rémunérer le risque pris par une prime (la prime de risque), selon un schéma de décision classique, élaboré voici bien longtemps par Markowitz (1970)<sup>57</sup>.

Dans ces conditions, ce n'est pas seulement le niveau du prix du produit qui influence les volumes de production mais également leur variance. Les conditions du premier ordre de ce programme permettent de déterminer la demande en consommations intermédiaires et la valeur ajoutée (cf annexe 2.1, équation 2-bis et 3-bis), mais cette fois ci :

- (i) l'offre est croissante avec le niveau moyen du prix observé durant les périodes précédentes, et non plus avec le prix d'équilibre du marché. En effet, celui-ci sera connu trop tard pour influencer la production. Il y a donc une différence entre ce prix espéré et le prix réellement obtenu lors de la mise sur le marché ;
- (ii) l'offre est décroissante avec la variabilité des prix observés durant les périodes précédentes. Les producteurs, avertis au risque, se méfient des productions aux prix trop « volatils ».

Cette différence fondamentale dans la modélisation du secteur agricole en situation d'information imparfaite est justifiée par les délais de production qui s'opposent à l'ajustement instantané de l'offre à la demande. Cela explique que les prix soient beaucoup plus instables que dans la formalisation classique. En effet, dans cette dernière, les quantités offertes varient en fonction du niveau des prix, permettant d'atteindre l'équilibre avec des variations de prix moins importantes. Ainsi, même si les prix sont très bas, il y aura une certaine offre à écouler sur le marché, et, inversement, même si les prix sont élevés, cela n'est pas suffisant pour stimuler l'offre s'ils se révélaient trop fluctuants. Un tel mécanisme stabilisateur n'existe pas avec les produits agricoles.

Enfin, les produits agricoles sont certes soumis aux incertitudes sur les prix à venir, mais aussi aux caprices du temps, ou des épidémies ravageuses des cultures ou des troupeaux. Aussi, une fois prises les **décisions de production**, la production effective est encore modifiée par un facteur aléatoire, qui reflète ces incertitudes exogènes sur lesquelles les producteurs n'ont pas de prise. C'est pourquoi, dans la présentation des résultats qui vont suivre, on a distingué « les décisions de production » (les niveaux de productions planifiés par les producteurs) de « la production » (les volumes effectivement produits après application de l'aléa aux décisions de production).

### *Détermination de l'offre – Niveau 2 (Consommations intermédiaires – demande en facteurs de production)*

Dans un deuxième temps, on détermine à partir des agrégats, la demande pour chaque type de consommations intermédiaires et pour chaque type de facteurs de production. On considère, d'une part, que l'agrégat « consommation intermédiaire » est une fonction Léontief<sup>58</sup> (à coefficients fixes) de l'ensemble des consommations intermédiaires (A2.1, équation 4). Le prix agrégé de cet agrégat est simplement une somme pondérée des prix de chaque type d'input (A2.1, équation 5)

D'autre part, on considère que la valeur ajoutée est une fonction CES de l'ensemble des facteurs de production {travail non qualifié, travail qualifié, terre, ressources naturelles, capital} (A2.1, équation 7). Ce troisième niveau de désagrégation permet de déterminer la demande pour chaque type de facteur, en fonction du prix associé à la valeur ajoutée, du prix des facteurs et des paramètres de la fonction CES (A2.1, équation 6). Par transitivité, cette demande est croissante en fonction du prix du produit et elle est décroissante en fonction des prix des facteurs.

---

<sup>57</sup> On trouvera plus bas, § 3.2.1 des détails sur le modèle de Markowitz, la notion « d'équivalent certain » et celle de prime de risque.

<sup>58</sup> Cette fonction, choisie pour sa simplicité, est un cas extrême de fonction CES, dans lequel la substituabilité d'un input par un autre est nulle. Ceci pose problème, en particulier pour l'alimentation du bétail où de fortes substitutions sont possibles. La modification de cette fonction fait partie des améliorations à apporter à cet outil.

## 2- Les demandes et les équilibres de marchés

### *Les prix et les marchés des facteurs*

Sur l'ensemble des facteurs de productions disponibles dans l'économie, on considère que tous ont des prix endogènes (le capital, le travail non qualifié, la terre et les ressources naturelles) déterminés par l'égalisation entre la demande et l'offre de facteurs.

En outre, les conditions de mobilité des facteurs sont particulières à chaque type :

- le capital investi est fixe entre les secteurs de production : pour chaque période, la demande de capital est égale à l'offre de capital déjà investi (A2.1, équation 8a)
- la main d'œuvre qualifiée et non qualifiée est partiellement mobile entre les secteurs : on distingue ainsi (i) une main d'œuvre de type agricole, mobile entre tous les secteurs agricoles mais immobile avec les autres secteurs (ii) une main d'œuvre de type industrielle mobile entre les secteurs industriels mais immobile avec les autres secteurs (iii) une main d'œuvre de type services mobile entre tous les secteurs de services mais immobile avec les autres secteurs (A2.1, équation 8b).
- la terre est un facteur utilisé uniquement par l'agriculture, elle est parfaitement mobile entre tous les secteurs agricoles. Les ressources naturelles sont spécifiques à certains secteurs industriels, elles sont mobiles entre ces secteurs (A2.1, équation 8c).

### *Les revenus*

Chacun des facteurs de production (la terre, le travail, ou le capital) obtient une partie des revenus générés par la vente des productions. La part de chaque facteur est déterminée par sa productivité marginale, et les "fonctions de production" sont telles que la somme de ces productivités marginales est justement égale aux recettes obtenues. Il y a donc un revenu associé au volume disponible de chaque facteur de production fixe.

D'un autre côté, on distingue deux types de ménages, les riches et les pauvres, caractérisés par la nature des droits de propriété qu'ils détiennent sur les facteurs (cf infra). Bien entendu, l'ensemble des ménages possède l'ensemble des facteurs de production. Les revenus de chaque type de ménage sont déduits par ce mécanisme de la valeur des ventes des produits.

Les données sur les droits de propriété des ménages viennent des matrices de comptes sociaux<sup>59</sup> qui constituent la base de données de GTAP<sup>60</sup>.

Les revenus ne sont pas tous distribués simultanément : on considère ainsi les revenus des capitaux sont distribués avec une période de décalage (A2.1, équation 9). Ceci permet de répercuter, dans le cas du secteur agricole, les erreurs d'anticipations.

### *L'épargne*

Les ménages épargnent une partie fixe de leur revenu, là encore déterminée par les données initiales des matrices de comptabilité sociale fournies par GTAP (A2.1, équation 10).

---

<sup>59</sup> Une matrice de comptes sociaux est un tableau de comptabilité nationale, qui décrit pour une période donnée comment la valeur de la production est répartie entre les facteurs de production, les firmes, les ménages et l'État. On en trouvera des exemples chez Boussard, Gérard et Piketty (2005). La base de données GTAP est pour l'essentiel un ensemble de matrices de comptes sociaux pour l'ensemble des pays du monde.

<sup>60</sup> Malheureusement, les matrices de données utilisées ne considéraient qu'un seul type de ménage et des données mondiales sur la distribution des revenus par pays ne sont pas disponibles (les statistiques internationales ne publient que des coefficients de Gini peu exploitables dans le cadre présent). Il a donc fallu faire des hypothèses afin d'introduire dans la matrice deux types de ménages « moyen-pauvre » et « moyen-riche ».

### *La demande finale*

Après avoir épargné une partie de leur revenu, les ménages utilisent leur budget pour consommer des biens. On considère un système linéaire de dépense (fonction LES) qui permet de prendre en compte des élasticités spécifiques pour chaque type de bien : on sait par exemple que la demande alimentaire est souvent moins sensible aux changements de revenus que la demande des produits non alimentaires. Les fonctions de demande LES sont composées de deux éléments : la consommation minimum et une part constante de « revenu supplémentaire », qui est le revenu restant après les dépenses de consommation minimum. Le programme du consommateur consiste à maximiser sa fonction d'utilité sous la contrainte de disponibilité en revenus. Des élasticités-revenus et des consommations alimentaires minimales différentes ont été introduites pour distinguer les consommateurs riches des pauvres.

Les conditions du premier ordre de ce programme permettent de déterminer la demande finale pour chaque bien (A2.1, équation 11). Elle est décroissante avec le prix du produit demandé et croissante avec le niveau de revenu.

Là encore, lorsque des taxes sur les consommations finales sont présentes dans les données initiales, elles apparaissent dans les fonctions de demande et viennent augmenter le prix payé par le consommateur

### *Revenus du gouvernement*

Les revenus du gouvernement (A2.1, équation 12) proviennent des différentes taxes (subventions lorsqu'elles sont négatives) qu'ils prélèvent :

- sur la consommation de biens des ménages et du gouvernement,
- sur les investissements,
- sur les consommations intermédiaires,
- sur les revenus des facteurs de productions distribués immédiatement,
- sur la production,
- sur les importations et les exportations.

Pour les facteurs de production dont les revenus sont décalés d'une période (le cas du capital) les taxes du gouvernement sur ces facteurs sont également décalées d'une période.

### *Les dépenses du gouvernement*

Le gouvernement utilise ses recettes nettes pour consommer un certain nombre de biens dans l'économie. On suppose que la part en valeur de la dépense pour chaque bien est fixée à la valeur initiale de la matrice de comptabilité sociale. La demande finale du gouvernement pour un produit déterminé est donc simplement croissante en fonction de son revenu et décroissante en fonction du prix du produit considéré (A2.1, équation 13). Les dépenses de consommation ne peuvent excéder les revenus disponibles (A2.1, équation 14).

### *Les exportations*

L'offre des producteurs peut être vendue sur le marché intérieur ou sur le marché international. On considère qu'il n'y a pas de différenciation entre les biens exportés et les biens vendus sur le marché intérieur. Le pays est exportateur dès lors que le prix intérieur plus les taxes (- les subventions) aux exportations et les coûts de transport est inférieur au prix frontière (A2.1, équation 15).

### *Les importations*

La demande totale de chaque bien peut être satisfaite par les ventes de la production nationale et par les importations. On suppose que les biens importés et les biens domestiques sont équivalents. La région importe lorsque le prix intérieur est supérieur au prix international en tenant compte des coûts de transports et des

taxes sur les importations (A2.1, équation 16). Lorsque le prix intérieur est plus faible, les importations sont nulles.

Il résulte de ces représentations que la région est soit importatrice soit exportatrice soit sans échange pour une période et un produit donnée. Elle ne peut pas être à la fois importatrice et exportatrice. Le prix international est donné de façon exogène. Il est déterminé chaque année comme une moyenne donnée une fois pour toute, à laquelle on ajoute un aléa de moyenne nulle extrait d'une loi de probabilité uniforme<sup>61</sup> (A2.1, équation 17).

### *Le traitement du transport : hypothèse de GTAP*

Le commerce entre les pays suppose des frais de transport : ceux-ci apparaissent dans les matrices de comptabilité sociale (données GTAP) comme un coût supplémentaire qui vient s'ajouter aux dépenses d'importations. Les revenus de cette activité de transport international sont regroupés au niveau mondial et dépensés sous forme de demande en service dans chaque région. Le paramètre qui permet de répartir cette dépense entre chaque pays est déterminé par les données initiales et fixé pour toutes les simulations (A2.1, équation 18). Cette hypothèse assez simpliste est issue de GTAP, une formalisation plus réaliste devrait tenir compte des économies d'échelle, mais elle serait aussi plus complexe.

### *Le comportement des stockeurs privés*

Les stockeurs privés stockent (destockent) lorsque le prix anticipé pour la prochaine période couvre (ne couvre pas) les frais de stockage et le prix d'achat de la production de la période actuelle (A2.1, équation 19). En outre, ils ont une capacité de stockage maximale et les stocks accumulés ne peuvent être que positifs ou nuls (A2.1, équations 20 et 21). La variation de stock est introduite dans l'Annexe 2.1, l'équation d'équilibre entre l'offre et la demande de chaque produit agricole.

Les frais de stockage ont été calculés forfaitairement, comme une fraction de la valeur du stock, sans chercher à les ventiler entre taux d'intérêt, coût de location des infrastructures, et dépréciation physique du stock. Il est vrai qu'une forte hausse des taux d'intérêt est susceptible de dissuader les stockeurs mais ces éléments ne sont généralement pas représentés dans les modèles d'équilibre général. Avoir ignoré ce type de considération est sûrement une limite de l'analyse présentée ici<sup>62</sup>.

### *Le stockage public*

Le modèle donne la possibilité d'achats à prix d'intervention pour les céréales. Ces produits bénéficient alors d'un prix garanti par des achats publics : dès que les prix intérieurs diminuent en dessous du prix garanti, l'État achète et stocke la production afin de maintenir le prix intérieur à la valeur de seuil sauf si sa capacité de stockage maximale est atteinte (A2.1, équations 22 et 23). L'équilibre entre l'offre et la demande pour les productions à prix garantis tient donc compte de cette possibilité de stockage. Ce sont à la fois l'État (par le stockage) et les consommateurs (par des prix intérieurs élevés) qui supportent le coût de la protection. Cette politique a des conséquences positives pour les producteurs mais négatives pour les consommateurs, qui doivent payer un prix fort, au minimum le prix d'intervention.

---

<sup>61</sup> Une loi de probabilité uniforme est telle que la densité de probabilité est uniformément répartie sur un intervalle, tous les points de l'intervalle étant équiprobables. Ainsi, une loi uniforme sur l'intervalle de 1 à 5 donnera à n'importe quelle valeur comprise entre 1 et 5 la même probabilité d'être tirée avec, cependant que toute valeur en dehors de l'intervalle, par exemple 6, aura une probabilité nulle.

<sup>62</sup> Ici encore, il faut relativiser ; les taux d'intérêt, dans le secteur informel en Afrique sont énormes, souvent dépassant les 100% annuel. Cela ne décourage pas ce secteur informel de stocker des quantités parfois considérables (2 ans de récolte, ou, plutôt, de consommation, ce qui est largement supérieur à toutes les normes des pays développés) parce que l'alternative au stockage en cas de pénurie consisterait à emprunter pour acheter sur le marché local, et cet emprunt se ferait, justement avec ces taux d'intérêt énormes... de la sorte, même avec ces taux, le stockage est encore la solution la moins coûteuse...

Plusieurs niveaux ont été testés pour les prix garantis, lorsqu'ils sont trop faibles ils n'ont pas d'impact sur les décisions de productions, s'ils sont trop élevés, ils découragent la consommation des plus pauvres. Dans les résultats présentés, ils sont fixés au prix d'équilibre initial. Un coût de stockage équivalent à celui du privé (10%) a été introduit.

Lorsque les prix intérieurs nécessitent un stockage public, il est indispensable d'interdire en même temps les importations par un système de taxes variables. En l'absence d'une telle mesure, le modèle cherche à stabiliser les prix extérieurs et stocke des importations, ce qui n'a pas d'impact sur les prix intérieur, l'offre d'importation étant infinie. Comme on le verra dans l'analyse des résultats, du fait de cette règle, très peu de stockage public est nécessaire à la stabilisation des prix. Comme l'objectif était de maintenir les prix à un niveau rémunérateur, ces stocks n'ont pas été remis sur le marché les périodes suivantes dans les résultats présentés. On suppose qu'ils sont directement distribués aux consommateurs les plus pauvres.

### *Equilibre intérieur et fermeture*

L'offre intérieure de chaque produit, qui résulte des décisions des producteurs et des commerçants (déstockage), ainsi que les importations et les stocks d'intervention lorsqu'ils existent, équilibrent la demande domestique (consommations finales ou intermédiaires et demande de stockage) et les exportations et déterminent, chaque année, le prix d'équilibre (A2.1, équation 24). Pour les produits agricoles, du fait du décalage entre les décisions de production et la mise sur le marché (A2.1, équation 24bis), c'est l'offre de l'année précédente qui doit s'équilibrer avec la demande, cette offre ne pouvant s'ajuster instantanément. Par contre les importations et les exportations, tout comme les décisions de stockage, sont déterminées simultanément au prix d'équilibre.

### *L'épargne et l'équilibre de la balance commerciale*

L'épargne totale dans chaque région est égale à l'épargne des ménages diminuée du solde commercial (ici un transfert d'épargne vers l'étranger) : elle détermine le volume d'investissement disponible pour la période suivante (A2.1, équation 25). La balance commerciale est endogène et le taux de change est fixé de manière exogène pour toutes les simulations (A2.1, équation 26). L'excédent de la balance commerciale détermine donc le flux d'épargne dirigé vers l'étranger (A2.1, équation 27).

## ANNEXE 2.2 : DESCRIPTION DETAILLÉE DU MODULE 2 DU MODÈLE DE L'AFRIQUE SUB-SAHARIENNE: BOUCLAGE DYNAMIQUE ET INVESTISSEMENT

Pour chaque période, la résolution du premier module permet de déterminer une épargne totale disponible dans l'économie. On considère que les détenteurs de capitaux choisissent les secteurs dans lesquels ils vont investir en fonction de la rentabilité anticipée dans chaque secteur et du risque associé. En effet, de la même manière que pour les producteurs, on suppose que les investisseurs ont une aversion pour le risque. Chaque année, ils observent la rentabilité réelle des capitaux dans chaque secteur l'année précédente (A2.1, équation 28), ainsi que la différence entre rentabilité anticipée et réelle. Une partie de l'épargne disponible peut être conservée sous forme de liquidités, ce qui est assimilé à un investissement dans une activité de rentabilité et de variance nulles.

Le module capital est donc composé de deux équations : une fonction objectif, la maximisation du bénéfice espéré de l'investissement des capitaux disponibles (A2.1, équation 29) et une contrainte de disponibilité en capitaux à investir (A2.1, équation 30). Ainsi, plus un secteur est rentable, plus les investissements y sont importants. Par contre, si la rentabilité de ce secteur est fortement variable, cela tend à limiter les investissements dans la branche.

### *Le bouclage récursif*

Les investissements dans chaque branche permettent de déterminer l'offre de capital disponible par secteur pour la période suivante (utilisé dans le module 1). On considère que le capital existant se déprécie d'une année sur l'autre à un taux fixé de manière exogène (Annexe, équation 31). La demande de biens d'investissement<sup>63</sup> par secteur est déterminée comme une part fixe du volume total d'investissement (A2.1, équation 32).

Les revenus des ménages décalés d'une période sont égaux aux revenus réels des capitaux plus l'épargne non investie (Annexe, équation 33). De même, les revenus du gouvernement décalés d'une période sont égaux aux taxes sur les capitaux et les facteurs dont les revenus sont décalés dans le temps (A2.1, équation 34).

La variance du prix de chaque période est actualisée en fonction des résultats de la période précédente (A2.1, équation 35). Dans le cas des anticipations imparfaites, l'espérance du prix,  $P_{t-1}$  pour les producteurs agricoles,  $P_{t-1stock}$  pour les commerçants, sont également actualisées (A2.1, équation 36). On peut à ce titre représenter différents types d'anticipations dans ce bouclage récursif (naïves, adaptatives, fixes etc...).

Les stocks privés sont également actualisés d'une période à l'autre en fonction des résultats (A2.1, équation 37).

L'offre de bien agricole est également actualisée par les résultats du premier module, et l'application d'un coefficient d'aléas traduisant la possibilité d'une offre supérieure ou inférieure aux prévisions en fonction des aléas climatiques (A2.1, équation 38).

### **1.5- Les anticipations**

La première partie du présent document (revue de la littérature) a permis de mettre en évidence le rôle clé joué par les anticipations parfaites des stockeurs, sur l'ensemble de la période de simulation dans le modèle de stockage concurrentiel et la controverse dont cette hypothèse est l'objet. Un tel schéma pour le traitement de l'information ne nous semble pas réaliste. C'est pourquoi nous avons ici utilisé deux types différents d'anticipations pour les stockeurs et pour les agriculteurs producteurs.

---

<sup>63</sup> On entend par biens d'investissements les consommations intermédiaires nécessaires à la création de nouveaux équipements.

Les anticipations des producteurs sont de type Nerloviennes, avec un faible coefficient de révision, afin de rendre compte de l'environnement instable dans lequel se trouvent les producteurs. Cette question a déjà été longuement discuté dans la partie 1, les prévisions de prix et leur acuité plus ou moins grande sont un élément central de la décision des agriculteurs, l'approximation souvent réalisée par les prévisions parfaites, ne rend pas compte d'un fait stylisé essentiel, à la source de l'instabilité des prix endogènes.

Les anticipations des stockeurs, elles, sont parfaites pour la période suivante<sup>64</sup> mais ne concernent qu'une période, elles ne couvrent pas l'horizon de simulation.

---

<sup>64</sup> Ces anticipations sont obtenues en faisant tourner le modèle plusieurs fois successivement. Dans une première simulation on utilise les prix internationaux modifiés par les coûts de transferts d'un marché à l'autre en première approximation pour les anticipations de prix des stockeurs. Puis dans une seconde simulation les prix obtenus lors de la première simulation sont utilisés comme anticipation. On itère selon ce principe jusqu'à obtenir des prix réalisés et anticipés similaires.



## ANNEXE 2.3 : LES EQUATIONS, VARIABLES ET PARAMETRES DU MODELE ID3 MODIFIE POUR LE MODELE DE L'AFRIQUE SUB-SAHARIENNE

Les variables endogènes sont en majuscules et les paramètres en minuscule, le suffixe t\_1 indique une variable calculée lors de la période précédente

Module 1 : Module économie physique

Détermination de l'offre : Niveau 1 (consommation intermédiaire –valeur ajoutée)

1/ Cas de la production sans risque

$$(1) XD_{i,r} = \chi_{i,r} * (\eta_{i,r} * CI_{i,r}^{-\phi_{i,r}} + (1 - \eta_{i,r}) * VA_{i,r}^{-\phi_{i,r}})^{-1/\phi_{i,r}}$$

$$(2) CI_{i,r} = \left( \frac{(PD_{i,r} + to_{i,r})}{PINP_{i,r}} \right)^{1/1+\phi_{i,r}} * \chi_{i,r}^{-1/1+\phi_{i,r}} * \eta_{i,r}^{1/1+\phi_{i,r}} * XD_{i,r}$$

$$(3) VA_{i,r} = \left( \frac{(PD_{i,r} + to_{i,r})}{PVA_{i,r}} \right)^{1/1+\phi_{i,r}} * \chi_{i,r}^{-1/1+\phi_{i,r}} * (1 - \eta_{i,r})^{1/1+\phi_{i,r}} * XD_{i,r}$$

2/ Cas de la production avec risque

$$(2\text{-bis}) CI_{i,r} = \left( \frac{(PT_{-1,i,r} * (1 + to_{i,r}) - avprod_{i,r} * VARP_{i,r} * XD_{i,r})}{PINP_{i,r}} \right)^{1/1+\phi_{i,r}} * \chi_{i,r}^{-1/1+\phi_{i,r}} * \eta_{i,r}^{1/1+\phi_{i,r}} * XD_{i,r}$$

$$(3\text{-bis}) VA_{i,r} = \left( \frac{(PT_{-1,i,r} * (1 + to_{i,r}) - avprod_{i,r} * VARP_{i,r} * XD_{i,r})}{PVA_{i,r}} \right)^{1/1+\phi_{i,r}} * \chi_{i,r}^{-1/1+\phi_{i,r}} * (1 - \eta_{i,r})^{1/1+\phi_{i,r}} * XD_{i,r}$$

Détermination de l'offre – Niveau 2 (Consommations intermédiaires –demande en facteurs de production)

$$(4) DI_{i,j,r} = io_{i,j,r} * CI_{i,r} \quad \text{et} \quad (5) PINP_{i,r} = \sum_j io_{i,j,r} * P_{j,r} * (1 + tinp_{i,j,r}) * CI_{i,r}$$

$$(6) A_{k,i,r} = \gamma_{i,r} \frac{\mu_{i,r}}{1+\mu_{i,r}} \nu_k \frac{1}{1+\mu_{i,r}} \left( \frac{W_{k,i,r}}{PVA_{i,r}} \right)^{\frac{-1}{1+\mu_{i,r}}} VA_{i,r}$$

$$(7) PVA_{i,r} = \frac{1}{\gamma_{i,r}} \left[ \sum_k v^{\frac{1}{1+\mu_{i,r}}} (W_{k,i,r})^{\frac{\mu_{i,r}}{\mu_{i,r}+1}} \right]^{\frac{\mu_{i,r}+1}{\mu_{i,r}}}$$

Prix et marchés des facteurs

Cas du capital

$$(8a) A_{k,i,r} = SA_{k,i,r}$$

Cas du travail qualifié et non qualifié

$$(8b) \sum_{i,i \in as} A_{k,i,r} = \sum_{i,i \in as} SA_{k,i,r} \therefore et \therefore \sum_{i,i \in ps} A_{k,i,r} = \sum_{i,i \in ps} SA_{k,i,r} \therefore et \therefore \sum_{i,i \in os} A_{k,i,r} = \sum_{i,i \in os} SA_{k,i,r}$$

Cas de la terre et des ressources naturelles

$$(8c) \sum_{i,i \in as} A_{k,i,r} = \sum_{i,i \in as} SA_{k,i,r} \therefore et \therefore \sum_{i,i \in ps} A_{k,i,r} = \sum_{i,i \in ps} SA_{k,i,r}$$

Revenus, épargne et consommation des ménages

$$(9) Y_{h,r} = \sum_{k1} endow_{k1,h,r} \sum_i W_{k1,i,r} A_{k1,i,r} + YFT_{-1,h,r}$$

$$(10) HHSAV_{h,r} = mps_{h,r} Y_{h,r}$$

$$(11) HHDEM_{h,i,r} = consmi_{h,i,r} + conspar_{h,i,r} \left( (1 - mps_{h,r}) Y_{h,r} - \sum_i PD_{i,r} * (1 + tc_{i,h,r}) * consmi_{h,i,r} \right)$$

Revenus, épargne et demande du gouvernement

$$(12) GR_r = \sum_{i,h} PD_{i,r} * tc_{i,h,r} * HHDEM_{h,i,r} + \sum_i PD_{i,r} * tcg_{i,r} * GOVDEM_{i,r} + \sum_i PD_{i,r} * ti_{i,r} * INVT_{-1,i,r} \\ + \sum_{i,j} PD_{j,r} * tinp_{i,j,r} * DI_{i,j,r} + \sum_{k1} W_{k1,r} * tf_{k1,r} * \sum_i A_{k1,i,r} - \sum_i PD_{i,r} * to_{i,r} * XD_{i,r} \\ + \sum_i PMO_{i,r} * ert_{-1,r} * tm_{i,r} * M_{i,r} + \sum_i PD_{i,r} * ert_{-1,r} * te_{i,r} * E_{i,r} \\ - \sum_{i \in pgar_{i,r}} (pgarant_{i,r} + c_{i,r}) * STOCK_{i,r} + GOVt_{-1,r}$$

$$(13) PD_{i,r} * (1 + tcg_{i,r}) * GOVDEM_{i,r} = gles_{i,r} GR_r$$

$$(14) GR_r = \sum_i PD_{i,r} * (1 + tcg_{i,r}) * GOVDEM_{i,r} + GOVSAV_{i,r}$$

*Les exportations*

$$(15) PMO_{i,r} * ert_{-1,r} \geq PD_i (1 + te_{i,r})$$

*Les importations*

$$(16) PMO_{i,r} * (1 + tm_{i,r}) * (1 + tm_{arg_{i,r}}) * ert_{-1,r} \leq PD_{i,r}$$

$$(17) PMO_{i,r} = wpm_i * aleas_{i,r}$$

*Les frais de transports internationaux*

$$(18) DFRET_r = Fret_r * \sum_i tm_{arg_{i,r}} * PMO_{i,r} * ert_{-1,r} * M_{i,r}$$

*Le Stockage privé*

$$(19) Pt_{-1stock_{i,r}} - c_{i,r} - PD_{i,r} - \lambda st1_{i,r} + \lambda st2_{i,r} = 0$$

$$(20) Pr_{ivatestock_{i,r}} + VARTSOCK_{i,r} \geq 0$$

$$(21) Pr_{ivatestock_{i,r}} + VARSTOCK_{i,r} \leq privatestock_{max_{i,r}}$$

*Stockage public*

$$(22) PD_{i,r} + \lambda stpub_{i,r} \geq pgarant_{i,r}$$

$$(23) STOCK_{i,r} \leq stock_{max_{i,r}}$$

*Equilibre interieur et fermeture*

$$(24) \begin{aligned} & XD_{i,r} + M_{i,r} = \\ E_{i,r} + \sum_h HHDEM_{h,i,r} + \sum_j DI_{j,i,r} + GOVDEM_{i,r} + VARSTOCK_{i,r} + STOCK_{i,r} + INVT_{-1,i,r} \end{aligned}$$

$$(24bis) \begin{aligned} & XD_{t-1,i,r} + M_{i,r} = \\ E_{i,r} + \sum_h HHDEM_{h,i,r} + \sum_j DI_{j,i,r} + GOVDEM_{i,r} + VARSTOCK_{i,r} + STOCK_{i,r} + INVT_{-1,i,r} \end{aligned}$$

$$(25) TRADBAL_r = \sum_i E_{i,r} PD_{i,r} (1 + te_{i,r}) - \sum_i M_{i,r} PMO_{i,r} ert_{-1}$$

$$(26) TRADBAL_r = SF_r$$

$$(27) SAVING_r = \sum_h HHSAV_{h,r} + SF_r$$

$$(28) RRETURN_{i,r,t} = \frac{PD_{i,r,t} * (1 + to_{i,r}) * XD_{i,r,t} - \sum_j P_{j,r,t} * (1 + tinp_{i,j,r}) * DI_{i,j,r,t} - \sum_{k1} W_{k1,i,r,t} * A_{k1,i,r,t}}{A_{capital,i,r,t}}$$

$$(29) MAX(1 + RRETURN_{i,r,t}) * ASSET_{i,r,t} + CASH_{r,t} - 1/2 * avers_r * (RRETURN_{i,r,t} - RRETURN_{i,r,t-1})^2$$

$$(30) \sum_i ASSET_{i,r,t} + CASH_{r,t} = SAVING_{r,t}$$

$$(31) SA_{capital,i,r,t+1} = SA_{capital,i,r,t} * (1 - depr_r) + ASSET_{i,r,t}$$

$$(32) INVT_{-1,i,r,t+1} = invpar_{i,r} * \sum_i ASSET_{i,r,t}$$

$$(33) YFT_{-1,h,r,t+1} = endow_{capital,h,r,t} * \sum RRETURN_{i,r,t} * (1 - tf_{capital,r}) * A_{capital,i,r,t} + CASH_{r,t} + \sum_{k2} endow_{k2,h,r,t} * \sum W_{k2,i,r,t} * (1 - tf_{k2,r}) * A_{k2,i,r,t}$$

$$(34) GOVT_{-1,i,r,t+1} = tf_{capital,r} * \sum_h endow_{capital,h,r} * \sum_i RRETURN_{i,r,t} * A_{capital,i,r,t} + tf_{capital,r} * \sum_h \sum_{k2} endow_{k2,h,r} * \sum_i W_{k2,i,r,t} * A_{k2,i,r,t}$$

$$(35) VARP_{i,r,t+1} = (PD_{i,r,t} - PD_{i,r,t-1})^2$$

$$(36) PT_{-1,i,r,t+1} = PD_{i,r,t} + 0.115 * (PD_{i,r,t} - PT_{-1,i,r,t}) \therefore PT_{-1stock,i,r,t+1} = PD0_{i,r,t}$$

$$(37) PRIVATESTOCK_{i,r,t+1} = PRIVATESTOCK_{i,r,t} + VARSTOCK_{i,r,t}$$

$$(38) XDT_{-1,i,r,t+1} = XD_{i,r} * aleas_{rendmts,i,r,t}$$

## LISTE DES INDICES

as	produits agricoles
ps	produits industriels
os	autres produits-services
h	ménages
i, j	produits
k, k1, k2	facteurs
r	régions

## LISTE DES VARIABLES

### Module 1

$A_{k,j,r}$	Quantité de facteur k utilisée dans la production de j dans le pays r .
$GOVDEM_{i,r}$	Demande de bien i du gouvernement de la région r
$GOVSAV_r$	Epargne du gouvernement dans la région r
$GR_r$	Revenu du gouvernement dans la région r
$HHDEM_{h,i,r}$	Quantité de produit i consommé par le ménage h dans r.
$HHSAV_{h,r}$	Epargne du ménage h dans la région r
$Cl_{i,r}$	Demande de consommations intermédiaires du secteur i dans la région r
$DFRET_{i,r}$	Coûts de transport internationaux dans la région r
$DI_{i,r}$	Demande intermédiaire de bien j par le secteur i dans la région r
$DFRET_r$	Coûts de transport internationaux dans la région r
$E_{i,r}$	Exportation de bien i
$\Lambda_{st1,i,r}$	Lagrangien de la contrainte de stockage privé maximale
$\Lambda_{st2,i,r}$	Lagrangien de la contrainte de stock privé positif ou nul
$\Lambda_{stpub,i,r}$	Lagrangien de la contrainte de stockage public maximale
$M_{i,r}$	Importations de bien i
$PVA_{i,r}$	Prix de la valeur ajoutée du bien i dans la région r
$PD_{i,r}$	Prix d'équilibre domestique du bien i dans la région r
$PINP_{i,r}$	Prix des consommations intermédiaires du secteur i dans la région r
$PMO_{i,r}$	Prix frontière du bien i

$SA_{k,i,r}$	Offre de facteur disponible de type k dans le secteur i de la région r
$SAVING_r$	Epargne totale dans la région r
$SF_r$	Epargne étrangère de la région r
$STOCK_{i,r}$	Volume de produit i stocké par le gouvernement dans la région r
$TRADBAL_r$	Balance des paiements de la région r
$VA_{i,r}$	Valeur ajoutée de la production du bien i dans la région r
$VARSTOCK_{i,r}$	Variation de stock privé du bien i dans la région r
$W_{k,i,r}$	Prix du facteur k utilisé dans la branche i de la région r
$XD_{i,r}$	Production de la branche i dans la région r
$Y_{h,r}$	Revenu des ménages de type h dans la région r

## Module 2

$ASSET_{i,r,t}$	Investissement dans la branche i dans la région r
$CASH_{r,t}$	Volume d'épargne en liquidités dans la région r
$INVT\_1_{i,r,t}$	Demande d'investissement de bien i dans la région r
$RRETURN1_{i,r,t}$	Taux de rendement du capital dans la branche i de la région r
$PRIVATESTOCK_{i,r,t}$	Volume de stocks privés à la période t
$PT\_1_{i,r,t}$	Prix espéré à la production à la période t
$PT\_1stock_{i,r,t}$	Prix espéré par les stockeurs à la période t
$VARP_{i,r,t}$	Variance du prix du bien i dans la région r
$GOVT\_1_{r,t}$	Revenus du gouvernement provenant de la période précédente
$XDT\_1_{i,r,t}$	Offre réel de produit i à la période t
$YFT\_1_{k,h,r,t}$	Revenus des ménages provenant de la période précédente

## LISTE DES PARAMÈTRES

$aleas_{i,r}$	Aléas sur les prix du bien i
$aleas\_rendmts_{i,r,t}$	Aléas sur les rendements du produit i
$avers_r$	Aversion pour le risque des investisseurs dans la région r
$avprod_{i,r}$	Aversion pour le risque des producteurs de i dans r
$C_{i,r}$	Coût de stockage du bien i
$consmi_{h,i,r}$	Consommation minimum du bien i dans la région r

$conspar_{h,i,r}$	Part du bien i dans le budget des consommateurs de la région r
$endow_{k,h,r}$	Dotation des ménages h en facteur k dans la région r
$depr_r$	Taux de dépréciation du capital dans la région r
$dfret_r$	Paramètre de répartition des coûts de transport entre les régions r
$ert\_1_r$	Taux de change de la région r
$gles_{i,r}$	Part du bien i dans la consommation du gouvernement de la région r
$io_{i,j,r}$	Coefficient input/output pour la production du bien i dans la région r
$invpar_{i,r}$	Coefficient de répartition de la demande d'investissement entre chaque branche
$mps_{h,r}$	Part de l'épargne dans le budget des ménages
$p_{garant_{i,r}}$	Niveau du prix garanti pour le bien i dans le pays r
$Privatestockmax_{i,r}$	Capacité maximale de stockage privée
$tc_{i,h,r}$	Taxe sur la consommation en produit i des ménages dans la région r
$tcg_{i,r}$	Taxe sur la consommation en produit i du gouvernement dans la région r
$tf_{k,r}$	Taxe sur les revenus du facteur k dans la région r
$ti_{i,r}$	Taxe sur la demande d'investissement en produit i dans la région r
$tinp_{i,j,r}$	Taxe sur la demande intermédiaire au secteur j du secteur i dans la région r
$to_{i,r}$	Taxe sur le produit i dans la région r
$te_{i,r}$	Taxe sur les exportations à destination de la région rr du bien i dans la région r
$tm_{i,r}$	Taxe sur les importations en provenance du pays rr dans le pays r
$tmarg_{i,r}$	Coût unitaire de transport international pour le bien i entre les régions r et rr
$stockmax_{i,r}$	Capacité de stockage public maximale
$wpm_i$	Prix mondial du bien i

## PARAMÈTRES DES FORMES FONCTIONNELLES

### **Equations (1), (2),(3), (2bis), (3bis),**

$\chi_{i,r}, \eta_{i,r}, \phi_{i,r}$  Paramètres de la fonction CES agrégeant valeur ajoutée et consommations intermédiaires dans le secteur i de la région r

### **Equations (4), (5)**

$io_{i,j,r}$  Coefficient input/output pour la production du bien i dans la région r

### **Equations (6), (7)**

$\gamma_{i,r}, \nu_k, \mu_{i,r}$  Paramètres de la fonction CES agrégeant les différent facteurs de production dans le secteur i de la région r

Le cœur de ce modèle est bien entendu constitué par les courbes d'offre et de demande. On avait d'abord songé à la forme la plus simple possible de telles courbes : des droites, et donc des courbes d'offre et de demande « linéaires », ce qui avait l'avantage de correspondre aux diagrammes habituellement publiés dans les manuels. Mais une telle option avait un très grave inconvénient : rien, alors, n'empêchait les quantités et les prix d'équilibre de devenir négatifs. Ce n'était pas satisfaisant. On a donc opté pour des courbes « exponentielles », à « élasticité constante ».

La demande est donc à élasticité constante, soit :

$$p = \beta q^\alpha, \quad (1.0)$$

avec :

$q$  : La quantité demandée quand le prix est  $p$

$\alpha, \beta$  : des paramètres caractéristiques de chaque pays :  $1/\alpha$  est l'élasticité de la demande,  $\beta$  est un coefficient d'échelle.

La demande est très rigide dans les pays développés, d'où :  $\alpha = -5$ . Elle est plus élastique (tout en demeurant rigide) dans les pays pauvres, d'où :  $\alpha = -2$ .

$\beta$  est un paramètre d'échelle. On va essayer de l'ajuster de manière à ce que la demande dépasse largement l'offre dans les pays importateurs, et lui soit très inférieure à l'offre dans les pays exportateurs, lorsque le prix est voisin de 1. Il faut cependant encore ajouter deux autres paramètres, parce qu'on ne veut pas que le prix tende vers l'infini si  $q = 0$ , ni que la quantité tende vers l'infini si  $p = 0$ .

Il faut pour cela effectuer un changement de coordonnées en posant :

$$P = p - y \quad (1.1)$$

et :

$$Q = q - x. \quad (1.2)$$

La courbe de demande devient alors :  $P + y = \beta(Q + x)^\alpha$ , et on a bien :

$$P_{\max} = \beta x^\alpha \text{ si } Q = 0,$$

ainsi que, si  $P = 0$ ,

$$y + 0 = \beta(Q_{\max} + x)^\alpha$$

On souhaite enfin que le prix  $P = 1$  donne la quantité  $Q = Q_1$ , soit :

$$1 + y = \beta(Q_1 + x)^\alpha \quad (1.3)$$



Il faut alors choisir  $x$ ,  $y$  et  $\beta$  en fonction de  $P_{\max}$ ,  $Q_{\max}$ , et  $\alpha$ .

On tire de (1.1) et (1.3) :

$$\beta = 1 / \left[ (Q_1 + x)^\alpha - (Q_{\max} + x)^\alpha \right] \quad (1.4)$$

On a bien  $\beta > 0$  puisque  $Q_1 < Q_{\max}$  et  $\alpha < 0$ .

En reportant dans (1.1) et (1.2), on obtient :

$$P_{\max} \left( (Q_1 + x)^\alpha - (Q_{\max} + x)^\alpha \right) = x^\alpha - (Q_{\max} + x)^\alpha$$

Cette équation en  $x$  peut se résoudre par encadrement, car  $x^\alpha$  varie entre 0 et  $+\infty$  tandis que les autres termes sont bornés inférieurement. Une fois  $x$  connu,  $\beta$  et  $y$  se calculent aisément par (1.4) et (1.3).

Il s'agit là d'un artifice de modélisateur, pour empêcher le programme de calcul de s'arrêter de façon inopinée lorsque l'offre est trop faible ou le prix trop bas. En même temps, cela correspond à une réalité : il est vrai que les liquidités des acheteurs étant limitées, il faut bien que le prix tende vers une limite lorsque toutes ces liquidités sont affectées à l'achat de produits alimentaires. De même, comme les estomacs ont une capacité limitée, la quantité de nourriture demandée est forcément limitée même avec un prix nul.

L'offre est également à élasticité constante, mais la fonction d'offre est un peu plus compliquée que la fonction de demande, parce qu'on suppose explicitement que la technologie est « Cobb Douglas ». Cette hypothèse est la plus simple que nous ayons pu trouver pour introduire un peu de dynamique dans ce modèle, et pour tenir compte des effets des prix sur l'accumulation du capital.

**La fonction Cobb Douglas**

La fonction de production « Cobb Douglas », sous sa forme la plus générale, s'écrit :  $y = \prod_i x_i^{\alpha_i}$  ou encore :

$$\log(y) = \sum_i \alpha_i \log(x_i) .$$

Ici,  $y$  est la quantité produite, et les  $x_i$  représentent les quantités mis en œuvre de

l'input  $i$ . Les  $\alpha_i$  sont les paramètres de la fonction, censés refléter les relations techniques entre les différents inputs et l'output. Si de plus il se trouve que :

$$\sum_i \alpha_i = 1,$$

alors la fonction est de type « homogène et de degré 1 » (si on multiplie toutes les quantités d'inputs par un certain nombre  $\lambda$ , - par exemple en passant de 100 ha avec 1 tracteur et 1 homme à 1000 ha avec 10 tracteurs et 10 hommes – alors la production elle-même est multipliée par ce nombre. Il est généralement admis que tel est le cas de la production agricole, sinon au niveau d'une exploitation, au moins à celui d'un pays un peu vaste.

Ici, on pose :

$$q = v^h F^{(1-h)}, \tag{2.0}$$

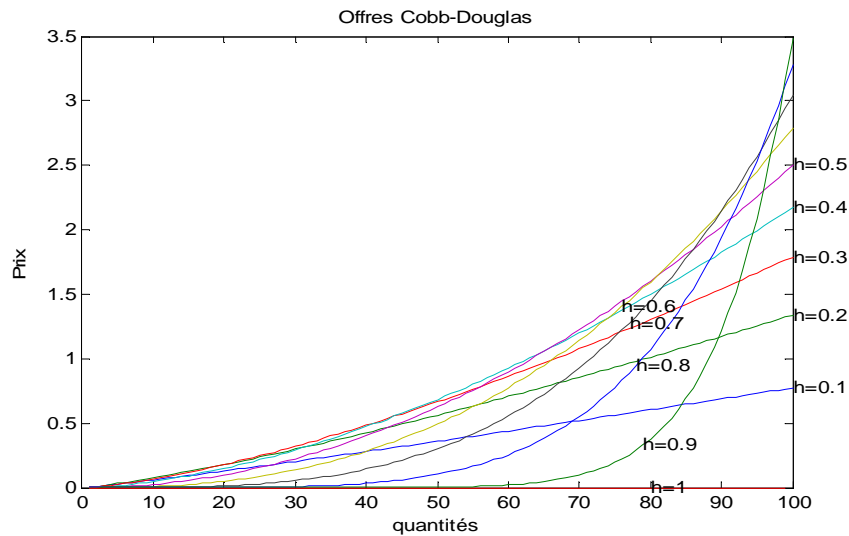
où  $q$  est la quantité produite à partir de  $v$ , un agrégat qui représente les « consommations intermédiaires »,  $F$ , un volume de facteur fixe (fixe au moins à court terme) dans chaque pays, enfin  $h$  est un paramètre qui détermine la « courbure » de la courbe d'offre (et qui, on le verra plus bas, est en fait la part des consommations intermédiaires dans la valeur du produit).

L'intérêt de cette formulation est de faire apparaître explicitement la quantité de facteur fixe disponible : cela servira à différencier les caractéristiques des quatre types de pays considérés ici, et aussi à enrichir la dynamique du modèle, parce que  $F$ , qui comprend entre autre une part de capital, pourra varier d'une année sur l'autre en fonction des résultats comptables, si par exemple les producteurs réinvestissent dans la production une partie de leurs bénéfices.

En outre, cette formulation en fait se ramène facilement à celle, plus classique, d'une courbe d'offre exponentielle standard. En effet, le producteur représentatif de chaque pays choisit  $v$  (et donc  $q$ , puisque  $F$  est donné) en fonction de la situation du marché et des informations dont il dispose, et, avec la fonction Cobb Douglas – on va le voir – il en résulte une fonction d'offre exponentielle.

## Les conditions d'optimalité pour le producteur

Figure A3.1: Courbes d'offre de la fonction Cobb Douglas pour différentes valeurs de la part du facteur variable dans le prix final du produit



Dans un tel cadre, en effet, le producteur qui veut maximiser son « utilité » doit choisir la quantité à produire  $q$  et la quantité de consommations intermédiaires  $v$  de manière à vérifier une relation dite « condition du premier ordre », exprimant que le coût marginal est égal au prix espéré. Avec la fonction Cobb Douglas, cette condition s'écrit :

$$p_v v = h \tilde{p}_q q \quad (2.1)$$

$\tilde{p}_q$ , dans cette expression, est l'équivalent certain du prix  $\hat{p}_q$  espéré pour le produit en quantité  $q$ , cependant que  $p_v$  est le prix du facteur variable en quantité  $v$ .

Si les marchés étaient parfaits, l'équivalent certain  $\tilde{p}_q$  et le prix espéré  $\hat{p}_q$  pour le produit seraient tous deux égaux au prix d'équilibre  $p_q$ . Nous verrons plus loin pourquoi ce n'est pas forcément vrai. Quoiqu'il en soit, en reportant  $v$  tiré de (2.1) dans l'expression (2.0) de  $q$ , on obtient une équation qui détermine implicitement  $q$  en fonction de  $\tilde{p}$ ,  $F$ , et  $h$  :

$$q / F = (h \tilde{p})^{h/(1-h)}, \quad (2.3)$$

ce qui est l'équation classique d'une courbe d'offre à élasticité constante.

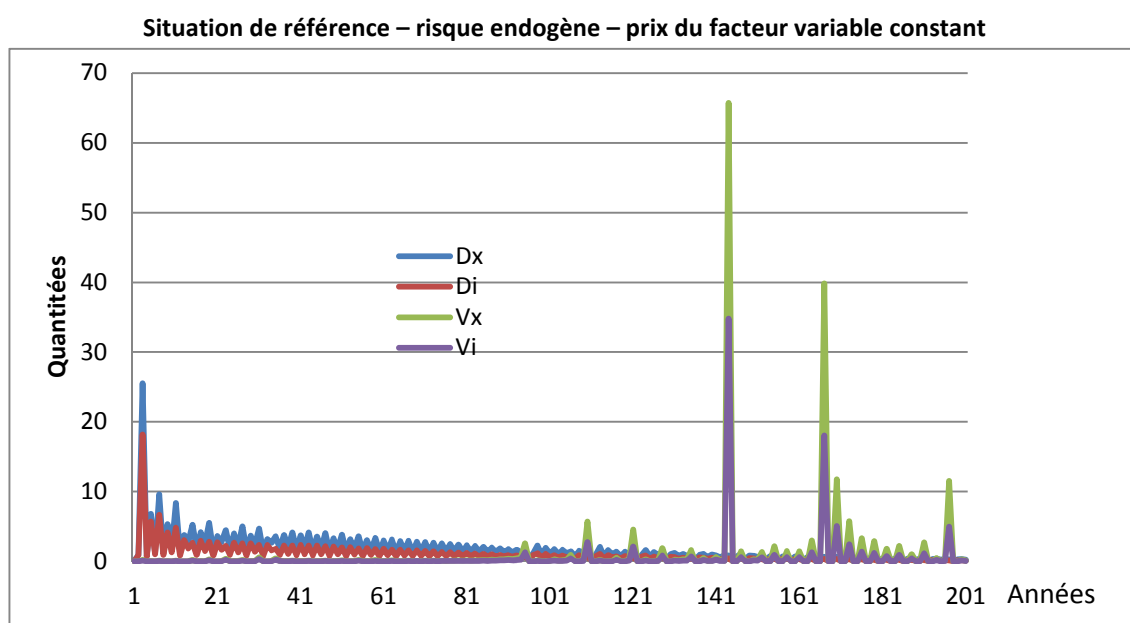
Si l'on avait (comme on le suppose implicitement dans le cas d'un marché parfait)  $p = \hat{p} = \tilde{p}$ , les équations précédentes permettraient de déterminer pour chaque pays d'une manière unique les valeurs optimales  $p^*$  et  $q^*$  de  $p$  et de  $q$ , le prix et la production qui égalise l'offre et la demande en fonction des seuls paramètres  $\alpha, \beta, F$  et  $h$  qui caractérisent le système. Avec quatre pays commerçant entre eux, (donc avec les paramètres  $\alpha_i, \beta_i, F_i$  et  $h_i$  pour le pays  $i$ ), le problème serait un tout petit peu plus compliqué, mais

néanmoins facile à résoudre avec des moyens informatiques élémentaires. Dans tous les cas, il est alors facile de montrer que la solution obtenue maximise la somme des « rentes » (ou « surplus ») des producteurs et des consommateurs.

### Addition d'une fonction d'offre pour les consommations intermédiaires

Le raisonnement précédent souffre cependant d'un grave inconvénient : avec un prix constant égal à 1 pour les consommations intermédiaires, l'instabilité du modèle peut devenir exagérée lorsque la part en valeur des consommations intermédiaires dans le total de production est faible, ce qui sera le cas dans notre modèle pour les pays pauvres. Cela résulte de ce que l'élasticité de l'offre est alors très grande, comme le montre la figure 1, qui représente les courbes d'offre d'une fonction Cobb Douglas pour différentes valeurs de  $h$ . On voit bien que les petites valeurs de  $h$  vont donner des offres très sensibles au prix. Or ce n'est pas le cas dans les pays pauvres, où les agriculteurs n'ont pas accès aux services qui leur permettraient d'accroître rapidement leur production. La figure 2 montre un exemple d'évolution de la production obtenue avec le modèle ci-dessus : il n'est pas réaliste d'imaginer que la production puisse passer en une seule année de 0,5 à 65 comme le voit sur ce graphique pour l'année 142...

**Figure A3.2 : Evolution des quantités produites**



C'est pourquoi, parallèlement à la représentation des fonctions d'offre de type Cobb Douglas, il est apparu nécessaire de compléter le modèle par une fonction d'offre de ces consommations intermédiaires. On a choisi pour cela une fonction de la forme :

$$p_v = \varphi v^\rho \quad (2.4)$$

Où  $p_v$  est le prix du facteur variable,  $v$  est la quantité utilisée de ce facteur par l'agriculteur représentatif du pays considéré,  $\varphi$  est un paramètre d'échelle, choisi de façon que  $p_v = 1$  lorsque  $v$  est au niveau de l'équilibre sans risque, et  $\rho$  est l'élasticité de l'offre des consommations intermédiaires. Les paramètres  $\rho$  et

$\varphi$  sont spécifiques à chaque pays, de sorte que les prix des consommations intermédiaires sont différents dans chaque pays : mais ceci, justement, reflète les différences d'avantages comparatifs entre les pays.

Avec cette spécification du prix des consommations intermédiaires, l'équation (2.1) prend une forme un peu plus compliquée (2.5):

$$q = \left( \frac{h\tilde{p}q}{\varphi} \right)^{h/(1+\rho)} F^{[(1-h)]} \quad (2.5)$$

Une telle équation, cependant, n'est pas plus difficile à résoudre que (2.3) (on remarque du reste qu'elle est identique à (2.3) si  $\phi=1$  et  $\rho=0$ )).

### **Considérations dynamiques : capital et facteur fixe**

Le facteur  $F$ , fixe à court terme, est lui-même décomposé en deux sous facteurs : un facteur complètement fixe, dont la quantité  $W$ , est donné une fois pour toute, et le capital, dont la quantité  $K$  varie au fil du temps.

On pose :

$$F = K^\gamma W^{1-\gamma} \quad (2.6)$$

Et :

$$K_t = K_{t-1}(1-\delta) + sS_{p,(t-1)} \quad (2.7)$$

Où :

$K_t$  est le stock de capital à la date  $t$

$\gamma$  est un paramètre de la fonction Cobb Douglas

$\delta$  est le taux de dépréciation (ou d'usure) du capital

$s$  est une « propension à épargner » : la fraction du revenu qui est épargnée et réinvestie

$S_{p,t}$  est le revenu du producteur à la date  $t$ . On a supposé ici que ce revenu était égal au surplus du producteur, défini plus bas.

L'équation (2.6) définit le facteur fixe à court terme  $F$  comme une fonction Cobb Douglas du capital (fixe à court terme, mais variable à long terme) et du facteur complètement fixe caractéristique du pays considéré. L'équation (2.7) – au demeurant absolument classique dans tous les cours élémentaires d'économie - introduit un élément de dynamique récursive dans le modèle.

Il est cependant possible de déterminer la quantité « optimale » de capital à utiliser dans un régime stationnaire permanent, le facteur fixe  $W$  étant donné, lorsque la propension à épargner est  $s$ , et le taux de dépréciation du capital  $\delta$ . En effet, pour que le régime soit stationnaire, il faut que l'épargne permette tout juste le remplacement du capital usé. Dans ces conditions, en supposant le prix du capital constant et égal à 1,

il faudra que, pour tout  $t$  :

$$sS_{pt} = \delta K_t = \delta \left( \frac{F}{W^{1-\gamma}} \right)^{1/\gamma}$$

(2.8)

Comme  $S_{pt}$  est fonction de la quantité produite et du prix, comme le prix est lui-même fonction de l'équilibre entre l'offre et la demande, il est possible à partir de là d'écrire une équation qui ne dépend que de  $K$  et qui exprime l'équilibre optimal permanent de long terme.

En effet,  $S_{pt} = p_t q_t - p_v V_t$ , et  $q_t = V_t^h F_t^{(1-h)}$ , avec :  $p_v V_t = h p_t q_t$  et :  $p_v = \phi V^p$ , comme on l'a vu plus haut. Par ailleurs, la demande exige que . On peut calculer  $K_t$  en résolvant ces équations les unes après les autres. La solution  $K^*$  de cette équation définira donc cet équilibre de référence, dit « équilibre à long terme sans risque ».

**Définition**

La *rente du producteur* est simplement la différence entre ses recettes et ses coûts variables, soit :

$$\Pi_i = pq_i - v_i \tag{3.0}$$

pour le pays  $i$ .

La *rente du consommateur* représente la somme des différences de prix entre ce que le consommateur aurait été disposé à payer, et ce qu'il a payé effectivement, diminuée de ce qu'il a effectivement payé, soit :

$$\Omega_i = \left[ \int_{q=0}^{q=q_i^*} p(q) dq \right] - p_i^* q_i^* \tag{3.1}$$

En pratique comme on a modifié la courbe de demande pour avoir une quantité maximale et un prix maximum, il faudra légèrement modifier l'équation (3.1) : la courbe de demande étant donnée comme :

$$p(q) + y = \beta(q + x)^\alpha$$

Il vient :

$$\begin{aligned} S(q) = \int_0^q p(q) dq &= \left[ -yq + \frac{\beta}{\alpha + 1} (q + x)^{\alpha + 1} \right]_0^{q^*} - p^* q^* \\ &= \frac{\beta}{\alpha + 1} (q^* + x)^{\alpha + 1} - yq^* - \frac{\beta x^{\alpha + 1}}{\alpha + 1} - p^* q^* \end{aligned} \tag{3.2}$$

Étant donné un système d'offre et de demande quelconque, il est facile de montrer que la somme  $\Pi + \Omega$  est maximale si le prix d'équilibre se trouve être égal au coût marginal, ce qui est en effet la situation lorsque le prix vérifie la « condition du premier ordre » (2.1) évoquée plus haut, avec  $p = \hat{p} = \tilde{p}$ . Cela est vrai au niveau de chaque pays, si chacun d'eux est isolé des autres et détermine son propre prix  $p_i^*$  différent de celui des autres. C'est tout aussi vrai si les pays échangent entre eux, de sorte que s'établit un prix unique  $p^*$  égalisant l'offre globale et la demande globale : alors  $\sum_i \Pi_i(p^*) + \sum_i \Omega_i(p^*)$  est toujours supérieur ou égal à toute autre somme de rentes globales réalisable. Ce théorème est l'une des démonstrations classiques de l'optimalité du marché libre et de la libéralisation des échanges.

**Les surplus de référence**

Le résultat optimal, tel qu'il vient d'être défini, est encore susceptible de variantes, en raison des aspects dynamiques du modèle qui font l'objet des équations (2.6) et (2.7). On peut en effet maximiser le surplus à court terme  $\Pi_{it}(F_{it}, p_t)$  pour un prix  $p_t$  et une quantité de facteur fixe de court terme  $F_t$  donnés, la seule

inconnue du programme d'optimisation étant alors la quantité de facteur variable, soit  $v$ . Mais on peut aussi rechercher de la même manière la quantité  $K^*(p)$  optimale pour un prix  $p$  donné, ce qui entrainera l'existence d'un surplus  $\Pi_i(W, p)$  fonction des seules variables  $W$  et  $p$ . Si, alors, le prix  $p$  est  $p^*$  obtenu par l'équilibre offre/demande, le système ne dépend plus que des  $W_i$ , et l'on peut parler des surplus de référence absolus  $\Pi_i^*(W)$  et  $\Omega_i^*(W)$ . Ces surplus ne dépendent plus que de  $W$  qui, ici, représente l'ensemble de tous les  $W_i$  puisque l'équilibre est alors global. Cette solution correspond à l'utilisation optimale qui peut être faites des ressources naturelles de chaque pays, ces ressources étant supposées intangibles.

Les politiques économiques conduisent à des résultats différents de ce résultat optimal, et par conséquent toujours moins bon (du moins si l'on juge le résultat d'un politique à la somme des surplus ci-dessus). C'est pourquoi elles sont critiquées. Il est évidemment intéressant d'évaluer les pertes que la mise en œuvre des politiques entraîne par rapport à cet optimum absolu.

Cependant, il n'est pas sûr que la situation « optimale » soit effectivement réalisable, parce qu'il n'est pas sûr que, au moment de prendre leur décision de production, les producteurs connaissent réellement le prix optimal  $p^*$  seul susceptible de conduire à l'état idéal. Dans ces conditions, il est possible qu'une intervention publique sur les marchés conduise, sinon à l'état idéal, du moins à un état plus proche de cet état idéal que ne le serait l'état réel, basé sur d'autres prix que le prix optimal  $p^*$ . Ceci conduit à comparer à d'autres références les surplus obtenus « avec » la mise en œuvre des différentes politiques.

Nous noterons  $\bar{\Pi}_i^R$  et  $\bar{\Omega}_i^R$  la moyenne des surplus du producteur et du consommateur obtenus pour le pays  $i$  en l'absence de toute politique (que ce soit de la part du pays  $i$  lui-même ou d'un autre) à partir de la situation initiale, elle-même déterminée par  $W^R$  (ensemble des quatre quantités de facteur fixes) et  $K^R$  (ensemble des quatre quantités de capital disponibles au temps  $t=0$ ). Comme indiqué plus haut, ces moyennes sont calculées sur les 100 dernières années de séries de 200, afin de gommer au maximum les effets spécifiques des situations initiales spécifiques (mais pas les effets de la présence ou de l'absence de politiques sur l'accumulation du capital à long terme).

Bien évidemment, ces surplus  $\bar{\Pi}^R$  et  $\bar{\Omega}^R$  (de même que tous les autres sauf  $\Pi^*$  et  $\Omega^*$ ) dépendent des suites de prix  $\hat{p}$  et  $\tilde{p}$  obtenues dans les simulations. Mais alors, se pose la question de savoir d'où viennent ces prix « réels » (ou « virtuels »).



Dans la réalité, la relation  $p = \hat{p} = \tilde{p}$  n'est pas toujours vérifiée, et cela pour deux principales raisons :

- a) Il se peut que, par suite d'un manque de concurrence, le producteur puisse augmenter son surplus au détriment de celui du consommateur (qui perd plus que ne gagne le producteur) en vendant à des prix de monopole. Ce phénomène ne se produit pas (ou très peu) en agriculture, et ne sera pas examiné ici.
- b) Il se peut, du fait de la nature aléatoire de la récolte, ou du fait d'erreurs d'anticipation, que le prix réel  $p$  observé sur les marchés après réalisation de la production soit différent du prix  $\hat{p}$  sur lequel le producteur s'était basé pour décider de son offre. Ceci entraîne l'existence d'un risque pour le producteur, et donc l'amène à prendre ses décisions non plus sur la base d'un prix  $\hat{p}$  supposé « sûr » (et égal à  $p$ ), mais sur un prix « équivalent certain »  $\tilde{p}$  en général inférieur à  $\hat{p}$ .

Pour un producteur, l'équivalent certain  $\tilde{p}$  d'un prix  $\hat{p}$  variable est le prix « certain » (non variable) qui le conduirait à prendre précisément la même décision que celle qu'il prend avec le prix  $\hat{p}$  variable. Il existe de nombreuses façons de modéliser la valeur prise par  $\tilde{p}$  à partir des informations que l'on peut avoir sur  $\hat{p}$ , mais la plus connue (et la plus simple, ce qui ne veut pas dire la meilleure) consiste à poser :

$$\tilde{p} = \hat{p} - A\hat{\sigma}^2 q \quad (4.0)$$

où  $\hat{p}$  et  $\tilde{p}$  sont respectivement les prix « espérés » et « équivalent certain » du prix espéré, cependant que  $q$  est la quantité produite,  $\hat{\sigma}^2$ , la variance attendue pour le prix, et  $A$ , un « coefficient d'aversion absolue pour le risque » qui dépend, entre autre, de la richesse du décideur (il varie en fonction inverse de la richesse du décideur). Le lecteur remarquera que nous avons représenté l'écart type du prix par  $\hat{\sigma}$ , avec un chapeau, pour indiquer qu'il s'agit là d'une quantité « anticipé » ou « espérée », et pas forcément d'une constante objective connue de tous.

Le fait que  $\tilde{p}$  dépende de  $q$  complique un peu la résolution de l'équation (2.3), dont la solution ne s'exprime plus pas une formule simple. Il faut utiliser des méthodes d'encadrements successifs pour en trouver la racine. Mais surtout, la conséquence en est que les surplus  $\Pi$  et  $\Omega$  ne sont plus optimaux lorsque la quantité  $q$  est déterminée par cette nouvelle version de l'équation (2.3), qui devient :

$$q^{1-a} = h(\hat{p} - A\hat{\sigma}^2 q)F^{1-h} \quad (4.1)$$

Ou encore, si l'on part de l'équation avec prix variable pour les consommations intermédiaires :

$$\frac{q}{F} = \left( \frac{h(\hat{p} - A\hat{\sigma}^2 q)}{v^\rho} \right)^{h/(1+\rho)} \quad (4.3)$$

Le fait que la quantité optimale produite dépende non seulement du niveau moyen des prix mais aussi de leur variance constitue une « défaillance du marché », et c'est la justification de politiques de stabilisation des prix : si, en effet, on parvient à stabiliser le prix espéré  $\hat{p}$  sur lequel les décisions de production sont basées, alors il se peut que le prix équivalent certain  $\tilde{p}$  se rapproche de  $\hat{p}$ , qui lui-même pourrait se rapprocher de  $p$ . Dans une telle hypothèse, la politique ainsi mise en œuvre aurait rapproché le système de l'optimum, et par conséquent augmenté le surplus global.

Les politiques réelles ont-elles des chances d'aboutir à une telle situation ? Le mini-modèle à construire doit servir à répondre à cette question. On essaiera d'analyser les conséquences des schémas classiques politiques agricoles, dans différentes hypothèses sur les sources d'instabilité des prix et sur les paramètres qui déterminent le système, en particulier les conditions dans lesquelles se trouvent les producteurs. Auparavant, il nous faut encore spécifier les aspects dynamiques du modèle, qui portent sur deux domaines distincts : celui des « anticipations » et celui de l'accumulation du capital.

Sur quoi les producteurs peuvent-ils se baser pour déterminer le prix « anticipé »  $\hat{p}$  et son écart type  $\hat{\sigma}$  sur lequel reposent leurs décisions ? C'est ici qu'il existe une grande variété de théories contradictoires, qu'il faut évoquer maintenant.

#### **Les anticipations « adaptatives » ou « naïves » (« Nerloviennes »)**

Ici, les producteurs se basent exclusivement sur les prix passés pour essayer de deviner quels seront les prix futurs. La forme la plus populaire de cette version des anticipations est celle de la « correction d'erreur » introduite par un célèbre auteur américain à la fin des années 50, Marc Nerlove<sup>65</sup>, qui l'a utilisée avec un certain succès dans l'estimation des paramètres des premiers modèles économétriques de l'offre agricole. Nerlove pose en effet :

$$\hat{p}_t = \hat{p}_{t-1} + \lambda(p_{t-1} - \hat{p}_{t-1}) \quad (5.1)$$

Où  $\hat{p}_t$  est le prix prévu pour l'année  $t$ ,  $p_t$  le prix effectivement observé l'année  $t$ , et  $\lambda$  une « élasticité d'anticipation »<sup>66</sup>. La formule implique par conséquent que l'on considère que le prix de l'an prochain sera le prix de cette année, corrigé par une fraction de l'écart observé entre la prévision qui avait été faite l'an dernier et la valeur effectivement observée. Si  $\lambda = 0$ , on a des « anticipations naïves » : on croit que le prix observé l'an dernier va se reproduire cette année. Si  $\lambda = 1$ , on a des anticipations « constantes » : le prix anticipé est constant, sans rapport avec les prix observés. Avec  $0 < \lambda < 1$ , les prix anticipés sont une sorte de moyenne pondérée de tous les prix passés, le poids de chaque prix du passé dans cette moyenne décroissant de façon exponentielle avec le temps. A noter que si  $\lambda = 0$ , les anticipations ne changent jamais. Si  $\lambda = 1$ , cette formule d'anticipations « adaptatives » revient à prendre des anticipations « naïves ».

Le même problème qu'avec  $\hat{p}$  se pose avec  $\hat{\sigma}$ , l'écart type attendu pour le prix. On le résout de la même façon, en posant :

$$\hat{\sigma}_t = \hat{\sigma}_{t-1} + \lambda(\sigma_{t-1} - \hat{\sigma}_{t-1}) \quad (5.2)$$

Avec :

$$\sigma_t^2 = (\hat{p}_t - p_t)^2 \quad (5.3)$$

Il est apparu cependant que, pour avoir des courbes d'évolution de prix qui ressemblent à la réalité avec du risque endogène, il était souhaitable d'avoir le  $\lambda_\sigma$  qui sert aux anticipations de variabilité des valeurs sensiblement plus faibles que pour le  $\lambda_p$  utilisé dans les anticipations de prix. Cela signifierait que les producteurs sont plus sensibles aux changements immédiats de variabilité qu'aux changements d'espérance de prix – l'espérance de prix étant liée, dans leur esprit, à leurs coûts de production, qui ne varient pas beaucoup.

<sup>65</sup> Cf. : Nerlove, M. (1958a, 1958b, 1979)

<sup>66</sup> Nerlove raisonnait sur les logarithmes des prix, ce qui justifie ici le terme d' « élasticité ».

### Les anticipations « rationnelles »

Lorsqu'on admet l'hypothèse de perturbations « exogènes », il faut trouver une valeur « rationnelle » pour évaluer  $\hat{p}$ . Les auteurs de modèles économiques (en particulier des modèles d'équilibre général) utilisent fréquemment pour cela l'hypothèse dite « d'anticipations rationnelles » : les agents économiques, qui sont intelligents, utilisent toute l'information disponible pour prévoir les prix futurs, et traitent cette information en se basant sur la théorie économique du moment. On notera que cela n'exclut pas que les agents se trompent, soit parce que la théorie économique du moment peut elle-même être erronée, soit parce que l'information disponible est fautive ou pas assez abondante. Toutefois, cette théorie économique étant elle-même incorporée dans le modèle, ce dernier se trouve être parfaitement cohérent.

Ici, il est clair que l'information disponible n'est pas assez abondante, du fait des aléas naturels sur les récoltes. Mais on peut admettre que les lois de probabilité des rendements sont connues, ce qui permet alors de déterminer celles des prix.

C'est sur ces bases que le présent modèle, dans sa version « avec risque exogène », a été construit. Nous avons supposé que les rendements suivaient des lois de probabilité « log normales » à moyennes et coefficients de variation connus. Il faut ensuite convertir cette variabilité sur les quantités en une variabilité sur les prix : Quand la quantité produite  $q$  suit une loi log-normale de moyenne  $\bar{q}$  et de coefficient de variation  $\sigma_q / \bar{q}$ ,

les paramètres de la loi de probabilité gaussienne de  $\text{Ln}(q)$  sont :  $\mu_q = \text{Ln}(\bar{q}) / (1 + (\frac{\sigma_q}{\bar{q}})^2)^{0.5}$  pour la

moyenne et  $V_q = \text{Ln}(1 + (\frac{\sigma_q}{\bar{q}})^2)$  pour la variance. Du fait de (1), on a :  $\text{Ln}(p) = \beta + \alpha \text{Ln}(q)$ . On en tire les

paramètres de la loi log-normale des prix, soit :  $\mu_p = \beta + \alpha \mu_q$  pour la moyenne et  $V_p = \alpha^2 V_q$  pour la variance. On en déduit le coefficient de variation des prix :

$$\frac{\sigma_p}{\bar{p}} = (e^{V_p} - 1)^{0.5}, \quad 5.4$$

et donc leur variance si l'on connaît leur espérance. Ici, en accord avec la théorie des anticipations rationnelles, on va supposer que les producteurs connaissent cette moyenne et cette variance comme celles qui assurent l'équilibre entre l'offre et la demande lorsque les producteurs se basent sur ces paramètres pour déterminer leur offre. On généralise ainsi la notion d'anticipation rationnelle des espérances de prix en l'étendant à la variance.

Le problème, avec les quotas, vient de ce que l'espace des décisions n'est plus convexe, comme le montre la figure A3.3:

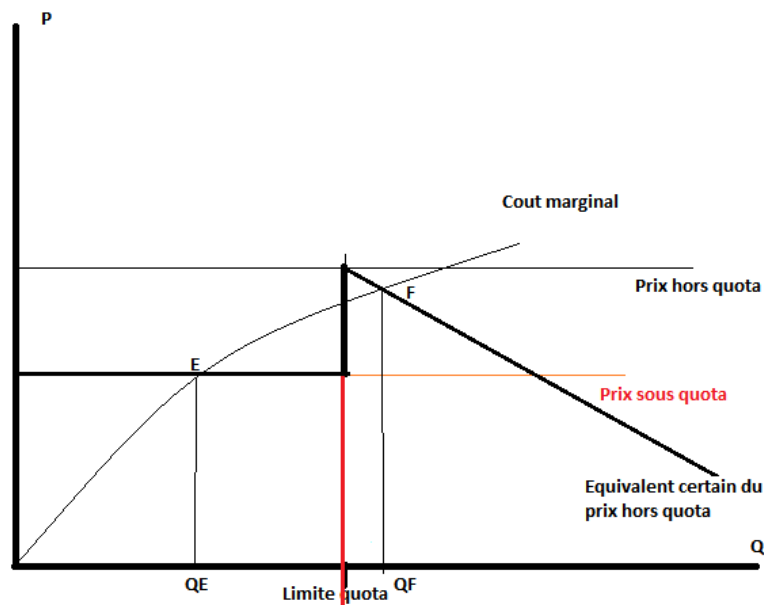


Figure A3.3 : les deux équilibres possibles avec quotas

On voit sur cette figure que l'intersection du coût marginal avec l'équivalent certain du prix peut se faire en E, deçà du quota, ou en F, au-delà. Il faudra étudier chacune de ces deux positions, et voir celle dans laquelle l'utilité est la plus grande.

Comme précédemment, on se place dans l'hypothèse d'un risque sur le rendement indépendant en probabilité du risque de prix. Le producteur obtient un revenu aléatoire :

$$R = p_q s_q y + p_p s_h y - C(q)$$

Où  $y$  est le rendement,  $p_q$  et  $p_p$  sont les prix sous et hors quota,  $s_q$  et  $s_h$  les surfaces sous et hors quota, et  $C(q)$  est le coût de production total de la quantité  $q = y(s_q + s_h)$ . L'utilité à maximiser est donc :

$$U = \hat{R} - A_p \hat{\sigma}_R^2$$

Où  $\hat{R}$  est la moyenne anticipée de  $R$  et  $\hat{\sigma}_R^2$  sa variance<sup>67</sup>, cependant que  $A_p$  est l'aversion pour le risque du producteur représentatif.

<sup>67</sup> On note  $\hat{R}$ ,  $\hat{p}_p$  et  $\hat{\sigma}_r$  au lieu de  $\bar{R}$ ,  $\bar{p}_p$  et  $\sigma_r$  pour garder la cohérence avec les paragraphes précédents : ces symboles ne représentent pas des moyennes ou des écarts types « objectifs », mais seulement l'idée que les producteurs

La moyenne de  $R$  est bien  $\hat{R} = p_q s_q \bar{y} + \hat{p}_p s_h \bar{y} - C(q)$ , mais l'expression de la variance devient compliquée. En supposant les prix indépendants des rendements, comme ci-dessus §2.7, en appelant  $\sigma_y^2$  la variance des rendements et  $\hat{\sigma}_p^2$  celle des prix, en posant :  $r = (p_q s_q + \hat{p}_p s_h)$ , il vient :

$$\hat{\sigma}_R^2 = \sigma_y^2 \bar{r}^2 + \hat{\sigma}_r^2 \bar{y}^2 + \sigma_y^2 \hat{\sigma}_r^2 = \sigma_y^2 (p_q s_q + \hat{p}_p s_h)^2 + \sigma_r^2 \bar{y}^2 + \sigma_r^2 \sigma_y^2$$

où  $\hat{p}_p$  et  $\bar{y}$  sont les moyennes de  $p_p$  et de  $y$ . Comme  $\sigma_r^2 = \hat{\sigma}_p^2 s_h^2$ , cela devient :

$$\sigma_R^2 = \sigma_y^2 (p_q s_q + \hat{p}_p)^2 + \sigma_p^2 s_h^2 \bar{y}^2 + \sigma_y^2 \hat{\sigma}_p^2 s_h^2$$

En reportant dans l'expression de  $U$  et en posant  $\bar{y} = 1$ , on peut écrire :

$$U = p_q q_q + \hat{p}_p q_h - A \left( \sigma_y^2 [p_q q_q + \hat{p}_p q_h]^2 + q_h^2 (\hat{\sigma}_p^2 + \sigma_y^2 \hat{\sigma}_p^2) \right) - C(q_h + q_q) \quad (8.0)$$

Ceci donne deux conditions du premier ordre : l'une par rapport à  $q_h$  si  $q_q = q_{q \max}$ , le niveau du quota, soit :

$$C'(q_{q \max} + q_h) = \hat{p}_p - 2A \left( \sigma_y^2 \hat{p}_p [p_q q_{q \max} + \hat{p}_p q_h] + q_h \sigma_p^2 (1 + \sigma_y^2) \right) \quad (8.1)$$

L'autre avec  $q \leq q_{q \max}$  et  $q_h = 0$ , soit :

$$C'(q_q) = p_q - A \sigma_y^2 p_q q_q \quad (8.2)$$

Reportée dans (2.5), la première de ces relations donne :

$$q_{q \max} + q_h = \left( \frac{h \left( \hat{p}_p - 2A \left( \hat{\sigma}_p^2 \hat{p}_p [p_q q_{q \max} + \hat{p}_p q_h] + q_h \hat{\sigma}_p^2 (1 + \sigma_y^2) \right) \right)}{\varphi} \right)^{h/(1+\rho-h)} F^{[(1+\rho)(1-h)]/[1+(1+\rho)-h]} \quad (8.3)$$

Et la seconde :

$$q_q = \left( \frac{h \left( p_q - A_p \sigma_y^2 p_q q_q \right)}{\varphi} \right)^{h/(1+\rho-h)} F^{[(1+\rho)(1-h)]/[1+(1+\rho)-h]} \quad (8.4)$$

Comme on vient de le voir ces deux conditions sont indépendantes l'une de l'autre : si l'une est satisfaite, il n'est pas sûr que la quantité produite corresponde à la meilleure valeur possible pour  $U$ , de sorte qu'il faudra calculer les solutions de l'une et de l'autre, puis regarder laquelle donne la plus grande valeur à  $U$ .

---

s'en font à partir de leurs anticipations souvent éloignées de la réalité. Au contraire,  $\bar{y}$  et  $\sigma_y^2$  représentent une vraie moyenne et une vraie variance. De même,  $p_q$  est un prix « certain ».

L'introduction du stockage dans un tel modèle pose de nombreux problèmes. On distinguera ceux du stockage public et ceux du stockage privé (qui peuvent cohabiter). Le stockage public est un acte politique, qui sera examiné avec les politiques. Le stockage privé, en revanche, est toujours possible, et doit faire partie des solutions de référence.

On l'envisage ici au niveau mondial. On fait intervenir un cinquième agent (en plus des quatre producteurs), le « stockeur », auquel sera affecté l'indice  $r$ .

Les modalités d'opération du stockeur privé dépendent du contexte, selon qu'on se trouve dans le cadre de la variabilité endogène ou exogène.

#### A7.1 : le stockage privé en cas de fluctuation endogènes

Le stockeur anticipe pour l'an prochain un prix  $\hat{p}_{r,t+1}$ , et il a la maîtrise du stock  $S_t$ . Il a une aversion pour le risque  $A_r$ . Sa fonction d'utilité est donc :

$$U_r = (\hat{p}_{r,t+1} - c_k)S_{t+1} - p_t(S_{t+1} - S_t) - A_r \hat{\sigma}_r^2 S_{t+1}^2$$

où  $U_r$  est l'utilité du stockeur qui renonce à vendre l'année  $t$  au prix d'équilibre courant  $p_t$  la quantité  $S_{t+1} - S_t$ , dans l'espoir de la vendre l'an prochain au prix  $\hat{p}_{r,t+1}$ , diminué d'un coût unitaire de stockage  $c_k$ , sachant que le prix  $\hat{p}_{r,t+1}$  est risqué, et sujet à un écart type estimé à  $\hat{\sigma}_{r,t+1}$  pour l'année  $t + 1$ .

La « condition du premier ordre »  $\frac{\partial U_r}{\partial S_{t+1}} = 0$  associée à cette fonction d'utilité définira la demande (ou l'offre) de stockage pour l'année  $t$  :

$$\hat{p}_{r,t+1} - c_k = p_t + 2A_r \hat{\sigma}_r^2 S_{t+1} \quad (6.0)$$

Avec, évidemment :  $0 < S_{t+1} < S_{\max}$  si  $S_{\max}$  est la capacité de stockage. La quantité  $S_{t+1} - S_t$  (avec  $S_t$  donné par les résultats des années précédentes et un stock de départ  $S_0$ ) vient alors s'ajouter (ou se soustraire) à la demande des quatre pays pour calculer le prix d'équilibre international. L'équation (6.0) donne donc  $S_{t+1}$  en fonction de  $S_t, \hat{p}_{r,t+1}, c_k, A_r, \hat{\sigma}_r^2$ , et  $p_t$ . Cette dernière variable sera définie par l'équilibre entre offre et demande, tandis que les autres seront données en paramètre.

On notera au passage que l'équation (6.0) n'a pas de conséquence directe sur la production : son influence est retardée, et se fait par les changements que le stockage apportera aux anticipations.

Le prix anticipé par le stockeur  $\hat{p}_{r,t+1}$ , et la variabilité associée  $\hat{\sigma}_r^2$  font l'objet d'anticipations Nerloviennes, comme pour l'agriculteur. Cependant, les coefficients d'adaptation ne seront pas forcément les mêmes, ni, bien sûr, l'aversion pour le risque. L'aversion pour le risque du stockeur sera prise à un niveau sensiblement inférieur à celui des producteurs de chaque pays : les stockeurs sont en général plus riches que les producteurs, et donc, leur aversion pour le risque est plus faible.

### Le stockage privé en cas de risque exogène

On adoptera dans ce cas l'approche dite du « stockage concurrentiel » de Gustafson (1958), qui, du reste, s'applique aussi bien au stockage privé qu'au stockage public.

Gustafson, à l'aide d'un modèle très raffiné, a établi des abaques donnant le volume du stock souhaitable en fin d'année en fonction du volume du stock et la récolte<sup>68</sup>. En fait, les courbes qu'il produit donne un volume du stock qui varie de façon sensiblement linéaire en fonction de la récolte, les pentes et les ordonnées à l'origine dépendant (mais légèrement) de la situation (coût du stockage, élasticité de la demande, taux d'intérêt et variabilité du rendement). Nous avons donc grandement simplifié les courbes de Gustafson, avec un stock de report souhaitable défini comme :

$$S_{t+1} = \text{Max} [0, aq_t + b] \quad (6.1)$$

Où :  $S_{t+1}$  est le stock en début d'année  $t + 1$  (ou en fin d'année  $t$ ), et  $q_t$  est la récolte obtenue l'année  $t$ ,  $a$  et  $b$  (avec  $b < 0$ ) étant des coefficients qui dépendent du coût du stockage, de la variabilité des rendements, et de l'élasticité de la demande.

La récolte  $q_t$  étant obtenue par un tirage au sort d'une table de la fonction log-normale, et connaissant le stock  $S_t$ , il est facile de calculer le volume disponible pour la consommation, donné par  $q_t + S_t - S_{t+1}$ . Le prix qui prévaudra sur le marché s'en déduit, comme on l'a vu plus haut.

Bien entendu,  $0 \leq S_{t+1} \leq S_{\text{max}}$ . Si la formule ci-dessus conduit à un stock sortant de ces bornes, la différence (positive ou négative) est remise sur le marché.

Gustafson avait envisagé ces abaques comme des guides à l'usage des opérateurs du Département de l'Agriculture des USA, chargés de mettre en œuvre les politiques d'intervention publiques instaurées par le New deal en minimisant le coût pour le contribuable. Il note au passage que ces règles sont aussi celles que devraient utiliser des opérateurs privés qui voudraient maximiser leurs gains *dans le cadre d'hypothèse qu'il envisage*, c'est-à-dire en face de chocs d'origine exclusivement exogènes. Il ne semble pas s'être posé la question de savoir pourquoi les opérateurs privés opéraient en réalité selon des règles différentes. Les successeurs de Gustafson<sup>69</sup> ne se sont guère posé cette question non plus, tout en affirmant que les opérateurs privés *devraient* suivre ces règles, et en basant leurs recommandations politiques sur cette hypothèse.

Ici, pour les besoins de cette étude, nous envisageons séparément les deux hypothèses, celle, d'abord, d'un risque d'origine exogène, puis celle d'un risque d'origine endogène (alors que, en réalité, les deux sont mêlés).

---

<sup>68</sup> Le modèle de Gustafson est un chef d'œuvre d'ingéniosité mathématique, et peut être le premier exemple d'intégrale stochastique utilisé à des fins pratiques. Il cherche en effet le niveau de stock qui, à un moment donné, et compte tenu de la récolte courante et du niveau de stock existant, minimise l'espérance de coût du stockage sur une durée de temps infinie, sachant que la règle ainsi définie sera appliquée dans les années suivantes. Il faut pour cela résoudre une intégrale stochastique à la manière de celles qui sont utilisées pour calculer les prix des « options ».

Gustafson, dépourvu d'ordinateur performant, a résolu le problème dans une douzaine de situations 'typiques'. Deaton et Laroque (*op.cit*) calculent l'intégrale stochastique en tout point, au prix d'une énorme consommation de ressources informatiques. Gouel (2011) utilise dans le même contexte des interpolations « *spline* » entre des points non spécifiés. Cependant, l'examen des résultats de Gustafson montre que ses courbes sont très peu « courbes », et que des approximations linéaires sont assez raisonnables.

<sup>69</sup> Par exemple Wright, B. D., Williams, J. C., (1982), Scheinkman, J.A. & Schechtman, J., (1983), et beaucoup d'autres.



Pour cette raison, dans l'hypothèse « risque exogène », nous conservons le modèle du stockage concurrentiel mis en œuvre par des opérateurs privés, donc sans intervention de l'État. Il est seulement simplifié comme indiqué plus haut (mais cela ne devrait pas changer significativement les résultats) et légèrement amélioré pour, en tenant compte de Newbery et Stiglitz (1981) et comme l'avaient fait Deaton et Laroque(1992) , introduire la possibilité que le stock soit plein ou vide (auquel cas, le prix peut subitement s'effondrer ou atteindre des niveaux très élevés, après avoir été stable pendant des temps assez longs).

Dans un tel contexte, toutefois, l'intervention de l'État, si elle était « rationnelle » n'aurait plus d'objet, à moins que l'État ne dispose de capacités de stockage additionnelles, ce que nous ne supposons pas. Il ne devrait donc pas exister de « politiques de stockage/déstockage » dans cette hypothèse. Nous avons cependant maintenu cette option, du fait que les politiques des états, telles que nous les avons définies, sont en fait peu « rationnelles », et visent seulement à maintenir les prix dans un « tunnel »

Il reste enfin à déterminer les coefficients  $a$  et  $b$  de l'équation 6.1 . Les coefficient donnés par Gustafson pour les USA des années 50 sont peu différents de  $a = 0.75$  et  $b = -75$  lorsque  $q_t$  est exprimé en % de la récolte « normale » (ici, la situation d'équilibre avec risque, sans politique). Ainsi, toute récolte inférieure ou égale à la « normale » conduira à rechercher un stock nul en fin d'année. Une récolte de 10% supérieure à la moyenne conduira à rechercher un stock correspondant à 7,5% de la récolte.

En Afrique, la coutume, dans les villages traditionnels est de souhaiter en permanence un stock correspondant à deux années de récolte (mais c'est un idéal : un tel stock est rarement réalisé). Il faut en conclure que, dans les conditions des villages africains traditionnels, on devrait avoir quelque chose comme  $a=2$  et  $b = -100$ , de sorte que le stock serait de 100% de la récolte en cas de récolte « normale » (ce qui semble-t-il est à peu près la réalité dans les villages « bien gérés »).

Sur ces bases, nous avons pris  $a = 0.75, b = -75$  pour caractériser les pays « riches » du modèle,  $a = -1.5, b = -100$  pour les pays pauvres.

**L'approche de Gustafson**

Il existe beaucoup de versions possibles d'une politique de stockage public. En particulier, dans une optique de stabilisation des fluctuations exogènes, Gustafson, suivi de beaucoup d'autres, a développé une philosophie aux termes de laquelle les règles de stockage public sont exactement les mêmes que celles que devrait suivre un entrepreneur privé qui stockerait dans le but de maximiser son bénéfice. Les prescriptions de Gustafson sont assez compliquées, et supposent de connaître à tout moment à la fois le volume du stock total disponible et la loi de probabilité des chocs exogènes qui rendent la stockage / déstockage nécessaires.

Nous ne suivons pas cette approche qui, de toute façon, ne serait pas adaptée au risque endogène. On s'intéressera plutôt à des formules moins sophistiquées.

**Le tunnel de prix, version fixe**

La méthode la plus simple à laquelle on aurait pu songer aurait été d'imposer à tout instant au prix  $p$  d'être compris entre deux limites intangibles en définissant un prix de référence  $p_r$  et une valeur  $x$  (vérifiant :  $0 < x < 1$ ). La politique consisterait alors à maintenir le prix courant  $p_t$  de chaque année  $t$  entre une limite haute :  $p_{\max} = p_r(1+x)$  et une limite basse :  $p_{\min} = p_r(1-x)$ . On aurait ainsi toujours :  $p_r(1-x) \leq p_t \leq p_r(1+x)$ . C'est la forme la plus simple du « tunnel de prix », souvent préconisée. Une telle méthode, cependant, a peu de chances de donner des résultats fondamentalement différents de ceux obtenus avec le prix garanti à un niveau fixe sans limites de quantité. Aussi bien, si  $x = 0$ , les deux solutions sont identiques. De même, la solution de prendre pour  $p_r$  une moyenne mobile des années précédentes est elle peu séduisante, car, outre la difficulté de choisir la longueur convenable pour la moyenne mobile, un tel procédé ne fait que généraliser les anticipations Nerloviennes : on voit mal alors comment éviter les résultats chaotiques qui ne manqueront pas de survenir, même si la pseudo-périodicité de ces fluctuations ne fait alors que s'allonger.

**Le tunnel de prix variable**

C'est en fonction des considérations précédentes que nous envisagé une solution plus souple, avec  $p_{\min}$  et  $p_{\max}$  variables, qui consiste à imposer à  $p_t$  d'être tel que :

$$p_{t-1}(1-x) \leq p_t \leq p_{t-1}(1+x).$$

Toute quantité offerte telle que le prix sans intervention tombe en dessous de  $p_{\min} = p_{t-1}(1-x)$  donne lieu, si la capacité de stockage le permet, à un achat public qui va grossir le stock. Toute quantité offerte telle que le prix sans intervention passe au dessus de  $p_{\max} = p_{t-1}(1+x)$  donne lieu, au moins tant que le stock n'est pas vide, à un déstockage jusqu'à ramener le prix à  $p_{\max} = p_{t-1}(1+x)$ .

Cette méthode permet de suivre l'évolution du marché, tout en évitant les montées ou descentes de prix trop fortes et injustifiées. Elle peut être appliquée sans autre disposition protectrice.

Sans disposition protectrice, cependant, une telle politique oblige l'État qui la pratique à stabiliser le marché mondial. Comme ce n'est sûrement pas l'objectif, dans une seconde version de la politique, on se donne des

garde-fous aux frontières. Si le prix mondial  $p$  est supérieur à  $p_{\max}$ , le déstockage est limité à la différence entre la consommation intérieure au prix  $p_{\max}$  et la production intérieure. Les exportations sont interdites, tant que la production intérieure est inférieure à la consommation. Elles sont permises, mais frappées d'une taxe d'un montant  $p - p_{\max}$  dans le cas contraire.

De même, si le prix mondial est inférieur à  $p_{\min}$ , on ne stocke que la différence entre la production intérieure et la consommation. Les quantités en excès, s'il y en a, sont vendues au prix mondial  $p$ .

Dans les deux cas, il faut évaluer le coût pour l'État du stockage public. Bien évidemment, chaque année, si le stock est  $S_t$ , l'État supporte un coût (ou encaisse une recette) donné par :  $C_{kt} = S_t c_k + p_{it} (S_{t+1} - S_t)$ , où :

$c_k$  est le coût unitaire du stockage, supposé constant, et :

$p_{it}$  est le prix intérieur dans le pays  $i$  considéré au temps  $t$  (le terme  $p_{it} (S_{t+1} - S_t)$  correspond au coût de l'accroissement du stock, ou au produit de la vente du déstockage).

Comme le stockage, les marchés à terme sont en principe accessibles à tous les opérateurs, ce qui devrait motiver leur prise en compte dans les solutions de référence. Comme pour le stockage, il faudra ajouter ici un agent supplémentaire, le « spéculateur », auquel sera associé l'indice  $\psi$ .

Le problème de l'introduction du spéculateur dans le modèle est légèrement différent selon que celui-ci intervient au niveau mondial, ou au niveau « national » de chaque état.

Si le spéculateur opère au niveau mondial, et fait une anticipation Nerlovienne  $\hat{p}_{\psi,t+1}$  sur le prix de l'an prochain, il promet au temps  $t$  d'acheter au temps  $t+1$  une quantité  $\Psi_{t+1}$  payée au prix  $\psi_t$ <sup>70</sup>. Dès qu'il aura pris livraison<sup>71</sup>, il revendra aussitôt la quantité  $\Psi_{t+1}$  au prix courant  $p_{t+1}$ , escomptant par conséquent obtenir au temps  $t+1$  un bénéfice  $\Psi_t(\hat{p}_{t+1} - \psi_t)$ . Cependant, au temps  $t$ , ce bénéfice est entaché d'une incertitude résumée par un écart type estimé  $\hat{\sigma}_\psi$  sur le prix spot effectif  $p_{t+1}$  du temps  $t+1$ . Or le spéculateur a une aversion pour le risque  $A_\psi$ , de sorte que, en négligeant les coûts d'accès au marché (comme les appels de marge, qui devraient porter intérêt, mais pour un montant négligeable par rapport à la valeur du contrat), sa fonction d'utilité est donnée par :

$$U_\psi = \Psi_t(\hat{p}_{\psi,t+1} - \psi_t) - A_\psi \hat{\sigma}_\psi^2 \Psi_t^2,$$

d'où la condition du premier ordre pour le spéculateur:

$$\hat{p}_{\psi,t+1} - \psi_t = 2A_\psi \hat{\sigma}_\psi^2 \Psi_t.$$

Cette condition reflète le fait que, plus la quantité achetée par le spéculateur est grande, plus grand est son risque, et donc, plus grand doit être le différentiel entre l'espérance de prix à l'échéance et le prix à terme pour compenser ce risque.

La quantité  $\Psi_t$ , ici, est la somme des quatre quantités offertes sur la marché à terme par chacun des quatre pays. Il faudra donc résoudre par rapport à  $\psi_t$  l'équation :

$$\sum_i q_{fi} = \frac{\hat{p}_{\psi,t+1} - \psi_t}{2A_\psi \hat{\sigma}_\psi^2} \quad (7.0)$$

Où  $q_{fi}$  représente l'offre de ventes à terme du producteur  $i$ . Celle-ci dépend du prix  $\psi_t$  offert par le spéculateur, prix qui, alors, doit être le même pour tous les pays.

<sup>70</sup> Ici, l'indice  $t$  se réfère au temps de la promesse, pas à celui du dénouement de la transaction : le prix  $\psi_t$  ne sera effectivement versé qu'au temps  $t+1$ .

<sup>71</sup> Bien évidemment, dans leur vaste majorité, les spéculateurs sur les marchés à terme ne prennent jamais livraison de la marchandise, et revendent leurs titres bien avant le terme, en essayant de profiter des informations nouvelles qui arrivent au fil du temps. Il existe cependant un bénéfice (ou une perte) attaché à un contrat donné, bénéfice qui constitue *in fine* l'attrait de ce contrat pour l'ensemble des spéculateurs qui l'ont détenu à un moment ou à un autre. C'est ce bénéfice que nous évaluons ici.

Si le spéculateur opère sur le marché national, la solution est plus simple, car alors :

$$q_{fi} = \frac{\hat{p}_{\psi_{i,t+1}} - \psi_{i,t}}{2A_{\psi_i} \hat{\sigma}_{\psi_i}^2} \quad (7.1)$$

Sans qu'il soit nécessaire que  $\psi_{i,t} = \psi_{j,t}, \forall i, j$ .

Comme on va le voir, aucune de ces deux possibilités n'a été implémentée jusqu'ici dans le modèle, pour les raisons détaillées ci après. Celles-ci sont exposées dans le but de faire voir la complexité du problème et les pistes suscitées par cette approche, dans le cas le plus simple, celui du spéculateur « national » décrit par (7.1).

En effet, du côté de l'offre, au niveau national, il faut déterminer la quantité  $q_f$ . (l'indice  $i$  est ici omis par simplicité). Les producteurs peuvent choisir de courir leur risque de production, comme indiqué précédemment, ou de se couvrir en vendant à terme, cette fois sans risque, en offrant sur le marché à terme la quantité  $q_f$ . Ils peuvent combiner les deux choses, en vendant à terme une partie seulement de leur récolte, l'autre étant vendue au comptant. Il faut représenter ces décisions.

Elles sont compliquées par le fait que la variabilité des prix, ici, joue un rôle différent de celle des rendements : un agriculteur qui vendrait à terme toute sa récolte espérée et dont le rendement serait inférieur à la moyenne serait dans l'obligation d'acheter de la marchandise sur le marché « spot » pour pouvoir honorer ses engagements. C'est un risque non négligeable si le prix « spot » à l'échéance vient à être supérieur au prix promis à terme. Ceci conduit à distinguer le risque « rendement » et le risque « prix ».

Pour cela, on considère un producteur qui sème une surface totale  $s_t$  et en attend un rendement  $y$  d'espérance  $\bar{y}$  et d'écart type  $\sigma_y$ . Il produit donc  $q = s_t y$ . Il vend à terme une quantité  $q_f$  au prix certain  $\psi$ , le reste,  $q - q_f$  étant vendu au prix  $p$  dont l'espérance estimée est  $\hat{p}_p$  et la variance estimée  $\hat{\sigma}_p^2$ . Son revenu est donc  $R_p = p(sy - q_f) + \psi q_f$ . En supposant<sup>72</sup> que l'aléa sur le prix est indépendant en probabilité de l'aléa sur le rendement, la formule classique de la variance d'un produit<sup>73</sup> donne pour la variance estimée de  $R_p$ <sup>74</sup>:

$$\hat{\sigma}_R^2 = \hat{\sigma}_p^2 (s\bar{y} - q_f)^2 + \hat{p}_p^2 \sigma_y^2 s^2 + \hat{\sigma}_p^2 \sigma_y^2 s^2$$

<sup>72</sup> Cette hypothèse est discutable : dans l'ouvrage de référence sur la stabilisation des prix, Newbery et Stiglitz (*op cit.*), les auteurs font au contraire l'hypothèse inverse selon laquelle une augmentation de rendement conduit nécessairement à une hausse de l'offre et donc à une baisse de prix, de sorte que le marché garantit une sorte d'auto-assurance automatique contre les risques de rendements. Un minimum de climatologie et d'agronomie, cependant, conduisent bien à la conclusion que les rendements sont très différents d'un point à l'autre du globe, de sorte que qu'un agriculteur donné subit un risque de rendement pratiquement indépendant du risque de prix global.

<sup>73</sup> Soit :  $V_{xy} = \bar{x}^2 V_y + \bar{y}^2 V_x + V_x V_y$ , où  $V_x, V_y$  et  $V_{xy}$  sont les variances de  $x, y$  et du produit  $xy$ , tandis que  $\bar{x}$  et  $\bar{y}$  sont les moyennes de  $x$  et de  $y$ .

<sup>74</sup> On note  $\hat{R}, \hat{p}_p$  et  $\hat{\sigma}_p$  au lieu de  $\bar{R}, \bar{p}_p$  et  $\sigma_p$  pour garder la cohérence avec les paragraphes précédents : ces symboles ne représentent pas des moyennes ou des écarts types « objectifs », mais seulement l'idée que les producteurs s'en font à partir de leurs anticipations souvent éloignées de la réalité. Au contraire,  $\bar{y}$  et  $\sigma_y^2$  représentent une vraie moyenne et une vraie variance. De même,  $\psi$  est un prix « certain ».

On appelle  $C_q$  le coût de production de la quantité  $\bar{q} = s_t \bar{y}$ . Alors l'utilité  $U_p$  du producteur dont l'aversion pour le risque est  $A_p$  est donnée par :

$$U_p = \hat{p}_p \bar{y} (s_t - s_f) + \psi y s_f - A_p \left( \sigma_y^2 (\hat{p}_p (s_t - s_f) + \psi s_f)^2 + \hat{\sigma}_p^2 (s_t - s_f)^2 (\bar{y}^2 + \sigma_y^2) - C_q \right) \quad (7.2)$$

L'utilité du spéculateur dont l'aversion pour le risque est  $A_s$  est donnée par :

$$U_s = (\hat{p}_\psi - \psi) \bar{y} s_f - A_s \hat{\sigma}_\psi^2 \bar{y}^2 s_f^2. \quad (7.3)$$

En maximisant  $U_s$ , on obtient une équation du premier degré en  $\psi$  qui donne :

$$\psi = \hat{p}_s - 2A_s \hat{\sigma}_\psi^2 \bar{y} s_f \quad (7.4)$$

En maximisant l'utilité du producteur donnée par (7.2), on obtient deux « conditions du premier ordre », l'une par rapport à  $s_f$ , l'autre par rapport à  $s_t$ . Ces équations sont assez longues à écrire, et seront omises ici. Elles dépendent de  $\psi$  que l'on peut y remplacer par la valeur donnée par (7.4) ci-dessus. On a alors un système de deux équations en  $s_f$  et  $s_t$ . La dérivée de  $U_p$  par rapport à  $s_t$  est alors linéaire en  $s_t$ , ce qui permet de calculer  $s_t$  en fonction de  $s_f$  :

$$s_t = \frac{1}{2} \frac{\hat{p}_p \bar{y} - C'_q + 2A_p \left( \sigma_y^2 \hat{p}_p^2 s_f - \sigma_y^2 \hat{p}_p \hat{p}_s s_f + 2\sigma_y^2 A_\psi \hat{\sigma}_\psi^2 \bar{y} s_f^2 \hat{p}_p + \hat{\sigma}_p^2 \bar{y}^2 s_f + \hat{\sigma}_p^2 \sigma_y^2 s_f \right)}{A_p \left( \hat{p}_p^2 \sigma_y^2 + \hat{\sigma}_p^2 \sigma_y^2 + \hat{\sigma}_p^2 \bar{y}^2 \right)} \quad (7.5)$$

En reportant la valeur de  $s_t$  ainsi trouvée dans la dérivée de  $U_p$  par rapport à  $s_f$ , on obtient une équation qui ne dépend plus que de  $s_f$  et qui devrait permettre d'en déterminer la valeur en fonction des seuls paramètres exogènes du modèle, valeur à reporter dans les équations précédentes pour obtenir aussi  $s_t$  et  $\psi$ .

Mais cette dernière équation, fort longue, est du *troisième degré* en  $s_f$ . Elle a donc trois racines, réelles ou imaginaires, sans qu'il soit possible de savoir quelles valeurs des paramètres donneront des racines imaginaires, mais en étant sûr qu'aucune de ces racines n'est double (aucun des coefficients du polynôme en  $s_f^3$  n'est nul de façon évidente).

Il est remarquable qu'une telle équation du troisième degré n'apparaisse que dans le contexte des marchés à terme, et à propos de la variable de décision qui justement fait l'interface entre la spéculation et l'économie réelle. En vérité, c'est bien l'interaction entre l'incertitude sur les rendements et sur les prix qui crée le problème. Cela signifie que **les marchés à terme, dans ce contexte, peuvent systématiquement donner lieu à trois équilibres différents. Une telle situation est de nature à engendrer une grande instabilité sur le marché<sup>75</sup>, et c'est peut être là l'une des raisons profondes pour lesquelles ces marchés de spéculation sont considérés comme déstabilisateurs.**

<sup>75</sup> Cf Chichilnisky, G. & H.M. Wu (2006), ou BRIAN, M. & S. DACKHLIA (1997).

Dans le cas présent, cependant, un tel résultat complique singulièrement le modèle. C'est pourquoi, pour le moment, les marchés à terme seront mis de côté dans cette étude, étant entendu que le point, de nature à provoquer une certaine émotion dans les milieux spécialisés, sera repris ultérieurement.

On notera aussi la différence d'optique entre le stockage « réel » et le marché à terme (souvent considéré comme un stockage « virtuel ») : le marché à terme a des conséquences sur la production du temps  $t$ , et pas sur la demande. C'est le contraire avec le stockage réel. D'une certaine façon, les deux choses se complètent.

La référence « relative » définie plus haut ( cf § 2.4, « moyenne des séries sans politique » ) ne pose pas de problème particulier. La référence « absolue » (« situation optimale sans risque ») mérite en revanche quelques précisions.

Avec la fonction Cobb Douglas telle que la quantité produite  $q$  soit donnée par :

$$q = V^a K^b W^c \quad (8.1)$$

où :

$V$  est la quantité de facteur variable, de prix  $P_v$

$K$ , la quantité de biens capitaux, de prix  $P_k$

$W$ , la quantité de facteur fixe (le « travail » ou « la terre » - en réalité, un mélange des deux), de prix  $P_w$ , en négligeant toute considération de risque, si  $P_q$  est le prix du produit, en posant :

$$R = P_q q, \quad (8.2)$$

on peut écrire les conditions du premier ordre :

$$aR = P_v V \quad (8.3)$$

$$bR = P_k K \quad (8.4)$$

$$cR = P_w W \quad (8.5)$$

Le système est « optimal » si ces conditions sont vérifiées. Cependant, le prix du facteur variable n'est pas constant, mais dépend de la quantité utilisée :

$$P_v = \varphi V^\rho \quad (8.6)$$

ce qui, compte tenu de (8.3) implique :

$$R = P_q q = P_q V^a K^b W^c = \frac{1}{a} \varphi V^{1+\rho} \quad (8.7).$$

Par ailleurs, on cherche aussi une situation stationnaire, où le bénéfice du producteur, soit

$$B = R - P_v V = R(1 - a)$$



doit engendrer la quantité d'épargne juste nécessaire pour assurer le remplacement du capital qui se déprécie. Si  $s$  est la fraction du bénéfice épargnée, et  $\delta$  le taux de dépréciation du capital, en supposant que prix d'achat d'une unité de capital neuf est 1, on doit donc avoir :

$$\delta K = sR(1 - a) \quad (8.8)$$

En reportant (8.8) et (8.6) dans (8.7), il vient :

$$\frac{\varphi}{a} V^{1+\rho} = P_q V^a \left( \frac{sR(1-a)}{\delta} \right)^b W^c \quad (8.9)$$

Compte tenu de la dernière égalité de (8.7), cette équation (8.9) ne dépend que de  $V$ . En simplifiant et réarrangeant, il vient :

$$V^{(1+\rho)(1-b)-a} = P_q \left[ \frac{s\varphi(1-a)}{a\delta} \right]^b W^c \quad (8.10)$$

Qui permet le calcul de  $V$ . On en déduit  $R = \frac{\varphi V^{1+\rho}}{a}$ , puis  $K = \frac{sR(1-a)}{\delta}$  et  $q = \frac{R}{P_q}$ .

Connaissant les quantités produites ainsi en régime stationnaire dans chaque pays pour un prix  $P_q$  donné, on cherche par encadrement le prix qui équilibre l'offre et la demande, ce qui définit la situation optimale.