

DOCUMENTS DE TRAVAIL DE L'OCDE SUR L'ALIMENTATION, L'AGRICULTURE ET LES PÊCHERIES

La série des documents de travail de l'OCDE permet de mettre à la disposition d'un public plus large une sélection d'études effectuées soit par le personnel de l'OCDE, soit par des consultants externes. Ces documents sont disponibles, en général, uniquement dans leur langue d'origine (anglais ou français).

Ce document a été déclassifié par le Groupe de travail sur les politiques et marchés de l'agriculture du Comité OCDE pour l'agriculture.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre ne préjugent en rien du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Tout commentaire sur cette série sera apprécié et devra être adressé à tad.contact@oecd.org.

**LES DOCUMENTS DE TRAVAIL DE L'OCDE SUR
L'ALIMENTATION, L'AGRICULTURE ET LES PÊCHERIES**
sont publiés sur www.oecd.org/agriculture

© OCDE 2011

Toute demande pour usage public ou commercial de ce rapport doit être adressée à OECD Publishing, rights@oecd.org or by fax 33 1 45 24 99 30.

Résumé

Est-ce que la volatilité des prix des matières premières agricoles augmente : une étude historique

Marilyne Huchet-Bourdon*
AgroCampus-Ouest, Rennes, France

Ce document de travail constitue un rapport technique sur la volatilité historique des prix des matières premières dans le cadre du projet traitant du changement structurel dans les marchés agricoles mondiaux. Ces dernières années ont connu une forte hausse des prix de nombreuses matières premières. Ce rapport examine la question de savoir si la volatilité des prix des matières premières a sensiblement évolué avec la rapide montée des prix mondiaux en 2006-09, suivie par une baisse tout aussi marquée des prix de nombreuses matières premières. Le rapport analyse la volatilité des prix internationaux de certains produits agricoles au cours des cinquante dernières années et leur relation avec le pétrole brut, les engrais et le taux de change euro-dollar. L'analyse utilise différentes sources de données, fréquences des relevés de prix, périodes d'observation, mesures de la volatilité des prix et un certain nombre de tests statistiques afin d'examiner les différentes dimensions de la question.

Mots-clés : Volatilité des prix, marchés agricoles, corrélation et causalité.

Remerciements

L'auteur remercie Jesús Antón, Joe Dewbre, Céline Giner, Pete Liapis, Claude Nenert, Garry Smith, ainsi que Christopher Gilbert et Stefan Tangermann pour leurs commentaires utiles sur des versions précédentes de ce rapport.

* Ce rapport a été préparé par l'auteur pendant son détachement de l'Institut supérieur des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AgroCampus-Ouest), Rennes, France, à l'OCDE.

Table des matières

Résumé	5
I. Introduction	8
II. Définition et mesures de la volatilité	11
III. Volatilité des prix mondiaux des produits de base : une série de comparaisons.....	13
III.1. Vue d'ensemble.....	13
III.2. Tests de moyennes sur les mesures de la volatilité.....	19
III.3. Tests d'égalité des variances des différences de prix.....	22
IV. Analyse des corrélations entre les prix agricoles et les prix des intrants	24
IV.1 Coefficients de corrélation	24
IV.2. Quelques tests de causalité.....	28
V. Conclusion	28
 Annexes	 33
 Graphiques	
Graphique 1A. Prix nominaux mondiaux par groupe de produits - indice des prix ou USD/baril de pétrole brut.....	14
Graphique 1B. Prix nominaux mondiaux des denrées agricoles.....	15
Graphique 2. Volatilité moyenne calculée sous la forme de l'écart-type des prix en différences premières (SDD)	16
Graphique 3. Corrélations Instantanées (à partir des taux de croissance trimestriels de prix).....	26
Graphique A2.1 Volatilité des prix du riz, SDD et CV	35
Graphique A2.2 Volatilité des prix de l'huile de soja, SDD et CV	36
Graphique A3.2 Volatilité des prix du riz, SDD et CV	37
Graphique A3.2 Volatilités des prix de l'huile de soja, SDD et CV.....	38
Graphique A6.1 Volatilité moyennes calculée sous la forme d'un écart type glissant (SDD) – données annuelles	42
Graphique A6.2 Volatilité des prix de l'huile de soja – données annuelles	43
Graphique A6.3. Volatilité des prix du riz – données annuelles.....	43
Graphique A6.4 Comparaisons des mesures de la volatilité par produit à partir de données annuelles du FMI ou du ministère de L'Agriculture des États-Unis	44
Graphique A6.5 Corrélations instantanées (à partir des données annuelles en différences premières.....	48
Graphique A5.6 Corrélations décalées (avec le pétrole brut ou les engrais avec un an de décalage – à partir des données annuelles en différences premières	48
Graphique A8.1 Prix mondiaux des produits de base –données annuelles.....	51
Graphique A8.2 Prix mondiaux des produits –données annuelles.....	51

Graphique A8.3 Comparaisons des mesures de la volatilité des prix- données mensuelles.....	52
Graphique A8.4 Comparaisons des mesures de la volatilité des prix- données annuelles	52
Graphique A8.5 Volatilité moyenne calculée sous la forme d'un écart type des prix en différences premières (SDD).....	53

Tableaux

Tableau 1. Tests d'égalité des moyennes de la volatilité entre la dernière décennie, ou ces dernières années, et d'autres périodes (statistique t et valeur p entre parenthèses)	20
Tableau 2. Synthèse des tests de moyenne : volatilité moyenne sur les dernières années (2001-10 ou 2006-10) par rapport à la volatilité moyenne sur l'ensemble de la période d'échantillonnage ou pendant les années 70 ou 90.....	21
Tableau 3. Tests d'égalité des variances entre ces dernières années et des périodes antérieures.....	23
Tableau 4. Matrice des corrélations entre les produits agricoles (à partir des taux de croissance trimestriels des prix)	27
Tableau A1.1 Définitions et sources des données.....	34
Tableau A5.1 Mesures de la volatilité - prix en USD.....	41
Tableau A5.2 Mesures de la volatilité - prix en euros	41
Tableau A6.1 Tests d'égalité des moyennes de la volatilité entre la dernière décennie (2001-2009) et d'autres périodes.....	46
Tableau A6.2 Synthèse des tests de moyenne.....	47
Tableau A6.3 Tests d'égalité des variances entre les dernières années et d'autres périodes - données annuelles	48
Tableau A6.4 Matrice des corrélations entre les prix des produits agricoles.....	
Tableau A7.1 Tests de causalité (tests F).....	50
Tableau A8.1 Tests d'égalité des moyennes de la volatilité entre la dernière décennie ou ces dernières années et d'autres périodes - Données mensuelles	54
Tableau A8.2 Tests d'égalité des moyennes de la volatilité entre la dernière décennie (2001-2009) et d'autres périodes - Données annuelles	54
Tableau A8.3 Synthèse des tests de moyenne, volatilité moyenne au cours des dernières années (2001-2010 ou 2006-2010) par rapport à la volatilité moyenne durant l'ensemble de la période ou pendant les années 70 ou 90.....	55
Tableau A8.4 Tests sur les variances - Données mensuelles.....	56
Tableau A8.5 Tests sur les variances - Données annuelles.....	57

Encadrés

Les sources des données importent-elles lorsqu'on évalue la volatilité ?	17
Volatilités nominales versus volatilités réelles	17
SDD versus CV versus CVV : quelques comparaisons	18

Résumé

Au vu du niveau élevé des prix des produits agricoles constaté ces dernières années, la question se pose de savoir si la volatilité s'accroît et favorise une plus grande fréquence des fluctuations extrêmes. La présente étude vise à apporter une contribution aux travaux existants sur la volatilité des prix des produits agricoles. Elle vise à les enrichir moyennant une analyse statistique approfondie de la volatilité des prix au cours des cinquante dernières années pour une gamme étendue de produits agricoles. Elle a un double objectif : (a) analyser les variations des prix (flambée et chute) de la période 2006-09 eu égard à la volatilité historique des prix agricoles d'un éventail de produits végétaux et animaux ; et (b) explorer les liens avec le prix de deux produits essentiels à l'activité agricole, à savoir le pétrole brut et les engrais, ainsi que l'impact du taux de change du dollar des États-Unis sur l'évolution des prix des produits agricoles durant cette même période.

Dans cette étude, la volatilité est définie comme la variation (amplitude et fréquence) des fluctuations des prix autour de leur valeur moyenne. Pour répondre au premier objectif, il est procédé à diverses analyses statistiques de la volatilité historique des prix des produits de base depuis les années 60, par le biais de nombreuses comparaisons fondées sur la fréquence d'observation des prix, la source de données, la période d'observation, les mesures de la volatilité des prix examinées, et l'éventail de produits agricoles pris en compte. L'étude porte sur des séries de prix internationaux de huit produits agricoles végétaux, animaux et transformés (viande bovine, beurre, maïs, riz, huile de soja, sucre, blé et poudre de lait entier) et de deux « intrants » (pétrole brut et engrais). Les mesures de la volatilité sont aussi calculées pour les prix de ces mêmes produits exprimés en euros, afin d'évaluer l'incidence de la variation de la valeur du dollar des États-Unis par rapport à l'euro. Dans une seconde phase, des coefficients de corrélation sont calculés en vue d'analyser le lien entre les prix de chacun de ces produits agricoles et les prix des intrants. Des tests de causalité de Granger sont aussi menés pour déterminer s'il existe une relation de cause à effet entre les variations des prix du pétrole brut, des prix des engrais ou du taux de change entre l'euro et le dollar des États-Unis, et les variations de chacune des séries de prix des produits agricoles.

Un examen des indices des prix des produits agricoles, alimentaires ou non, confirme le bas niveau des prix mondiaux pendant les années 60. De fortes hausses des prix des matières premières agricoles et alimentaires sont intervenues durant la période 2006-08, ainsi que dans les décennies antérieures, les plus prononcées ayant eu lieu dans les années 70. Pour la plupart des produits, les épisodes de prix élevés des cinquante dernières années ont obéi, en règle générale, au même schéma : une envolée, suivie l'année d'après d'une forte baisse. En outre, les flambées antérieures des prix agricoles globaux, mesurés par un indice des prix alimentaires, se sont produites dans un contexte de hausse générale de la quasi-totalité des prix des produits de base, en particulier du pétrole et des métaux.

L'analyse statistique de la volatilité des séries de prix des différents produits agricoles et des deux intrants ne révèle guère de différence entre les sources de données de prix

(FMI, CNUCED, AGLINK). En règle générale, il n'a guère été constaté de différence entre les diverses mesures de la volatilité utilisées dans l'analyse, reposant sur l'écart-type des prix en différences premières, le coefficient corrigé de variation et le coefficient de variation. On retrouve cette quasi-absence de différence dans les calculs effectués en euros comme dans les calculs effectués en dollars des États-Unis. La périodicité des observations des prix mondiaux s'est révélée importante du point de vue de la mesure de la volatilité, les séries mensuelles de prix affichant une plus forte volatilité que les séries annuelles.

Pour ce qui est de la volatilité des prix des différents produits agricoles, les analyses statistiques ne révèlent pas de tendance à l'accroissement de la volatilité des prix entre janvier 1957 et février 2010 c'est-à-dire au cours des cinquante dernières années. Elles font apparaître que la volatilité a été, en moyenne, plus faible pour la viande bovine. Si l'on compare les différentes décennies au sein de cette même période, on constate que la volatilité des prix a été plus marquée durant la période 2006-2010 que dans les années 90, mais, d'une façon générale, qu'elle n'a pas été supérieure à celle des années 70, le blé et le riz étant les deux grandes exceptions. Ce résultat concorde avec celui dont fait état une grande partie de la littérature récente sur la volatilité [Balcombe (2009), Sumner (2009), Gilbert et Morgan (2010), OCDE (2010c)]. Certains tests statistiques avancés (différence des moyennes) révèlent que la volatilité des prix s'est avérée plus faible en 2006-10 que dans les années 70 pour la viande bovine et le sucre. Au cours de la période 2006-10, elle a été plus forte que dans les années 90 pour la plupart des produits et plus forte que dans les années 70 pour des céréales comme le blé et le riz. Pour les autres produits étudiés, les différences par rapport aux années 70 ne se sont pas révélées conséquentes. Lorsque les données sur les différents produits sont ventilées non plus par décennies mais par années sur le demi-siècle écoulé, on constate que les prix mondiaux du blé affichent une volatilité plus forte en 2007 que dans le passé (décennies 70 et 90). Toutefois, beaucoup plus de produits, en particulier de produits végétaux autres que le sucre, ont connu une volatilité plus grande en 2008 qu'au cours de toutes les années passées étudiées. En 2009, alors que le prix de nombreux produits baissait, la volatilité des séries de prix des différents produits était à peu près la même que dans les années antérieures, sauf pour les produits laitiers et l'huile de soja, dont les prix sont restés plus volatils en 2009 que dans toutes les années de la décennie 90.

Cette étude avait pour second objectif d'évaluer s'il existe des liens notables entre les prix du pétrole brut, des engrais et des produits agricoles analysés. On considère généralement qu'il devrait exister des liens entre les prix du pétrole et ceux des produits agricoles du fait des coûts de production induits par l'agriculture à forte intensité énergétique et, plus récemment, du fait d'une utilisation accrue des matières premières agricoles (céréales, oléagineux et plantes sucrières) pour la production de biocarburants. Les coefficients de corrélation entre ces produits donnent à penser que leurs prix sont plus fortement corrélés sur une période de douze mois que sur une période plus courte. L'analyse révèle aussi que toutes les corrélations augmentent au cours du temps avec la hausse générale des prix. Par exemple, elles sont plus fortes dans les années 70 et 2000 que dans les années 90. Pour la décennie actuelle, les produits agricoles ayant la plus forte corrélation avec le prix du pétrole, si l'on se base sur des données mensuelles, sont le beurre, la poudre de lait entier et l'huile de soja. Dans le cas de données annuelles, les produits les plus fortement corrélés au pétrole sont le maïs, la poudre de lait entier, le blé et le beurre. Les moins corrélés au pétrole sont toujours la viande bovine et le sucre. La corrélation entre le prix du pétrole et le prix des engrais se révèle particulièrement prononcée dans les années 2000. Cette étude confirme aussi de fortes corrélations entre

les prix de certains produits agricoles tels que la poudre de lait entier et le beurre, le maïs et le blé, le maïs et l'huile de soja ainsi que le blé et l'huile de soja. Enfin, l'analyse de causalité portant sur l'ensemble de la période permet de penser que des relations de cause à effet relient plus particulièrement le pétrole et le taux de change euro-dollar à la viande bovine, au beurre et au sucre. Toutefois, rien ne permet d'affirmer que ces facteurs ont une plus grande incidence sur l'accroissement au cours du temps de la volatilité des prix des différents produits étudiés. Rien n'indique non plus que les effets du taux de change sur la volatilité des prix des produits sont sensiblement différents si les prix sont mesurés non pas en dollars des États-Unis mais en euros.

En conclusion, si la volatilité des prix des produits agricoles a été forte au cours de la période récente (2006-10), son analyse n'est pas venue corroborer le sentiment qu'elle pourrait avoir augmenté par rapport aux périodes antérieures de variations rapides des prix. La présente analyse, qui repose sur une évaluation des différents facteurs et sur une batterie de tests statistiques, ne permet pas de conclure à une augmentation générale de la volatilité des prix des produits agricoles au cours des cinquante dernières années pour la gamme de produits examinés, le blé et le riz étant les deux grandes exceptions. Ainsi, la période récente de volatilité accrue n'a rien d'exceptionnel par rapport aux années 70 pour la plupart des produits, en dehors peut-être du blé et du riz certaines années.

Toutefois, ces résultats statistiques doivent être interprétés avec une certaine prudence, le contexte international ayant évolué au cours des 50 dernières années. En effet, à mesure que les marchés nationaux deviennent de plus en plus intégrés à l'échelle mondiale, les chocs économiques sur les marchés mondiaux peuvent se répercuter plus rapidement qu'auparavant. Dans ce contexte, il est possible que les prix nationaux fassent preuve d'une volatilité à laquelle les agriculteurs n'ont pas été confrontés dans le passé, les pays à faible revenu étant les plus durement éprouvés. On assiste, depuis l'Accord de Marrakech de 1994, à une libéralisation croissante des échanges de produits agricoles. Les résultats statistiques révèlent que la volatilité des prix de la plupart des produits est supérieure à celle des années 90. Dans ce contexte, au vu des événements des dernières années, il y a tout lieu de penser que les autorités et les parties prenantes rencontrent de nouveaux défis liés à la volatilité des prix et aux échanges agricoles, et qu'elles devraient coordonner leurs réponses politiques.

Même si l'on n'observe pas de tendance générale à l'accroissement de la volatilité globale au cours des cinquante dernières années, la forte volatilité des prix des produits agricoles de base n'en reste pas moins un problème de taille pour les décideurs. Dans le cadre de futurs travaux, le rapport entre la volatilité des prix et la sécurité alimentaire pourrait faire l'objet d'une analyse. Par ailleurs, il serait peut-être intéressant d'évaluer le poids des intrants pétroliers dans les coûts de production et de transport de ces huit produits agricoles, pour déterminer s'il pourrait expliquer, au moins en partie, la corrélation entre le prix du pétrole brut et les prix des produits agricoles.

I. Introduction

La volatilité des prix agricoles est un sujet de préoccupation constant. Les pouvoirs publics et les acteurs de la chaîne d'approvisionnement alimentaire sont tous concernés par cette volatilité et il est nécessaire qu'ils comprennent mieux comment elle pourrait évoluer à l'avenir. Par exemple, les agriculteurs dans certains pays sont désormais confrontés à des risques qui étaient amortis, jusque récemment, par des politiques instaurées pour soutenir les marchés et les prix (Matthews, 2010). L'OCDE (2009) a souligné que l'agriculture reste exposée à de nombreux aléas, tels que des risques de production et de marché, ainsi que des risques institutionnels, personnels et financiers. Un des risques majeurs auxquels sont confrontés les agriculteurs est le risque de marché, lié à l'incertitude pesant sur les prix auxquels ils vendront leur production ou achèteront leurs intrants.

Les analyses effectuées précédemment (par Cashin et McDermott (2002), Deaton et Laroque (1992), par exemple) sont pour la plupart axées sur le comportement des prix des produits de base. Or, la variabilité des prix mondiaux des produits agricoles observée durant la période de 2006-09, y compris les flambées des prix alimentaires de 2006-08 et la chute soudaine des prix mondiaux de certains produits alimentaires, notamment céréaliers et laitiers, après le premier semestre de 2008, a relancé le débat sur les causes et les conséquences de variations des prix aussi brusques et prononcées.

Plusieurs études (Abbott et Borot de Battisti (2009), Gilbert (2010), Gilbert et Morgan (2010)) ont examiné les facteurs susceptibles d'expliquer l'évolution de ces récentes fluctuations de prix. Des modifications de l'offre et/ou de la demande sont le plus souvent mises en cause. Du côté de la demande, la croissance économique rapide des pays asiatiques, et en particulier de la Chine, est souvent invoquée. Du côté de l'offre, le sous-investissement dans l'agriculture ainsi que les bas niveaux des stocks de produits de base ces dernières années, sont souvent cités comme des facteurs contributifs. En outre, les changements intervenus dans l'utilisation des produits végétaux alimentaires, liés à la production croissante de biocarburants, constituent un nouveau facteur déterminant. Outre les fondamentaux des marchés des différents produits de base, d'autres facteurs macroéconomiques et financiers sont perçus comme exerçant une influence sur la stabilité des prix des produits agricoles, notamment : les variations des prix du pétrole, de la masse monétaire mondiale et de la valeur du dollar des États-Unis, les prix de nombreux produits agricoles étant libellés dans cette devise. Les autres facteurs souvent invoqués comprennent le changement climatique, les politiques commerciales adoptées par les pays exportateurs et importateurs, et la rétroaction entre les attentes de prix et la réponse des marchés. Enfin, certains facteurs restent controversés. Ainsi, Gilbert et Morgan (2010) et De Schutter (2010) soulignent le rôle de la spéculation sur les marchés des contrats à terme et des options sur les produits alimentaires, alors que d'autres ne partagent pas leur point de vue (Irwin et Sanders, 2010).

Les variations de prix peuvent avoir des incidences importantes, tant sur l'affectation des ressources que sur le bien-être des consommateurs et des producteurs. Premièrement, du point de vue macroéconomique, la volatilité peut avoir des répercussions néfastes sur le niveau de la croissance et de la pauvreté, les pays pauvres étant les plus durement touchés (cf. Aizenman et Marion (1993), Ramey et Ramey (1995), Rodrick (1999) par exemple). Certains économistes soutiennent également qu'il y a un lien entre la volatilité et les crises, à savoir qu'une plus forte volatilité engendre la crise économique (Aizenman et Pinto (2005), Acemoglu *et al.* (2003)). Il est donc important de savoir comment la

volatilité des prix évolue, car ceci aidera les décideurs à élaborer des politiques plus appropriées et les acteurs du marché à mieux s'adapter à ces phénomènes. C'est ainsi que plusieurs études se sont penchées sur l'impact des efforts déployés par les gouvernements pour protéger leurs populations des effets dommageables de l'instabilité des prix alimentaires. Pour de plus amples détails, voir les contributions de Galtier (2009), de l'OCDE (2009) et de Matthews (2010). Ces études passent en revue les moyens d'action susceptibles de contribuer à une réduction des risques liés à la volatilité des prix et d'aider les agriculteurs à mieux faire face à l'instabilité de leurs revenus. Elles examinent également plusieurs instruments économiques visant à transférer le risque ou, tout au moins, à diminuer la portée de la volatilité des prix mondiaux. Galtier (2009) concentre ses recherches sur la gestion de l'instabilité des prix alimentaires dans les pays en développement. Deuxièmement, la volatilité des prix des produits de base peut aussi avoir un impact sur les décisions des ménages, des agriculteurs et des gouvernements. Le risque de fluctuation des prix est un des aléas les plus importants auxquels les ménages ruraux sont confrontés, notamment dans les pays en développement, mais pas seulement¹. De surcroît, les revenus de nombreux pays dépendent des recettes d'exportation de certains produits de base (Dehn *et al.*, 2005). Traiter l'instabilité des prix n'est pas chose évidente, car sa perception varie selon que l'on se place du point de vue du producteur ou du consommateur. Ainsi, pour les producteurs, seules les fluctuations à la baisse peuvent être perçues comme problématiques en raison de leur impact sur leurs revenus. En revanche, pour les consommateurs, les fluctuations à la hausse peuvent être préoccupantes de par leur impact sur leur budget alimentaire. Naturellement, les grandes variations dans un sens comme dans l'autre revêtent une même importance aux yeux des décideurs. Dans le présent exposé, nous nous intéressons à la volatilité globale des marchés, à la hausse comme à la baisse.

L'objectif de la présente étude n'est pas d'entrer dans les débats sur les causes et les conséquences de la volatilité des prix. Au contraire, elle est davantage axée sur une analyse technique de l'ampleur de la volatilité affichée par les prix des produits agricoles. Au vu des épisodes récents de flambées de prix de 2006-08, beaucoup ont le sentiment que la volatilité des prix alimentaires s'est accrue au fil du temps. Dans le passé, les périodes de forte volatilité (surtout pendant les années 70) avaient été d'assez courte durée. Par la suite, durant les années 80 et 90, les volatilités étaient restées basses (Gilbert et Morgan, 2010). Étant donné la période récente de volatilité des prix, on peut se poser la question : la volatilité est-elle devenue plus élevée que par le passé ? Si c'est le cas, s'agit-il d'un phénomène temporaire ou bien faut-il s'attendre à ce qu'il perdure ?

Certains auteurs ont déjà cherché à mesurer la volatilité des prix agricoles. Gilbert (2006) a montré qu'elle a été faible pendant les années 60, qu'elle a augmenté pendant les années 70 et qu'en dépit d'une baisse dans la deuxième moitié des années 80 et dans les années 90, elle est restée au-dessus des niveaux des années 60. Gilbert et Morgan (2010), après avoir étudié 19 produits sur la période de 1970-2009, ont conclu que la volatilité a généralement été plus basse au cours des deux dernières décennies que précédemment, exception faite du riz. Ils ont constaté également que les volatilités sur les trois années de 2006-2008 sont globalement conformes à ce qu'on avait observé dans le passé. Balcombe (2009) décèle une volatilité persistante dans les séries de prix agricoles. Au contraire, Sumner (2009), après avoir étudié des données de prix relatives au blé et au maïs sur une durée plus longue, de 1866 à 2008, conclut que la période de 2006 à 2008 n'est qu'une des

1. Les moyens d'action adoptés dans les pays émergents en réponse aux variations des prix agricoles ont été passés en revue par l'OCDE (2010).

rare périodes où les prix ont dépassé la tendance générale de l'après-guerre, la précédente remontant aux années 1970.

Toutefois, on observe souvent que les résultats de ces études sont fortement influencés par certains critères propres à chaque analyse, comme le choix de la période étudiée, la fréquence des observations de prix analysées, la mesure de la volatilité utilisée, etc. Un bref examen de la littérature consacrée à ce sujet révèle qu'il n'y a pas de conclusion unanime quant à l'évolution de la volatilité des prix des produits agricoles.

L'analyse présentée ici vise à contribuer aux travaux effectués à ce jour sur la volatilité des prix des produits agricoles de base. Cependant, elle s'efforce d'élargir le champ des recherches moyennant une série d'analyses statistiques de la volatilité des prix d'un large éventail de produits au cours des cinquante dernières années, et de nombreuses comparaisons en fonction de la fréquence des observations de prix, de la source des données, de la période étudiée, de la devise (USD ou EUR) dans laquelle les prix sont libellés, et de l'influence des prix des principaux intrants. Le but est d'obtenir l'évaluation la plus robuste et la plus claire qui soit sur la façon dont la volatilité des prix agricoles a évolué au cours des cinquante dernières années. Cette analyse technique vise à répondre à la question : « la volatilité des prix augmente-t-elle depuis quelques années, par rapport aux années précédentes ? ».

Cette analyse de la volatilité des prix examine les variations des prix mondiaux de huit produits agricoles répartis en trois groupes de produits (végétaux, animaux et transformés) : viande bovine, beurre, maïs, riz, huile de soja, sucre, blé et poudre de lait entier. De plus, elle examine les interactions ou les liens entre les prix de deux intrants (pétrole brut et engrais) et l'évolution des prix des produits agricoles susmentionnés. On suppose généralement qu'il existe un lien étroit entre les prix du pétrole brut et les prix des produits agricoles, du fait des répercussions des prix de l'énergie sur les coûts de production. Ce lien s'est probablement renforcé depuis que certains produits végétaux sont utilisés pour produire des volumes croissants de biocarburants (Balcombe, 2009)².

Plusieurs raisons justifient la présente étude. La volatilité des prix est une caractéristique fondamentale des marchés agricoles et probablement une des principales sources de risque dans le commerce international des produits agricoles. Beaucoup de décisions de production sont prises longtemps avant la vente des produits et un certain degré d'incertitude entoure généralement les prix auxquels seront vendus les produits finis (OCDE, 2009). De même, la volatilité des prix alimentaires est un des principaux risques susceptibles de compromettre la sécurité alimentaire dans de nombreux pays pauvres, particulièrement dans le monde en développement, de par son impact sur l'accès des pauvres à la nourriture. Cette analyse est censée contribuer aux autres travaux actuellement en cours, comme l'analyse de la variabilité des prix à l'aide d'un modèle agrégé, l'étude de la gestion des risques en agriculture et les activités conduites dans le cadre du PTB en cours concernant les perspectives en matière de sécurité alimentaire et de produits de base.

L'étude est organisée comme suit. La partie II présente la définition de la volatilité des prix et les mesures utilisées. La partie III examine l'évolution de plusieurs séries de prix mondiaux agrégés et présente une analyse de l'évolution de la volatilité par produit. Des

-
2. Gohin et Chantret (2010) examinent le lien à long terme entre les prix de l'énergie et les prix des produits alimentaires au moyen d'un modèle d'équilibre général calculable mondial. Ils constatent que l'introduction de l'effet de revenu réel peut effectivement impliquer l'existence d'un lien négatif entre les prix mondiaux des aliments et les prix des énergies.

analyses de corrélation et de lien de causalité avec les prix des intrants et les taux de change sont entreprises dans la partie IV et, pour finir, la partie V fait la synthèse des principaux résultats des différentes analyses et suggère d'autres pistes de recherche.

II. Définition et mesures de la volatilité

La volatilité, dans la présente étude, se rapporte à la variabilité de la série de prix autour de sa valeur centrale, c'est-à-dire à la tendance des différents prix observés à s'écarter fortement de leur valeur moyenne. Ainsi, la volatilité est souvent définie comme une forte déviation par rapport à une tendance générale. Toutefois, d'après certains chercheurs, une part importante de la variation des prix des produits peut également être imputable à des variations de la tendance elle-même, plutôt qu'à des variations autour de la tendance (voir Dehn et al. (2005), par exemple). La présente étude s'intéresse à l'ampleur des fluctuations des prix mondiaux de certains produits agricoles de base. Prise dans ce sens, la volatilité est parfois confondue avec le risque³.

Dans la littérature (Commission européenne, 2009 et Matthews, 2010, par exemple), deux sortes de volatilité sont évoquées : la volatilité historique (réalisée) et la volatilité future implicite. La volatilité historique est basée sur les prix observés dans le passé. Elle révèle à quel point un prix a été volatile sur une période écoulée. En revanche, la volatilité implicite correspond aux attentes du marché quant au niveau de volatilité qu'affichera un prix à l'avenir, attentes qui se mesurent par la valeur du prix des options. Dans le présent exposé, nous nous intéressons uniquement à la mesure de la volatilité historique des prix mondiaux.

Dans la littérature, la volatilité historique est mesurée de plusieurs façons. Certains économistes se servent de mesures basées sur les niveaux de prix⁴. Ils s'intéressent à l'écart-type des prix ou du logarithme des prix, ou au coefficient de variation qui exprime l'écart-type sous forme d'un pourcentage de la moyenne de l'échantillon. L'avantage principal de ce dernier est qu'il ne dépend pas de l'unité de mesure.

Deuxièmement, certaines mesures tiennent compte du fait que la plupart des séries économiques manifestent une certaine forme de tendance, et permettent d'éliminer les mouvements de tendance dans les mesures de la volatilité⁵. Dans ce contexte, certains

-
3. Cependant, les éléments qui composent le risque, contrairement à l'incertitude, sont censés permettre d'attribuer des probabilités aux résultats possibles (Aizenman et Pinto (2005), Labys (2006) p.30). Frank Knight (1921) a été le premier à faire cette distinction entre risque et incertitude, en partant du principe que la distribution des probabilités détermine les issues possibles.
 4. Plusieurs exemples sont donnés dans OCDE (1991).
 5. Quelques autres méthodes sont utilisées. Balcombe (2009) utilise par exemple deux méthodes économétriques pour étudier la nature et les causes de la volatilité des prix des produits agricoles au cours du temps. La première méthode décompose le prix en trois éléments : le niveau et les composantes saisonnières et cycliques. La deuxième est une approche en panel visant à expliquer la volatilité au moyen de plusieurs variables clé. Dans le chapitre 2 de l'édition 2010 des Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO, l'écart-type de la partie imprévisible de la variation des prix est utilisé (OCDE, 2010c).

auteurs utilisent l'écart-type de la différence première de la valeur logarithmique des prix⁶ (Clem (1985), Gilbert (2006), Commission européenne (2009), Jacks *et al.* (2009), OCDE (2009), Gilbert et Morgan (2010), par exemple), tandis que d'autres recommandent l'utilisation de séries « détendancées » pour calculer les mesures de la volatilité (Cuddy et Della Valle (1978), Matthews (2010), par exemple). L'avantage du premier calcul est sa simplicité, alors que l'utilisation de séries détendancées nécessite un modèle pour prendre en compte ou approximer la nature de la tendance sous-jacente. Le principal inconvénient de cette approche est que la mesure de la volatilité peut dépendre de la technique de détendancement choisie. Ainsi, Cuddy et Della Valle (1978) ont proposé un coefficient corrigé de variation, ayant pour base une tendance linéaire et log-linéaire.

Troisièmement, d'autres auteurs estiment un modèle de volatilité. Par exemple, Gilbert et Morgan (2010) estiment un modèle GARCH (modèle avec hétéroscédasticité conditionnelle autorégressive généralisée), fréquemment utilisé pour modéliser la volatilité sur les marchés financiers (Bollerslev, 1986). L'idée est d'évaluer la variance conditionnelle de l'innovation à partir du processus autorégressif suivi par une série temporelle. Toutefois, l'interprétation des volatilités calculées de cette façon soulève des questions. En outre, les paramètres sous-tendant ce type de modèle ne sont pas toujours très bien déterminés⁷.

Il reste enfin à décider si les calculs de la volatilité doivent être basés sur des prix nominaux ou réels. S'ils sont basés sur des prix réels, la série doit être corrigée de l'inflation, ce qui introduit une autre part d'incertitude dans la mesure de la volatilité. En effet, il n'y a pas de consensus sur le déflateur qui convient le mieux pour faire cette correction, et, par ailleurs, son choix dépend toujours de la disponibilité des données. C'est pourquoi nous avons décidé de travailler sur des données de prix nominaux dans la présente étude.

Nous évaluons ci-dessous les volatilités en effectuant trois mesures⁸, deux de niveaux et une de différences :

- le coefficient de variation du niveau des prix (CV),

$$CV = \frac{\text{standard deviation}}{\text{mean}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n}}}{\bar{P}}$$

6. Il est également assez courant d'annualiser la mesure de la volatilité lorsqu'elle est basée sur des fréquences de données autres qu'annuelles, sous réserve qu'il soit possible d'annualiser les volatilités mensuelles en les multipliant par le facteur $\sqrt{12}$ par exemple.
7. Gilbert et Morgan (2010) ne justifient pas vraiment l'utilisation d'un modèle GARCH pour estimer la volatilité des prix ; de plus, ils montrent que les paramètres peuvent parfois être mal déterminés.
8. Ici, nous nous concentrons sur la variabilité globale. Certaines études se réfèrent plutôt à l'écart-type du risque pur, qui peut être obtenu à partir des résidus d'une régression (Aizenman et Pinto, 2004).

- le coefficient corrigé de variation (CCV) du même niveau des prix (en utilisant une tendance linéaire),

$$CCV = CV \sqrt{(1 - R^2)}$$

R^2 résulte d'une régression du prix sur une tendance linéaire

- et les écarts-types des différences du logarithme de prix (SDD).⁹

$$SDD = \sqrt{Variance} \left(\ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$$

Pour être plus précis, nous utilisons une moyenne/fenêtre mobile pour réaliser l'analyse statistique des trois indicateurs de volatilité. Nous avons choisi cette méthode pour au moins deux raisons. Premièrement, elle est plus pertinente pour analyser l'évolution des prix sur une longue durée. Deuxièmement, elle permet une analyse homogène, quelle que soit la fréquence des observations (mensuelles ou annuelles). En effet, étant donné qu'un des objectifs de cette étude est d'établir des comparaisons entre les fréquences, utiliser une fenêtre mobile est la façon la plus pertinente de calculer la volatilité à partir de données à la fois mensuelles et annuelles. Lorsque des données annuelles sont examinées, nous calculons la volatilité sur cinq ans. Dans le cas de données mensuelles, la base est une moyenne mobile de 12 mois¹⁰.

III. Volatilité des prix mondiaux des produits de base : une série de comparaisons

III.1. Vue d'ensemble

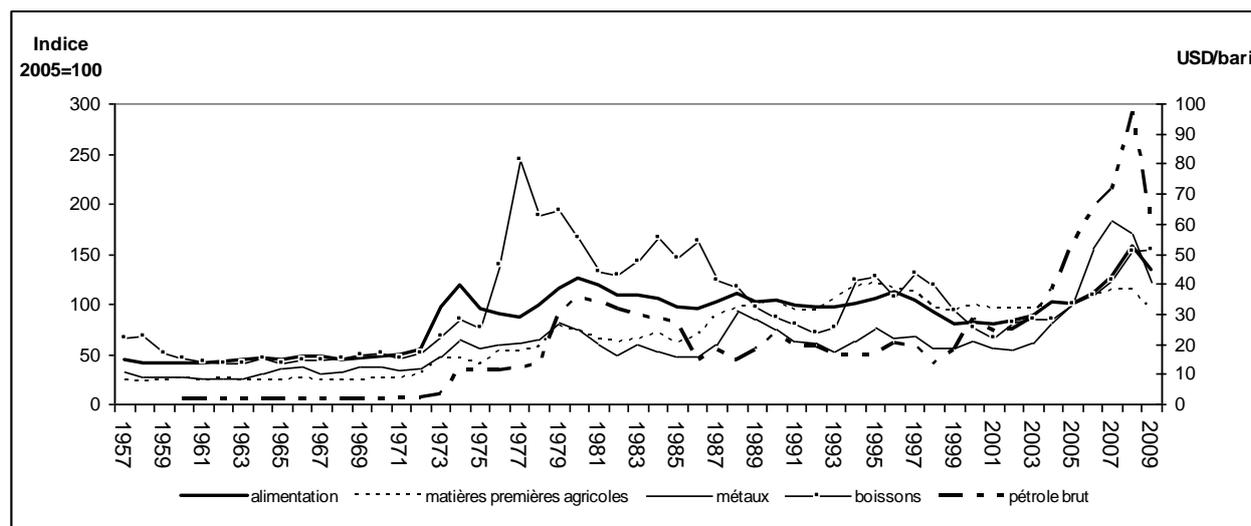
Avant de procéder à l'étude de la volatilité des prix, nous avons examiné les niveaux de prix des produits. Des séries de prix aussi bien agrégées que désagrégées (par produit) ont été reportées sur les graphiques 1A et 1B.

Comme on s'y attendait, les deux graphiques mettent en évidence une hausse des prix dans les années 70 et une flambée des prix en 2006-08. Ils révèlent également le bas niveau des prix mondiaux durant les années 60, ainsi que le schéma typique des variations de prix : les prix montent fortement pendant un certain temps, pour ensuite retomber, comme ce fut le cas pour plusieurs produits en 2009.

-
9. Nous avons également calculé les volatilités annualisées à partir de données mensuelles, mais nous ne les rapportons pas ici, car elles se situent toujours bien au-dessus des autres mesures. Naturellement, il n'y a aucun impact sur les résultats, car l'annualisation de données mensuelles consiste simplement à multiplier la variance par un facteur constant.
10. Par exemple, la volatilité en 1990, calculée à partir de données annuelles, correspond aux variations des prix de 1986 à 1990. Calculée à partir de données mensuelles, la volatilité en décembre 1990 correspond aux variations des prix sur la période allant de janvier à décembre 1990.

Le graphique 1A montre l'évolution des indices des cours des produits de bases publiés par le FMI. Les augmentations des prix alimentaires sont intervenues dans le contexte d'une hausse généralisée des prix des produits de base, pétrole brut et métaux en tête. Toutefois, l'augmentation de 42% des prix des aliments et des boissons au cours de la période de 2006-08 a été à la fois modeste, par rapport aux prix du pétrole brut (+51%), et importante, par rapport aux prix des métaux (+8%)¹¹.

Graphique 1A. Prix nominaux mondiaux par groupe de produits - indice des prix ou USD/baril de pétrole brut



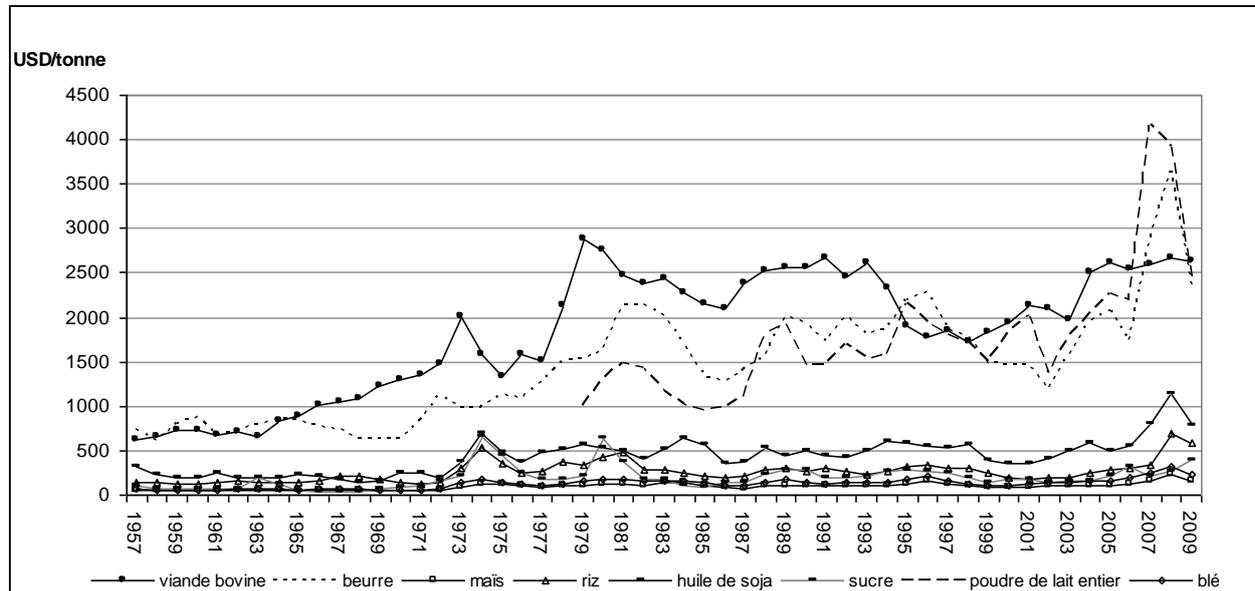
Note : les indices des prix des produits de base sont calculés sous forme de moyennes des périodes, en USD, et sont exprimés par rapport à la période de référence de 2005=100, de même que tous les indices publiés par les Statistiques financières internationales. Les produits concernés sont les suivants. *Produits alimentaires* : bananes, céréales (maïs, riz et blé), viande (bovine, ovine, porcine et de volaille), huiles végétales et farines protéiques (huile de coco, farines de poisson, arachides, huile d'olive, huile de palme, soja, farine de soja, huile de soja et huile de tournesol), produits de la mer (poissons et crevettes), oranges et sucre ; *boissons* : fèves de cacao, café et thé ; *matières premières agricoles* : coton, peaux, caoutchouc, bois et laine (fine et grossière) ; *métaux* : aluminium, cuivre, minerai de fer, plomb, nickel, étain, uranium et zinc.

Source : FMI.

Les prix de huit de ces produits agricoles ont ensuite été reportés sur le graphique 1B¹². Les produits dont les prix ont augmenté sensiblement sur la période de 2006-08 sont le riz (+130%), le beurre (+110%), l'huile de soja (+105%), le maïs (+83%) et la poudre de lait entier (+79%). Arrive ensuite le blé, avec une augmentation de 70%. Deux produits sortent du lot, en raison de leurs augmentations de prix particulièrement modestes et même de leur recul en 2006-08 : la viande bovine (+4%) et le sucre (-15%).

11. On notera que la hausse concomitante des prix des engrais (données issues de la FAO) a été de 170%. Voir les définitions indiquées dans l'annexe 1 et les graphiques figurant à l'annexe 8.
12. Les données détaillées figurent à l'annexe 1.

Graphique 1B. Prix nominaux mondiaux des denrées agricoles



Source : FMI, FAO.

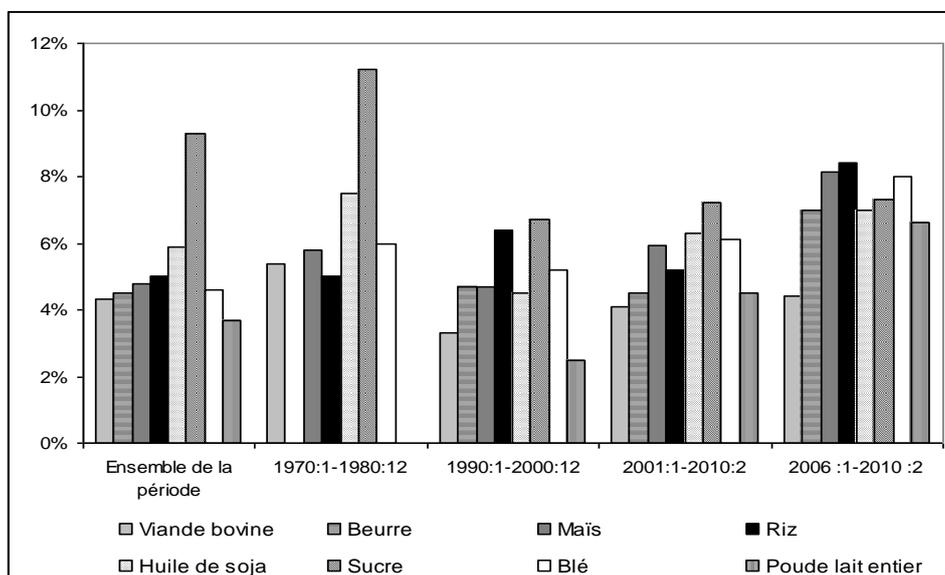
Nous avons alors calculé la volatilité des prix mondiaux de ces huit produits agricoles, à la fois sur l'ensemble de la période allant de 1957:1 à 2010:2 pour la plupart des produits, et sur certaines sous-périodes d'une durée de 10 ans¹³. Les années 1970 ressortent, dans le panorama historique des prix mondiaux des produits. Il est particulièrement intéressant de comparer les récentes flambées de prix de 2006-08 à cette période antérieure. Dans le même ordre d'idées, une comparaison avec les années 1990, bien connues pour le niveau plus bas des prix des produits, est pertinente. Ensuite, l'analyse s'oriente sur des comparaisons entre la période récente et les dernières décennies. Nous essayons de voir comment la volatilité a évolué ces dernières années par rapport aux décennies précédentes. S'agissant du passé récent, nous examinons les toutes dernières années (2006-2010) ou bien l'ensemble des années 2000, pour non seulement établir des comparaisons rapprochées, mais aussi pour pouvoir mener des tests statistiques sur les données annuelles (voir l'annexe 6).

Comme la volatilité des prix est supérieure lorsque l'on considère des données mensuelles plutôt que des variations de prix annuels, nous rendons compte seulement des résultats relatifs à des données mensuelles (c'est-à-dire des estimations glissantes de la volatilité annuelle sur les 12 mois précédents) tout au long du texte principal de la présente étude. Une liste détaillée des données figure à l'annexe 1. Les résultats obtenus à partir de données annuelles sont indiqués à l'annexe 6¹⁴.

13. Voir l'annexe 1 pour plus de détail.

14. Les prix de deux intrants, le pétrole brut et les engrais, sont analysés de la même façon, à des fins de comparaison. Les résultats obtenus à partir de données mensuelles et annuelles sont indiqués à l'annexe 8.

Graphique 2. Volatilité moyenne calculée sous la forme de l'écart-type des prix en différences premières (SDD)



Note : Des données mensuelles sur les prix du beurre et de la poudre de lait entier ne sont disponibles qu'à partir de 1995.

Source : FMI, sauf pour le beurre et la poudre de lait entier (ministère de l'Agriculture des États-Unis).

Le graphique 2, qui fractionne la période globale en sous-périodes de dix ans, permet de voir de manière assez sommaire si les volatilités sont en train de changer. Ce graphique semble indiquer que ce sont les forts niveaux de volatilité enregistrés ces dernières années (2006-10) qui ne concordent pas avec ce que l'on avait observé dans le passé. La volatilité des prix de la plupart des produits a effectivement augmenté ces dernières années. En revanche, lorsque l'on compare la période plus longue (2001-10) à d'autres sous-périodes et en particulier à la période de forte volatilité précédente (années 1970), on constate une baisse de volatilité pour trois produits : la viande bovine, le sucre et l'huile de soja.

Une comparaison dans le temps, basée sur des données mensuelles, révèle qu'en moyenne, les prix des produits carnés et laitiers ont toujours connu les plus faibles volatilités, et ceux du riz, du sucre et de l'huile de soja, les plus fortes¹⁵. Ces résultats sont cohérents avec d'autres études, comme celle de Gilbert et Morgan (2010), qui concluent que les viandes ont affiché la plus faible volatilité et les fruits frais la plus forte, au cours de la période de 1970-2009¹⁶.

15. A partir de données annuelles, la volatilité des prix du blé peut, elle aussi, être considérée comme plus faible. Que la poudre de lait entier soit un des produits affichant la plus faible volatilité semble discutable dans ce cas. Rappelons que les données mensuelles sur les prix du beurre et de la poudre de lait entier ne sont disponibles qu'à partir de 1995.

16. On remarquera que les volatilités des prix des engrais et des prix du pétrole brut sur la période de 2006-10, basées sur des données mensuelles, sont plus élevées que celles des produits agricoles (annexe 8). On ne dispose de données mensuelles sur les prix du beurre et de la poudre de lait entier qu'à partir de 1995.

Il est toutefois difficile de juger de l'évolution de la volatilité en se basant sur une comparaison aussi simple. Pour trancher, il est possible, par exemple, d'effectuer une batterie de tests (par produit, période, base de données, fréquence et mesure de la volatilité), et ensuite d'exécuter des tests statistiques de moyennes et d'égalité des variances pour déterminer si les changements observés sont statistiquement significatifs.

Encadré 1. Les sources des données importent-elles lorsqu'on évalue la volatilité ?

La mesure de la volatilité des prix a été calculée à partir de données mensuelles recueillies auprès du FMI, de la CNUCED (et du ministère de l'Agriculture des États-Unis, s'agissant des produits laitiers). L'annexe 2 présente les résultats de l'écart-type et du coefficient de variation relatifs au prix de l'huile de soja et du riz, par exemple. Les graphiques suggèrent que les mesures de la volatilité sont très proches, quelle que soit la source des données. Le même schéma vaut pour les autres produits¹⁷. En termes de mesures spécifiques de la volatilité, le coefficient corrigé de variation n'est pas indiqué à ce stade, car, d'une part, il est proche du coefficient de variation, par définition, et d'autre part, son insertion rend les graphiques trop difficiles à lire. On notera également, comme on s'y attend, que l'ampleur de la volatilité des prix mesurée augmente avec la périodicité des observations de prix, c'est-à-dire qu'elle est plus élevée lorsque les données sont mensuelles que lorsqu'elles sont annuelles (annexe 6).

A ce stade, nos calculs indiqueraient que les différentes sources des données primaires (FMI, CNUCED, ministère de l'Agriculture des États-Unis, AGLINK, par exemple) n'entraînent probablement pas de différences de volatilité majeures, tandis que la fréquence des observations des prix (mensuelles ou annuelles) pourrait avoir un impact.

Encadré 2. Volatilités nominales versus volatilités réelles

Pour tester la robustesse de nos calculs, nous déflatons les séries de prix nominaux au moyen de l'indice des prix à la consommation aux États-Unis. Les résultats pour le riz et l'huile de soja, basés sur des données mensuelles, sont exposés à l'annexe 3. Quelle que soit la mesure utilisée, la volatilité s'avère très similaire que les prix soient exprimés en termes nominaux ou réels.

Un deuxième axe de comparaison concerne la mesure de la volatilité elle-même. Comme indiqué précédemment, les volatilités des séries de prix historiques issues de différentes bases de données sont étroitement liées. C'est pourquoi nous avons décidé d'indiquer à l'annexe 4 les différents types de volatilité basés uniquement sur des données issues du FMI (ou du ministère de l'Agriculture des États-Unis s'agissant des produits laitiers).

17. Les résultats sont disponibles sur demande. Cette observation vaut également pour les données annuelles issues aussi bien du FMI, que de la CNUCED ou d'AGLINK (voir annexe 6).

Encadré 3. SDD versus CV versus CVV : quelques comparaisons

D'après l'annexe 4, le coefficient de variation (CV) révèle des pics de volatilités plus prononcés¹⁸. La volatilité mesurée à partir du coefficient corrigé de variation (CCV) suggère un schéma plus lisse, comparé au coefficient de variation. On notera que l'évolution de la série d'écart-types calculés à partir des prix en différences premières (SDD) est très proche de l'évolution du coefficient corrigé de variation. Elle est également étroitement liée au coefficient de variation lorsque les niveaux de volatilité sont faibles, comme d'autres en font la remarque dans la littérature (comme Gilbert et Morgan en 2010)¹⁹.

Enfin, comme les prix mondiaux sont exprimés en dollars des États-Unis, l'effet des variations du taux de change sur la volatilité des séries de prix des produits peut être montré partiellement en calculant les mesures de la volatilité des séries de prix mensuels libellés en euros (convertis sur la base du taux de change euro-dollar). Les résultats figurant à l'annexe 5 montrent les volatilités calculées (à partir des écarts-types des différences premières) pour les deux séries de prix (en dollars et en euros), à des fins de comparaison. Ils suggèrent qu'il n'y a pas de différence notable entre les volatilités obtenues à partir de ces deux devises²⁰.

Dans les analyses qui suivent, nous n'avons rendu compte dans le texte que des résultats des tests statistiques basés sur des mesures de l'écart-type (SDD) et/ou du coefficient de variation (CV) pratiqués sur des séries de prix mondiaux exprimés en dollars des États-Unis.

-
18. Ceci est toutefois un peu moins évident lorsqu'il s'agit de données annuelles (annexe 6). Même si les pics sont plus marqués pour le coefficient de variation, les différences sont moins importantes. Les trois mesures de volatilité sont assez étroitement liées. Cela pourrait s'expliquer simplement par la faible variabilité de la volatilité lorsque les données sont annuelles.
 19. Avec des données mensuelles, la volatilité des prix des produits, définie comme l'écart-type mobile annualisé, présente une plus grande ampleur, par rapport aux autres mesures. Ceci rend les comparaisons difficiles.
 20. Cette conclusion vaut également pour les volatilités calculées tant à partir du coefficient de variation que du coefficient corrigé de variation.

III.2 Tests de moyennes sur les mesures de la volatilité

D'après les graphiques présentés à l'annexe 4, on note un degré de volatilité particulièrement élevé dans les années 70, quelle que soit la mesure de la volatilité des prix utilisée. Il est toutefois difficile de déceler une quelconque tendance prononcée (hausnière ou baissière) dans les volatilités ainsi calculées. Les particularités qui ressortent le plus semblent être les suivantes. Premièrement, la volatilité des prix du blé semble s'être accrue lentement au fil du temps. Elle se maintient à 5-10%, en moyenne, depuis la fin des années 80 alors qu'elle était globalement inférieure à 5% dans le passé (exception faite de la flambée des années 70). Deuxièmement, on note un déclin de la volatilité du riz dans les années 2000, puis une flambée spectaculaire des prix en 2008-10, la plus importante que le riz ait connue en 50 ans si l'on se base sur des données mensuelles. Troisièmement, les pics de ces dernières années semblent inférieurs aux sommets enregistrés précédemment pour la viande bovine, l'huile de soja, le sucre et le blé, mais supérieurs dans le cas du beurre, du maïs, du riz et de la poudre de lait entier. S'agissant des produits laitiers, des données mensuelles n'étant disponibles qu'à partir de 1995, il est impossible de faire des comparaisons avec les années 1970²¹.

Nous avons ensuite effectué des tests de différences de moyennes, afin de déterminer si la volatilité moyenne de la décennie récente est statistiquement différente de celle des autres sous-périodes. Le test sous l'hypothèse nulle est le suivant : $H_0: \overline{vol}_1 = \overline{vol}_2$

où \overline{vol}_1 et \overline{vol}_2 sont les moyennes de la mesure de volatilité pour chaque période 1 et 2.

Le calcul statistique peut être écrit ainsi :
$$t = \frac{\overline{vol}_1 - \overline{vol}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

s étant l'écart-type pour les mêmes périodes respectivement.

La statistique t calculée est comparée à un student ayant des degrés de liberté de $(n_1 + n_2 - 2)$.

Les statistiques de test et leurs valeurs p indiquées entre parenthèses sont résumées dans le tableau-1 ci-dessous²². Sous l'hypothèse nulle, nous avons testé l'égalité des moyennes des deux sous-périodes par rapport aux années 2000. En d'autres termes, si le résultat est significatif (valeur p basse), l'hypothèse nulle peut être rejetée et les moyennes sont statistiquement différentes.

Premièrement, il convient de noter que même si les conclusions peuvent parfois dépendre à la fois de la mesure de la volatilité et de la fréquence des observations de prix, on peut tout de même relever quelques caractéristiques communes dans la synthèse proposée dans le tableau 2 (et le tableau A6.2 de l'annexe 6). Ce tableau classe les produits selon la signification des tests de moyenne. Par exemple, s'agissant de la viande

21. Dans le cas du riz, le pic récent est moins évident si on se base sur des données annuelles. Les résultats sont effectivement lissés lorsqu'on effectue des calculs mobiles sur cinq ans.
22. Les résultats obtenus à partir de données annuelles sur les prix des produits agricoles sont présentés à l'annexe 6. Les résultats des calculs effectués, de manière similaire, sur les prix du pétrole brut et des engrais sont présentés à l'annexe 8.

bovine (première ligne du tableau 1), en comparant la période récente (soit 2006-10, soit l'ensemble des années 2000) aux années 70, la statistique t apparaît comme statistiquement significative, le signe négatif dans les deux colonnes indiquant que la volatilité moyenne calculée, tant sur 2006-10, que sur toutes les années 2000, est considérablement plus basse que celle qui est observée pendant les années 70. On arrive au même résultat quelle que soit la mesure (SDD et CV). « Viande bovine » apparaît donc dans la sous-colonne « Volatilité moyenne *inférieure* » de la colonne « par rapport aux années 70 » du tableau 2.

Tableau 1. Tests d'égalité des moyennes de la volatilité entre la dernière décennie, ou ces dernières années, et d'autres périodes (statistique t et valeur p entre parenthèses)

	Volatilité moyenne 2001:1-2010:2 par rapport à			Volatilité moyenne 2006:1-2010:2 par rapport à		
	Écart-type (SDD)			Écart-type (SDD)		
	Ensemble de la période	1970:1- 1980:12	1990:1- 2000:12	Ensemble de la période	1970:1- 1980:12	1990:1-2000:12
Viande bovine	-1,16 (0,24)	-4,85*** (0,00)	3,49*** (0,00)	0,15 (0,88)	-2,09** (0,03)	2,39** (0,02)
Beurre ^a	-0,09 (0,92)	- (0,00)	-0,46 (0,76)	6,20*** (0,00)	- (0,00)	5,11*** (0,00)
Maïs	4,69*** (0,00)	0,49 (0,62)	4,31*** (0,00)	10,55*** (0,00)	7,06*** (0,00)	9,83*** (0,00)
Riz	0,23 (0,85)	0,41 (0,68)	-2,16** (0,03)	3,25*** (0,00)	3,32*** (0,00)	1,95* (0,05)
Huile de soja	1,99* (0,05)	-3,58*** (0,00)	7,86*** (0,00)	2,43** (0,01)	-0,75 (0,45)	5,20*** (0,00)
Sucre	-8,18*** (0,00)	-9,26*** (0,00)	1,65 (0,10)	-6,00*** (0,00)	-8,11*** (0,00)	1,74* (0,08)
Blé	5,67*** (0,00)	0,37 (0,71)	3,22*** (0,00)	8,78*** (0,00)	3,88*** (0,00)	7,07*** (0,00)
Poudre de lait entier	2,54** (0,01)	- (0,00)	6,54*** (0,00)	7,32*** (0,00)	- (0,00)	10,77*** (0,00)
	Coefficient de variation (CV)			Coefficient de variation (CV)		
	Ensemble de la période	1970:1- 1980:12	1990:1- 2000:12	Ensemble de la période	1970:1- 1980:12	1990:1-2000:12
Viande bovine	-1,77* (0,07)	-7,21*** (0,00)	2,08** (0,03)	-4,31*** (0,00)	-8,62*** (0,00)	-1,14 (0,26)
Beurre	2,25** (0,02)	- (0,00)	4,96*** (0,00)	5,46*** (0,00)	- (0,00)	7,11*** (0,00)
Maïs	2,76*** (0,00)	0,58 (0,56)	2,19** (0,03)	5,07*** (0,00)	3,55*** (0,00)	4,62*** (0,00)
Riz	0,00 (0,99)	-2,41** (0,02)	-0,09 (0,93)	1,93* (0,05)	0,55 (0,59)	1,86* (0,06)
Huile de soja	2,09** (0,04)	-2,38** (0,02)	7,31*** (0,00)	3,21*** (0,00)	0,03 (0,97)	6,37*** (0,00)
Sucre	-4,20*** (0,00)	-5,45*** (0,00)	4,66*** (0,00)	-0,53 (0,59)	-3,00*** (0,00)	5,33*** (0,00)
Blé	3,53*** (0,00)	-0,29 (0,77)	2,22** (0,03)	5,19*** (0,00)	2,34** (0,02)	4,35*** (0,00)
Poudre de lait entier	2,79*** (0,00)	- (0,00)	7,12*** (0,00)	6,41*** (0,00)	- (0,00)	9,40*** (0,00)

Note : on ne dispose de données mensuelles sur les prix du beurre et de la poudre de lait entier que depuis janvier 1995. valeur p entre parenthèses (...).

; *, **, *** indiquent respectivement un niveau de significativité au seuil de 10, 5 ou 1%.

Source : Calculs effectués par l'auteur.

Tableau 2. Synthèse des tests de moyenne : volatilité moyenne sur les dernières années (2001-10 ou 2006-10) par rapport à la volatilité moyenne sur l'ensemble de la période d'échantillonnage ou pendant les années 70 ou 90.

	Par rapport à l'ensemble de la période		Par rapport aux années 70		Par rapport aux années 90	
	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure
2001-2010	<i>Viande bovine, sucre</i>	<i>Beurre, maïs, huile de soja, blé, poudre de lait entier</i>	<i>Viande bovine, riz, huile de soja, sucre</i>		<i>Riz</i>	<i>Viande bovine, beurre, maïs, huile de soja, sucre, blé, poudre de lait entier</i>
2006-2010	Par rapport à l'ensemble de la période		Par rapport aux années 70		Par rapport aux années 90	
	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure
	<i>Viande bovine</i>	<i>Beurre, maïs, huile de soja, riz, sucre, blé, poudre de lait entier</i>	<i>Viande bovine, sucre</i>	<i>Maïs, riz, blé</i>		<i>Viande bovine, beurre, maïs, riz, huile de soja, sucre, blé, poudre de lait entier</i>

Note : Les italiques indiquent que la conclusion du test n'est valable que pour l'une des mesures (SDD ou CV).

Source : classement effectué par l'auteur.

Plusieurs conclusions se dégagent.

Premièrement, lorsqu'on combine les deux mesures, les résultats, basés sur des données mensuelles, révèlent que les volatilités de prix les plus basses, en moyenne, sur l'ensemble de la période de 50 ans ont été celles de la viande bovine et du sucre²³. Deuxièmement, on observe pendant la dernière décennie des niveaux de volatilité des prix agricoles plus élevés que pendant les années 90, mais ceux-ci ne dépassent pas les niveaux des années 70, et sont même inférieurs dans le cas de la viande bovine, du riz, de l'huile de soja et du sucre. Si l'on examine ces dernières années (2006-10), seule la volatilité des produits céréaliers semble plus élevée par rapport aux années 70, alors qu'elle est plus basse pour la viande bovine et le sucre. Les résultats obtenus à ce stade sembleraient indiquer que la volatilité des prix agricoles ne s'inscrit pas dans une tendance haussière globale évidente. La conclusion générale est que la volatilité des prix a été plus élevée en 2006-10 que pendant les années 90, mais pas nécessairement plus élevée que dans les années 1970²⁴.

23. On notera que les résultats pour la période de 2001-10, basés sur des données annuelles (annexe 6), sont assez proches des résultats basés sur des données mensuelles, ce qui suggère que le choix de la fréquence n'affecte pas les principales conclusions que l'on peut tirer à propos des prix des produits agricoles.

24. Les prix mensuels des engrais et du pétrole brut font preuve d'une plus forte volatilité qu'auparavant (annexe 8).

III.3 Tests d'égalité des variances des différences de prix

Afin d'étayer nos résultats, nous avons soumis les différences de prix à des tests F d'égalité des variances, à partir des données mensuelles du FMI (ou du ministère de l'Agriculture des États-Unis s'agissant du beurre et de la poudre de lait entier)²⁵.

Ces tests d'égalité des variances avaient pour but d'établir des comparaisons dans le temps et de voir si l'évolution de la volatilité des prix suivait finalement un profil déterminé. Le principe est toujours de comparer ces dernières années aux années 70 et 90. Nous rapportons ici les tests de variance pour chacune des dernières années (2007:1-2007:12, 2008:1-2008:12, 2009:1-2009:12, et même pour 2009:3-2010:2 afin que les observations les plus récentes soient analysées), par rapport aux années 70, aux années 90 et, enfin, par rapport à la volatilité de l'ensemble de la période d'échantillonnage (« période totale »). Nous avons ainsi vérifié si les variances étaient statistiquement différentes durant l'année 2007, par rapport à l'année 1970, à l'année 1971 et ainsi de suite.

Nous avons testé l'hypothèse nulle $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ contre une hypothèse alternative $\sigma_1^2 \geq \sigma_2^2$.

La statistique F calculée correspond au ratio des deux variances, $\frac{s_1^2}{s_2^2}$ où $s_1^2 \geq s_2^2$ de sorte que $F \geq 1$.

Les degrés de liberté pour le numérateur et le dénominateur sont de n_1-1 et n_2-1 . Le résultat des tests donnant un niveau de signification de 5% sont résumés dans le tableau 3 ci-dessous.

Les cellules grisées indiquent que la baisse de la volatilité est statistiquement significative par rapport aux périodes testées (à un niveau de signification de 5%). Les cellules gris foncé indiquent que la hausse de la volatilité est statistiquement significative par rapport aux périodes testées. Les cellules sont hachurées lorsqu'il n'y a pas de données. Les cellules blanches indiquent que les variances ne sont pas statistiquement différentes.

L'interprétation des résultats permet de faire les principales observations suivantes. Premièrement, les résultats que nous avons obtenus suggèrent qu'en général, la volatilité en 2007 n'a pas été plus élevée qu'au cours des années précédentes. En revanche, la volatilité relevée en 2008 pour la quasi-totalité des produits est considérablement plus élevée que dans le passé. Toutefois, depuis janvier 2009, elle semble être redescendue à un niveau similaire à celui des décennies précédentes, exception faite des produits laitiers et de l'huile de soja. S'agissant des produits laitiers, la volatilité a été encore plus élevée que pendant les années 1990. Deuxièmement, si l'on examine les produits séparément, la volatilité observée en 2007 semble généralement plus basse à un niveau de signification de 5% que dans le passé, si l'on excepte le beurre, le blé et la poudre de lait entier. Le prix du blé en 2007 est même plus élevé statistiquement que pendant les années 1970. La volatilité de nombreux produits en 2008 s'avère plus élevée que dans le passé : ceci est particulièrement vrai pour les céréales telles que le maïs, le riz et le blé, comparativement aux années 1970, mais cette conclusion vaut également pour tous les produits, par rapport à l'ensemble de la période d'échantillonnage, ou simplement par rapport aux années 90, exception faite du sucre. On notera que la volatilité des prix de l'huile de soja et des produits laitiers est toujours statistiquement différente de celle des années 1990 à la fin de la période²⁶.

25. Une méthodologie similaire a été appliquée aux données de prix annuelles relatives à ces produits agricoles (annexe 6) et aux prix des intrants (annexe 8).

26. On observe que la volatilité des prix mensuels du pétrole brut est pour l'essentiel statistiquement différente de ce qu'elle était dans le passé (annexe 8).

Tableau 3. Tests d'égalité des variances entre ces dernières années et des périodes antérieures

Variance sur la période 2007:1-2007:12 comparée à								
	viande bovine	beurre	maïs	riz	huile de soja	sucré	blé	poudre de lait entier
1970:1-1970:12								
1971:1-1971:12								
1972:1-1972:12								
1973:1-1973:12								
1974:1-1974:12								
1975:1-1975:12								
1976:1-1976:12								
1977:1-1977:12								
1978:1-1978:12								
1979:1-1979:12								
1980:1-1980:12								
1990:1-1990:12								
1991:1-1991:12								
1992:1-1992:12								
1993:1-1993:12								
1994:1-1994:12								
1995:1-1995:12								
1996:1-1996:12								
1997:1-1997:12								
1998:1-1998:12								
1999:1-1999:12								
2000:1-2000:12								
Période totale								
Variance sur la période 2008:1-2008:12 comparée à								
	viande bovine	beurre	maïs	riz	huile de soja	sucré	blé	poudre de lait entier
1970:1-1970:12								
1971:1-1971:12								
1972:1-1972:12								
1973:1-1973:12								
1974:1-1974:12								
1975:1-1975:12								
1976:1-1976:12								
1977:1-1977:12								
1978:1-1978:12								
1979:1-1979:12								
1980:1-1980:12								
1990:1-1990:12								
1991:1-1991:12								
1992:1-1992:12								
1993:1-1993:12								
1994:1-1994:12								
1995:1-1995:12								
1996:1-1996:12								
1997:1-1997:12								
1998:1-1998:12								
1999:1-1999:12								
2000:1-2000:12								
Période totale								
Variance sur la période 2009:1-2009:12 comparée à								
	viande bovine	beurre	maïs	riz	huile de soja	sucré	blé	poudre de lait entier
1970:1-1970:12								
1971:1-1971:12								
1972:1-1972:12								
1973:1-1973:12								
1974:1-1974:12								
1975:1-1975:12								
1976:1-1976:12								
1977:1-1977:12								
1978:1-1978:12								
1979:1-1979:12								
1980:1-1980:12								
1990:1-1990:12								
1991:1-1991:12								
1992:1-1992:12								
1993:1-1993:12								
1994:1-1994:12								
1995:1-1995:12								
1996:1-1996:12								
1997:1-1997:12								
1998:1-1998:12								
1999:1-1999:12								
2000:1-2000:12								
Période totale								
Variance sur la période 2009:3-2010:2 comparée à								
	viande bovine	beurre	maïs	riz	huile de soja	sucré	blé	poudre de lait entier
1970:1-1970:12								
1971:1-1971:12								
1972:1-1972:12								
1973:1-1973:12								
1974:1-1974:12								
1975:1-1975:12								
1976:1-1976:12								
1977:1-1977:12								
1978:1-1978:12								
1979:1-1979:12								
1980:1-1980:12								
1990:1-1990:12								
1991:1-1991:12								
1992:1-1992:12								
1993:1-1993:12								
1994:1-1994:12								
1995:1-1995:12								
1996:1-1996:12								
1997:1-1997:12								
1998:1-1998:12								
1999:1-1999:12								
2000:1-2000:12								
Période totale								

Source : données du FMI ou du ministère de l'Agriculture des États-Unis et calculs effectués par l'auteur.

IV. Analyse des corrélations entre les prix agricoles et les prix des intrants

Pour aller plus loin et mieux comprendre la volatilité des prix agricoles, nous avons cherché à savoir s'il existait un lien entre la variation des prix du pétrole brut ou des engrais et la variation des prix des produits agricoles. Plusieurs études ont conclu que le prix du pétrole brut était un facteur clé, mais aucune ne s'est penchée, à notre connaissance, sur les liens entre les prix des engrais et ceux des produits agricoles²⁷. Nous avons donc d'abord calculé de simples coefficients de corrélation des variations des prix par décennie et sur l'ensemble de la période. Dans un deuxième temps, nous avons effectué des tests de causalité de Granger pour déterminer si les prix des intrants et le taux de change euro-dollar avaient une incidence sur la volatilité des prix des différents produits agricoles étudiés.

IV.1 Coefficients de corrélation

Le moyen le plus communément utilisé pour mesurer l'interdépendance de deux variables est le coefficient de corrélation de Pearson. On l'obtient en divisant la covariance des prix des deux produits (X et Y) par le produit de leurs écarts-types http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_deviation:

$$\rho_{X,Y} = \text{corr}(X, Y) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$$

La valeur de $\rho_{X,Y}$ est telle que $-1 \leq \rho_{X,Y} \leq 1$. Elle est de +1 dans le cas d'un lien linéaire positif parfait (corrélation), et de -1 dans le cas d'un lien linéaire négatif parfait. Plus un coefficient se rapproche de -1 ou de 1, plus la corrélation entre les variables est forte.

Deux niveaux de comparaison sont utilisés. D'abord, nous avons calculé les corrélations entre le prix indicatif mondial du pétrole brut ou des engrais²⁸ et chacune des séries de prix agricoles sélectionnées, tant sur l'ensemble de la période de 50 ans que sur les différentes sous-périodes prédéfinies (graphique 3). Nous proposons des corrélations à la fois instantanées et décalées entre les taux d'augmentation trimestriels des prix (c'est-à-dire les taux d'augmentation sur les trois mois écoulés). Dans le cas des corrélations décalées, nous examinons le prix du pétrole brut ou des engrais un trimestre auparavant²⁹. Ensuite, nous analysons les corrélations croisées entre les prix des produits agricoles sur l'ensemble de la période et sur les sous-périodes.

Le graphique 3 révèle que les corrélations entre les prix des produits agricoles et, soit le prix du pétrole brut soit le prix des engrais, ne dépassent jamais 0,5 avec des données

27. Balcombe (2009) a essayé, par deux approches différentes, d'expliquer la volatilité au moyen de plusieurs variables clé. Il conclut notamment que la volatilité des prix du pétrole a effectivement eu un impact sur la volatilité des prix des produits.

28. Cf. l'annexe 1 pour des définitions et des données plus détaillées.

29. Nous avons effectué des calculs similaires sur les données annuelles. Les résultats sont présentés à l'annexe 6. Nous avons calculé les corrélations entre les différences premières des séries de prix. Un délai d'un an a alors été choisi pour que le prix du pétrole brut/des engrais produise un impact sur les prix des produits agricoles.

mensuelles, contrairement aux résultats obtenus avec des données annuelles (annexe 6)³⁰. La corrélation entre le prix du pétrole brut et le prix des engrais est particulièrement élevée dans les années 2000 (0,56), alors qu'elle n'est que de 0,13 dans les années 1990 si l'on se base sur des données mensuelles³¹. Ces résultats suggèrent que les prix des produits agricoles sont plus fortement corrélés sur 12 mois que sur des durées plus courtes. Ceci pourrait être lié aux délais d'exécution de certains contrats, par exemple.

Il est également intéressant de procéder à des comparaisons dans le temps et entre produits. Premièrement, il apparaît que toutes les corrélations augmentent en période de prix élevés, mais elles sont plus élevées pendant les envolées des prix des années 1970 et 2000 que pendant les années 1990³². S'agissant de la dernière décennie, les produits les plus corrélés au prix du pétrole sont le beurre (0,46), la poudre de lait entier (0,47) et l'huile de soja (0,49), si l'on se base sur des données mensuelles (graphique 3A). Si l'on s'appuie sur des données annuelles (annexe 6), les coefficients de corrélation calculés sont respectivement de 0,44 pour le maïs, 0,49 pour la poudre de lait entier, 0,52 pour le blé et 0,53 pour le beurre. Les produits les moins corrélés au pétrole brut sont la viande bovine et le sucre : respectivement 0,30 (0,22) et 0,24 (0,06) (entre parenthèses : données annuelles).

La corrélation entre les prix des produits et le prix du pétrole brut est sans doute le fait des coûts de production et de transport. Récemment, l'utilisation croissante de certains produits végétaux à des fins de production de biocarburant pourrait également expliquer cette corrélation. En effet, le maïs étant la principale matière première utilisée dans la production d'éthanol, on peut s'attendre à ce qu'il y ait une corrélation positive entre les prix du pétrole et les prix du maïs. Les prix du pétrole et de l'énergie ont un lien plus étroit avec les coûts de production des végétaux qu'avec ceux des animaux, qui subissent un effet indirect par le biais du coût des aliments du bétail à base de produits végétaux (maïs, soja, blé, etc.).

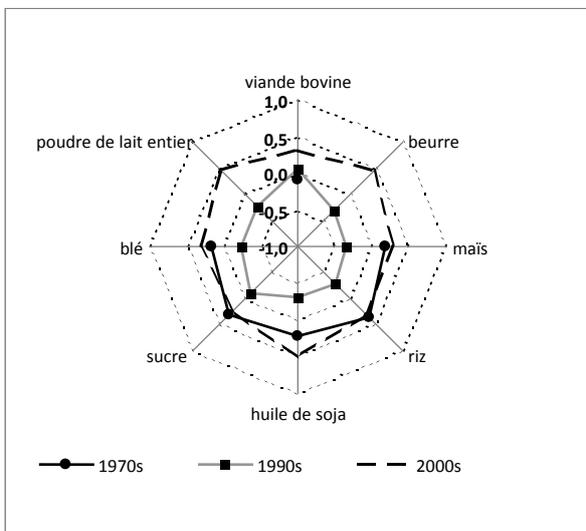
La corrélation entre les prix du sucre et les prix du pétrole dans le passé s'explique peut-être par le fait que les sucreries utilisent la bagasse (résidu de la canne à sucre), de préférence au fioul, pour produire la vapeur et l'électricité nécessaires à l'extraction du sucre. Cependant, à mesure que la production de bioéthanol à base de jus de canne à sucre ou de mélasse prend de l'ampleur, les aspects économiques de cette extraction deviennent plus étroitement liés aux prix du pétrole. Nos résultats le confirment : la corrélation entre le prix du sucre et le prix du pétrole augmente depuis 40 ans, si l'on se base sur des données mensuelles (0,24 dans les années 2000). Le faible lien observé lorsque les données sont annuelles est peut-être dû à un effet de décalage dans ce cas particulier. En effet, les coefficients de corrélation décalée affichent un niveau de 0,5. Le sucre est le seul produit à manifester une plus forte corrélation avec le prix du pétrole lorsque celui-ci est décalé d'un an.

-
30. Les corrélations décalées calculées à partir de données mensuelles sont généralement du même ordre que les corrélations simultanées. Les résultats sont disponibles sur demande. Avec des données annuelles, les corrélations sont plus élevées sur une année que lorsque des effets de décalage sont ajoutés (annexe 6), exception faite du sucre.
31. Avec des données annuelles, les résultats correspondants sont de 0,78 pendant les années 2000, 0,24 pendant les années 1990 et 0,79 durant les années 1970.
32. Ceci vaut également pour les années 1960 et 1980. Les résultats relatifs à ces décennies sont disponibles sur demande. Ils ne sont pas exposés pour des raisons de clarté.

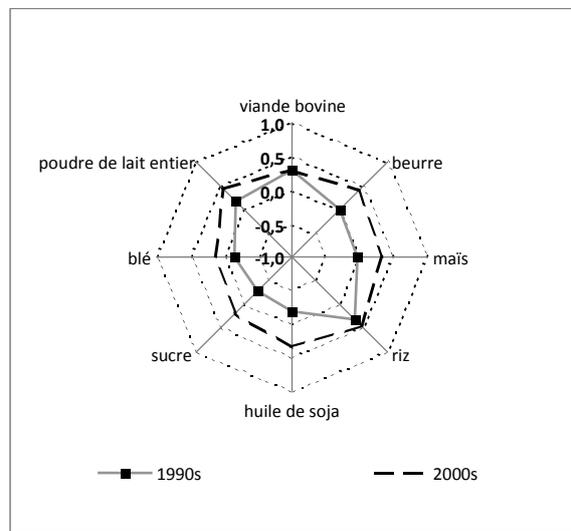
Les corrélations entre le prix des engrais et les prix des différents produits ont aussi été examinées (graphique 3B et annexe 6). Les résultats obtenus pour certains produits semblent différer quelque peu selon la fréquence des données. Les coefficients de corrélation sont globalement plus élevés lorsque les données sont annuelles ($\geq 0,6$ pour six des huit produits), tandis que tous les coefficients sont inférieurs à 0,5 lorsqu'elles sont mensuelles. Les produits les plus corrélés au prix des engrais semblent être le beurre, la poudre de lait entier et le riz, qu'il s'agisse de fréquences mensuelles ou annuelles, mais on peut aussi ajouter à ce groupe le maïs, l'huile de soja et le blé, si l'on considère des données annuelles. Les moins corrélés sont toujours la viande bovine et le sucre.

Graphiques 3. Corrélations instantanées (à partir des taux de croissance trimestriels des prix)

Graphique 3A Avec le prix du pétrole brut



Graphique 3B Avec le prix des engrais



Pour finir, nous indiquons dans le tableau 4 ci-dessous, les corrélations croisées moyennes entre certains produits agricoles, sur l'ensemble de la période et sur les décennies déjà définies. Deux produits se distinguent de par leur coefficient de corrélation relativement élevé. Comme on s'y attend, le coefficient de corrélation entre les prix de la poudre de lait entier et du beurre est particulièrement élevé et augmente par ailleurs dans le temps : 0,70 en moyenne dans les années 1990 et 0,80 dans les années 2000. Une forte corrélation positive s'observe également entre le maïs et le blé, dans une fourchette de [0,5 - 0,6] selon la décennie de comparaison. Après un recul pendant les années 1990, le coefficient de corrélation entre le maïs et l'huile de soja atteint un niveau particulièrement élevé dans les années 2000 (0,74 en moyenne). Un schéma similaire s'observe entre le blé et l'huile de soja, quoiqu'à un niveau inférieur (0,51 dans les années 2000 contre 0,30 en moyenne sur l'ensemble de la période).

Tableau 4. Matrice des corrélations entre les produits agricoles (à partir des taux de croissance trimestriels des prix)

	ensemble de la période								1970s							
	blé	beurre	maïs	poudre de lait entier	riz	huile de soja	sucre	blé	viande bovine	beurre	maïs	poudre de lait entier	riz	huile de soja	sucre	blé
viande bovine	1.00	0.19	0.07	0.10	-0.02	0.04	-0.01	0.11	1.00	(-)	0.34	(-)	0.05	0.07	-0.06	0.33
beurre		1.00	0.19	0.78	0.08	0.33	0.21	0.28		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
maïs			1.00	0.1718	0.32	0.64	-0.01	0.56			1.00	(-)	0.23	0.57	0.38	0.56
poudre de lait entier				1.00	0.09	0.33	0.19	0.16				(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
riz					1.00	0.24	-0.02	0.19					1.00	0.38	0.10	0.35
huile de soja						1.00	0.04	0.30						1.00	0.32	0.30
sucre							1.00	0.16							1.00	0.31
blé								1.00								1.00

	1990s								2000s							
	blé	beurre	maïs	poudre de lait entier	riz	huile de soja	sucre	blé	viande bovine	beurre	maïs	poudre de lait entier	riz	huile de soja	sucre	blé
viande bovine	1.00	-0.05	-0.08	-0.1	-0.27	-0.06	0.01	-0.14	1.00	0.19	0.14	0.13	-0.13	0.16	-0.07	0.04
beurre		1.00	0.21	0.70	0.05	0.27	0.27	0.26		1.00	0.19	0.80	0.06	0.32	0.16	0.28
maïs			1.00	0.03	0.06	0.37	0.21	0.68			1.00	0.20	0.40	0.74	-0.11	0.49
poudre de lait entier				1.00	0.29	0.17	0.18	0.22				1.00	0.06	0.33	0.18	0.14
riz					1.00	0.16	-0.04	0.17					1.00	0.33	-0.05	0.05
huile de soja						1.00	0.25	0.28						1.00	-0.05	0.51
sucre							1.00	0.08							1.00	0.16
blé								1.00								1.00

Source : calculs effectués par l'auteur.

IV.2. Quelques tests de causalité

Même si ces coefficients de corrélation révèlent des interactions ou des liens entre les variations des prix des produits et celles des prix du pétrole brut et des engrais, la question est de savoir dans quelle mesure la variabilité sous-jacente de ces deux séries de prix d'intrants et des taux de change entraîne une augmentation de la variabilité observée dans les séries de prix des différents produits. Afin de déterminer leur contribution, des tests de causalité de Granger sont appliqués aux séries de prix.

Le test de causalité de Granger permet de déterminer si une première série temporelle peut servir à en prédire une deuxième. Une série temporelle X constitue une cause Y au sens de Granger si l'on peut démontrer, au moyen de tests F sur des valeurs décalées de X , que ces valeurs X donnent des indications statistiquement significatives sur les valeurs futures de Y . Nous avons donc réalisé des tests de causalité de Granger sur l'ensemble de la période entre, d'une part, les prix des intrants et le taux de change euro-dollar et, d'autre part, les prix de chaque produit agricole. Nous avons testé la significativité de l'augmentation trimestrielle des prix pétroliers ou des taux de change ou des prix des engrais eu égard aux prix mensuels des produits (avec un décalage, à savoir sur un trimestre de la série). Ces tests ont porté sur des prix des produits libellés à la fois en dollars des États-Unis et en euros, après conversion³³.

Les résultats indiqués à l'annexe 7 suggèrent qu'il existe des liens de cause à effet, particulièrement entre, d'une part, le pétrole et le taux de change euro-dollar des États-Unis, et, d'autre part, les produits agricoles. Ceci est particulièrement vrai pour la viande bovine, le beurre et le sucre, mais moins pour les céréales. En revanche, cette causalité ne semble pas avoir augmenté dans le temps³⁴ et rien n'indique que les taux de change accroissent la volatilité des prix des produits, qu'ils soient exprimés en euros ou en dollars des États-Unis. Bien entendu, les résultats pourraient être différents dans le cas d'autres devises.

V. Conclusion

Cette étude replace les récentes envolées et variations des prix des produits dans leur contexte historique. Beaucoup estiment, en effet, au vu des flambées et des chutes rapides des prix observées récemment, que la volatilité des prix agricoles s'est accrue au fil du temps. Or, d'après notre analyse, il n'est pas certain que la volatilité des prix au cours de la période récente soit très différente de la volatilité observée sur des périodes antérieures pendant les cinquante dernières années, exception faite du blé et du riz. Cette analyse statistique a démontré également la solidité des conclusions tirées sur la volatilité des prix des produits, du point de vue des sources de données utilisées, et, généralement, du point de vue des mesures de la volatilité utilisées, basées sur l'écart-type des séries de prix en différences premières, sur le coefficient corrigé de variation et sur le coefficient de variation. Nous avons observé très peu de différences entre les résultats, que la volatilité soit mesurée sur des prix libellés en dollars des États-Unis ou en euros.

33. Nous avons mené des tests similaires sur des données annuelles. Les résultats (disponibles sur demande) révèlent des effets de causalité moins significatifs.

34. Les résultats détaillés pour chaque décennie, qui ne sont pas communiqués ici, sont disponibles sur demande.

L'évolution des indices des prix mondiaux des produits alimentaires et des matières premières agricoles et de chacun des huit produits agricoles étudiés confirme le haut niveau des prix durant les années 1970 et au cours de la période récente de 2006-08. Le schéma des variations des prix observées illustre également le niveau particulièrement bas des prix mondiaux durant les années 1960 et les fortes chutes intervenues en 2009.

Pour autant, l'analyse statistique de la volatilité des séries de prix des produits agricoles sélectionnés montre que la volatilité des prix n'a pas suivi de tendance générale à la hausse évidente au cours des cinquante dernières années, exception faite du blé et du riz. S'agissant de l'épisode le plus récent d'envolée et d'effondrement des prix agricoles de 2006-09, on peut globalement conclure que la volatilité des prix a été plus forte que pendant les années 1990, sans être nécessairement supérieure à ce qu'elle avait été dans les années 1970, le blé et le riz étant les deux grandes exceptions.

D'après les tests sur les variances, la volatilité enregistrée en 2008 est considérablement plus élevée que dans le passé pour la quasi-totalité des produits. Toutefois, depuis janvier 2009, cette volatilité semble être revenue à un niveau similaire à celui des décennies précédentes, les produits laitiers étant la seule exception. Ceci va généralement dans le sens de la littérature consacrée à ce sujet, à savoir que le pic récent de volatilité des prix est plutôt transitoire (Balcombe (2009), Gilbert et Morgan (2010), OCDE (2010c)). Nos résultats sont cohérents avec ceux de Sumner (2009), qui constate, à l'issue d'une analyse des prix du maïs et du blé sur une longue durée, qu'à chaque fois que les prix se sont envolés, ils sont retombés fortement peu après. Matthews (2010) observe une volatilité plus forte pour six produits agricoles dans l'UE, en se basant sur des prix allemands, mais son étude ne couvre pas les années 1970.

La présente étude révèle aussi quelques particularités concernant certains produits agricoles. On note en particulier que c'est toujours dans le cas de la viande bovine que la volatilité mesurée par l'écart-type des prix en différences premières est la plus basse en moyenne. Les tests sur les moyennes et les tests sur les variances effectués à partir de cette mesure confirment tous deux que les niveaux de volatilité des prix de la viande bovine et du sucre ont été plus bas ces dernières années que dans les années 1970.

D'après les tests d'égalité des variances, la volatilité des prix du blé observée en 2007 semble généralement plus élevée que dans le passé (surtout par rapport aux années 1970), alors que celle des autres produits est plutôt inférieure. En revanche, la volatilité observée en 2008 semble le plus souvent supérieure à ce qu'elle était auparavant : ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne les céréales, telles que le maïs, le riz et le blé, par rapport aux années 1970, mais cette conclusion vaut pour tous les produits, à l'exception du sucre, si l'on considère l'ensemble de la période d'échantillonnage ou simplement la sous-période des années 1990. La volatilité des prix de l'huile de soja et des produits laitiers s'avère plus élevée à la fin de la période que dans les années 1990.

Cette étude avait pour deuxième objectif d'évaluer s'il existe des liens étroits entre le prix du pétrole ou celui des engrais et les variations des prix des produits agricoles étudiés. Les coefficients de corrélation entre les fluctuations des prix de chaque intrant et les fluctuations des prix de chaque produit agricole suggèrent que les corrélations sont plus fortes sur douze mois que sur des périodes plus courtes et qu'elles augmentent en période de prix élevés. S'agissant de la dernière décennie, les produits agricoles les plus étroitement liés au prix du pétrole sont le beurre, la poudre de lait entier et l'huile de soja, si l'on se base sur des données mensuelles. Les données annuelles montrent quant à elles que les produits les plus fortement corrélés au pétrole sont le maïs, la poudre de lait entier, le blé et le beurre. Les moins corrélés sont toujours la viande bovine et le sucre. La

corrélation entre le prix du pétrole et le prix des engrais est particulièrement élevée dans les années 2000, à 0,56 (0,78), alors qu'elle n'est que de 0,13 (0,24) dans les années 1990, si l'on se base sur des données mensuelles (annuelles). En outre, on constate de fortes corrélations entre certains produits agricoles : les prix de la poudre de lait entier et du beurre, les prix du maïs et du blé, les prix du maïs et de l'huile de soja, les prix du blé et de l'huile de soja.

Enfin, les résultats des tests de causalité de Granger indiqueraient qu'il existe des liens de cause à effet, surtout entre, d'une part, le pétrole et le taux de change euro-dollar, et d'autre part, la viande bovine, le beurre et le sucre. En revanche, rien n'indique que ces liens de causalité se soient renforcés au fil du temps, ni que les taux de change entraînent une plus forte volatilité des prix lorsqu'ils sont exprimés en euros plutôt qu'en dollars. Il serait intéressant de voir si ces conclusions se confirment lorsque les prix sont exprimés dans des « petites devises » (dollars australiens ou néo-zélandais par exemple), susceptibles d'être plus volatiles.

Il convient de noter que les résultats statistiques de ces tests de causalité doivent être interprétés avec prudence étant donné les changements intervenus dans le contexte international au cours des cinquante dernières années. Il serait donc intéressant d'élargir cette analyse aux prix nationaux afin d'étudier la transmission de la volatilité des prix mondiaux aux marchés intérieurs et l'impact de l'action publique. On observerait probablement que le processus de libéralisation et certains accords commerciaux régionaux, par exemple, ont une incidence sur le niveau de la transmission. En effet, à mesure que l'intégration des marchés mondiaux s'accroît, les chocs économiques qui surviennent sur les marchés internationaux tendent à se répercuter beaucoup plus rapidement qu'auparavant. Dans un tel contexte, les prix intérieurs peuvent accuser une volatilité à laquelle les producteurs agricoles n'étaient pas confrontés auparavant, les pays à bas revenu étant les plus éprouvés.

La libéralisation des échanges de produits agricoles s'est particulièrement accrue depuis l'Accord de Marrakech de 1994. Les résultats statistiques montrent que la volatilité des prix de la plupart des produits est plus forte actuellement que dans les années 1990. Dans ce contexte, les événements des dernières années semblent indiquer que les autorités et les parties prenantes sont désormais confrontées à de nouveaux défis, liés à la volatilité des prix et des marchés agricoles, et qu'elles devraient coordonner leur action à cet égard. La forte corrélation entre le prix du pétrole brut et le prix de certains produits dans les années 2000 semble confirmer que les biocarburants ont contribué aux récentes flambées de prix.

La volatilité des prix agricoles reste un sujet de préoccupation important pour les pouvoirs publics. Il est possible que se produisent de nouveaux épisodes de fortes hausses suivies de fortes chutes de prix, comme dans les années 2006-09, et qu'ils aient des répercussions négatives sur les prix et la sécurité alimentaires ainsi que sur les revenus des agriculteurs. Afin d'élargir le champ des recherches à l'avenir, le lien entre la volatilité des prix et la sécurité alimentaire pourrait faire l'objet d'une analyse. En outre, il serait peut-être intéressant de mesurer le poids de l'utilisation des produits pétroliers dans les coûts de production et de transport des huit produits agricoles étudiés, afin de déterminer si elle pourrait expliquer, au moins partiellement, la corrélation entre le prix du pétrole brut et les prix des produits agricoles.

Références

- Abbott P. et Borot de Battisti A. (2009), Recent Global Food Price Shocks: Causes, Consequences and Lessons for African Governments and Donors. Rapport présenté à l'International Agricultural Trade Research Consortium .
- Acemoglu D., Johnson S., Robinson J.A. et Thaicharoen Y. (2003), Institutional causes, macroeconomic symptoms: volatility, crises and growth. *Journal of monetary economics*. 50 (1). p. 49-123.
- Aizenman J. et Marion N. (1993), Policy uncertainty, persistence and growth. *Review of international economics*. 1 (9). p. 145-163.
- Aizenman J. et Pinto B. (2005), Managing economic volatility and crises: a practitioner's guide overview. Cambridge University Press.
- Balcombe K. (2009), The nature and determinants of volatility in agricultural prices: an empirical study from 1962-2008. Rapport présenté à l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Bollerslev T. (1986), Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*. 31. p. 307-327.
- Cashin P.C. et McDermott C.J. (2002), The long-run behavior of commodity prices: small trend and big variability. *IMF Staff Papers* 49 (2). p 175-199.
- Clem A. (1985), Commodity price volatility: trends during 1975-84. *Monthly labor review*, juin.
- Commission européenne (2009), Historical price volatility. Direction générale de l'agriculture et du développement rural, Bruxelles.
- Cuddy J.D.A. et Della Valle P.A. (1978), Measuring the instability of time series data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 40 (1). p. 79-85..
- Deaton A. et Laroque G. (1992), On the behavior of commodity prices. *Review of economic studies*. 59. p. 1-23.
- Dehn J., Gilbert C. L. et Varangis P. (2005), Agricultural commodity price volatility, in *Managing Economic volatility and crises: a practitioner's guide*. Aizenman J. et Pinto B. (dir. pub.). Cambridge University Press.
- De Schutter O. (2010). Food commodities speculation and food price crises: regulation to reduce the risks of price volatility. <http://www.srfood.org/> Rapporteur spécial des Nations Unies sur le droit à l'alimentation, note d'information 02, septembre.
- Galtier F. (2009), How to manage food price instability in developing countries? UMR Moisa. Working paper n°5.
- Gilbert C.L. (2006), Trends and volatility in agricultural commodity prices. In A. Sarris et D. Hallam (dir. pub.), *Agricultural Commodity Markets and trade*, Cheltenham, Edward Elgar.
- Gilbert C.L. (2010), How to understand high food prices. *Journal of Agricultural Economics*. 61(2). p. 398-425.

- Gilbert C.L. et Morgan C.W. (2010), Has food price volatility risen? version révisée, 8 avril 2010. Workshop on Methods to Analyse price volatility. Seville, Espagne. Janvier 2010.
- Gohin A. et Chantret F. (2010), The long run impact of energy prices on world food markets: The role of macro-economic linkages. *Energy policy* 38(1), p. 333-339.
- Irwin Scott H. et Sanders Dwight R. (2010), The Impact of Index and Swap Funds on Commodity Futures Markets, Documents de travail de l'OCDE sur l'alimentation, l'agriculture et les pêcheries).
- Jacks D.S., O'Rourke et Williamson J.G. (2009), Commodity price volatility and world market integration since 1700. *NBER Working paper series* 14748.
- Knight Frank H. (1921), Risk, Uncertainty and profit, Boston, MA: Hart, Schaffner & Marx; Houghton Mifflin Co., <http://www.econlib.org/library/Knight/knRUP.html>.
- Labys W.C. (2006), Modeling and forecasting primary commodity prices. Ashgate. 239 pages.
- Matthews A. (2010), Perspectives on addressing market instability and income risk for farmers. Joint AES and SFER conference on The Common Agricultural policy post 2013. Édinbourg. Mars 2010.
- OCDE (2009), Gestion des risques dans l'agriculture - Une approche holistique. 168 pages.
- OCDE (2010a), Revue thématique sur la gestion du risque : Nouvelle-Zélande. TAD/CA/APM/WP(2010)16. 27 avril 2010.
- OCDE (2010b). Mesures prises dans les économies émergentes face aux flambées des cours internationaux des produits agricoles de base. TAD/CA/APM/WP(2010)13/FINAL.
- OCDE (2010c), Volatilité des prix et transmission des prix. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2010-2019. Chapitre 2. TAD/CA/APM/WP (2010)1.
- Ramey G. et Ramey V.A. (1995). Cross-country evidence on the link between volatility and growth. *American Economic Review*. 85 (5). p. 1138-1151.
- Rodrick D. (1999), Where did all the growth go? External shocks, social conflict and growth collapse. *Journal of economic growth*. 4 (4). 385-412.
- Serra T. et Zilberman D. (2009), Price volatility in ethanol markets. Paper presented at the Agricultural and applied economics associations, Milwaukee, États-Unis, 2009).
- Sumner D.A. (2009), Recent commodity price movements in historical perspective. *American Journal of Agricultural Economics*. 91 (5). p. 1250-1256.

Annexe 1.

Données

L'analyse de la volatilité des prix est basée sur dix produits : huit produits agricoles (viande bovine, beurre, maïs, riz, huile de soja, sucre, blé et poudre de lait entier) et deux intrants (pétrole brut et engrais).

Afin que des comparaisons utiles puissent être faites, les données proviennent de trois sources différentes : données utilisées par Aglink, Statistiques financières internationales du FMI et base de données de la CNUCED.

La base de données du FMI contient des données annuelles et mensuelles sur les prix mondiaux nominaux remontant à 1957, tandis que celle de la CNUCED remonte à 1960³⁵. On notera toutefois les exceptions suivantes : les données mensuelles relatives aux engrais, au beurre et à la poudre de lait entier proviennent du ministère de l'Agriculture des États-Unis et ne sont disponibles qu'à partir de 1995. Les données sur les prix du maïs, issues de la CNUCED, remontent à juillet 1986.

Dans le projet AGLINK, seules des données annuelles sont disponibles. L'étendue de la période varie selon le produit : les données sont disponibles depuis 1970 dans les cas du pétrole brut, du riz et du sucre, depuis 1971 dans ceux du beurre, du maïs et du blé, depuis 1979 dans celui de la poudre de lait entier et depuis 1983 dans ceux de l'huile de soja et de la viande bovine.

Les taux de change bilatéraux euro-dollar sont disponibles depuis 1970 (données mensuelles et annuelles). Ils proviennent d'Eurostat.

Quelles que soient les sources, la période d'échantillonnage s'arrête en 2009, s'agissant des données annuelles, et en février 2010, s'agissant des données mensuelles, à l'exception des engrais dont les données de prix mensuelles s'arrêtent en 2009:8.

³⁵

Les prix réels comme les prix nominaux sont étudiés dans la littérature. Toutefois, si l'on prend les prix réels, il faut corriger les séries de prix de l'inflation, ce qui introduit une nouvelle part d'incertitude dans la mesure de la volatilité. En effet, il n'y a pas de consensus sur le déflateur qui convient le mieux pour ce faire, et, par ailleurs, le choix est toujours limité par la disponibilité des données.

Tableau A1.1 Définitions et sources des données

	Données utilisées par AGLINK			FMI		CNUCED	
	Définition	Source	Unité	Définition	Unité	Définition	Unité
Viande bovine ^a	Bouvillons de choix du Nebraska 1000-1300 livres	ERS	USD/t	Australie	Cents USD/livre	Australie & Nouvelle Zélande congelé désossé E-U prix à l'importation f.a.b port d'entrée	Cents USD/livre
Beurre ^b	Nouvelle-Zélande. Prix à l'exportation	Ministère de l'Agriculture et des États-Unis	USD/t	Discontinue	-	-	-
Engrais ^c	Prix mondial des engrais	FAO	USD/t	-	-	-	-
Maïs ^d	Maïs jaune, n° 2, f.a.b Ports Golfe du Mexique (septembre/août)	ERS	USD/t	Nouvelle-Zélande	USD/t	Maïs États-Unis jaune n° 3, f.a.b Golfe du Mexique	USD/t
Pétrole brut	Actualisation à court terme du prix du pétrole brut tirée des Perspectives économiques de l'OCDE n° 86.	AIE	USD/baril	Brent du R-U	USD/baril	Pétrole brut moyenne de Dubai/Brent/Texas à pondération égale	USD/baril
Riz	Usiné, 100%. catégorie b. f.a.b Bangkok	FAO	USD/t	Thaïlande (Bangkok)	Cents USD/livre	Thaïlande blanchi. 5% brisures. cours nominal. f.a.b Bangkok	Cents USD/livre
Huile de soja ^e	Prix moyen pondéré des huiles d'oléagineux et de palme. Port européen	Ministère de l'Agriculture et des États-Unis	USD/t	Toutes origines (ports néerlandais)	USD/t	Huile de soja. Pays-Bas. FAB départ usine	USD/t
Sucre	Prix mondial sucre brut, ICE n° 11 f.a.b, prix vrac, octobre/septembre.	Ministère de l'Agriculture et des États-Unis	USD/t	Monde - Sucre : Caraïbes	Cents USD/livre	moyenne des prix du jour I.S.A. f.a.b ports des Caraïbes (cents/livre.)	Cents USD/livre
Blé	Blé HRW n° 2, f.a.b ports américains Golfe du Mexique	ERS	USD/t	États-Unis (ports américains golfe du Mexique)	USD/t	États-Unis. Blé HRW n° 2 (ordinaire). f.a.b Golfe du Mexique	USD/t
Poudre de lait entier ^b	Nouvelle-Zélande - Prix indicatifs à l'exportation des produits laitiers -USD/t f.a.b	Ministère de l'Agriculture et des États-Unis	USD/t	-	-	-	-

Note : ERS : Economic Research Service (Service de recherches économiques) ; AIE : Agence internationale de l'énergie ;

^a Viandes bovine et de veau dans AGLINK ;

^b Les données de fréquence mensuelle relatives au beurre et à la poudre de lait entier proviennent, elles aussi, du ministère de l'Agriculture des États-Unis.

^c Le prix des engrais est calculé en combinant les prix de leurs différents composants pondérés sur une base fixe publiés par la Banque mondiale : 20 % de DAP (phosphate diammonique) (États-Unis), 16 % de MOP (chlorure de potassium) (Canada), 2 % de TSP (superphosphate triple) (États-Unis), et 62 % d'urée (Europe orientale).

^d céréale secondaire dans AGLINK

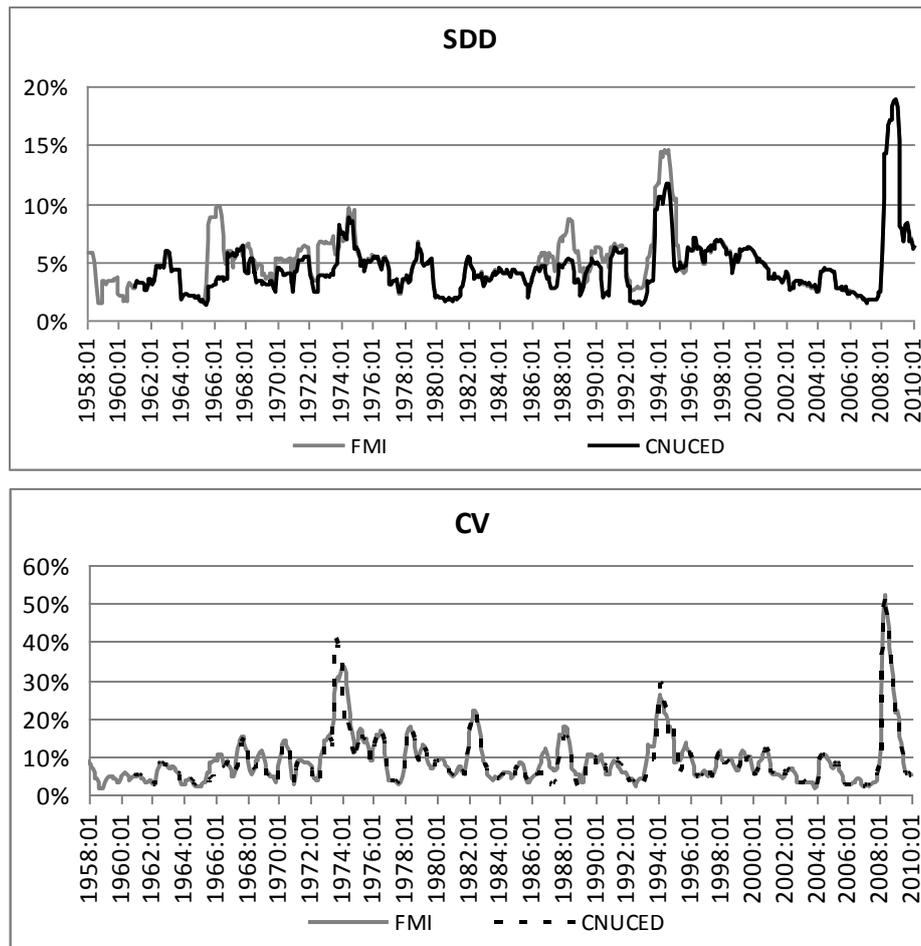
^e huile végétale dans AGLINK

Les cents d'USD par livre sont convertis en USD par tonne en multipliant le nombre de cents/livre par 22,046.

Annexe 2.

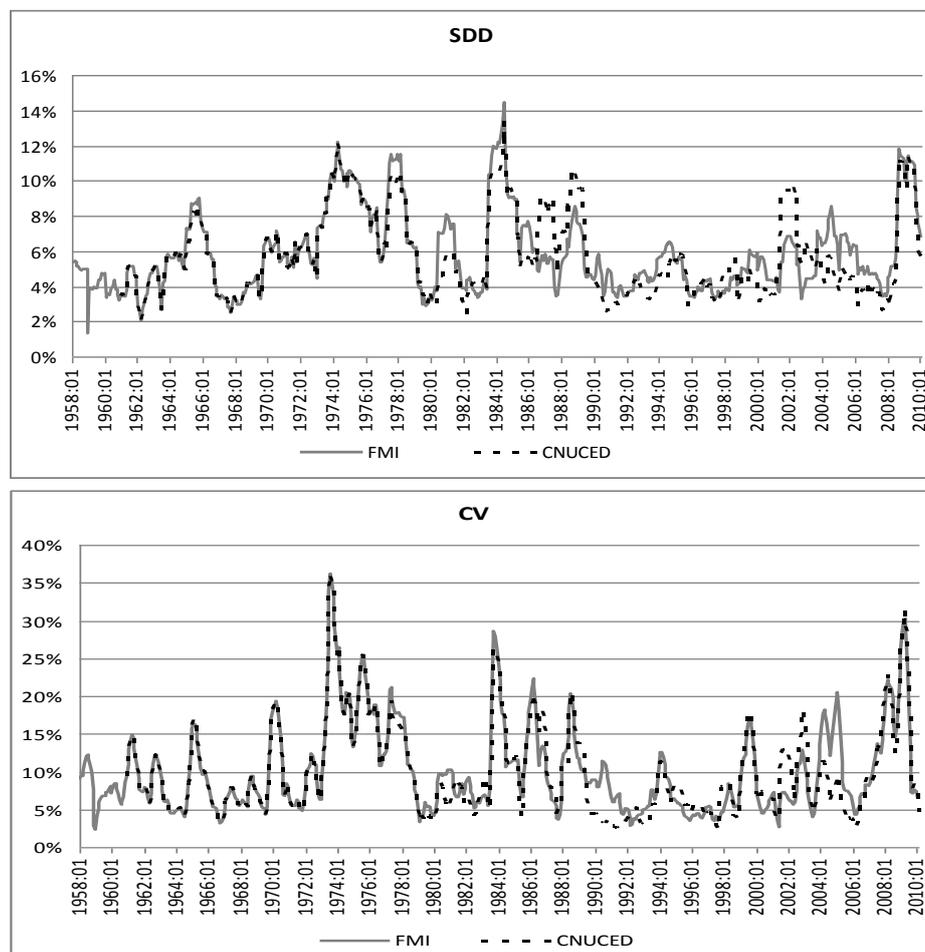
Mesures de la volatilité selon les sources, à partir de données mensuelles :
comparaison FMI / CNUCED

Graphique A2.1 Volatilité des prix du riz, SDD et CV



Source : calculs effectués par l'auteur.

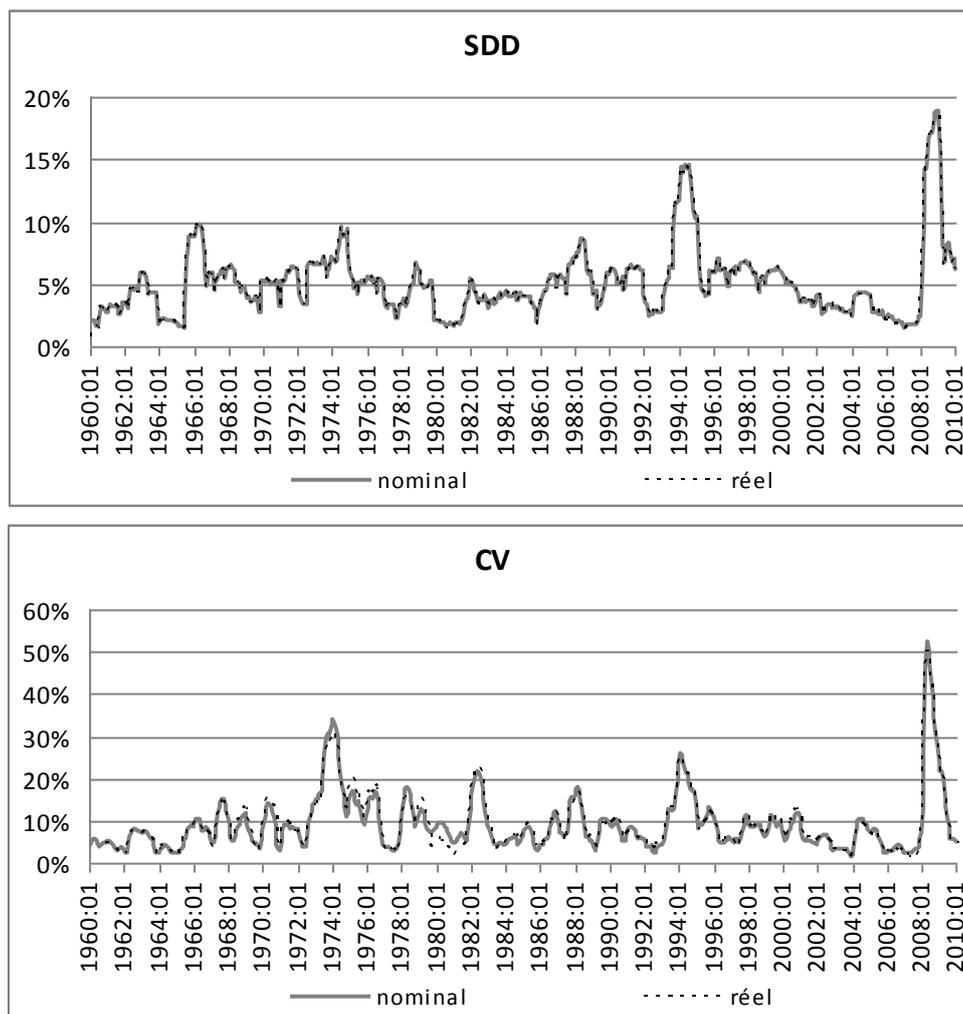
Graphique A2.2 Volatilité des prix de l'huile de soja, SDD et CV



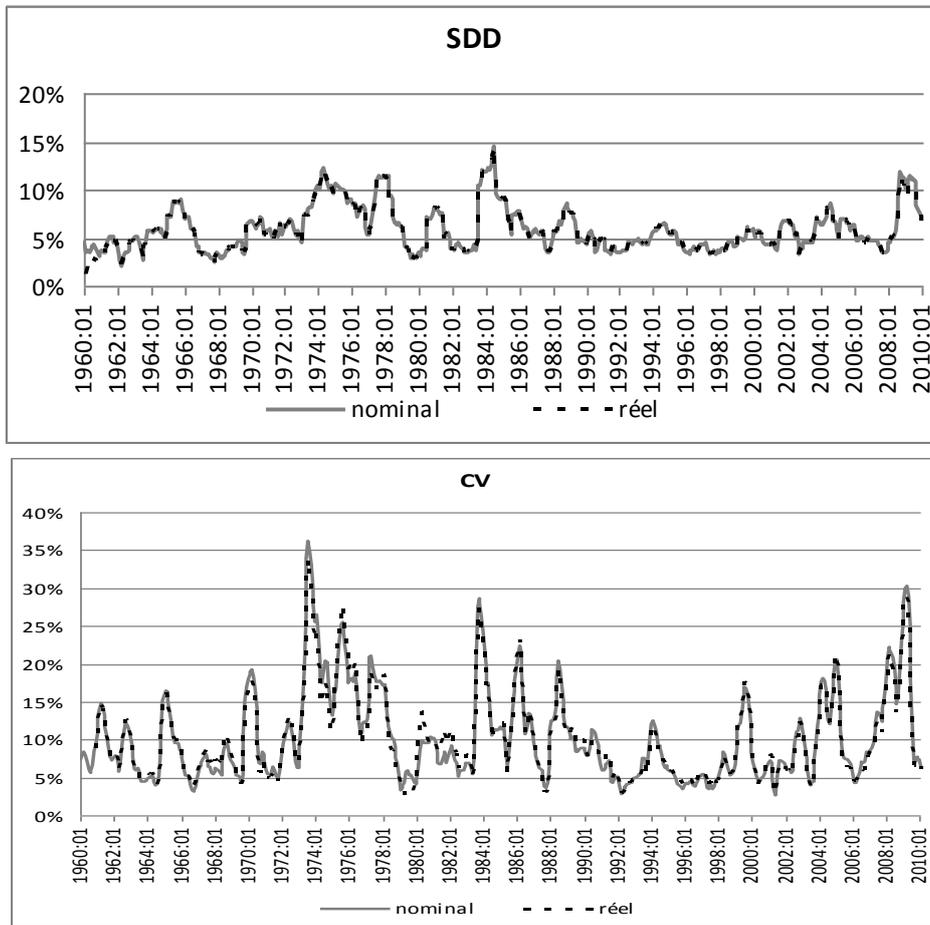
Source : calculs effectués par l'auteur.

Annexe 3. Mesures de la volatilité des prix nominaux et réels à partir de données mensuelles du FMI

Graphique A3.1 Volatilité des prix du riz, SDD et CV

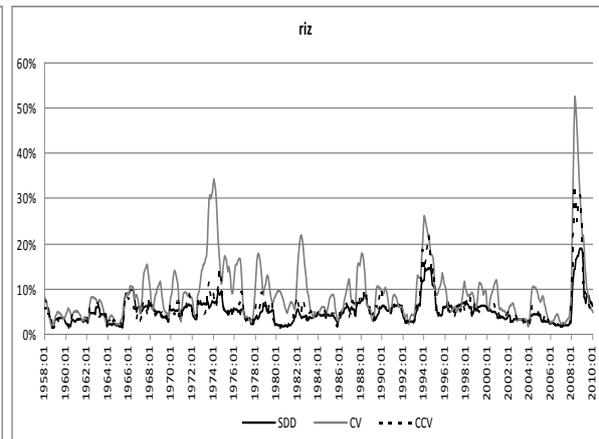
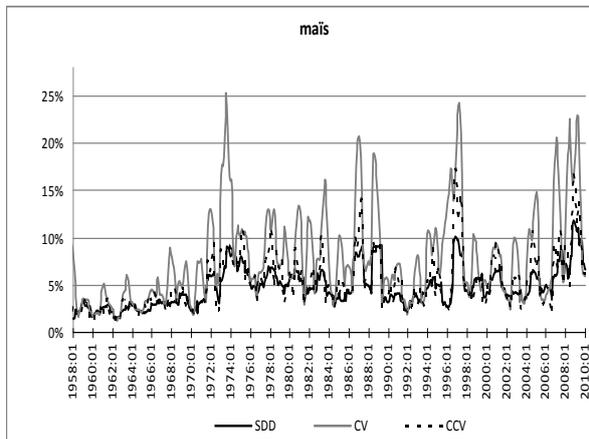
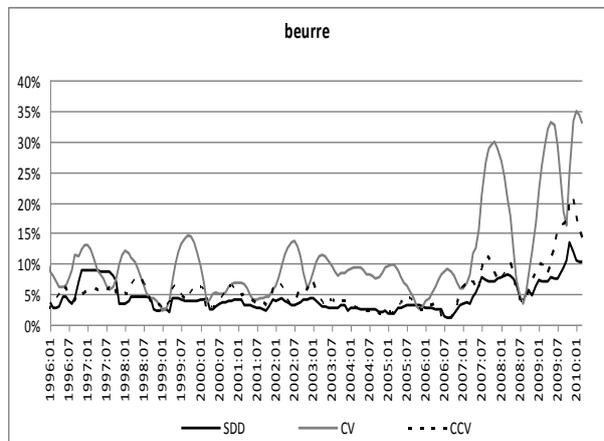
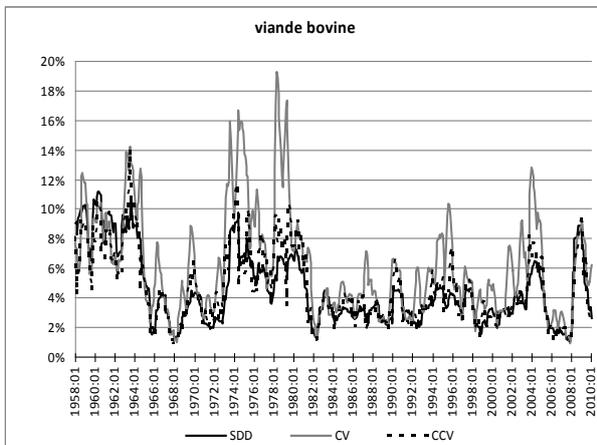


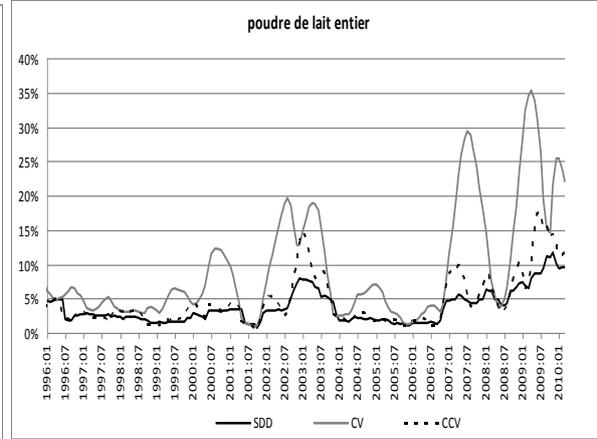
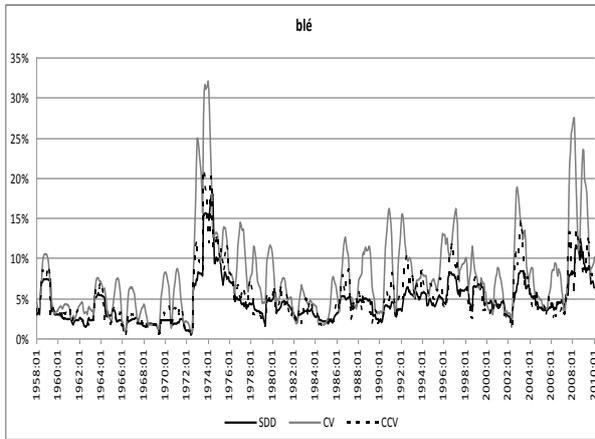
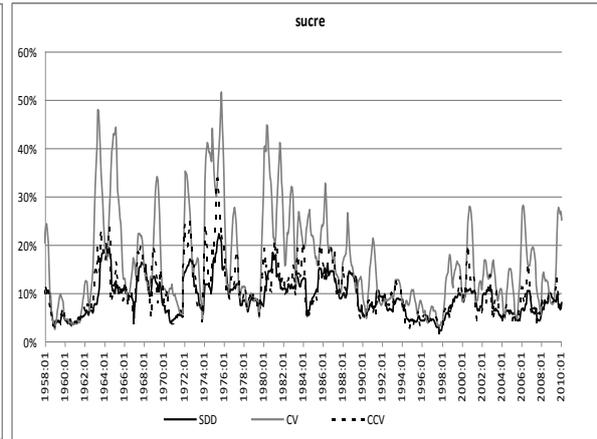
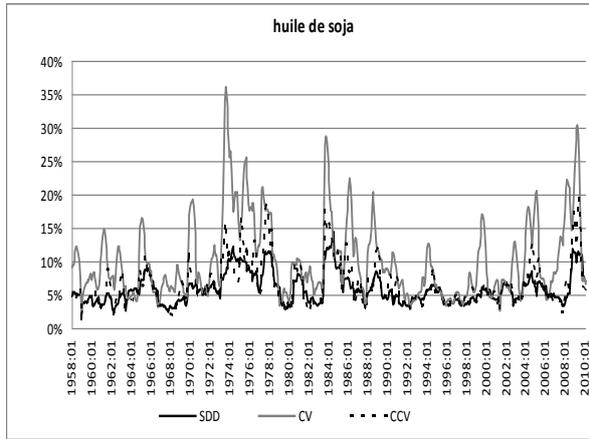
Graphique A3.2 Volatilité des prix de l'huile de soja, SDD et CV



Annexe 4.

Mesures de la volatilité à partir de données mensuelles du FMI ou du ministère de l'Agriculture des États-Unis





Annexe 5.

Mesures de la volatilité basées sur l'écart-type des différences premières des prix mensuels - comparaison prix en USD/prix en eur

Tableau A5.1 Mesures de la volatilité - prix en USD

	Ensemble de la période	1970:1-1980:12	1990:1-2000:12	2001:1-2010:2	2006 :1-2010 :2
Viande bovine	4,30%	5,40%	3,30%	4,10%	4,40%
Beurre	4,50%	-	4,70%	4,50%	7,00%
Maïs	4,80%	5,80%	4,70%	5,90%	8,10%
Riz	5,00%	5,00%	6,40%	5,20%	8,40%
Huile de soja	5,90%	7,50%	4,50%	6,30%	7,00%
Sucre	9,30%	11,20%	6,70%	7,20%	7,30%
Blé	4,60%	6,00%	5,20%	6,10%	8,00%
Poudre de lait entier	3,70%	-	2,50%	4,50%	6,60%

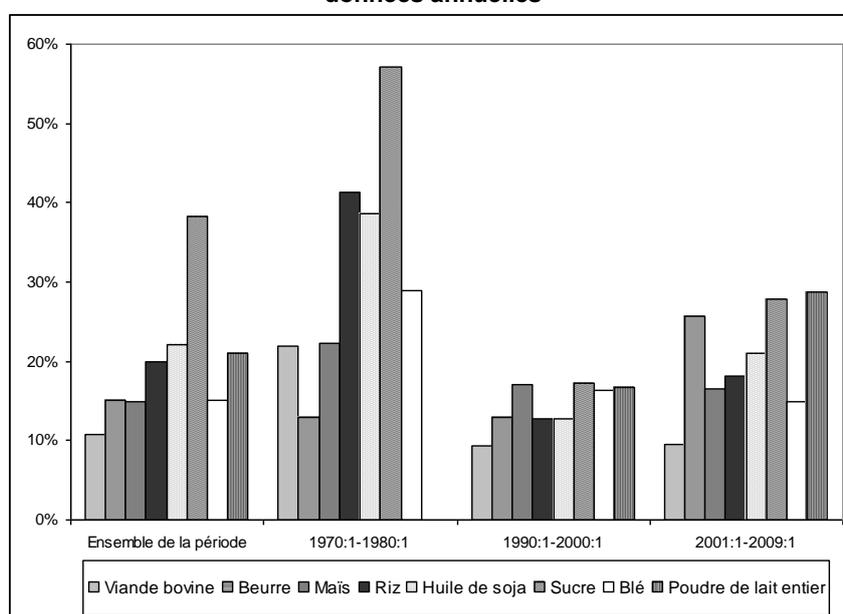
Tableau A5.2 Mesures de la volatilité - prix en euros

	Ensemble de la période	1970:1-1980:12	1990:1-2000:12	2001:1-2010:2	2006 :1-2010 :2
Viande bovine	4,60%	5,70%	4,20%	4,90%	5,10%
Beurre	4,90%	-	4,90%	4,80%	7,00%
Maïs	6,00%	6,30%	5,70%	6,10%	7,90%
Riz	5,80%	5,40%	6,90%	5,40%	8,40%
Huile de soja	6,50%	7,60%	5,20%	6,10%	6,40%
Sucre	9,40%	11,50%	7,10%	7,60%	7,50%
Blé	5,70%	6,60%	5,90%	6,20%	7,20%
Poudre de lait entier	4,00%	-	2,70%	4,80%	6,30%

Annexe 6.

Résultats à partir de données annuelles

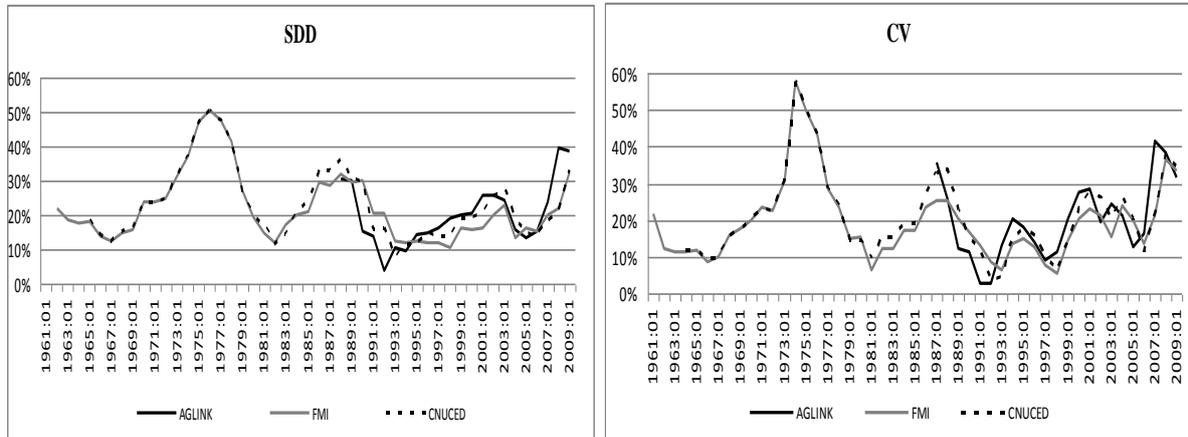
Graphique A6.1 Volatilité moyenne calculée sous la forme d'un écart-type glissant (SDD) – données annuelles



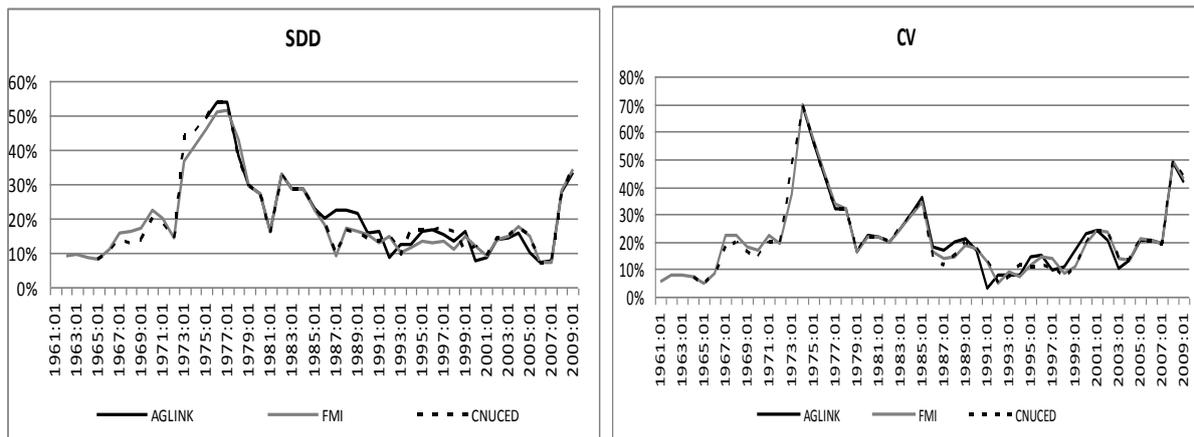
Source : FMI sauf pour le beurre et la poudre de lait entier (ministère de l'Agriculture des États-Unis).

Comparaisons des mesures de la volatilité selon les sources - Données annuelles

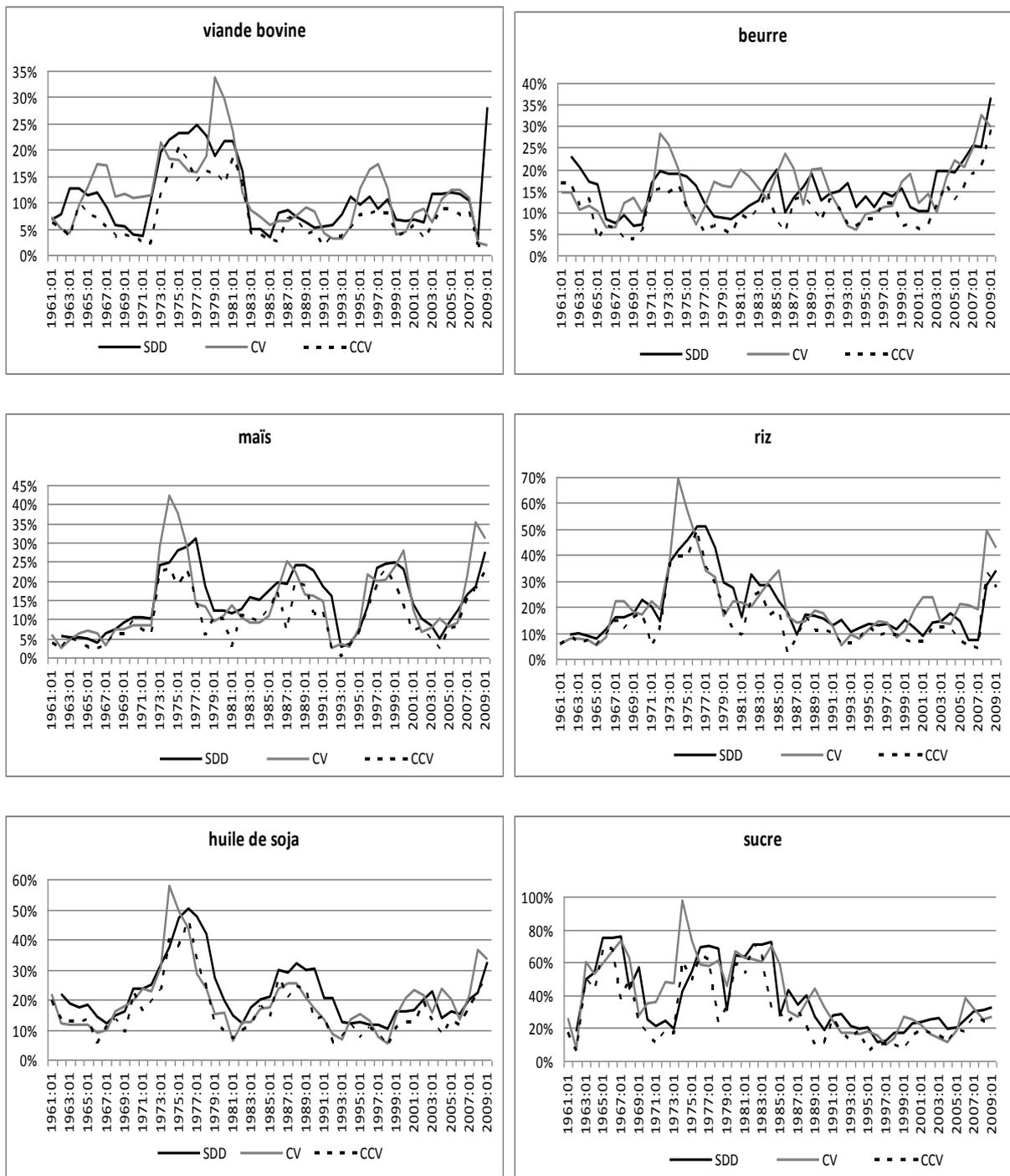
Graphique A6.2 Volatilité des prix de l'huile de soja - données annuelles



Graphique A6.3 Volatilité des prix du riz - données annuelles



Graphique A6.4 Comparaisons des mesures de la volatilité par produit à partir de données annuelles du FMI ou du ministère de l'Agriculture des États-Unis



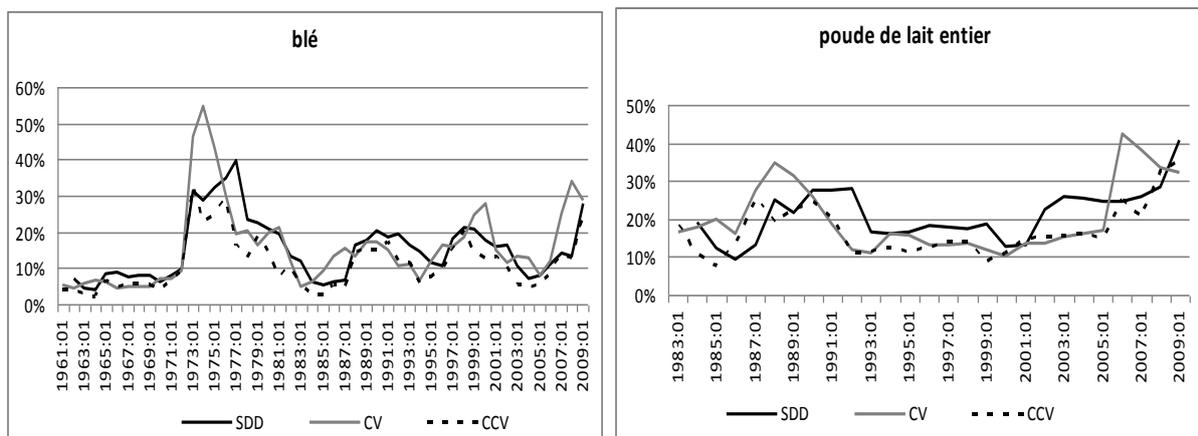


Tableau A6.1 Tests d'égalité des moyennes de la volatilité entre la dernière décennie (2001-2009) et d'autres périodes

	Écart-type glissant		
	Ensemble de la période	1970-1980	1990-2000
Viande bovine	-0.58 (0.56)	-6.45*** (0.00)	0.18 (0.85)
Beurre	3.42*** (0.00)	3.67*** (0.00)	4.20*** (0.00)
Mais	0.51 (0,60)	-1,27 (0,23)	-0,07 (0,95)
Riz	-0.28 (0.77)	-3.47*** (0.00)	0.99 (0.34)
Huile de soja	-0.31 (0.76)	-3.31*** (0.00)	2.60** (0.02)
Sucre	-2.80*** (0.00)	-4.74*** (0.00)	3.89*** (0.00)
Blé	-0.07 (0.94)	-3.22*** (0.00)	-0.35 (0.73)
Poudre de lait entier	2.31** (0.02)	-	3.85*** (0.00)
	Coefficient de variation		
	Ensemble de la période	1970-1980	1990-2000
Viande bovine	-1.29 (0.20)	-3.71*** (0.00)	-0.72 (0.49)
Beurre	4.20*** (0.00)	4.12*** (0.00)	4.84*** (0.00)
Mais	1.17 (0.24)	-0.17 (0.86)	0.49 (0.62)
Riz	1.39 (0.17)	-0.91 (0.38)	2.79** (0.02)
Huile de soja	1.19 (0.24)	-1.07 (0.30)	2.56** (0.02)
Sucre	-2.59** (0.01)	-5.39*** (0.00)	2.53** (0.02)
Blé	1.11 (0.27)	-1.02 (0.33)	0.71 (0.49)
Poudre de lait entier	2.64** (0.01)	-	4.37*** (0.00)

valeur p entre parenthèses (...).

*, **, *** indiquent respectivement un niveau de significativité au seuil de 10, 5 et 1%.

Source : calculs effectués par l'auteur.

Tableau A6.2 Synthèse des tests de moyenne

	Par rapport à l'ensemble de la période		Par rapport aux années 1970		Par rapport aux années 1990	
	Volatilité moyenne <i>inférieure</i>	Volatilité moyenne <i>supérieure</i>	Volatilité moyenne <i>inférieure</i>	Volatilité moyenne <i>supérieure</i>	Volatilité moyenne <i>inférieure</i>	Volatilité moyenne <i>supérieure</i>
2001-2010						
Données annuelles	Sucre	beurre, poudre de lait entier	viande bovine, <i>riz</i> , <i>huile de soja</i> , sucre, <i>blé</i>	beurre		beurre, <i>riz</i> , <i>huile de soja</i> , sucre, poudre de lait entier

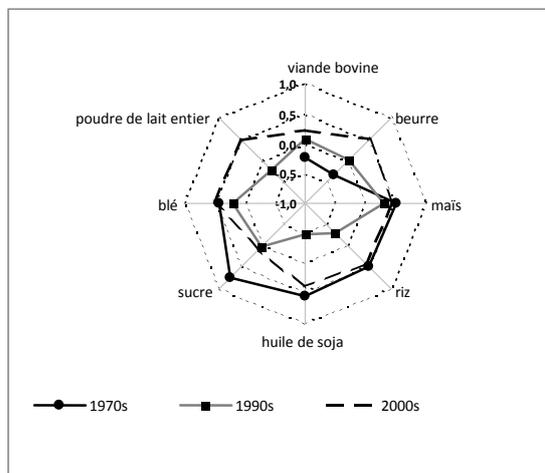
Note : les italiques indiquent que la conclusion n'est valable que pour l'une des deux mesures (SDD ou CV)

Tableau A6.3 Tests d'égalité des variances entre les dernières années et d'autres périodes - données annuelles

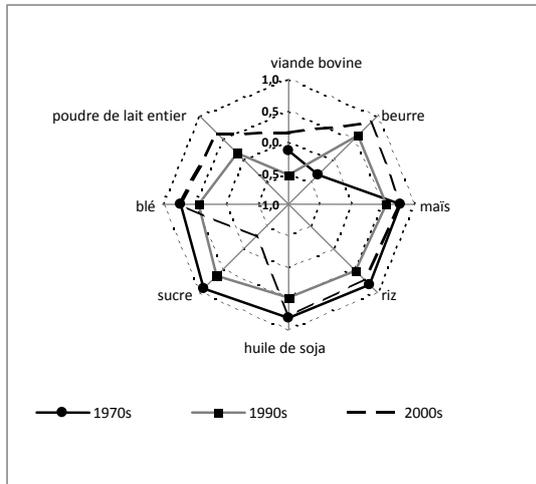
		Variance sur la période 2003-2007 comparée à							
		viande bovine	beurre	maïs	riz	huile de soja	sucre	blé	poudre de lait entier
1974									
1975									
1976									
1977									
1978									
1979									
1980									
1994									
1995									
1996									
1997									
1998									
1999									
2000									
Période totale									
		Variance sur la période 2004-2008 comparée à							
		viande bovine	beurre	maïs	riz	huile de soja	sucre	blé	poudre de lait entier
1974									
1975									
1976									
1977									
1978									
1979									
1980									
1994									
1995									
1996									
1997									
1998									
1999									
2000									
Période totale									
		Variance sur la période 2006-2009 comparée à							
		viande bovine	beurre	maïs	riz	huile de soja	sucre	blé	poudre de lait entier
1974									
1975									
1976									
1977									
1978									
1979									
1980									
1994									
1995									
1996									
1997									
1998									
1999									
2000									
Période totale									

Graphique A6.5 Corrélations instantanées (à partir de données annuelles en différences premières)

Graphique A6.5a Avec le prix du pétrole brut

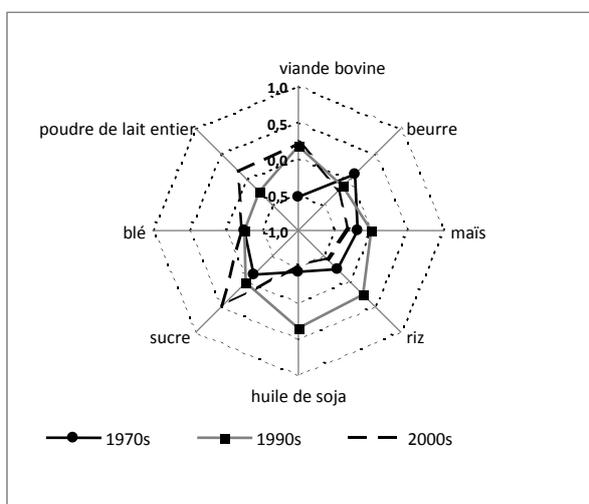


Graphique A6.5b Avec le prix des engrais



Graphique A6.6 Corrélations décalées (avec le pétrole brut ou les engrais avec un an de décalage – à partir des données annuelles en différences premières)

Graphique A6.6a Avec le prix du pétrole brut



Graphique A6.6b. Avec le prix des engrais

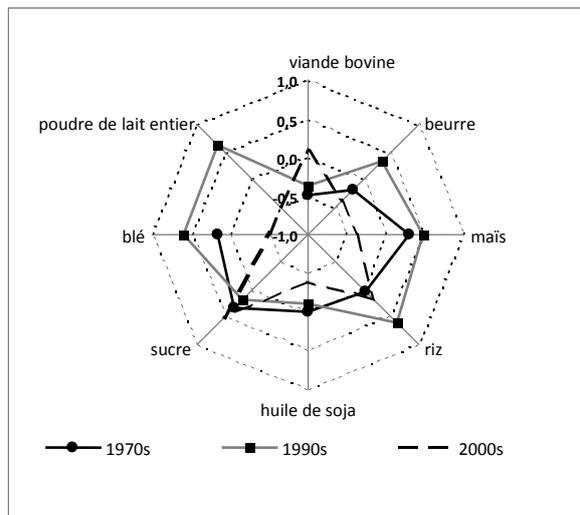


Tableau A6.4 Matrice des corrélations entre les prix des produits agricoles

	ensemble de la période								1970s							
	viande bovine	beurre	maïs	poudre de lait entier	riz	huile de soja	sucre	blé	viande bovine	beurre	maïs	poudre de lait entier	riz	huile de soja	sucre	blé
viande bovine	1.00	0.04	0.13	0.02	0.08	0.05	0.11	0.27	1.00	-0.21	0.27	(-)	0.13	-0.03	-0.21	0.49
beurre		1.00	0.29	0.77	0.20	0.11	0.01	0.32		1.00	-0.69	(-)	-0.26	-0.53	-0.04	-0.4
maïs			1.00	0.39	0.60	0.69	0.12	0.83			1.00	(-)	0.73	0.74	0.58	0.90
poudre de lait entier				1.00	0.29	0.29	0.172	0.57				(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
rice					1.00	0.54	0.39	0.65					1.00	0.71	0.67	0.78
huile de soja						1.00	-0.04	0.51						1.00	0.57	0.54
sucre							1.00	0.13							1.00	0.57
blé								1.00								1.00

	1990s								2000s							
	viande bovine	beurre	maïs	poudre de lait entier	riz	huile de soja	sucre	blé	viande bovine	beurre	maïs	poudre de lait entier	riz	huile de soja	sucre	blé
viande bovine	1.00	-0.88	-0.52	-0.72	-0.75	-0.28	-0.47	-0.63	1.00	0.23	-0.04	0.20	0.08	0.02	-0.05	0.08
beurre		1.00	0.66	0.67	0.58	0.29	0.50	0.79		1.00	0.62	0.87	0.44	0.73	-0.47	0.57
maïs			1.00	0.25	0.58	0.11	0.26	0.78			1.00	0.45	0.60	0.94	-0.45	0.94
poudre de lait entier				1.00	0.60	-0.01	0.30	0.67				1.00	0.02	0.48	-0.38	0.48
rice					1.00	0.34	0.28	0.53					1.00	0.62	-0.03	0.49
huile de soja						1.00	0.72	-0.02						1.00	-0.59	0.85
sucre							1.00	0.39							1.00	-0.5
blé								1.00								1.00

Source : calculs effectués par l'auteur.

Annexe 7.

**Résultats des tests de causalité de Granger sur les prix mensuels des produits,
exprimés en USD et en EUR - Ensemble de la période**

Tableau A7.1 Tests de causalité (tests F)

	<i>Prix en dollars des Etats-Unis</i>			<i>Prix en Euro</i>		
	<i>Pétrole brut</i>	<i>Taux de change</i>	<i>Fertilisant</i>	<i>Pétrole brut</i>	<i>Taux de change</i>	<i>Fertilisant</i>
Viande bovine	ns	ns	ns	4.90** (0.02)	ns	2.82* (0.09)
Beurre	5.09** (0.02)	2.82* (0.09)	ns	3.85* (0.05)	6.16** (0.01)	ns
Maïs	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Riz	3.17* (0.07)	ns	5.96** (0.01)	ns	ns	4.89** (0.02)
Huile de soja	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sucre	2.74* (0.09)	ns	ns	ns	ns	ns
Blé	ns	3.83* (0.05)	ns	ns	ns	ns
Poudre de lait entier	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Pétrole brut	-	ns	ns	-	ns	ns
Fertilisant	ns	8.20*** (0.00)	-	ns	9.77*** (0.00)	-
Taux de change	2.79* (0.09)	-	3.54* (0.06)	2.78* (0.09)	-	3.54* (0.06)

Note : Valeur p entre parenthèses ; *, **, *** signification de niveau 10, 5 et 1%

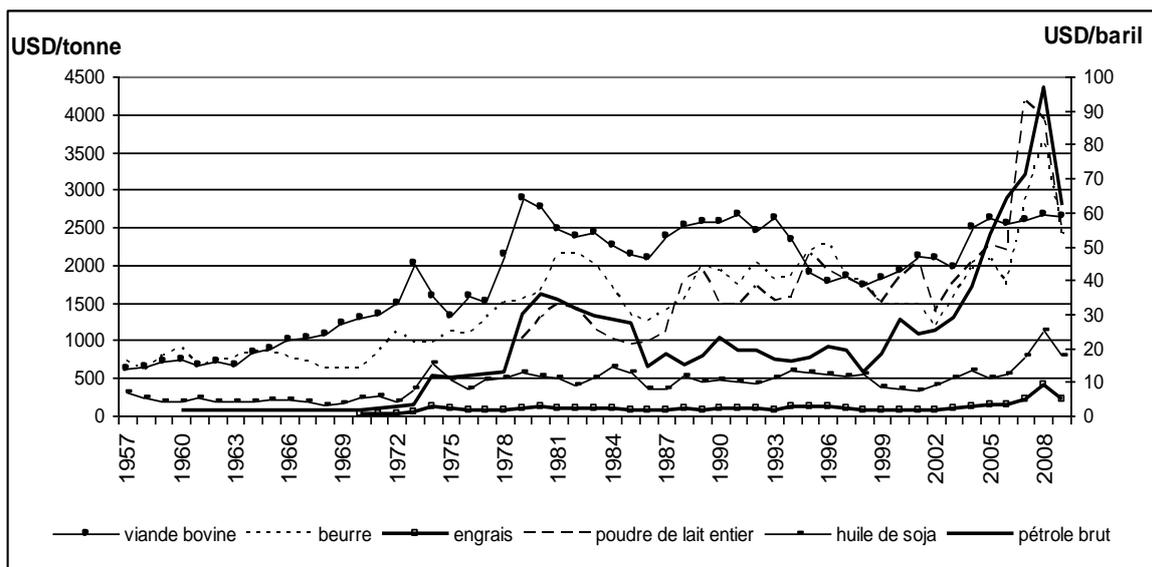
ns : non significatif

Source : calculs effectués par l'auteur.

Annexe 8.

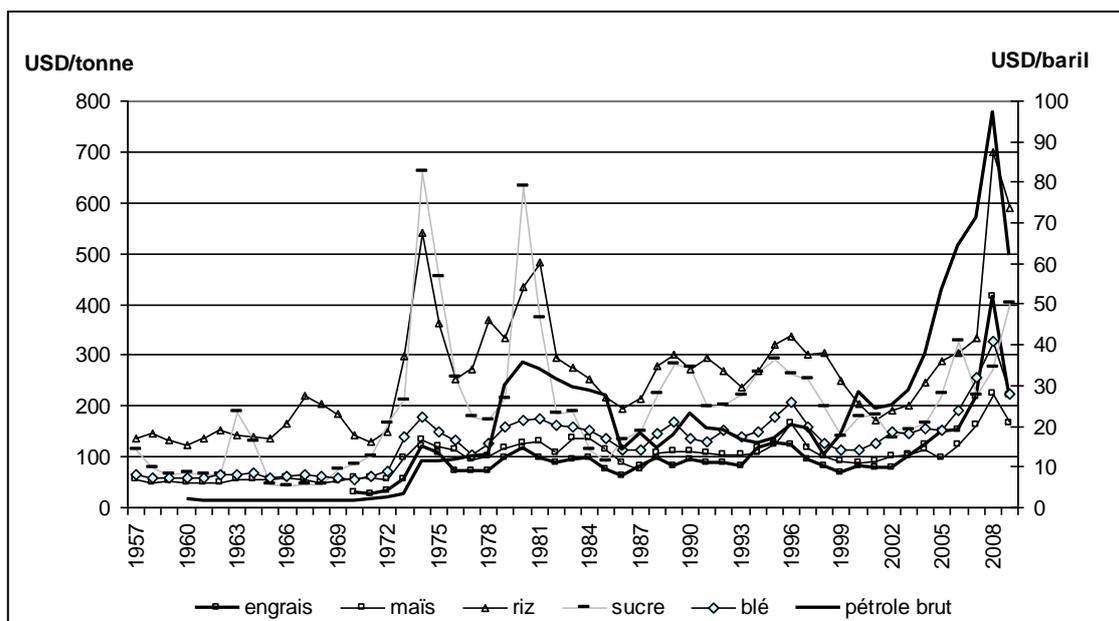
Résultats pour les prix du pétrole et des engrais

Graphique A8.1 Prix mondiaux des produits de base - données annuelles



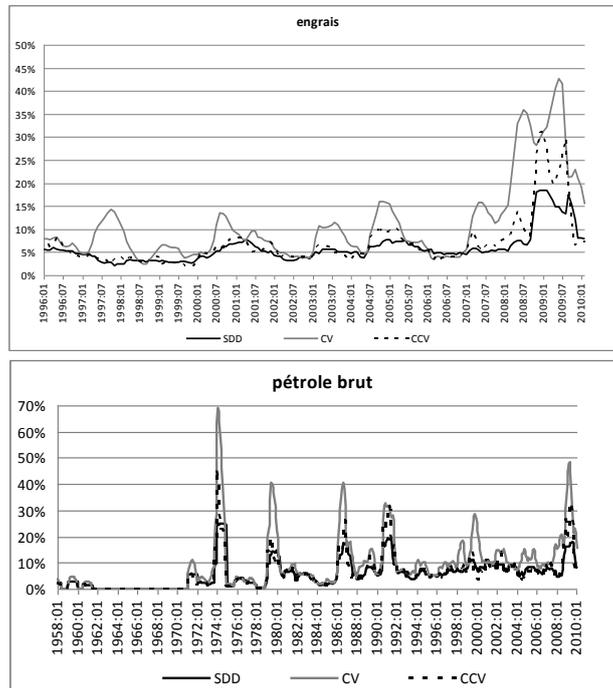
Source : FMI, USDA, FAO

Graphique A8.2 Prix mondiaux des produits - données annuelles

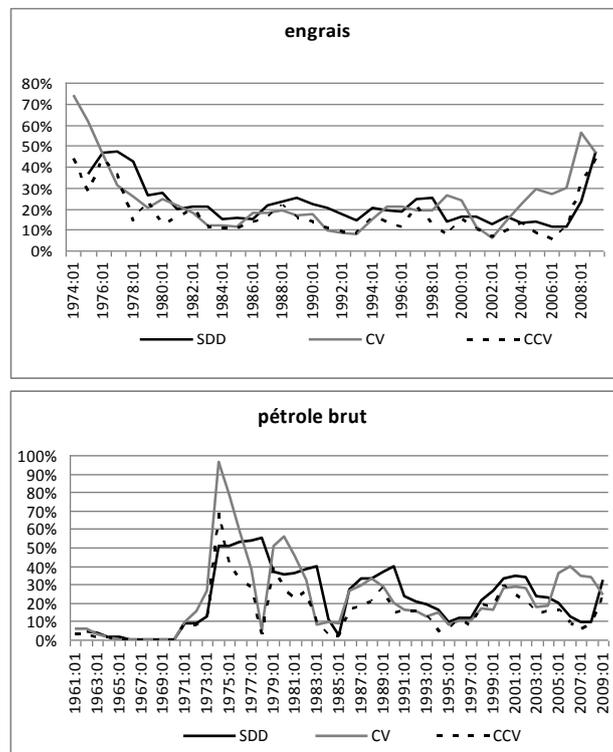


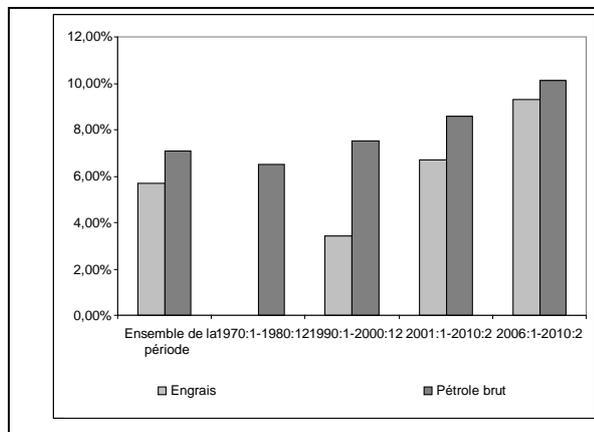
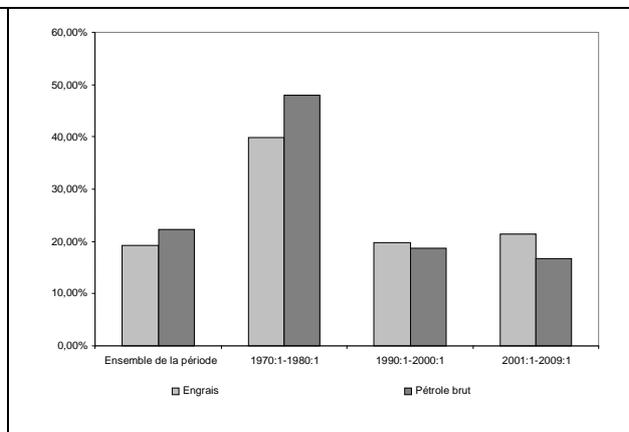
Source : FMI, FAO.

Graphique A8.3 Comparaisons des mesures de la volatilité des prix - données mensuelles



Graphique A8.4 Comparaisons des mesures de la volatilité des prix - données annuelles



Graphique A8.5 Volatilité moyenne calculée sous la forme d'un écart-type des prix en différences premières (SDD)
Graphique A8.5a – à partir de données mensuelles

Graphique A8.5b – à partir de données annuelles

Tableau A8.1 Tests d'égalité des moyennes de la volatilité entre la dernière décennie ou ces dernières années et d'autres périodes - DONNEES MENSUELLES

	Volatilité moyenne 2001:1-2010:2 par rapport à			Volatilité moyenne 2006:1-2010:2 par rapport à		
	<i>Écart-type glissant (SDD)</i>			<i>Écart-type glissant (SDD)</i>		
	Ensemble de la période	1970:1-1980:12	1990:1-2000:12	Ensemble de la période	1970:1-1980:12	1990:1-2000:12
Engrais	2.19** (0.03)		6.46*** (0.00)	3.92*** (0.00)		6.46*** (0.00)
Pétrole brut	3.67*** (0.00)	2.79*** (0.00)	2.37** (0.02)	3.85*** (0.00)	3.60*** (0.00)	3.23*** (0.00)
	Coefficient de variation (CV)			Coefficient de variation (CV)		
	Ensemble de la période	1970:1-1980:12	1990:1-2000:12	Ensemble de la période	1970:1-1980:12	1990:1-2000:12
Engrais	1.88* (0.06)		4.85*** (0.00)	5.96*** (0.00)		7.73*** (0.00)
Pétrole brut	5.49*** (0.00)	2.51** (0.01)	2.15** (0.03)	5.34*** (0.00)	3.73*** (0.00)	3.49*** (0.00)

Note : les données sur les prix des engrais sont disponibles pour la période 1995:1-2009:8

valeur p entre parenthèses (...).

*, **, *** indiquent respectivement un niveau de significativité de 10, 5 et 1%.

Tableau A8.2 Tests d'égalité des moyennes de la volatilité entre la dernière décennie (2001-2009) et d'autres périodes - DONNEES ANNUELLES

	Écart-type glissant (SDD)		
	Ensemble de la période	1970-1980	1990-2000
Engrais	0.29 (0.77)	-2.34** (0.04)	0.24 (0.82)
Pétrole brut	-1.11 (0.27)	-5.89*** (0.00)	-0.34 (0.74)
	Coefficient de variation (CV)		
	Ensemble de la période	1970-1980	1990-2000
Engrais	2.64** (0.01)	-0.27 (0.79)	2.90** (0.01)
Pétrole brut	2.83*** (0.00)	-1.88* (0.09)	5.24*** (0.00)

*, **, *** indiquent respectivement un niveau de significativité de 10, 5 et 1%.

Valeur p entre parenthèses (...).

Tableau 1. Tableau A8.3 Synthèse des tests de moyenne, volatilité moyenne au cours des dernières années (2001-2010 ou 2006-2010) par rapport à la volatilité moyenne durant l'ensemble de la période ou pendant les années 70 ou 90

2001-2010 Données MENSUELLES	Par rapport à l'ensemble de la période		Par rapport aux années 70		Par rapport aux années 90	
	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure
		engrais, pétrole brut		pétrole brut		engrais, pétrole brut
2006-2010 Données MENSUELLES	Par rapport à l'ensemble de la période		Par rapport aux années 70		Par rapport aux années 90	
	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure
		engrais, pétrole brut		pétrole brut		engrais, pétrole brut
2001-2010 Données ANNUELLES	Par rapport à l'ensemble de la période		Par rapport aux années 70		Par rapport aux années 90	
	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure	Volatilité moyenne inférieure	Volatilité moyenne supérieure
		engrais, pétrole brut	engrais, pétrole brut			engrais, pétrole brut

Note : les produits en italiques indiquent que la conclusion n'est valable que pour l'une des deux mesures (SDD ou CV)

Tableau A8.4 Tests sur les variances - Données mensuelles

	variance sur la période 2007:1-2007:12 comparée à	
	engrais	pétrole brut
1970:1-1970:12		
1971:1-1971:12		
1972:1-1972:12		
1973:1-1973:12		
1974:1-1974:12		
1975:1-1975:12		
1976:1-1976:12		
1977:1-1977:12		
1978:1-1978:12		
1979:1-1979:12		
1980:1-1980:12		
1990:1-1990:12		
1991:1-1991:12		
1992:1-1992:12		
1993:1-1993:12		
1994:1-1994:12		
1995:1-1995:12		
1996:1-1996:12		
1997:1-1997:12		
1998:1-1998:12		
1999:1-1999:12		
2000:1-2000:12		
Période totale		
	variance sur la période 2008:1-2008:12 comparée à	
	engrais	pétrole brut
1970:1-1970:12		
1971:1-1971:12		
1972:1-1972:12		
1973:1-1973:12		
1974:1-1974:12		
1975:1-1975:12		
1976:1-1976:12		
1977:1-1977:12		
1978:1-1978:12		
1979:1-1979:12		
1980:1-1980:12		
1990:1-1990:12		
1991:1-1991:12		
1992:1-1992:12		
1993:1-1993:12		
1994:1-1994:12		
1995:1-1995:12		
1996:1-1996:12		
1997:1-1997:12		
1998:1-1998:12		
1999:1-1999:12		
2000:1-2000:12		
Période totale		
	variance sur la période 2009:1-2009:12 comparée à	
	engrais	pétrole brut
1970:1-1970:12		
1971:1-1971:12		
1972:1-1972:12		
1973:1-1973:12		
1974:1-1974:12		
1975:1-1975:12		
1976:1-1976:12		
1977:1-1977:12		
1978:1-1978:12		
1979:1-1979:12		
1980:1-1980:12		
1990:1-1990:12		
1991:1-1991:12		
1992:1-1992:12		
1993:1-1993:12		
1994:1-1994:12		
1995:1-1995:12		
1996:1-1996:12		
1997:1-1997:12		
1998:1-1998:12		
1999:1-1999:12		
2000:1-2000:12		
Période totale		
	variance sur la période 2009:3-2010:2 comparée à	
	engrais	pétrole brut
1970:1-1970:12		
1971:1-1971:12		
1972:1-1972:12		
1973:1-1973:12		
1974:1-1974:12		
1975:1-1975:12		
1976:1-1976:12		
1977:1-1977:12		
1978:1-1978:12		
1979:1-1979:12		
1980:1-1980:12		
1990:1-1990:12		
1991:1-1991:12		
1992:1-1992:12		
1993:1-1993:12		
1994:1-1994:12		
1995:1-1995:12		
1996:1-1996:12		
1997:1-1997:12		
1998:1-1998:12		
1999:1-1999:12		
2000:1-2000:12		
Période totale		

Tableau A8.5 Tests sur les variances - Données annuelles

		Variance sur la période 2003-2007 comparée à	
		engrais	pétrole brut
1974			
1975			
1976			
1977			
1978			
1979			
1980			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998			
1999			
2000			
Période totale			
		Variance sur la période 2004-2008 comparée à	
		engrais	pétrole brut
1974			
1975			
1976			
1977			
1978			
1979			
1980			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998			
1999			
2000			
Période totale			
		Variance sur la période 2006-2009 comparée à	
		engrais	pétrole brut
1974			
1975			
1976			
1977			
1978			
1979			
1980			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998			
1999			
2000			
Période totale			