



HAL
open science

Chocs de prix, vulnérabilité climatique et sécurité alimentaire dans les pays en développement

Félix Badolo

► **To cite this version:**

Félix Badolo. Chocs de prix, vulnérabilité climatique et sécurité alimentaire dans les pays en développement. Economies et finances. Université d'Auvergne - Clermont-Ferrand I, 2013. Français. NNT : 2013CLF10416 . tel-01168291

HAL Id: tel-01168291

<https://theses.hal.science/tel-01168291v1>

Submitted on 25 Jun 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université d'Auvergne Clermont Ferrand 1
Ecole d'Economie
Ecole Doctorale des Sciences Economiques, Juridiques et de Gestion
Centre d'Etudes et de Recherches sur le Développement International (CERDI)

Chocs de prix, variabilité climatique et sécurité alimentaire dans les pays en développement

Thèse Nouveau Régime
Présentée et soutenue publiquement le 24 Juin 2013
Pour l'obtention du titre de Docteur ès Sciences Économiques

Par

Félix BADOLO

Sous la direction de
Mme Catherine ARAUJO-BONJEAN

Membres du jury :

Directrice de thèse : Mme Catherine ARAUJO-BONJEAN, Chargée de Recherche, CNRS
Présidente du jury : Mme Pascale COMBES MOTEL, Professeur, Université d'Auvergne
Rapporteur : Mme Isabelle PIOT-LEPETIT, Chargée de Recherche, INRA, HDR, UMR MOISA, Montpellier
Rapporteur : Mr Jean-Jacques GABAS, Maître de Conférences, HDR, Paris XI
Suffragant : Mme Bernadette KAMGNIA DIA, Professeur, Université de Yaoundé II
Suffragant : Mr Sibiri Jean ZOUNDI, Maître de Recherche, Administrateur Principal, Secrétariat CSAO/OCDE, Paris

L'Université d'Auvergne Clermont 1 n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions doivent être considérées comme propres à l'auteur.

Remerciements

La réalisation de cette thèse a été possible grâce à l'aide, au soutien et aux conseils d'un certain nombre de personnes. Je remercie particulièrement ma directrice de thèse Mme Catherine Araujo-Bonjean pour l'encadrement et l'attention dont j'ai bénéficié tout au long de ce travail. Ses conseils et encouragements ont été des éléments majeurs pour la réalisation de cette thèse.

Je remercie également les membres du jury Mme Pascale Combes Motel, Mme Isabelle Piot-Lepetit, Mme Bernadette Kamgnia Dia, Mr Jean-Jacques Gabas et Mr Sibiri Jean Zoundi pour avoir accepté de faire partie de mon jury, manifestant ainsi leur intérêt pour mon travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à l'ensemble des membres du CERDI : les professeurs et le personnel administratif pour leur soutien dynamique. J'aimerais remercier également l'ensemble des professeurs de l'UFR/SEG de l'université de Ouagadougou pour m'avoir permis de faire mes premiers pas en économie. Je dois beaucoup aux initiateurs et au personnel du Programme de troisième cycle interuniversitaire (PTCI) car c'est à travers ce programme que j'ai pris goût à la recherche. Merci également à l'ensemble du personnel du Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest pour leurs encouragements.

Je remercie mes amis et collègues. Je pense à Bernard Sawadogo, Traoré Fousseini, Mireille Ntsama, Romuald Kinda, Alassane Drabo, Gaoussou Diarra, Céline De Quatrebarbes, Ariane Manuela Amin, Sébastien Marchant, Maliki Mahamane, Frédéric Aubery, Stéphanie Brunelin, Catherine Simonet, Victor Begueri, Samba M'baye, Youssouf Kiendrebeogo, Moussé Ndoye Sow, Moctar Ndiaye, Christian Kafando, Aurore Pelissier, Chloe Duvivier, Laciné Condé, René Tapsoba, Christian Ebeké, Clarisse Nguedam, Linguère M'baye, Jules Tapsoba, Tidiane Kinda, Léandre Bassolé, Eric Djimeu, Catherine Korachais, Aurélie Sannajust, Zorobabel Bicaba, Thierry Kangoye, Luc Désiré Omgba, Alexandre Sauquet, Florian Léon, Gwenole Le Velly, Moussa Kéita, Yves Kinda, Seydou Ouedraogo, Traoré Souleymane, Diarra Souleymane, Guy Ouedraogo, Rémi Kaboré, Rémi Tapsoba, Olivier Beguy, Yacouba Gnègnè, Léonce Yapo, Seydou Dao, Rasmané Ouedraogo, Alphonse Da, Aubin Somda, Paul Yarga, Marcel Minougou, Romond Sia, Hugues, Dif, Herman, Ferdinand. Je remercie également la famille Bado à Clermont-Ferrand, mes collègues du PTCI, les

membres de l'Association des Burkinabè de Clermont-Ferrand ainsi que tous les participants des conférences auxquelles j'ai participé.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à Sabine Ouedraogo, Vincent Badolo, Séraphin Badolo, Annie Compte, Ghislaine Kenmoe Tchouankam et Julien Zanga pour leur confiance et leur soutien indéfectible tout au long de cette thèse.

Enfin, je tiens à remercier toute ma famille et en particulier mon père et ma mère pour leur soutien quotidien.

Résumé

Sur la période 2006-2008, les prix de la plupart des produits agricoles ont connu une hausse spectaculaire. Un des facteurs explicatifs de cette flambée des prix est le changement climatique qui se manifeste à travers, par exemple, des sécheresses et des inondations. En effet, l'instabilité pluviométrique et les températures extrêmes affectent négativement les récoltes agricoles et entraînent une baisse de l'offre alimentaire sur les marchés internationaux qui contribue à la hausse des prix agricoles. La flambée des prix internationaux des produits agricoles ainsi que le changement climatique soulèvent de sérieuses préoccupations en ce qui concerne l'inflation et le bien être des populations dans le monde et surtout dans les pays pauvres dépendants des marchés internationaux.

Dans un premier chapitre, nous évaluons l'influence en termes d'élasticités des facteurs présentés dans la littérature comme étant à l'origine de la flambée des prix agricoles à partir de modèles économétriques sur séries temporelles. La hausse du prix du pétrole et les fluctuations du dollar américain par rapport à un panier de devises apparaissent comme les principaux facteurs étant à l'origine de la hausse des prix internationaux des produits agricoles. Dans un deuxième chapitre, à l'aide d'un modèle de cointégration non linéaire, nous mettons en évidence le fait que les marchés du riz importé au Burkina Faso répondent de manière asymétrique aux chocs de prix émanant du marché international. Les hausses du prix du riz sur le marché international se transmettent plus rapidement aux marchés intérieurs du Burkina Faso que les baisses. Dans un troisième chapitre, nous montrons que la hausse du prix international du riz a un effet négatif sur la pauvreté et les inégalités de revenu au Burkina Faso. L'effet est moindre dans les régions productrices de riz mais reste négatif. Le quatrième chapitre met en évidence l'effet négatif et significatif de la variabilité climatique sur la sécurité alimentaire dans les pays en développement. Cet effet apparaît plus élevé dans les pays africains.

Il ressort de cette thèse que les pays en développement et plus particulièrement les pays africains sont fortement vulnérables aux chocs de prix alimentaires et au changement climatique. Cette vulnérabilité s'explique par le fait que ces pays dépendent des importations alimentaires et ont un secteur agricole sensible aux aléas climatiques. Les efforts sont à réaliser dans les domaines de la sécurité alimentaire et de la recherche agricole. Des initiatives de protection sociale des populations pauvres sont nécessaires compte tenu de l'accès limité à

la nourriture engendré par la flambée des prix alimentaires. Des investissements viables pour une croissance agricole soutenue sont aussi nécessaires. Il peut s'agir d'investissements pour l'amélioration des infrastructures rurales et des services agricoles ainsi que pour la recherche de nouvelles pratiques agricoles moins sensibles aux aléas climatiques.

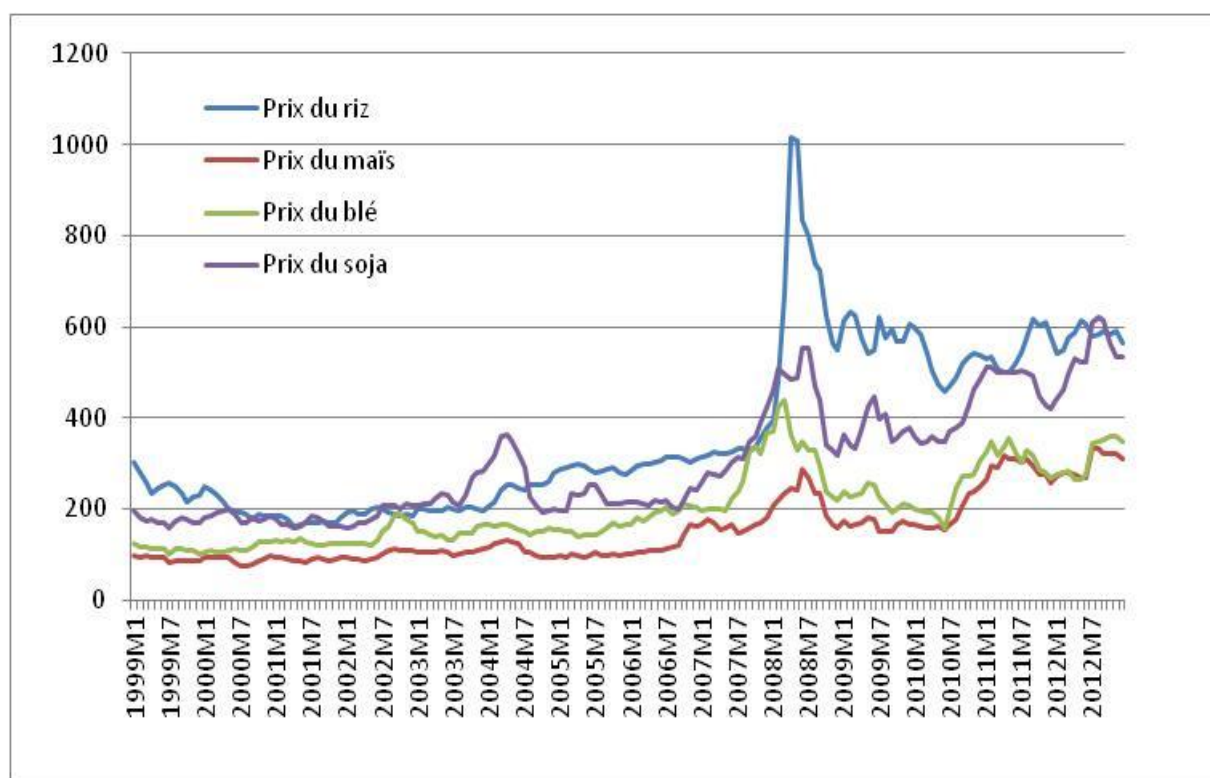
Sommaire

Sommaire	2
Introduction générale.....	4
Chapitre 1 : Origines de la hausse des prix alimentaires sur les marchés internationaux	13
Chapitre 2 : Transmission des chocs de prix internationaux : le cas du riz au Burkina Faso	45
Chapitre 3: Impact de la hausse du prix international du riz sur la pauvreté et les inégalités au Burkina Faso	76
Chapitre 4: Variabilité climatique et sécurité alimentaire dans les pays en développement	133
Conclusion générale	174
Bibliographie.....	179

Introduction générale

Sur la période 2006-2008, le monde a connu une flambée des prix des matières premières et notamment des produits agricoles. Cette flambée des prix agricoles intervient après une période de baisse tendancielle et de relative stabilité depuis les années 1980. La figure ci-dessous illustre ce phénomène. Le prix du blé a plus que doublé entre mars 2007 et mars 2008, le prix du riz a triplé entre janvier et avril 2008, et celui du maïs a doublé entre juillet 2007 et juin 2008 (Banque Mondiale, 2008a). Après une baisse de 30% sur la période allant de juillet 2008 à juin 2010, les prix ont connu une tendance à la hausse sur la période 2011-2012. Ils ont connu une hausse de 8% en moyenne entre décembre 2011 et mars 2012 (Banque mondiale, 2013).

Figure 0.1 : Evolution des prix internationaux des produits agricoles (US\$/tonne), 1999-2012.



Source : Construit par l'auteur à partir des données de la Banque Mondiale, 2012.

Un des facteurs explicatifs de cette flambée des prix agricoles sur les marchés internationaux est le changement climatique qui se manifeste à travers, par exemple, des sécheresses et des inondations. En effet, l'instabilité de la pluviométrie et les températures extrêmes affectent négativement la production alimentaire entraînant ainsi une baisse de l'offre de biens alimentaires sur les marchés internationaux. Von Braun et Tadesse (2012) soulignent que l'impact de la variabilité climatique sur les prix est plus élevé pour les céréales principales

telles que le riz, le maïs et le blé. Un rapport de l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI, 2009) conclut que le changement climatique peut conduire à des effets négatifs substantiels sur la productivité agricole, avec des baisses de rendements des cultures et des hausses de prix des biens de grande consommation tels que le riz, le maïs, le blé et le soja.

La flambée des prix alimentaires engendre de sérieuses préoccupations concernant l'inflation et le bien-être des populations dans le monde et surtout dans les pays pauvres. Une étude de 2008 de la Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde (FARM) montre que la hausse du prix international du riz sur la période 2006-2008 a conduit à une hausse du prix à la consommation du riz importé de 18% au Mali, passant de 280 FCFA/kg en mars 2006 à 331 FCFA/kg en mars 2008. Dans le cas du Sénégal, la hausse a été de 32% pendant la même période en passant de 224 à 297 FCFA/kg. En juillet 2008, les prix à la consommation ont presque doublé au Sénégal et sont restés à un niveau élevé jusqu'en septembre de la même année. Cependant, la hausse du prix international n'a pas conduit à une hausse du prix à la consommation à Madagascar. Une étude réalisée par l'Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, le Fonds international pour le développement agricole et le Programme alimentaire mondiale (FAO et al., 2008) montre qu'en Côte d'Ivoire, les prix du riz ont doublé entre mars 2008 et mars 2007. Le prix du maïs en Ouganda était 65% plus élevé en mars 2008 par rapport à son niveau de septembre 2007. Dans le cas du Mozambique, en mars 2008, les prix du maïs étaient 43% plus élevés par rapport à leur niveau de 2007.

L'inflation engendrée par la hausse des prix alimentaires internationaux dans les pays en développement est une réelle menace pour les ménages les plus pauvres qui consacrent une part importante de leur budget à l'alimentation. Ils sont susceptibles de s'enfoncer dans la pauvreté et de faire face à une situation d'insécurité alimentaire plus grave. Selon une étude de l'Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2009), le nombre de personnes souffrant de la faim aurait augmenté de manière significative à la suite de la crise alimentaire. Blein et al. (2008) soulignent que la hausse des prix alimentaires est source de mouvements de contestation qui pourrait conduire à une situation d'insécurité, y compris alimentaire, dans les pays ouest africains. Dia Kamgnia (2009) conclut que l'inflation engendrée par la hausse des prix internationaux augmente la malnutrition dans les pays vulnérables aux chocs de prix. L'étude de Wodon et al. (2008) sur l'impact de la hausse des prix alimentaires sur la pauvreté dans une douzaine de pays africains conclut à un accroissement de la pauvreté dans chaque pays. Cette augmentation de la pauvreté varie selon

la structure de consommation des pays. La plupart des rapports sur l'impact de la hausse des prix alimentaires sur les populations pauvres soulignent une aggravation de la pauvreté et de la malnutrition et lancent des appels à l'action internationale pour stopper ces effets pervers.

Au-delà de sa contribution à la flambée des prix agricoles internationaux, le changement climatique est particulièrement important dans le contexte des pays en développement. La plupart des ménages dans les pays pauvres dépendent des secteurs sensibles aux aléas climatiques pour leurs moyens de subsistance notamment le secteur agricole. En affectant négativement les rendements agricoles, les chocs climatiques peuvent engendrer une baisse des quantités produites et mettre en péril la sécurité alimentaire des ménages. L'étude de 2009 de l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI) souligne que la malnutrition des enfants dans les pays en développement pourrait s'aggraver de manière considérable d'ici quelques années du fait de l'accélération des effets négatifs du changement climatique sur l'agriculture. Selon le rapport du groupe d'évaluation des sciences et des technologies agricoles pour le développement (IAASTD, 2009), les effets néfastes du changement climatique associés à une demande croissante pour les biens alimentaires et les produits énergétiques peuvent impacter négativement les ressources naturelles dont dépend l'agriculture, avec des conséquences non négligeables sur la sécurité alimentaire.

Si un consensus semble émerger quand aux effets de la flambée des prix alimentaires et de la variabilité climatique sur le bien-être des ménages dans les pays en développement, l'ampleur de ces effets reste discutée. Concernant l'effet de la hausse des prix internationaux, les résultats varient considérablement selon les pays et selon la méthode d'analyse utilisée. Ces travaux qui reposent sur des méthodologies différentes¹ (choix du bien alimentaire, analyse économétrique ou modèle d'équilibre général) ne permettent pas de trancher la question. S'agissant de l'effet du changement climatique, très peu d'analyses quantitatives abordent cette question à cause notamment du problème lié à la disponibilité des données climatiques pour les pays en développement. Les rares études dans ce domaine sont en majorité des analyses microéconomiques se focalisant le plus souvent sur l'impact du changement climatique sur la production agricole.

Par ailleurs, si l'étude des effets de la flambée des prix alimentaires sur les marchés internationaux a fait l'objet d'une littérature abondante, peu d'études s'intéressent à la

¹ Piot-Lepetit et M'Barek (2011) fournissent une batterie de méthodes pour l'analyse de la volatilité des prix agricoles.

transmission asymétrique des signaux de prix émanant des marchés internationaux aux marchés locaux ainsi qu'à l'impact de la flambée des prix sur les inégalités de revenu dans les pays pauvres, notamment dans les pays africains. L'analyse de ces questions dans le contexte africain pourrait apporter un éclairage à la littérature existante compte tenu de leur situation de forte dépendance vis-à-vis des importations alimentaires et de l'enclavement de certains d'entre eux.

Au regard de l'ampleur de la récente hausse des prix internationaux et du constat établi par différents travaux sur la flambée des prix et le changement climatique, plusieurs questions se dégagent et constituent les principales problématiques de la thèse. En premier lieu, il convient d'identifier les principaux facteurs à l'origine de la flambée des prix alimentaires sur les marchés internationaux. La seconde question concerne la transmission des signaux de prix internationaux. Comment les marchés de riz importé au Burkina Faso répondent-ils aux signaux de prix émanant du marché international ? La troisième question concerne l'impact de la hausse du prix international du riz sur la pauvreté et les inégalités de revenu au Burkina Faso. La dernière question concerne l'impact de la variabilité climatique sur la sécurité alimentaire dans les pays en développement. Quels effets doit-on attendre étant donné que l'économie de la plupart des pays en développement repose sur le secteur agricole qui est fortement sensible aux aléas climatiques ?

L'objectif de cette thèse est d'alimenter le débat autour des questions exposées ci-dessus. La thèse est organisée en quatre chapitres.

Le premier chapitre vise à clarifier l'influence en termes d'élasticités des facteurs à l'origine de la hausse des prix agricoles sur les marchés internationaux. Nous partons d'une analyse statistique descriptive de l'évolution des prix agricoles sur la période 1960-2010. Ensuite, nous analysons les mécanismes par lesquels chacun des facteurs présentés dans la littérature économique affecte l'évolution des prix agricoles. Enfin, nous utilisons une approche économétrique reposant sur des modèles de cointégration pour quantifier l'influence en termes d'élasticités des facteurs à l'origine de la hausse des prix. Nous utilisons l'estimateur des moindres carrés dynamiques (DOLS) développé par Stock et Watson (1993). Cet estimateur a l'avantage de pallier les éventuels problèmes d'endogénéité des variables explicatives. Nos résultats montrent que la hausse du prix du pétrole et les fluctuations du taux de change du dollar américain sont les principaux facteurs de la hausse des prix internationaux. La croissance des revenus dans certains pays émergents (Chine et Inde) et

dans quelques pays développés influence dans une moindre mesure la hausse des prix agricoles sur les marchés internationaux.

Le deuxième chapitre s'intéresse à l'étude de la transmission des chocs des prix agricoles sur les marchés internationaux aux prix intérieurs. Nous nous focalisons sur l'analyse du degré de transmission des chocs de prix du riz sur le marché international aux prix du riz sur deux marchés du Burkina Faso : le marché de Sankaryaré à Ouagadougou et le marché de Dori au nord du pays. Notre analyse repose sur un modèle de cointégration non linéaire développé par Balke et Fomby (1997). Ce modèle permet de distinguer l'impact des chocs positifs des chocs négatifs et de tester l'hypothèse de transmission asymétrique selon laquelle les hausses de prix du riz sur le marché international sont transmises plus rapidement que les baisses. Nos résultats montrent l'existence d'une asymétrie dans la transmission des chocs de prix sur les deux marchés. Ces résultats révèlent un problème de fonctionnement des marchés au Burkina Faso.

Le troisième chapitre étudie l'impact de la hausse du prix international du riz sur la pauvreté et les inégalités de revenu au Burkina Faso. Ce chapitre s'appuie sur les conclusions du chapitre 2. Notre méthode d'analyse repose sur le concept de variation compensatoire combiné au concept de ratio du bénéfice net (NBR) développé par Deaton (1989). Cette approche permet de distinguer les consommateurs nets des producteurs nets ainsi que les effets de court terme des effets de long terme. Nous utilisons des données d'enquête sur les conditions de vie des ménages réalisées sur la période 2002-2003 au Burkina Faso. Nos résultats montrent que la hausse du prix international du riz engendre une augmentation de la pauvreté à court et à long terme. L'effet de court terme apparaît plus élevé que l'effet de long terme. Dans certaines régions du Burkina Faso, la pauvreté baisse à long terme. Nous montrons par la suite que la hausse du prix du riz entraîne une baisse des inégalités de revenu dans certaines régions productrices de riz. Ces résultats mettent en évidence le fait que le Burkina Faso est un pays vulnérable aux chocs de prix alimentaires sur les marchés internationaux.

Le quatrième chapitre analyse les effets de la variabilité climatique sur la sécurité alimentaire dans les pays en développement. En utilisant une récente base de données sur le climat (Guillaumont et Simonet, 2011) et la méthode des effets fixes en panel, nous montrons que l'instabilité pluviométrique a un effet négatif sur les disponibilités alimentaires et augmente la proportion des sous-alimentés dans 71 pays en développement. Les effets sont plus prononcés

dans les pays africains de notre échantillon. Nous montrons aussi que les effets de la variabilité climatique sont plus importants dans les pays en conflit et dans les pays vulnérables aux chocs de prix alimentaires. Ces résultats mettent en évidence la vulnérabilité des systèmes de production agricole aux aléas climatiques dans les pays en développement.

Chapitre 1 : Origines de la hausse des prix alimentaires sur les marchés internationaux

Résumé

Depuis la crise alimentaire de 2008 de nombreuses études ont essayé d'identifier les causes de la forte hausse des prix des produits agricoles sur les marchés internationaux. La majorité de ces études sont basées sur des analyses non quantitatives. Dans ce premier chapitre, nous analysons les causes de la flambée des prix agricoles au cours de ces dernières années et tentons d'évaluer l'influence en termes d'élasticités des facteurs à l'origine cette hausse à partir d'un modèle économétrique sur séries temporelles. Nous utilisons des données trimestrielles couvrant la période 1960-2010. Les résultats montrent que la hausse du prix du pétrole, les fluctuations du taux de change effectif réel du dollar américain sont les principaux facteurs de la hausse des prix agricoles internationaux. La croissance des revenus par tête en Chine, en Inde et dans d'autres pays développés influencent dans une moindre mesure la hausse des prix agricoles sur les marchés internationaux.

Abstract

Over the period 2006-2008 the food prices considerably increased in international markets. Many studies tried to identify the causes of this increase in food prices. The majority of these studies are based on non-quantitative analyses. In this first chapter, we analyze the causes of soaring food prices over the last years by examining the influence in terms of elasticities the factors in origin of this increase in food prices. We use a time series model applied to quarterly data over the period 1960-2010. The results show that the increase in oil prices and fluctuations in the real effective exchange rate of the U.S. dollar are the main factors of the rising world food prices. Income growth in China, India and other developed countries weakly influences the increase in food prices in international markets.

1. Introduction

Depuis 2002, les prix des biens alimentaires sur les marchés internationaux ont connu plusieurs phases de croissance rapide. Entre janvier 2006 et avril 2008, les prix réels des biens alimentaires ont augmenté en moyenne de presque 80% (Indice des prix des produits agricoles du FMI²). Pour certains produits comme le riz et le maïs, la hausse des prix a été particulièrement importante. Par exemple, le prix du maïs venant des Etats-Unis d'Amérique a augmenté de près de 180% sur la période 2006-2008 ; celui du riz d'origine thaïlandaise a presque triplé. Au début de l'année 2009, les prix alimentaires ont baissé de 40 à 60% mais sont restés très volatiles. A partir du dernier trimestre 2010, on assiste à un retour de la hausse des prix sur la plupart des marchés internationaux.

Cette flambée des prix alimentaires entraîne de réelles inquiétudes pour les populations dans les pays à faible revenu dont une grande majorité dépend des importations pour leurs moyens de subsistance. La hausse des prix des biens alimentaires pourrait conduire des millions de personnes dans la pauvreté et aggraver la situation des personnes qui peinent déjà à se nourrir correctement. Par ailleurs, étant donné que la crise alimentaire de 1973-1974 a coïncidé avec la fin de la période des « trente glorieuses »³, il est normal de penser que l'inflation générée par la flambée des prix alimentaires va affecter négativement la stabilité macroéconomique et la croissance économique. Une bonne compréhension des origines de la hausse des prix des denrées alimentaires est importante pour l'analyse de la pertinence et de l'efficacité des interventions politiques visant à limiter les effets négatifs.

L'objectif principal de ce chapitre est d'analyser les causes de la récente flambée des prix des biens alimentaires sur les marchés internationaux. Il s'agit tout particulièrement d'évaluer à partir d'un modèle économétrique sur séries temporelles l'influence en termes d'élasticités des facteurs, tels que le coût de l'énergie, les fluctuations du taux de change du dollar américain et la croissance du revenu par tête de la Chine, de l'Inde et d'autres pays développés, à l'origine de la flambée des prix alimentaires sur les marchés internationaux.

² Cet indice est composé de : céréales, huiles végétales, farines protéiques, viandes, fruits de mer, sucre, bananes et oranges, (IMF, 2008).

³ L'expression "Trente Glorieuses" désigne la période d'une trentaine d'années qui a suivi la fin de la Seconde Guerre mondiale en 1945, jusqu'au premier choc pétrolier de 1973. C'est, pour les pays industrialisés, une période caractérisée par une forte croissance économique, le plein emploi, l'accroissement rapide du pouvoir d'achat et l'essor de la consommation de masse.

Les résultats de nos estimations montrent que la hausse du prix du pétrole et les fluctuations du taux de change du dollar américain sont les principaux facteurs de la hausse des prix internationaux agricoles. La croissance du revenu par tête de la Chine, de l'Inde et d'autres pays développés influence dans une moindre mesure la hausse des prix agricoles sur les marchés internationaux.

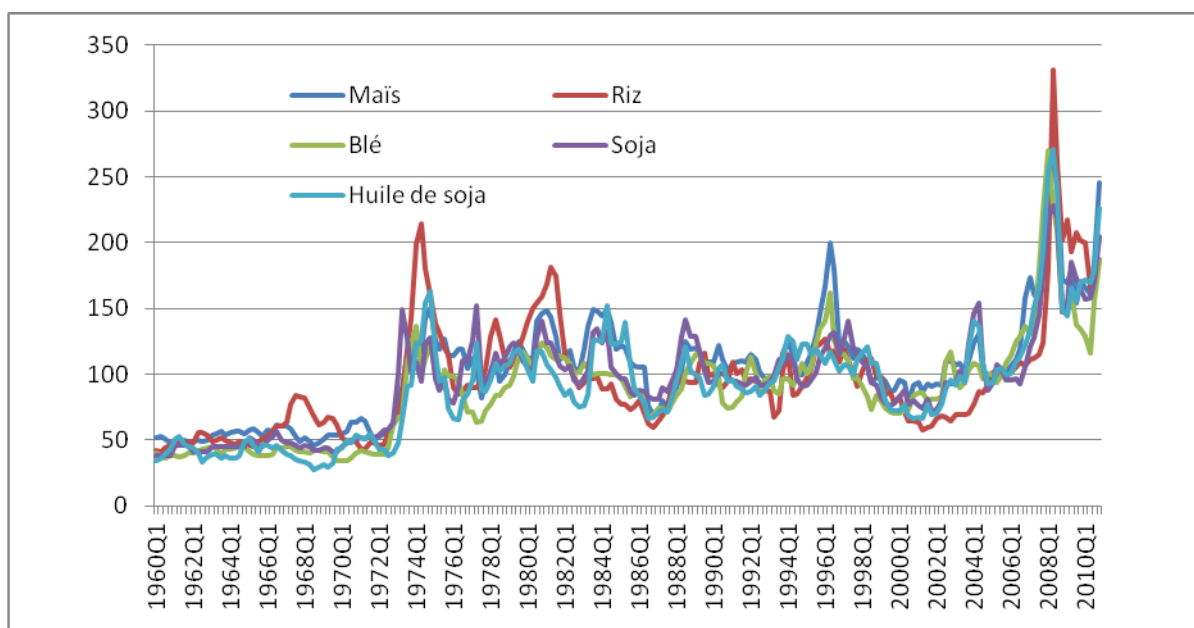
Le plan du chapitre se présente comme suit. La section 2 analyse les évolutions des prix des biens alimentaires sur les marchés internationaux au cours de ces dernières années. La section 3 explore les facteurs qui pourraient être à l'origine de la forte hausse des prix alimentaires sur les marchés internationaux. La section 4 présente la méthode économétrique utilisée pour évaluer l'influence en termes d'élasticités des différents facteurs à l'origine de la hausse des prix alimentaires. La section 5 discute des résultats des estimations économétriques. La section 6 conclut.

2. Evolution des prix agricoles sur les marchés internationaux

La figure 1.1 retrace l'évolution des indices des prix des céréales sur les marchés internationaux sur la période allant du premier trimestre 1960 au quatrième trimestre 2010 pour les principaux produits alimentaires que sont le riz, le soja, le blé, le maïs et l'huile de soja. Les données proviennent de la base de l'Institut des Statistiques Financières du Fonds Monétaire International. La période 1960-1970 est caractérisée par une relative stabilité des prix des produits alimentaires, particulièrement ceux des céréales. A partir de 1972 jusqu'en 2010, on assiste à des périodes de pics très importants qui s'expliquent par les changements de politiques commerciales de certains pays et les chocs pétroliers. En 1972, la décision de l'Union des Républiques Socialistes Soviétiques (URSS) d'augmenter de manière importante le volume de ces achats de céréales a conduit à un doublement du prix mondial des céréales (Hassan et Viau, 1980). En 1973, les Etats-Unis prennent la décision de limiter considérablement les exportations de soja. Cela a entraîné un quadruplement du prix de soja sur le marché international (Hassan et Viau, 1980). Le premier choc pétrolier de 1973, caractérisé par une multiplication par 4 en trois mois du prix du baril, a entraîné une hausse supplémentaire des prix agricoles. La hausse des prix agricoles de 1976 est liée à la grande sécheresse survenue à cette période et qui a affecté la plupart des pays exportateurs de produits agricoles. On assiste aussi à une flambée des prix alimentaires lors du deuxième choc

pétrolier de 1979 mais l'ampleur de la hausse est moindre par comparaison au premier choc. Sur la période 2006-2008, les prix des céréales ont connu des hausses considérables, coïncidant avec la hausse des prix de certaines matières premières utilisées dans le processus de production des céréales et particulièrement le prix du pétrole. Cette flambée des prix a coïncidé aussi avec les chocs climatiques intervenus en 2006/2007 dans certains pays exportateurs de céréales. La grave sécheresse qu'a connue l'Australie en 2007 a contribué à une augmentation du prix mondial du blé en 2008. Par ailleurs, on constate que les prix des céréales sont à des niveaux supérieurs sur la période 1973-2010 par rapport à la période avant le premier choc pétrolier. Les taux de croissance moyens trimestriels varient entre 3,31% et 5,50% du premier trimestre 2002 au dernier trimestre 2010 selon les produits.

Figure 1.1 : Evolution des prix alimentaires sur les marchés internationaux (2005=100), 1960Q1-2010Q4.

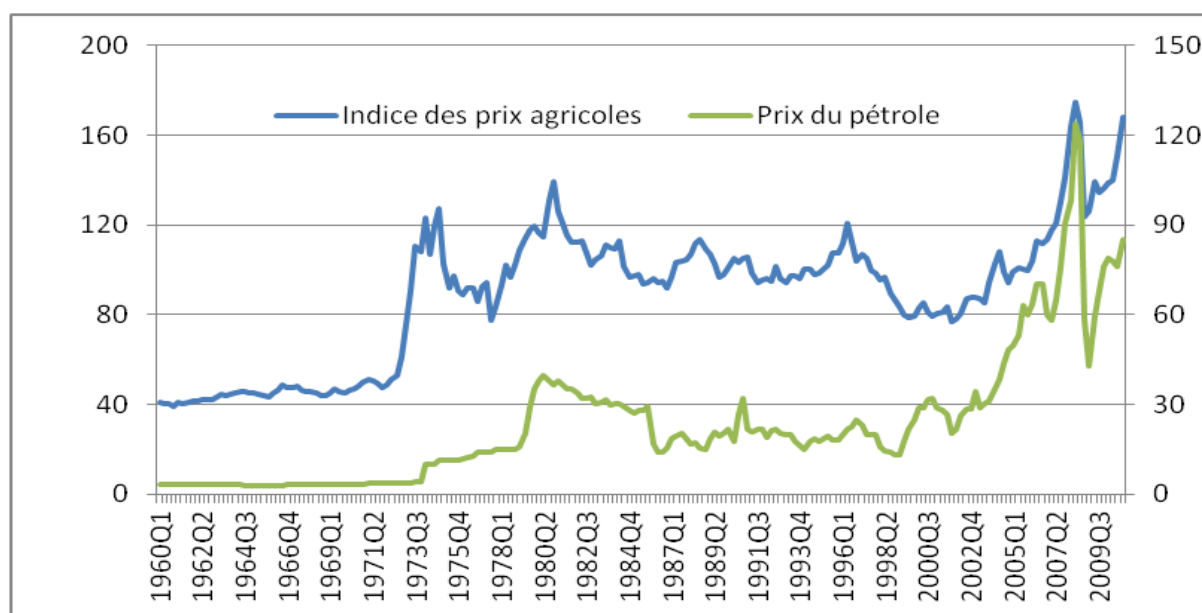


Source : construit par l'auteur à partir des données sur les indices des prix des céréales (IMF, 2011).

La figure 1.2 retrace l'évolution de l'indice des prix alimentaires (axe gauche) et du prix du pétrole (axe droit) sur la période 1960-2010. Nous utilisons l'indice général des prix alimentaires et le prix moyen mondial du pétrole disponibles dans la base de l'Institut des Statistiques Financières du Fonds Monétaire International. Nous remarquons que l'indice des prix alimentaires et le prix du pétrole connaissent une évolution similaire sur toute la période mais le niveau de l'indice des prix alimentaires est largement supérieur à celui du prix du

pétrole. En effet, avant 1973, l'indice des prix alimentaires et le prix du pétrole étaient à des niveaux relativement faibles. Sur la période 1973-2010, ils ont augmenté mais l'ampleur de leur augmentation varie selon les années. On remarque sur la figure 1.2 que les périodes de hausse du prix du pétrole coïncident avec les périodes de hausse de l'indice des prix agricoles. Par exemple, pendant les deux premiers chocs pétroliers (1973-1974 et 1979-1980), les prix alimentaires ont connu des hausses importantes. Le constat est similaire au moment de la hausse du prix du pétrole sur la période 2002-2008. Sur cette période, les taux de croissance annuels moyens de l'indice des prix alimentaires et du prix du pétrole sont respectivement de 1,80% et de 3,80%. Ces évolutions mettent en évidence le lien entre l'évolution de l'indice des prix alimentaires et celle du prix du pétrole.

Figure 1.2: Evolution de l'indice des prix alimentaires et du prix du pétrole (2005=100), 1960Q1-2010Q4.



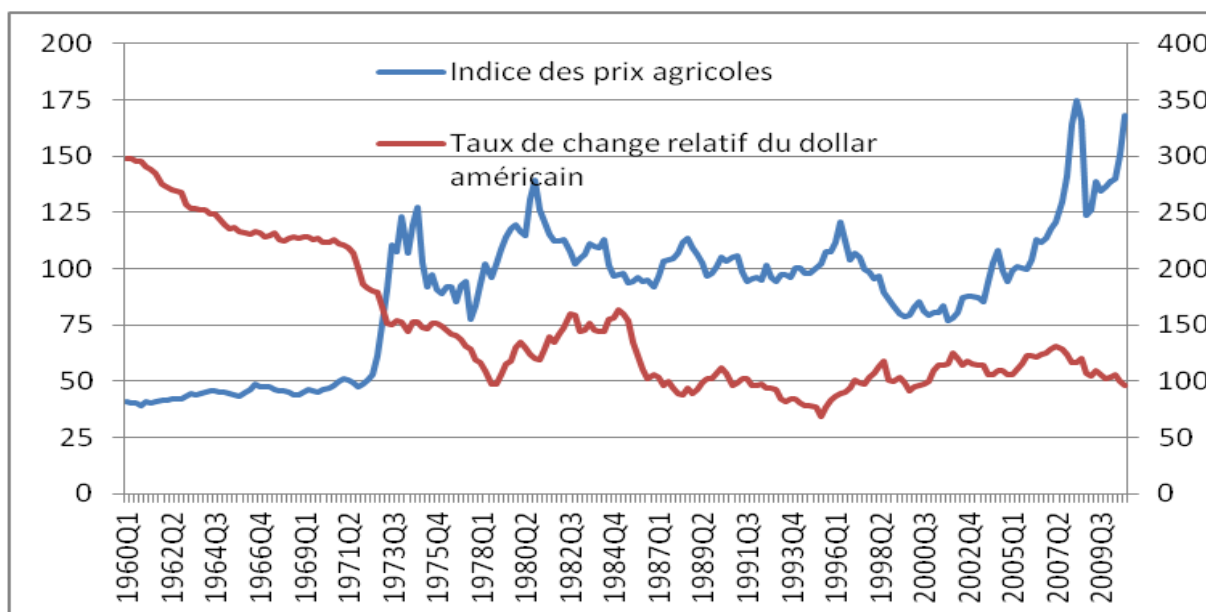
Source : construit par l'auteur à partir des données sur l'indice général des prix agricoles et le prix du pétrole (IFS, 2011).

La figure 1.3 retrace les évolutions de l'indice des prix alimentaires (axe gauche) et du taux de change effectif réel⁴ du dollar américain par rapport à un panier de devises (axe droit) sur la période 1960-2010. Ces deux variables évoluent en sens opposé. En effet, Dans les années 1960, l'appréciation du dollar américain s'est accompagnée d'une baisse des prix agricoles.

⁴ Le détail du calcul du taux de change effectif réel est fourni dans la section consacrée à la description et aux sources des données.

On constate aussi que sur la période 1971-1974 où l'on a assisté à une flambée des prix alimentaires, il y a eu une baisse du dollar américain. Ces mouvements opposés du taux de change effectif du dollar américain et des prix alimentaires sont observés sur toute la période (voir figure 1.3). La figure 1.3 montre la flambée des prix alimentaires sur la période 2006-2008, laquelle a coïncidé avec une dépréciation du taux de change effectif du dollar américain. Ces évolutions révèlent que le faible niveau du dollar américain par rapport aux autres devises peut être un facteur explicatif de la hausse des prix alimentaires au cours de ces dernières années.

Figure 1.3: Evolution de l'indice des prix alimentaires (2005=100) et du taux de change effectif réel du dollar américain, 1960Q1-2010Q4.



Source : construit par l'auteur à partir des données sur l'indice général des prix alimentaires et le taux de change effectif réel du dollar américain (IFS, 2011).

3. Origines de la hausse des prix alimentaires internationaux

Nombreuses études ont tenté d'identifier les facteurs qui pourraient être à l'origine de la récente hausse des prix des produits alimentaires sur les marchés internationaux (voir par exemple Mitchell, 2008 ; Headey et Fan, 2008 ; Piesse et Thirtle, 2009 ; Gilbert, 2010). Cette section passe en revue les principaux facteurs de la hausse des prix alimentaires.

3.1. Hausse du prix du pétrole

La hausse des prix des produits alimentaires au cours de ces dernières années a coïncidé avec une montée en flèche du prix du pétrole (voir figure 1.2 ci-dessus). Cela met en évidence l'influence de l'évolution du prix du pétrole sur l'évolution des prix sur les marchés des biens alimentaires.

Il existe deux principaux canaux par lesquels le prix du pétrole affecte les prix des produits alimentaires. Premièrement, le pétrole est utilisé dans le processus de production des produits alimentaires. En effet, la production de la plupart des produits alimentaires utilise des fertilisants dont la production nécessite des produits énergétiques à base de pétrole. Par la suite, le transport de ces produits alimentaires sur de grandes distances consomme beaucoup d'énergie. Par conséquent, la hausse du prix du pétrole conduira à une augmentation des prix alimentaires. Baffes (2007) estime l'effet du prix du pétrole sur les prix internationaux de 35 produits primaires de base sur la période 1960-2005 en utilisant des techniques de cointégration. L'auteur trouve que la hausse du prix du pétrole contribue à une augmentation des prix des produits agricoles de 17%. Mitchell (2008) analyse les facteurs à l'origine de la rapide hausse des prix agricoles en utilisant une approche ad hoc non basée sur des modèles structurels. L'auteur souligne que les effets combinés de la hausse du coût du pétrole et du coût de transport entraînent une augmentation des coûts de production dans l'agriculture américaine de l'ordre de 15 à 20%. Headey et Fan (2008) explorent les causes de la récente hausse des prix en utilisant une approche faisant le lien entre la théorie économique et les faits stylisés. Les auteurs estiment que la hausse du prix du pétrole entraîne une augmentation des coûts de production du maïs, du blé et du soja de près de 30 à 40% sur la période 2001-2007 sur les marchés internationaux. Baffes et Haniotis (2009) analysent le lien direct entre le prix du pétrole et le prix des produits agricoles sur la période 1960-2008 en utilisant les techniques

de cointégration. Les auteurs montrent que le prix du pétrole explique une part importante de la variabilité des prix. L'élasticité de transmission est de 0.28, ce qui implique qu'une hausse de 10% du prix du pétrole entraîne une hausse de 2.8 % du prix des produits agricoles.

Deuxièmement, l'effet de la hausse du prix du pétrole passe par la demande pour les biocarburants. Mitchell (2008) suggère que la demande pour les biocarburants est responsable de la plus grande partie de la hausse des prix des produits alimentaires. L'auteur conclut que la hausse des prix alimentaires sur la période 2006-2008 résulte de la synergie de plusieurs facteurs dont le plus important est la forte hausse de production des biocarburants aux Etats-Unis et en Europe. Abbott et al. (2008) soulignent que la demande pour les biocarburants et les fluctuations du dollar américain sont les deux facteurs responsables de la variation des prix des produits alimentaires sur la période 2006-2008.

Schmidhuber (2006) fournit un cadre d'analyse de la transmission des hausses du prix de l'énergie aux prix des produits agricoles. L'auteur identifie trois canaux de transmission. Le premier canal de transmission est relatif à l'offre. Lorsque la hausse du prix de l'énergie rend compétitif un bien agricole sur le marché de l'énergie, l'utilisation croissante de ce bien dans la production d'énergie entraîne une hausse du prix du bien. Ce canal pourrait s'affaiblir si la demande pour le bien fait monter le prix au point qu'il devienne trop coûteux pour le marché de l'énergie. Le deuxième canal de transmission des prix passe par le biais des substituts du côté de l'offre. Pour un bien donné, un prix plus élevé peut créer une forte concurrence pour les substituts de ce bien, réduisant ainsi la disponibilité de ces produits sur les marchés et cela peut entraîner une hausse des prix. En outre, la hausse du prix de l'énergie peut conduire à une augmentation du nombre et des quantités de produits agricoles qui entrent en concurrence avec la bioénergie et cela peut limiter considérablement les disponibilités de ces produits pour des besoins alimentaires. Par exemple, l'utilisation du manioc en Thaïlande pour la production de bioéthanol diminue la disponibilité de ce produit pour les exportations, réduisant ainsi l'offre de manioc sur le marché international. Le troisième canal de transmission est relatif à la demande. Le renchérissement du pétrole augmente le prix du nylon⁵ et autres fibres synthétique. Cela entraîne indirectement une hausse du prix du coton.

En somme, la plupart des études concluent que les prix des produits agricoles répondent positivement à la hausse du prix du pétrole sur les marchés internationaux. Cette réponse est

⁵ Le nylon est issu du pétrole et plus précisément d'un de ses dérivés.

beaucoup plus forte après 2002. Ces études mettent ainsi en évidence la dépendance des marchés agricoles au prix de l'énergie.

3.2. Fluctuations du taux de change du dollar américain

La variation du taux de change du dollar américain par rapport aux autres devises (par exemple la Livre Sterling anglaise, l'Euro et le Yen japonais) est citée dans certaines analyses comme étant en partie responsable des variations des prix alimentaires sur les marchés internationaux (voir, Baffes, 1997 ; Sarris, 2008). Entre janvier 1999 et décembre 2004, les prix alimentaires ont augmenté de 10% et la dépréciation du dollar par rapport à l'euro était de 20%. Sur la période allant de janvier 2006 à avril 2008, la hausse des prix agricoles était de 77% et la dépréciation du dollar était de 30%.

La littérature théorique sur le lien entre le taux de change du dollar américain et les prix des biens agricoles échangeables en dollar souligne l'existence d'une relation négative (voir par exemple Ridler et Yandle, 1972 ; Dornbusch, 1976). En effet, le prix des produits alimentaires étant libellé en dollar sur les marchés internationaux, la dépréciation du dollar peut conduire immédiatement à une baisse des prix des produits alimentaires en monnaie locale et à une augmentation du pouvoir d'achat dans les pays partenaires. Cela va entraîner une augmentation de la demande pour les produits agricoles dans ces pays, tout en réduisant les profits des fournisseurs étrangers et éventuellement l'offre étrangère. Cela aura pour effet une augmentation des prix alimentaires sur les marchés internationaux. En revanche, une appréciation du dollar conduit à une baisse des prix agricoles.

Plusieurs études empiriques ont tenté de vérifier le lien existant entre les fluctuations du dollar américain et les prix des produits alimentaires. Gilbert (1989) montre que l'appréciation du dollar américain par rapport aux monnaies de certains pays développés dans la première moitié des années 1980 a conduit au moins dans certains cas à une forte dépréciation réelle de la monnaie des pays les moins avancés et à une baisse considérable des prix libellés en dollar des produits alimentaires. Baffes (1997) analyse l'effet de la dépréciation du dollar sur les prix agricoles et trouve des élasticités de transmission qui varient entre 0.5 et 1 en fonction des produits. Sarris (2008) trouve qu'une dépréciation de 10% du dollar américain par rapport à d'autres monnaies entraîne une hausse du prix du maïs de 3.5% et une hausse des prix du riz, du blé et des oléagineux de 5%.

Mitchell (2008) montre que la dépréciation du dollar a entraîné une augmentation des prix alimentaires de près de 20% mais souligne tout de même qu'il est difficile de quantifier l'impact de la dépréciation du dollar sur les prix de biens alimentaires. Akram (2009) utilise un modèle VAR structurel et des données trimestrielles sur la période 1990-2007 pour montrer que la baisse du dollar américain a conduit à une hausse des prix des produits de base sur les marchés internationaux.

3.3. Effet des chocs monétaires sur les prix alimentaires

L'effet des chocs monétaires sur les prix des produits alimentaires a fait l'objet de plusieurs analyses. Pour Schuh (1974), les changements dans la politique monétaire des Etats Unis peuvent affecter la valeur du dollar et par conséquent impacter les prix et la compétitivité des produits alimentaires d'origine américaine sur les marchés internationaux. Nombreuses études se sont focalisées sur l'hypothèse dite de « sur-réaction » des prix pour analyser le lien entre les chocs monétaires et les prix agricoles. Cette hypothèse est définie comme une variation temporaire des prix au-delà de leur équilibre de long terme suite à un choc monétaire.

Dornbusch (1976) est l'un des premiers auteurs à modéliser l'hypothèse de « sur-réaction » des prix pour analyser le comportement des prix des actifs suite à une variation du taux de change. Frankel (1986) adapte le modèle de Dornbusch à l'analyse de l'effet des chocs monétaires sur les prix des produits alimentaires. L'auteur fait la distinction entre les secteurs dits à « prix fixes » (le secteur industriel et le secteur des services), où les prix s'ajustent lentement, et le secteur à « prix flexibles », tel que l'agriculture, où les prix s'ajustent instantanément en réponse aux variations de l'offre monétaire. Frankel montre que les prix agricoles varient au-delà de leur valeur d'équilibre de long terme lorsqu'il y a un choc monétaire positif.

Lai et al. (1996) prolongent l'analyse de Frankel (1986) en prenant en compte le fait que l'économie anticipe ou non les chocs monétaires. Les auteurs concluent que la hausse des prix agricoles peut aller au-delà de leur niveau d'équilibre de long terme si les chocs monétaires ne sont pas anticipés. Bordo (1980) soutient que les marchés des produits agricoles ont tendance à être plus standardisés et ont des coûts de transaction inférieurs à ceux des produits manufacturés. Ce qui justifie le fait que les prix agricoles soient caractérisés par des

mouvements de court terme et répondent plus rapidement aux variations de la politique monétaire comparativement aux prix des autres produits.

Au cours de ces dernières années, on assiste à un regain d'intérêt pour l'analyse empirique de l'impact de la politique monétaire sur les prix des produits agricoles. Nombreuses de ces études montrent que les prix des produits agricoles et des produits manufacturiers répondent proportionnellement aux changements de politique monétaire à long terme : il s'agit de l'hypothèse de neutralité monétaire à long terme. Selon cette hypothèse, tous les prix varient proportionnellement suite aux changements de politique monétaire. En d'autres mots, un choc monétaire d'une certaine ampleur entraîne une variation des prix de même ampleur. Saghaian et al. (2002) utilisent un modèle augmenté de Dornbusch pour analyser l'effet des chocs monétaires sur les prix. Les auteurs montrent que les prix agricoles s'ajustent plus rapidement que les prix manufacturiers à la suite d'un choc monétaire. Les prix relatifs sont affectés à court et à long terme. Bien d'autres auteurs ont mis en évidence les effets de court et de long terme (voir par exemple Bessler, 1984). Cependant, certaines analyses soutiennent que les changements de politique monétaire peuvent avoir des effets sur les prix des produits agricoles uniquement à court terme mais pas à long terme (voir par exemple Robertson et Orden, 1990 ; Cho et al., 2004).

3.4. Croissance des revenus dans les pays émergents et les pays développés

Certains auteurs mettent en avant la croissance rapide des revenus en Chine, en Inde (Von Braun, 2008) et dans certains pays développés (en majorité les pays de l'OCDE⁶) comme une cause majeure de la hausse des prix alimentaires sur les marchés internationaux. Von Braun (2008) suggère que la forte croissance économique dans certains pays partenaires commerciaux des Etats Unis conduit à une augmentation des exportations américaines et contribue à la hausse des prix du maïs, d'autres céréales et des oléagineux. Sur la période 2003-2007, la croissance économique mondiale a été exceptionnellement élevée, avec un PIB annuel réel de 4,6%, comparativement au taux de 3,2% sur la période 1998-2002. Dans les pays émergents, tels que la Chine et l'Inde, et les pays en développement, le taux de croissance annuel moyen du PIB réel a augmenté de 7,3% sur la période 2003-2007, contre 4,1% sur la période 1998-2002. En plus, l'émergence d'une classe moyenne, les modifications

⁶ Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

des habitudes alimentaires et les élasticités-revenu de la demande alimentaire dans les économies émergentes contribuent à la hausse de la demande pour les biens alimentaires tels que les céréales. Piesse et Thirtle (2008) montrent ainsi que la demande de maïs pour les besoins alimentaires a augmenté de 2,1% par an sur la période 2000-2007 en Chine et en Inde. Cependant, Mitchell (2008) souligne que la croissance rapide des revenus n'est pas responsable de la flambée des prix, mais elle contribue à accroître la demande pour les oléagineux. Les importations de soja de la Chine sont passées de 20.4 à 33.5 millions de tonnes sur la période 1990-2007.

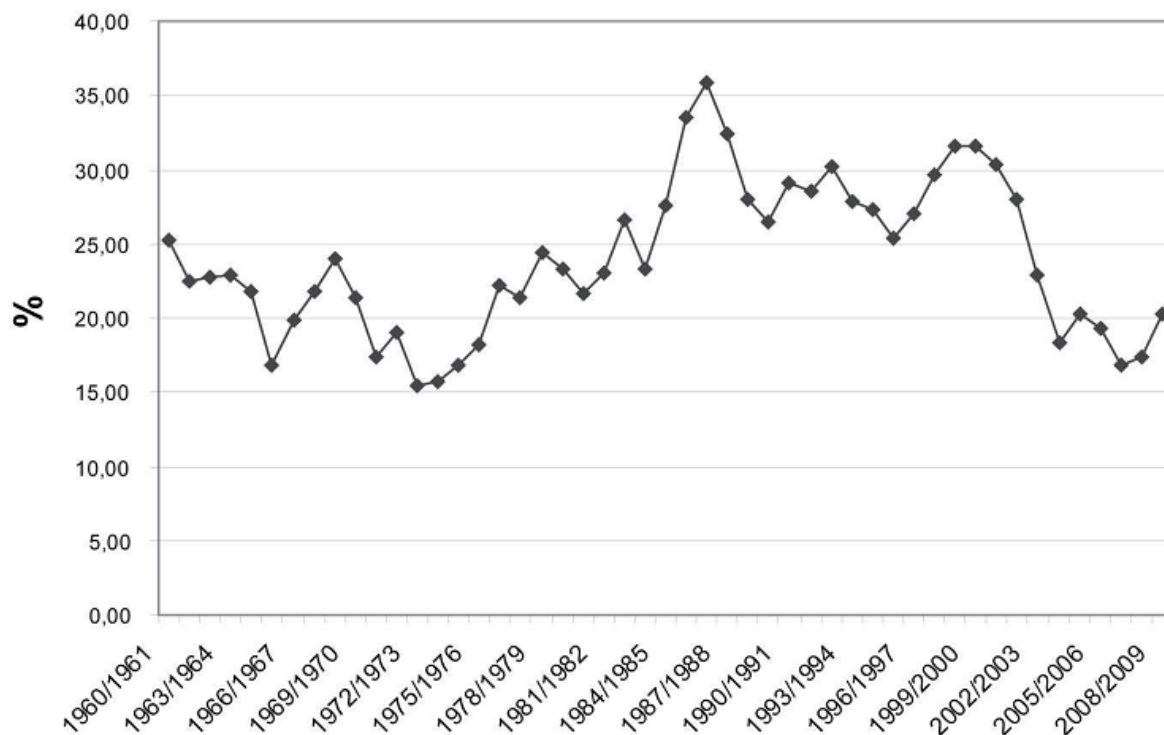
3.5. Faible niveau des ratios d'utilisation des stocks

Certaines analyses établissent un lien entre le niveau des stocks et la récente flambée des prix alimentaires (voir par exemple Piesse and Thirtle, 2008 ; Headey et Fan, 2008, Mitchell, 2008). Les principaux produits agricoles par opposition aux produits périssables sont stockables et lorsqu'il y a des déficits de récoltes, les stocks viennent en complément de l'offre disponible. Depuis la campagne 2000/2001, les stocks de céréales ont subi une baisse sensible. Tout particulièrement, les stocks mondiaux ont connu des baisses importantes en 2002/2003 et en 2003/2004, de l'ordre de 70 millions de tonnes en blé et 47 millions de tonnes en maïs. De fait, les ratios stocks finaux/consommation de la campagne 2003/2004 sont tombés à des niveaux faibles, 22 % pour le blé et 15 % pour le maïs, alors qu'ils se situaient au début de l'année 2000 respectivement à 35 % pour le blé et à 25 % pour le maïs (Courleux, 2008). La figure 1.4 ci-dessous met en évidence la baisse des ratios des stocks mondiaux de céréales. Cette tendance à la baisse des stocks a coïncidé avec le début de la hausse des prix des produits agricoles au premier semestre 2006. Cela révèle un lien entre la hausse des prix agricoles et le niveau des stocks.

Headey et Fan (2008) soulignent que la baisse considérable des stocks durant les années 2000 pourrait expliquer la flambée des prix sur la période 2006-2008. La réduction progressive du niveau des stocks depuis le milieu des années 90, principalement des céréales, a eu un impact significatif sur les marchés. En effet, depuis la relative hausse des prix de 1995, les niveaux des stocks au niveau mondial ont diminué, en moyenne de 3,4% par an bien que la croissance de la demande ait dépassé celle de l'offre. Le rapport de 2009 de la FAO sur la flambée des prix souligne qu'il existe une relation négative statistiquement significative entre le taux d'utilisation des stocks et les prix des céréales. Cela est confirmé par le fait que le coefficient

de corrélation entre les deux variables est élevé et négatif (-0.65). L'estimation d'une relation linéaire montre que 42% de la variance des prix est expliquée par le ratio d'utilisation des stocks.

Figure 1.4 : Stocks mondiaux de céréales en pourcentage de la consommation annuelle mondiale de céréales.



Source: Lerin et al. (2009).

3.6. Développement de l'investissement financier sur les marchés des produits de base

La spéculation sur les marchés financiers est citée dans la littérature comme étant en partie responsable de la flambée des prix des produits agricoles (voir par exemple Piesse et Thirtle, 2008 ; Baffes et Haniotis, 2010). L'étude de 2008 de l'IFPRI⁷ conclut que la spéculation sur les produits de base pourrait avoir contribué à la récente hausse des prix alimentaires et plaide pour des politiques de régulation des marchés financiers. En faisant des anticipations sur l'évolution des prix de produits alimentaires sur les marchés financiers, de nombreux fonds de spéculation réalisent des investissements rentables. Une petite hausse des prix peut être

⁷International Food Policy Research Institute.

considérée comme le signal d'une tendance positive, entraînant ainsi plus d'opérations d'achat. Cela conduit à une hausse importante des prix non justifiée par les fondamentaux de l'offre et de la demande.

En effet, il existe sur les marchés à terme une catégorie d'investisseurs considérant les contrats à terme sur les produits de base comme une classe d'actifs comparables aux actions, aux obligations, aux produits immobiliers et aux actifs des marchés émergents. Ces investisseurs prennent des positions sur les produits de base sur la base du critère de risque et de rendement des portefeuilles (voir par exemple Fabozzi et al., 2008). De manière générale, les investisseurs n'investissent pas directement sur les marchés à terme de produits de base. Ils le font par l'intermédiaire des banques ou autres institutions financières qui leur fournissent des instruments de marché appropriés tels que les fonds négociés en bourse, les certificats⁸ ou les swaps⁹. La majorité des institutions financières ont pour objectif de répliquer un indice particulier des contrats à terme sur les produits de base de la même manière que les fonds de suivi des actions répliquent les rendements sur un indice des actions. Les indices des contrats à terme les plus suivis sont le S&P GSCI¹⁰ et le DJ-UBS¹¹. Par exemple, vers la fin de l'année 2007, les fournisseurs d'indices ont investi près de 43 milliards de dollars américains dans les contrats à terme sur les marchés agricoles aux Etats-Unis. Ce montant est passé à 58 milliards en juin 2008. Lecocq et Courleux (2011) soulignent que la première raison expliquant le niveau élevé de développement des marchés dérivés agricoles est la place croissante des investisseurs financiers sur ces marchés, résultant notamment de l'émergence depuis le début des années 2000 des fonds indiciels cotés.

Un certain nombre d'études empiriques établissent le lien entre la spéculation financière sur les marchés à terme des produits de base et la hausse des prix agricoles. Soros (2008) souligne que l'investissement dans les instruments liés aux indices des produits de base est devenu

8 Un certificat correspond à un produit dérivé qui porte sur différents actifs sous-jacents (action, indice, matière première,...). Leur valeur reflète l'évolution enregistrée sur le cours du sous-jacent. Un certificat permet à un investisseur de profiter de la hausse du sous-jacent ou de sa baisse avec un effet de levier important.

9 Le swap est une opération d'échange d'actifs ou de passifs, qui s'effectue de gré à gré, entre deux parties. Le swap peut porter sur un actif ou un passif. Le swap porte aussi souvent sur des taux d'intérêt. La banque peut servir de simple intermédiaire dans une opération de swap nouée entre deux de ses clients ou associer des swaps à leurs nouvelles émissions (d'obligations, de titres de créances négociables,...) afin d'en modifier l'exposition aux risques de taux.

10 Le S&P GSCI est pondéré en fonction de la production mondiale moyenne du bien sur les cinq dernières années. Plus on anticipe un prix élevé du bien dans l'avenir, plus grand sera son poids dans l'indice S&P GSCI.

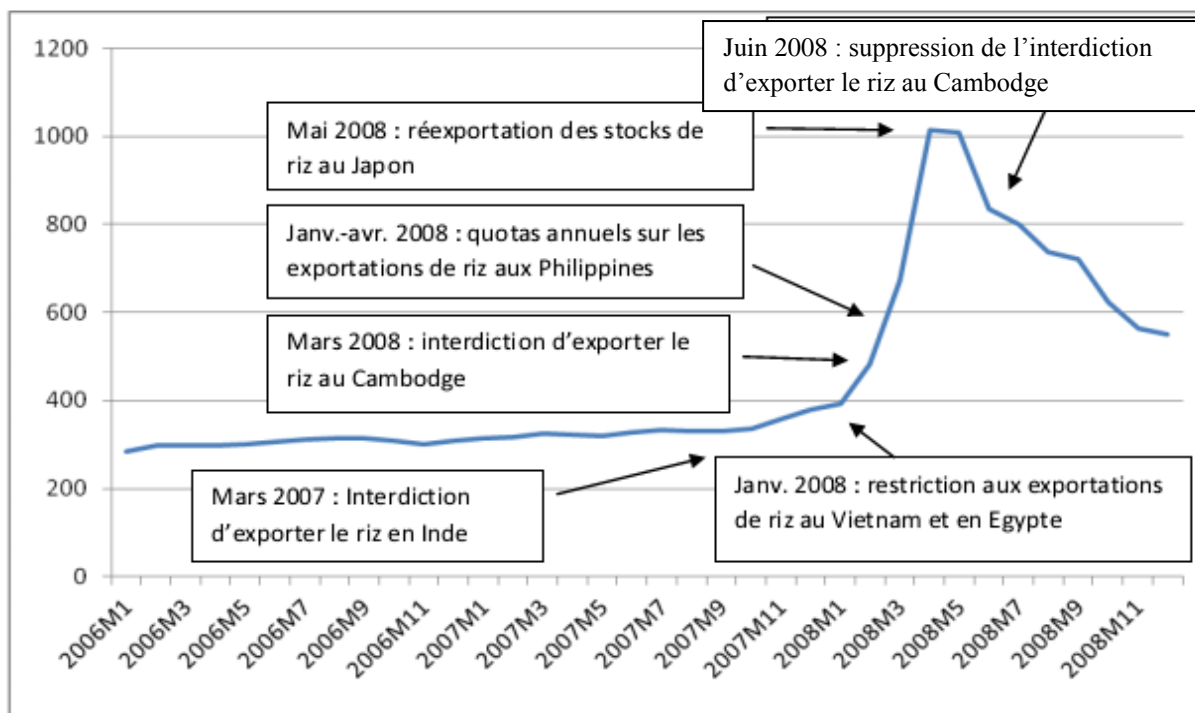
11 L'indice DJ-UBS pondère différents produits de base principalement en fonction de la liquidité des contrats à terme, mesurée en termes de volume et de taux d'intérêt, mais aussi prend en compte la production. Il tient compte aussi de la diversification en limitant le poids de chacun des groupes de produits à 1/3.

important et conclut que l'investissement dans les contrats à terme aurait contribué à accélérer la hausse des prix alimentaires. Cooke et Robles (2009) concluent que l'importance des contrats à terme sur les produits de base aurait contribué à la hausse des prix alimentaires sur la période 2006-2008. Robles et al. (2009) montrent que l'activité spéculative sur les marchés à terme est une cause de la flambée des prix alimentaires sur la période 2007-2008. Gilbert (2008) trouve que l'activité spéculative affecte les prix du soja mais pas ceux du maïs sur les marchés à terme aux Etats-Unis. En conclusion, bien que l'activité spéculative sur les produits de base puisse occasionner une volatilité des prix sur les marchés agricoles, elle n'est généralement pas considérée comme la principale cause de la hausse généralisée des prix agricoles sur les marchés internationaux.

3.7. Politiques de restriction des exportations

Certaines analyses soulignent que les fondamentaux de l'offre et de la demande ne sont pas les seuls facteurs responsables de la flambée des prix des biens alimentaires au cours de ces dernières années. Cette situation s'explique aussi par un certain nombre de mesures mises en place par les pays exportateurs de biens alimentaires. En effet, face à la hausse des prix intérieurs, stimulée par des événements sur les marchés des céréales, les pays exportateurs de produits alimentaires ont imposé sur la période 2007-2008 des politiques de restriction des exportations qui ont contribué à une baisse des volumes des biens échangeables et par conséquent à la flambée des prix sur les marchés internationaux. Von Braun (2008) souligne que la Chine a interdit les exportations de riz et de maïs, l'Inde a interdit les exportations de lait en poudre, la Bolivie a interdit l'exportation d'huile de soja au Chili, en Colombie, au Cuba, en Equateur, au Pérou et au Venezuela et l'Ethiopie a interdit les exportations des principales céréales. La figure ci-dessous présente le calendrier des principales restrictions mises en place par certains pays.

Figure 1.5 : Chronologie des mesures de restriction aux exportations de riz



Source : Construit à partir des données de prix du riz de l'IFS (2011).

3.8. Chocs climatiques

Les fortes températures, les longues périodes de sécheresse et les inondations constituent un des principaux facteurs de la hausse des prix internationaux des produits alimentaires à cause des pertes de récoltes qu'elles engendrent. Ainsi, les marchés internationaux de blé et ceux des céréales secondaires sont caractérisés par une production fortement déficitaire en 2006/2007 à cause des conditions climatiques défavorables qui ont entraîné des baisses de rendement dans les zones de production. La grave sécheresse en Australie a conduit à une baisse des récoltes de blé et de céréales secondaires de 61% et de 51% respectivement par rapport à celles de l'année précédente, entraînant ainsi une chute brutale des exportations de céréales de 9.2 millions de tonnes par an par rapport à 2005. En Europe et aux Etats-Unis, la production de blé et de céréales ont également baissé de manière importante. Cela s'explique principalement par des baisses de rendement liées aux conditions climatiques, notamment les gelées en Russie et en Ukraine, et par la baisse des superficies pour la production de céréales. Mitchell (2008) montre que les pertes de récoltes dans les pays de l'Union Européenne et en Ukraine ont réduit les exportations de près de 10 millions de tonnes en 2007. Aux Etats-Unis,

la baisse des exportations en 2006 était de 14% par rapport à l'année précédente (Headey et Fan, 2008). Au total les quantités de blé et de céréales secondaires produites par l'Australie, l'Union Européenne et les Etats Unis ont été inférieures de quelques 57 millions de tonnes dont une trentaine de millions pour le blé. La Banque Mondiale (2008) conclut que les sécheresses qui ont sévi en Australie et les mauvaises récoltes dans l'Union Européenne et en Ukraine en 2006 et 2007 ont été largement compensées par les bonnes récoltes et les exportations dans d'autres pays et ne seraient pas à elles seules responsables de la flambée des prix alimentaires.

En somme, le débat sur les facteurs à l'origine de la flambée des prix alimentaires sur les marchés internationaux sur la période 2006-2008 reste très controversé, mais il existe certaines zones d'accord. La section suivante contribue à enrichir le débat en évaluant empiriquement à partir d'une analyse économétrique l'influence en termes d'élasticités des facteurs à l'origine de la hausse des prix agricoles.

4. Analyse empirique des causes de la hausse des prix alimentaires

Nombreuses études ont analysé les facteurs qui contribuent à la hausse des prix alimentaires sur les marchés internationaux. La plupart de ces études n'ont pas fait d'évaluation quantitative. Les analyses quantitatives existantes se sont intéressées le plus souvent soit à la relation entre le prix de l'énergie et les prix agricoles (voir par exemple Baffes et Haniotis, 2009) soit à l'effet des fluctuations du taux de change du dollar américain sur les prix alimentaires (voir par exemple Mitchell 2008). Dans ce chapitre, nous évaluons l'influence en termes d'élasticités des facteurs présentés dans la littérature théorique comme étant à l'origine de la hausse des prix agricoles. Compte tenu des problèmes liés à la disponibilité des données sur une longue période, notre analyse se limite à trois principaux facteurs : le prix du pétrole, le taux de change du dollar américain et le produit intérieur brut par tête dans les pays émergents et les pays développés.

4.1. Méthode d'analyse

La méthode utilisée pour évaluer l'influence en termes d'élasticités du prix du pétrole, des fluctuations du taux de change du dollar américain et de la croissance des revenus sur la hausse des prix agricoles repose sur les modèles de cointégration. Tout d'abord, nous déterminons les propriétés statistiques des séries de prix de notre échantillon en utilisant les tests de racine unitaire. Ensuite, nous estimons les élasticités de transmission de long terme. Enfin, nous procédons aux tests de cointégration en utilisant les méthodes de Johansen (1988) et d'Engle et Granger (1987). A la suite de ces tests de cointégration, nous estimons la dynamique de court terme entre les différents facteurs et les prix des biens alimentaires à partir d'un modèle à correction d'erreur (ECM).

4.1.1. Données

Nous utilisons trois indices de prix. Il s'agit de l'indice général des prix des biens alimentaires IFOOD, l'indice des prix des céréales ICER défini comme une simple moyenne des indices des prix du maïs, du riz, du blé et du soja et l'indice des prix des huiles végétales IVEG défini comme une moyenne simple des indices des prix de l'huile de soja, de l'huile de palme et de l'huile de tournesol. Le choix de ces indices se justifie par le fait que la flambée des prix a touché en premier lieu les huiles végétales et les céréales. La hausse des prix de l'huile de palme et du maïs a démarré dès le dernier semestre de l'année 2006. La flambée des prix a touché les autres huiles végétales et céréales en 2007. Nous considérons trois variables explicatives : le prix moyen du pétrole au niveau mondial, le taux de change effectif réel du dollar américain par rapport à un panier de devises et le PIB/tête¹². Le prix moyen du pétrole est la moyenne des prix du pétrole provenant du Royaume Uni, de Dubaï et du Texas aux Etats Unis. Toutes les variables sont sur une base trimestrielle et exprimées en logarithmes. La description et les sources des variables sont détaillées dans le tableau 1.1 ci-dessous.

¹² La procédure de calcul du PIB/tête est expliquée dans le tableau 1.1.

Tableau 1.1 : Description et Sources des variables trimestrielles (1960-2010).

Variables	Description et Sources
Indice des prix des produits alimentaires de base au niveau mondial (IFOOD)	L'indice IFOOD ¹³ provient de la base <i>International Financial Statistics (IFS)</i> du Fonds Monétaire International, 2011. Il a été déflaté par l'indice des prix à la consommation base (2005=100) des Etats Unis.
Indice des prix des céréales (ICER)	L'indice ICER est une moyenne simple des indices du prix du riz, du maïs, du blé et du soja base (2005=100). Les données proviennent de la base <i>IFS</i> , 2011. L'indice ICER a été déflaté par l'indice des prix à la consommation base (2005=100) des Etats Unis.
Indice des prix des huiles végétales (IVEG)	L'indice IVEG est une moyenne simple des indices du prix de l'huile de palme, de l'huile de soja et de l'huile de tournesol base (2005=100). Les données proviennent de la base <i>IFS</i> . L'indice IVEG a été déflaté par un indice des prix à la consommation base (2005=100) des Etats Unis.
Prix moyen du pétrole	Le prix moyen du pétrole est une moyenne simple des prix du pétrole provenant du Royaume Uni, de Dubaï et du Texas aux Etats Unis. Il provient de la base <i>IFS</i> , 2011. Il a été déflaté par l'indice des prix à la consommation base (2005=100) des Etats Unis.
Taux de change effectif réel du dollar américain	Nous utilisons le taux de change effectif réel du dollar américain par rapport à l'euro, au yen japonais, au dollar australien, au dollar canadien et à la livre sterling. Pour la période antérieure à la mise en place de l'euro, nous avons utilisé le <i>Deutschemark</i> dans nos calculs. Le taux de change a été déflaté par l'indice des prix à la consommation relatif entre le pays concerné et les Etats Unis. Pour la zone euro, nous avons utilisé l'indice des prix à la consommation de l'Allemagne. Les données proviennent de la base <i>IFS</i> , 2011.
PIB/tête	Le PIB/tête au niveau mondial est en dollar américain et à prix constant 2000. Il s'agit d'une simple moyenne du PIB de la Chine, de l'Inde, du Canada, de l'Australie, de la France, de l'Allemagne, de l'Italie, du Japon, du Royaume Uni, de la Russie et les Etats Unis. Le PIB a été ensuite trimestrialisé en utilisant la méthode de désagrégation temporelle de Chow-Lin (1971) ¹⁴ . Les données proviennent de la base <i>World Development Indicators (WDI)</i> , 2011 de la Banque Mondiale.

Source : construit par l'auteur.

¹³ Il comprend: banane, maïs, riz, blé, soja, viande (bœuf, agneau, viande de porc et de volaille), huile de noix de coco, farine de poisson, arachide, huile d'olive, huile de palme, farine de soja, huile de soja, huile de tournesol, fruits de mer (poisson et crevette), orange et sucre.

¹⁴ La méthode de Chow-Lin (1971) consiste à estimer des séries trimestrielles du PIB à partir de la série de référence annuelle du PIB connue et de la série trimestrielle de l'indice de production industrielle dans le cadre d'un modèle de régression linéaire simple.

4.1.2. Tests de stationnarité et de cointégration

Nous utilisons deux tests pour déterminer la non stationnarité des séries. Ces tests sont fréquemment utilisés dans la littérature, il s'agit du test de Dickey-Fuller Augmented (ADF) et du test de Phillips-Perron (PP). Nous estimons ensuite la relation de long terme. Pour prendre en considération l'éventuel biais d'endogénéité dans les variables explicatives, nous utilisons la méthode des moindres carrés dynamiques (DOLS) préconisé par Stock et Watson (1993) pour estimer les élasticités de transmission de long terme. La relation d'équilibre de long terme est définie comme suit :

$$P_t = \beta_1 P\acute{e}trole_t + \beta_2 Tauxchange_t + \beta_3 PIB_t + \beta_4 Trend_t + \sum_{s=1}^4 \beta_s M_s + \varepsilon_t \quad (1.1)$$

Où P , $P\acute{e}trole$, $Tauxchange$, PIB , $Trend$ et M sont respectivement l'indice des prix alimentaires, le prix moyen du pétrole, le taux de change effectif réel du dollar américain par rapport aux autres devises, le produit intérieur brut par tête, la tendance temporelle et des muettes trimestrielles pour capter la saisonnalité. ε_t est le terme d'erreur aléatoire de variance constante qui capte l'effet des variables inobservables. Si ε_t est stationnaire, l'indice des prix alimentaires et les variables explicatives sont cointégrés et par conséquent il existe au moins une relation d'équilibre stable de long terme. Les paramètres $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ représentent les élasticités de transmission de long terme car les séries de prix du pétrole, du taux de change et du PIB/tête sont en logarithmes.

Le paramètre β_1 devrait être positif car l'énergie est utilisée dans le processus de production des produits alimentaires. On s'attend à ce que β_2 soit négatif. En effet, le taux de change effectif réel du dollar par rapport aux autres monnaies étant calculé au certain, on attend qu'une appréciation du dollar par rapport à ces monnaies conduise à une baisse du prix des produits agricoles comme nous l'avons souligné dans la section 3.2. On s'attend aussi à ce que β_3 soit positif. La croissance des revenus dans les pays développés et les pays émergents comme la Chine et l'Inde peut entraîner une augmentation de la demande de produits alimentaires. β_4 devrait être négatif.

Nous testons l'hypothèse nulle de non cointégration en utilisant la méthode de Johansen (1988) et la méthode d'Engle et Granger (1987). Nous utilisons par la suite un modèle à correction d'erreur pour évaluer la dynamique de court terme. Ce modèle se présente sous la forme suivante :

$$\Delta P_t = \gamma \varepsilon_{t-1} + \sum_{k=1}^p \theta_k \Delta P_{\text{Pétrole}}_{t-k} + \sum_{k=1}^p \sigma_k \Delta Tauxchange_{t-k} + \sum_{k=1}^p \pi_k \Delta PIB_{t-k} + \sum_{k=1}^p \varphi_k \Delta P_{t-k} + \mu_k \quad (1.2)$$

Où γ est la vitesse d'ajustement de P_t et $\theta_k, \sigma_k, \pi_k$ représentent les élasticités de transmission de court terme.

4.2. Résultats d'estimations

4.2.1. Tests de racine unitaire et dynamique de long terme

Les résultats des tests de stationnarité de Dickey-Fuller Augmenté (ADF) et de Phillips-Perron (PP) présentés dans le tableau 1.2 ci-dessous montrent que toutes les variables de l'équation (1.1) sont intégrées d'ordre 1.

Tableau 1.2 : Tests de racine unitaire sur données mensuelles, 1960-2010.

Variable	Test ADF		Phillips Perron	
	niveau	Différence 1 ^{ère}	niveau	Différence 1 ^{ère}
I FOOD	-0,614	-5,729***	-0,706	-11,320***
ICER	-0,431	-5,956***	-0,455	-9,785***
IVEG	-0,376	-6,386***	-0,305	-10,456***
Prix du pétrole	0,576	-7,863***	0,460	-11,509***
Taux de change	-1,306	-5,676***	-1,590	-10,874***
PIB/tête	2,737	-3,422***	5,746	-24,122***

Note: ADF: Dickey-Fuller Augmented. PP: Phillips-Perron. Les chiffres représentent les t-student. Le nombre de retard utilisé est déterminé par les critères d'Akaike (AIC). L'estimation avec un modèle avec trend n'est pas acceptée pour la plupart des variables. *** significativité à 1%.

L'estimation de la relation de long terme (équation 1.1) fournit les élasticités de transmission pour chacun des indices des prix de notre échantillon (tableau 1.3). Les résultats montrent que le prix du pétrole, le taux de change effectif réel du dollar et le PIB par tête ont chacun un effet significatif sur les indices des prix alimentaires à long terme. Les élasticités de transmission de long terme varient selon les indices des prix. Par exemple, pour l'indice des prix IFOOD, les coefficients sont de 0.224, -0.397 et 0.114 pour le prix du pétrole, le taux de change effectif réel du dollar et le PIB/tête respectivement. Selon nos estimations, une appréciation du dollar américain par rapport aux autres devises de 10% entraîne une baisse des prix des produits alimentaires de 3,97% sur les marchés internationaux.

L'estimation de l'équation (1.1) pour l'indice IFOOD donne un R^2 de 0.852; ce qui indique que le prix du pétrole, le taux de change effectif réel du dollar américain par rapport aux devises et le PIB/tête au niveau mondial expliquent une part importante de la variance des prix agricoles sur les marchés internationaux.

Les effets des variables explicatives sur l'indice des prix des céréales (ICER) sont significatifs. Les élasticités de transmission sont plus importantes que celles obtenues pour l'indice général des prix agricoles (IFOOD). En effet, les principales céréales (riz, maïs, soja) utilisent de l'énergie dans leur processus de production et connaissent une demande croissante de la part des pays émergents et certains pays développés. Le pouvoir explicatif de l'ensemble des variables explicatives est élevé et est égale à 0.796.

Les valeurs des élasticités de transmission obtenues pour l'indice des prix des huiles végétales (IVEG) se situent dans le même ordre de grandeur que celles obtenues pour l'indice des prix des céréales. Les signes des coefficients du prix du pétrole, du taux de change effectif réel du dollar américain et du PIB/tête sont conformes à ceux attendus et sont tous significatifs. Le pouvoir explicatif de l'ensemble des variables explicatives est de 0.754 pour l'indice des prix des huiles végétales.

Tableau 1.3 : Estimation de la relation de long terme (équation 1.1).

	IFOOD	ICER	IVEG
Prix pétrole	0,224*** (5,722)	0,309*** (4,996)	0,288*** (4,393)
Taux de change	-0,397*** (-3,940)	-0,469*** (-3,072)	-0,523*** (-2,699)
PIB/tête	0,114*** (2,976)	0,209*** (3,377)	0,168** (2,436)
Trend	-0,010*** (-6,521)	-0,014*** (-4,415)	-0,011*** (-2,798)
Constante	1,716** (2,498)	2,549** (2,200)	2,901*** (3,885)
Muettes trimestrielles	Oui	Oui	Oui
Nombre d'observations	204	204	204
R ² ajusté	0,852	0,796	0,754

Note : l'estimateur est celui des Moindres Carrés Ordinaires Dynamiques (DOLS) corrigé de l'hétéroscédasticité. Les t-statistiques sont présentées sous les coefficients. Le test de Ljung-Box révèle l'absence d'autocorrélation des résidus.

4.2.2. Test de cointégration et estimation de la dynamique de court terme

Les tests de cointégration de Johansen (1988) et d'Engle et Granger (1987) sont appliqués pour tester l'existence d'une relation de cointégration linéaire entre les prix et les variables explicatives (annexes 1.3 à 1.11). Les résultats des tests mettent en évidence une relation de cointégration linéaire entre chacun des prix (IFOOD, ICER et IVEG) et les variables explicatives. Nous estimons ensuite le modèle à correction d'erreur avec deux retards. Les résultats de l'estimation du modèle à correction d'erreur sur la période 1960-2010 sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les élasticités de transmission de court terme pour les trois indices des prix sont significatives et vont dans le sens attendu.

Tableau 1.4 : Estimation du modèle à correction d'erreur standard (équation 1.2).

	$\Delta IFOOD$	$\Delta ICER$	$\Delta IVEG$
$\Delta P\acute{e}trole_{t-1}$	0,091*** (3,021)	0,127*** (4,235)	0,108*** (2,904)
$\Delta Tauxchange_{t-1}$	-0,098*** (-3,946)	-0,200*** (-2,952)	-0,195*** (-3,201)
ΔPIB_{t-1}	0,029** (2,167)	0,039** (2,165)	0,043** 2,091
Constante	1,202** (2,361)	0,992** (2,039)	1,146* (1,875)
Obs.	202	202	202

Note : L'estimateur est celui des Moindres Carrés Ordinaires. Les t-student sont présentés sous les coefficients. ***, **, * (significativité à 1%, 5%, 10%).

5. Conclusion

Ce chapitre contribue à la littérature sur l'analyse des mouvements des prix alimentaires sur les marchés internationaux. Il fait partie des rares analyses qui mettent en évidence à partir d'estimations économétriques les principaux facteurs de la hausse des prix alimentaires.

L'analyse quantitative réalisée à partir des données disponibles sur le prix du pétrole, le taux de change effectif réel du dollar américain et le PIB/tête montre que la hausse du prix du pétrole, les fluctuations du dollar américain par rapport aux autres devises et la croissance des revenus dans les pays émergents et certains pays développés contribuent à la hausse des prix agricoles sur les marchés internationaux. Cependant, l'influence de l'augmentation du prix du pétrole et du taux de change du dollar américain sur la hausse des prix des produits alimentaires est plus importante que celle du PIB/tête au niveau mondial car leurs élasticités sont plus élevées dans nos estimations.

Au regard des résultats de notre analyse, un certain nombre d'actions sont nécessaires. Une des actions serait la mise en œuvre de nouvelles coopérations internationales dans le domaine des produits agricoles pour éviter une hausse excessive des prix internationaux. Une autre action serait d'accroître les investissements en agriculture pour améliorer la productivité

agricole. Cela aura pour effet d'augmenter l'offre des produits agricoles et de limiter la hausse des prix liée à la forte demande pour les biens alimentaires des pays émergents.

La récente flambée des prix alimentaires met en évidence la vulnérabilité des pays fortement dépendants des importations dont l'accès à l'alimentation se trouve menacé et l'incapacité de certains pays producteurs à tirer profit de la hausse des prix. Elle pose à nouveau la question des mécanismes de transmission des chocs de prix ainsi que de l'ampleur des échanges commerciaux entre les marchés au niveau national, régional et/ou international. L'analyse de la transmission de la hausse du prix international du riz appliquée au Burkina Faso, pays enclavé et fortement dépendant des importations de riz pour ses besoins alimentaires, constitue certainement une piste de recherche pertinente pour la littérature dans ce domaine. Cette analyse fera l'objet du chapitre 2 de notre thèse.

Annexes

Annexe 1.1: Statistiques descriptives : variables dépendantes

	I FOOD	ICER	IVEG
Moyenne	5,219	5,271	5,068
Médiane	5,191	5,249	5,015
Maximum	6,231	6,384	6,273
Minimum	4,442	4,414	4,029
Ecart-type	0,445	0,469	0,449
Coefficient variation	0,085	0,089	0,089
Observations	204	204	204

Source: Calculs de l'auteur à partir des données de l'Institut des Statistiques Financières (ISF) du Fonds Monétaire International (FMI).

Annexe 1.2 : Statistiques descriptives : variables explicatives

	Prix pétrole	Taux change	PIB/tête
Moyenne	3,467	4,919	3,273
Médiane	3,409	4,807	3,273
Maximum	4,715	5,697	3,299
Minimum	2,727	4,227	3,235
Ecart-type	0,521	0,371	0,017
Coefficient variation	0,150	0,075	0,005
Observations	204	204	204

Source: Calculs de l'auteur à partir des données de l'Institut des Statistiques Financières (ISF) du Fonds Monétaire International (FMI).

Annexe 1.3: Statistique de la trace de Johansen – Indice des prix agricoles IFOOD

Hyp. nulle	Hyp. Alternative	Statistique de la trace	Valeur critique (5%)	Prob.
0	1	108,799	47,856	0.000
1	2	23,327	29,797	0,391

Annexe 1.4: Statistique de Max-Eigen de Johansen – Indice des prix agricoles IFOOD

Hyp. nulle	Hyp. Alternative	Statistique de Max-Eigen	Valeur critique (5%)	Prob.
0	1	79,847	27,584	0.000
1	2	15,289	21,131	0,269

Annexe 1.5: Statistique de la trace de Johansen – Indice ICER

Hyp. nulle	Hyp. Alternative	Statistique de la trace	Valeur critique (5%)	Prob.
0	1	110,401	47,856	0.000
1	2	26,279	29,797	0,252

Annexe 1.6: Statistique de Max-Eigen de Johansen – Indice ICER

Hyp. nulle	Hyp. Alternative	Statistique de Max-Eigen	Valeur critique (5%)	Prob.
0	1	78,101	27,584	0.000
1	2	16,691	21,131	0,187

Annexe 1.7: Statistique de la trace de Johansen – Indice IVEG

Hyp. nulle	Hyp. Alternative	Statistique de la trace	Valeur critique (5%)	Prob.
0	1	111,373	47,856	0.000
1	2	25,141	29,797	0,270

Annexe 1.8: Statistique de Max-Eigen de Johansen – Indice IVEG

Hyp. nulle	Hyp. Alternative	Statistique de Max-Eigen	Valeur critique (5%)	Prob.
0	1	72,431	27,584	0.000
1	2	15,902	21,131	0,143

Annexe 1.9: Test de cointégration d'Engle et Granger – Indice IFOOD

	Statistique de Student	Probabilité
Statistique de Dickey-Fuller Augmenté	-4,098	0,000
Valeur critique		
	1%	-2,577
	5%	-1,942
	10%	-1,616

Annexe 1.10: Test de cointégration d'Engle et Granger – Indice ICER

		Statistique de Student	Probabilité
Statistique de Dickey-Fuller Augmenté		-3,801	0,000
Valeur critique	1%	-2,577	
	5%	-1,942	
	10%	-1,616	

Annexe 1.11: Test de cointégration d'Engle et Granger – Indice IVEG

		Statistique de Student	Probabilité
Statistique de Dickey-Fuller Augmenté		-3,675	0,000
Valeur critique	1%	-2,577	
	5%	-1,942	
	10%	-1,616	

Chapitre 2 : Transmission des chocs de prix internationaux : le cas du riz au Burkina Faso¹⁵

¹⁵ Une version légèrement modifiée de ce chapitre est publiée : Badolo F. (2012), « Chocs de prix internationaux et transmission : le cas du marché de riz au Burkina Faso », *L'actualité Economique* Volume 88, N°3, Septembre.

Résumé

La hausse des prix des produits alimentaires sur les marchés internationaux durant la période 2006-2008 a entraîné une flambée des prix intérieurs dans bon nombre de pays en développement. La littérature empirique sur la transmission des chocs des prix internationaux dans les pays en développement reste très mitigée. L'objectif de ce chapitre est d'évaluer la relation entre le prix du riz importé sur les marchés au Burkina Faso et le prix international, à partir de tests de cointégration linéaire et non linéaire. L'analyse se base sur des séries mensuelles de prix pour deux marchés du Burkina Faso : le marché de Sankaryaré à Ouagadougou et le marché de Dori au nord du pays. Les résultats montrent que les prix du riz sur ces deux marchés sont intégrés au prix international. L'élasticité de transmission de long terme apparaît élevée. Le modèle TAR révèle une transmission asymétrique dont l'ampleur diffère selon la nature des chocs. Les hausses du prix international se transmettent plus rapidement aux prix intérieurs que les baisses. Ces résultats pourraient s'expliquer par le pouvoir de marché des intermédiaires commerciaux, les coûts de transport et les mécanismes d'intervention du gouvernement.

Abstract

Rising food prices in international markets over the period 2006-2008 led to a surge in domestic prices in some countries, but not in others. The empirical literature on the world price transmission in the context of developing countries remains very mixed. The objective of this chapter is to examine the relationship between the world rice price and the rice price in Burkina Faso using the linear and non linear cointegration tests. We use the monthly prices for two markets of Burkina Faso: Sankaryare market in Ouagadougou and Dori market in the north of country. The results show that the rice prices on these two markets are integrated to international market. The elasticity of the long term transmission is high. The threshold autoregression (TAR) model reveals an asymmetric transmission with a magnitude that varies depending on the nature of shock. Price increases in international markets are transmitted more rapidly to the local markets than price reductions. These results might be explained by the market power of traders, transport costs and government intervention.

1. Introduction

La question de l'intégration des marchés agricoles a été longtemps débattue en lien avec la libéralisation des marchés des biens alimentaires dans les pays en développement. Elle est une condition nécessaire pour une réforme efficace des marchés agricoles. En effet, l'intégration des marchés agricoles permet l'exploitation des économies d'échelle internes, facilite la diffusion des innovations qui sont une source d'externalités et accroît le degré de concurrence car elle va de pair avec une suppression des barrières protégeant les marchés (Araujo-Bonjean et Combes, 2010). En l'absence d'une intégration spatiale des marchés, les signaux de prix ne sont pas transmis des régions à excédent alimentaire aux régions à déficit alimentaire, les prix sont plus volatiles, les producteurs agricoles ont du mal à se spécialiser selon la théorie de l'avantage comparatif à long terme et les gains du commerce sont difficilement réalisables.

Les résultats des travaux empiriques sur le degré de transmission des chocs des prix internationaux aux prix intérieurs sont fonction des caractéristiques du marché. En utilisant des données de 22 pays en développement sur la période 1961-1987, Hazell et al. (1990) montrent que la variation des prix mondiaux n'a pas été transmise aux prix payés aux producteurs. Les auteurs expliquent cela par le taux de change réel et les mécanismes d'intervention des gouvernements. Par ailleurs, les auteurs trouvent une forte corrélation entre les prix aux producteurs et les prix d'exportation pour le café mais pas pour les autres produits. Dans leur étude basée sur un échantillon de 58 pays et avec des données de prix sur la période 1968-1978, Mundlak et Larson (1992) mettent en évidence une transmission presque parfaite des variations des prix internationaux aux prix intérieurs dans les pays en développement. Bakhshoodeh et Sahraeian (2006) analysent l'intégration des marchés agricoles en Iran après son entrée dans l'Organisation Mondiale du Commerce, en utilisant des données de prix sur la période 1984-2002. Les auteurs concluent que les marchés nationaux ne sont pas intégrés aux marchés internationaux à long terme et expliquent ce résultat par les mécanismes d'intervention du gouvernement.

La flambée des prix des produits de base sur les marchés internationaux durant la période 2006-2008 a renouvelé le débat sur la transmission des prix. Cette flambée des prix a débuté en 2002 et a touché fortement les prix alimentaires sur la période 2006-2008 (voir chapitre 1). Elle a conduit à un accroissement de l'insécurité alimentaire et à de violentes manifestations dans les grandes agglomérations de nombreux pays en développement. L'Organisation des

Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO) montre dans une étude datant de 2009 que l'indice¹⁶ des prix alimentaires a augmenté de 7% en 2006 et de 27% en 2007. Cette hausse s'est accélérée dans la première moitié de 2008 pour atteindre 61%. Entre janvier 2007 et mars 2008, les prix du blé et du riz ont presque doublé, celui du maïs a augmenté de 42%. En 2009, les prix céréaliers ont baissé mais sont restés très élevés par rapport à leur niveau du début de l'année 2006 (voir chapitre 1). Par exemple, le prix moyen du riz en 2009 est 90% plus élevé que son niveau moyen de 2006. Plusieurs facteurs¹⁷ expliquent cette flambée des prix des produits alimentaires sur les marchés internationaux durant la période 2006-2008. Une analyse détaillée de ces facteurs est fournie dans le chapitre 1 de cette thèse.

Certaines études ont montré que la flambée des prix des produits alimentaires sur les marchés internationaux durant la période 2006-2008 a entraîné une montée en flèche des prix des denrées alimentaires dans de nombreux pays en développement. Ce constat n'est pas généralisé car dans certains pays, la hausse des prix internationaux a eu des effets moins importants. Diverses raisons¹⁸ sont évoquées pour expliquer une telle situation. Il y a, entre autres, la mauvaise qualité des infrastructures de transport et des services de communication, les mécanismes d'intervention des gouvernements, la complexité des filières de commercialisation, les accords contractuels entre agents économiques. En effet, les réformes politiques dans le secteur agricole peuvent limiter la transmission des variations des prix émanant du marché international aux marchés intérieurs, mais aussi conduire à une transmission asymétrique des hausses et des baisses des prix internationaux. Les intermédiaires commerciaux peuvent profiter de la complexité des circuits commerciaux pour s'octroyer un pouvoir de marché et tirer profit des opportunités d'accroissement de leurs marges bénéficiaires. Une telle situation est génératrice d'asymétrie dans la transmission des prix.

L'objectif de ce chapitre est d'estimer la transmission des chocs de prix internationaux du riz aux prix du riz importé sur les marchés au Burkina Faso tout en mettant en évidence les facteurs susceptibles d'influencer le degré de transmission. Le Burkina Faso est un importateur de riz et près de 60% des besoins de consommation des ménages sont couverts par les importations.

¹⁶ Indice des prix pondéré de Laspeyres des quotations internationales exprimé en dollar US pour 55 produits alimentaires.

¹⁷ Il y a entre autres la hausse du prix du pétrole, les fluctuations du dollar américain, la hausse des revenus dans les pays émergents.

¹⁸ Meyer et von Cramon-Taubadel (2004) ont fait une étude détaillée des facteurs à l'origine d'une transmission asymétrique des prix.

L'hypothèse principale est l'existence d'une asymétrie dans la transmission des prix, en raison des coûts élevés du transport liés à la qualité de l'infrastructure routière et à l'enclavement du pays, de l'existence des mécanismes d'intervention du gouvernement et du pouvoir de marché de certains intermédiaires commerciaux. Nous testons cette hypothèse en utilisant le modèle autorégressif à seuil (TAR) développé dans la littérature sur la transmission asymétrique des prix (voir par exemple Balke et Fomby, 1997 ; Enders et Siklos, 2001).

L'analyse utilise des données mensuelles du prix du riz importé relevé sur deux marchés du Burkina Faso et le prix international du riz d'origine Thaïlandaise sur la période allant d'octobre 1995 à décembre 2010. Les deux marchés du Burkina considérés dans cette analyse sont : le marché de Sankaryaré et le marché de Dori. Le marché de Sankaryaré est le plus important marché de Ouagadougou. Ce marché approvisionne d'autres marchés à l'intérieur du pays. Le marché de Dori est situé à plus de 400 km de Ouagadougou au nord du Burkina Faso. Les données de prix pour les deux marchés ont été fournies par la Société Nationale de Gestion des Stocks (SONAGESS) du Burkina Faso et ont été complétées par les données du Réseau des Systèmes d'Information des Marchés en Afrique de l'Ouest (RESIMAO, 2011). Le prix international du riz provient des IFS (*International Financial Statistics, 2011*) du Fonds Monétaire International (FMI).

La stratégie d'estimation de la relation entre le prix du riz sur les marchés au Burkina Faso et le prix international du riz comprend deux volets. Premièrement, nous appliquons les tests standards de racine unitaire, les tests de cointégration et les tests de causalité de Granger. Ensuite, pour tester l'hypothèse de transmission asymétrique, nous appliquons les tests basés sur le modèle autorégressif à seuil (TAR). Les résultats des estimations indiquent que les prix intérieurs et le prix international du riz sont cointégrés avec une élasticité de transmission élevée. Les tests de causalité de Granger montrent que le prix international cause au sens de Granger les prix du riz pour les deux marchés du Burkina Faso. Les tests basés sur le modèle autorégressif à seuil révèlent la présence d'asymétrie dans la transmission des chocs du prix international du riz aux marchés de Sankaryaré et de Dori. Les prix sur les deux marchés répondent de manière significative aux chocs positifs et négatifs sur le marché international. Cependant, les hausses de prix international se transmettent plus rapidement aux marchés de Sankaryaré et de Dori que les baisses. Ces résultats laissent supposer que le pouvoir de marché des intermédiaires commerciaux, le coût de transport lié au coût du carburant, au coût portuaire et à la qualité de l'infrastructure routière jouent un rôle important dans la transmission des prix internationaux aux prix intérieurs. En effet, en cas de hausse du prix

international, les intermédiaires commerciaux répercutent plus rapidement ces hausses sur les prix intérieurs, en revanche, les baisses du prix international sont répercutées beaucoup plus lentement.

Le plan de ce chapitre se présente comme suit. La section 2 passe en revue des tests sur la transmission des prix agricoles. La section 3 décrit la filière du riz au Burkina Faso. La section 4 présente la stratégie d'estimation utilisée dans ce chapitre. La section 5 présente et discute les résultats des estimations. La conclusion fait l'objet de la section 6.

2. Revue de la littérature empirique

Les études empiriques sur la transmission des prix visent à apporter des informations sur la manière dont les chocs survenant sur un marché sont répercutés sur un autre marché, mettant ainsi en évidence le degré d'intégration des marchés et l'efficacité de leur fonctionnement.

Nombreux sont les auteurs qui ont étudié la transmission des prix au niveau national ou international (voir par exemple Ravallion, 1986, Sexton et al. 1991, Dercon, 1995 Bauch, 1997, Baffes et Gardner, 2003). Les récentes recherches s'intéressent à la transmission asymétrique des prix car certaines caractéristiques telles que l'intervention du gouvernement, les coûts de transport, la qualité des infrastructures de transport et de communication et le pouvoir de marché des intermédiaires commerciaux peuvent être sources d'asymétries (voir par exemple Roberts et al. 1994 ; Abdulai 2000 ; Meyer and Von Cramon-Taubadel, 2004 ; Araujo et al., 2005, Subervie 2008 ; Araujo et al., 2010).

2.1. Approches traditionnelles

La question de savoir comment un choc de prix sur un marché donné se transmet à un autre marché a longtemps été débattue dans la littérature consacrée à l'économie agricole. Les études diffèrent selon la technique économétrique et selon les types de marché considérés. Certaines études s'intéressent à la relation entre marché international et marché local ; d'autres se focalisent sur la relation entre marché déficitaire et marché excédentaire dans un même pays ou une même région. Toutes ces études ont contribué à clarifier la question mais

elle n'a pas été complètement résolue. Dans cette partie, nous présentons les principales méthodes utilisées tout en mettant en évidence leurs limites.

Les premières études sur la transmission des prix ont utilisé une approche basée sur de simples corrélations de prix. Ainsi, un coefficient de corrélation élevé est synonyme d'une co-variation importante des prix et est interprété comme un facteur de performance des marchés. Cette approche présente d'énormes faiblesses, notamment lorsque les données de prix sont non-stationnaires ou dans le cas d'un système économique où les stocks sont importants (Barrett 1996, Williams et Wright, 1991).

D'autres approches ont été utilisées pour prendre en compte les faiblesses liées aux tests de corrélation simple des prix. Elles reposent sur l'estimation de modèles statiques ou de modèles dynamiques tels que les modèles à correction d'erreur. Par exemple, Mundlak et Larson (1992) utilisent un modèle de régression statique pour estimer la transmission des prix internationaux des biens alimentaires aux prix intérieurs dans 58 pays à l'aide de données annuelles de prix fournies par la FAO. Les auteurs mettent en évidence une transmission des prix presque parfaite. Ils trouvent une élasticité médiane de transmission de 0.95, ce qui signifie que 95% des variations des prix mondiaux sont transmises aux marchés nationaux.

La méthode de régression statique suppose une réponse instantanée des prix sur un marché secondaire aux changements de prix sur le marché central. Cependant, il y a en général un retard entre le changement de prix sur un marché et son impact sur un autre marché. Ces effets dynamiques peuvent être captés en introduisant dans la relation économétrique des prix retardés comme variables explicatives (voir Ravallion, 1986). Par ailleurs, l'hypothèse selon laquelle les variables sont stationnaires n'est pas toujours vérifiée. Lorsque les séries sont non-stationnaires, les coefficients estimés sont non biaisés mais la distribution des erreurs ne suit pas une loi normale, ce qui fait que les tests usuels de significativité statistique ne sont pas valides.

Pour remédier aux problèmes liés aux effets dynamiques et de non-stationnarité des séries, le modèle à correction d'erreur (MCE) a été utilisé pour analyser la transmission des prix (Engle et Granger, 1987). En utilisant un modèle économétrique dynamique, Quiroz et Soto (1995) reprennent l'étude de Mundlak et Larson (1992) avec les mêmes données. Les auteurs concluent à une absence de relation de long terme entre les prix intérieurs et les prix internationaux pour 30 des 78 pays de l'échantillon. Dans les pays où il existe une relation, la

convergence est très faible dans beaucoup de cas. Baffes et Gardner (2003) utilisent un modèle à correction d'erreur pour analyser la transmission des prix sur un échantillon de 31 paires de pays-produits et sur la période 1970-1990. Les auteurs concluent qu'une petite partie seulement des variations du prix mondial est transmise aux prix nationaux. En introduisant des ruptures structurelles dans leur modèle, les auteurs montrent que les réformes contribuent à limiter considérablement la transmission des prix. Conforti (2004) analyse la transmission des prix sur un échantillon de 16 pays dont trois pays d'Afrique Subsaharienne, pour 7 types de produits agricoles, à l'aide d'un modèle à correction d'erreur. Les résultats obtenus pour les pays africains diffèrent selon le pays et selon le type de produit. En Ethiopie, les auteurs mettent en évidence une relation de long terme entre les prix mondiaux et les prix nationaux pour le blé, le sorgho et le maïs. Au Ghana, il existe une relation entre le prix international et le prix national pour le blé mais aucune relation pour le maïs et le sorgho. Au Sénégal, les auteurs trouvent une relation de long terme pour le riz mais pas pour le maïs.

Malgré l'intérêt accordé aux modèles à correction d'erreur pour analyser la transmission des prix, d'importantes faiblesses ont été identifiées dans ces modèles (Barrett 1996, Fackler et Goodwin 2001, Baulch 1997), qui ont des implications sur l'analyse de la performance des marchés. De manière générale, ces modèles sont basés sur deux hypothèses principales. La première est que les marges commerciales et les coûts de transaction sont stationnaires. La deuxième hypothèse suppose que les échanges commerciaux sont unidirectionnels. Ces hypothèses ne sont pas toujours vérifiées, surtout dans le contexte des pays en développement, ce qui pourrait donner des résultats fallacieux (Fackler 1996, Barrett et Li 2002, Fackler et Goodwin 2001). Pour pallier ces difficultés, une technique économétrique développée par Balke et Fomby (1997) est utilisée. Il s'agit du modèle autorégressif à seuil (TAR). Ce modèle permet d'analyser la transmission asymétrique des prix.

2.2. Transmission asymétrique des prix

L'hypothèse de transmission asymétrique des prix a fait l'objet d'une attention particulière dans la littérature consacrée aux marchés agricoles (voir par exemple Balke et Fomby, 1997 ; Von Cramon-Taubadel, 1998 ; Abdulai, 2000 ; Goodwin et Piggott, 2001.). Selon cette hypothèse, en cas de choc de prix entraînant une déviation de l'équilibre excédant un seuil critique, les agents économiques agissent pour ramener le système à l'équilibre. La rapidité de leur action est fonction de la nature du choc. En économie agricole, une asymétrie dans la

transmission des prix est due par exemple à la concurrence imparfaite, aux coûts de transport, aux mécanismes d'intervention des gouvernements dans le secteur agricole et à une politique de stockage des intermédiaires commerciaux.

Les marchés intérieurs peuvent être isolés à cause des marges très importantes liées aux coûts du transport et aux coûts de commercialisation. Dans les pays en développement, l'insuffisance de l'infrastructure et des services de transport et de communication donne lieu à de fortes marges commerciales dues à des coûts élevés pour acheminer les produits de base produits localement vers la frontière à des fins d'exportation ou des produits de base importés vers le marché intérieur à des fins de consommation. Les coûts de transaction élevés et les fortes marges commerciales entravent la transmission des signaux de prix, dans la mesure où ils peuvent interdire tout arbitrage (Sexton et al., 1991; Badiane et Shively, 1998).

Un des facteurs régulièrement cité dans la littérature empirique comme source d'asymétrie dans la transmission des prix agricoles est le pouvoir de marché des intermédiaires commerciaux. Un environnement économique caractérisé par des comportements oligopolistiques et des ententes entre commerçants au niveau national peut maintenir à des niveaux supérieurs à ceux déterminés par les coûts de transport les différences de prix entre les prix nationaux et internationaux. La concentration dans la commercialisation et dans la transformation alimentaire et les comportements non concurrentiels au-delà de l'exploitation agricole peuvent permettre aux intermédiaires commerciaux d'avoir un pouvoir sur les prix. Par conséquent, ils peuvent influencer les prix de manière à constater une transmission rapide et complète aux prix intérieurs en cas de hausse des prix sur les marchés internationaux et une transmission lente et incomplète en cas de baisse des prix.

Les stocks jouent aussi un rôle important dans la transmission asymétrique des prix. Si les agents anticipent une hausse du prix pour un bien donné à la période suivante, ils auront tendance à accroître leurs stocks, ce qui aura pour effet d'augmenter le prix du bien sur le marché intérieur. En revanche, si les anticipations vont dans le sens d'une tendance à la baisse de prix à la période suivante, les agents vont réduire la quantité des stocks en approvisionnant les marchés, cela aura pour effet de baisser le niveau des prix. Une telle situation va empêcher une transmission totale des variations de prix sur le marché international aux marchés nationaux.

L'application de politiques de soutien des prix dans le secteur agricole, notamment les mécanismes d'intervention et les prix planchers, peut amener le prix international et le prix intérieur à se déconnecter ou à être reliés de manière non linéaire, en fonction du niveau de l'intervention ou du prix plancher par rapport au prix international. Les changements du prix international n'auront aucun effet sur le prix intérieur si le prix international est situé à un niveau inférieur à celui auquel le prix plancher a été fixé. Toutefois, tout changement amenant le prix international à dépasser le niveau du prix plancher sera transmis au marché intérieur. Ainsi, les politiques fondées sur un prix plancher peuvent amener le prix intérieur à être totalement détaché du prix international, en dessous d'un certain seuil déterminé par le prix plancher ou à ce que les deux prix soient reliés de manière non linéaire, les hausses du prix international étant totalement transmises au niveau intérieur, alors que les baisses ne seront transmises que lentement et de façon incomplète (Rapsominikis et al., 2004).

Krivos (2004) analyse l'impact des réformes dans le secteur du café durant les années 80 et 90 sur les producteurs de café ainsi que la transmission asymétrique des prix dans les pays en développement à l'aide du modèle dynamique utilisé par Baffes et Gardner (2003). L'auteur montre que dans certains cas, l'impact des réformes sur la transmission a été asymétrique c'est-à-dire que les hausses de prix se sont transmises plus rapidement que les baisses.

Araujo et al. (2010) testent l'impact du récent choc pétrolier sur la performance des marchés du mil au Niger à partir d'un modèle de panel à effets de seuils sur un échantillon composé de 66 paires de marchés sur la période allant de janvier 1990 à octobre 2008. Les auteurs montrent que la vitesse d'ajustement des écarts de prix à leur valeur de long terme diminue en période de prix élevés, mais ne devient jamais nulle, tandis que les coûts de transaction augmentent. En d'autres mots, les déséquilibres de prix mettent plus de temps à se résorber quand le prix du pétrole est élevé, mais les écarts restent stationnaires.

Abdulaï (2000) analyse la transmission des prix sur les principaux marchés de maïs au Ghana à l'aide d'un modèle TAR. La commercialisation du maïs au Ghana est organisée à travers des réseaux de commerçants qui entretiennent des relations ethniques et personnalisées. Les détaillants et les petits commerçants dominent les marchés locaux et régionaux, tandis que les grossistes font de l'arbitrage spatial pour profiter des meilleurs prix. L'auteur montre que les intermédiaires commerciaux influencent considérablement la transmission des chocs de prix émanant du marché central et que le prix de vente de gros sur les marchés secondaires s'ajuste plus rapidement aux hausses qu'aux baisses sur le marché central.

Subervie (2008) teste la présence d'une asymétrie dans la vitesse d'ajustement des prix à partir de données disponibles (1975-2004) pour quatre pays en développement exportateurs de café, à savoir le Salvador, l'Inde, l'Ouganda et le Costa Rica, et à l'aide d'une modélisation TAR. L'auteur montre que les mécanismes de stabilisation et le jeu des intermédiaires commerciaux agissent sensiblement sur la vitesse de convergence des prix dans le cas de l'Inde, de l'Ouganda et du Costa Rica. L'auteur conclut par la suite que le prix payé au producteur peut être maintenu durablement en dessous de sa valeur d'équilibre dans les pays en développement où l'intervention du gouvernement est importante dans la filière d'exportation de café et où le pouvoir de marché des intermédiaires commerciaux est important.

Les études empiriques ont essayé de mettre en évidence un certain nombre de facteurs à l'origine d'une transmission asymétrique des prix au niveau national ou au niveau international. En revanche, aucune de ces études ne s'est intéressée à la relation entre les chocs de prix internationaux et la réponse des prix sur différents marchés à l'intérieur d'un pays. Il se peut que le degré de transmission diffère selon le marché. Pour ce faire, nous testons la réponse du prix du riz importé sur deux marchés du Burkina Faso suite aux chocs du prix du riz sur le marché international.

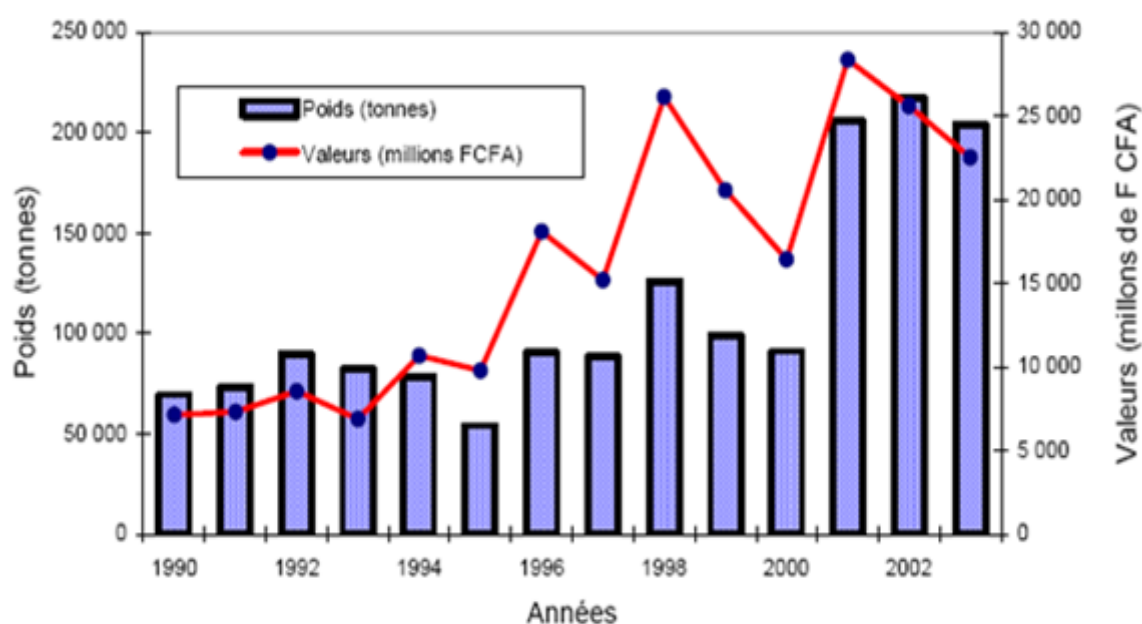
3. Application au marché du riz au Burkina Faso

3.1. Filière du riz importé au Burkina Faso

Le riz occupe la quatrième place dans la consommation alimentaire des ménages après le mil, le sorgho et le maïs. Il occupe une place importante dans l'économie du pays en raison d'importantes sorties de devises liées à des importations massives chaque année pour satisfaire une demande sans cesse croissante que la production nationale ne peut couvrir (Ouedraogo et al., 2011). Le riz est produit sur l'ensemble du pays mais à des niveaux différents selon les régions. Les grandes zones de production sont l'ouest, le centre-est et la boucle du Mouhoun, dont la production représente 50% de la production nationale. La consommation annuelle par tête connaît un accroissement rapide. Elle est passée de 4,5 kg en 1960 à 14,8 kg en 1992 et à 18,1 kg en 2000 (Ouedraogo et al., 2005). Elle était de 21 kg en 2008 (Direction générale de la promotion de l'économie rurale, 2009a). De nos jours, la

consommation annuelle par tête du riz est d'environ 70 kg dans les grands centres urbains comme Ouagadougou et Bobo-Dioulasso¹⁹. La production nationale en riz paddy a été de 85 090 tonnes en 2001, 113 724 tonnes en 2006, 195 102 tonnes en 2008. Toutefois, cette production couvre à peine 42% des besoins en consommation estimés à 255 176 tonnes de riz décortiqué en 2008 (Ouedraogo et al., 2011). Le reste est compensé par les importations qui sont de plus en plus importantes comme le montre la figure 2.1 ci-dessous. En 2005, ces importations ont coûté environ 36,6 milliards de F CFA (INSD²⁰, annuaire statistique 2006).

Figure 2.1: Importations de riz au Burkina Faso, 1990-2003.



Source : Ouedraogo et al. (2005)

Le riz importé provient de plusieurs pays dont ceux d'Europe, d'Asie et d'Amérique mais l'Asie reste le continent qui exporte le plus de riz vers le Burkina (80% des importations). Avant le processus de libéralisation de la filière, le riz importé était d'une qualité et d'une origine unique. A partir de 1995, on assiste à une diversification de la qualité du riz avec l'arrivée sur le marché d'un nombre restreint d'opérateurs privés en 1997. Le riz importé transite par trois grands ports que sont : Abidjan en Côte d'Ivoire, Lomé au Togo et Tema au Ghana. Le prix du transport pour acheminer le riz jusqu'au Burkina Faso peut varier en fonction du prix du carburant et du port de débarquement. Le riz est d'abord stocké avant

¹⁹ Ouagadougou et Bobo-Dioulasso sont respectivement la capitale et la 2^e ville du Burkina Faso.

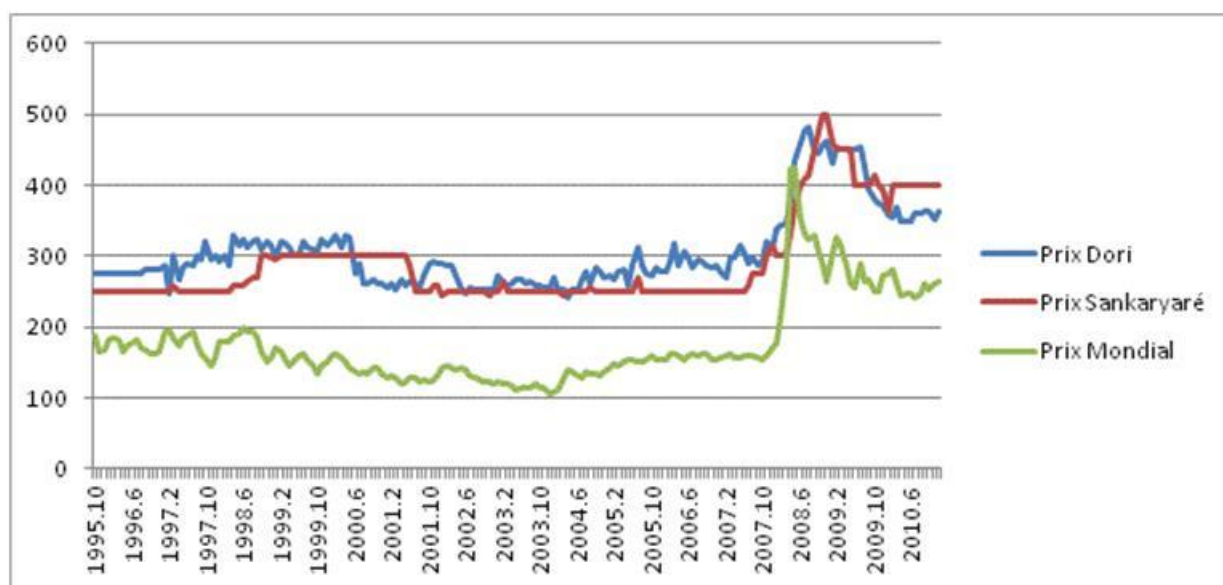
²⁰ Institut National de la Statistique et de la Démographie du Burkina Faso.

d'être distribué sur le marché burkinabé par le canal des grossistes installés dans les deux grands centres urbains : Ouagadougou et Bobo-Dioulasso. Les semi-grossistes sont les relais des grossistes dans les villes principales et secondaires. Chaque semi-grossiste a son approvisionneur qui le livre au comptant ou à crédit dont la durée de remboursement n'excède pas un mois, les frais de livraison sont à la charge du client. Les détaillants s'approvisionnent auprès des semi-grossistes pour des quantités variant entre une tonne et dix tonnes. Ils sont plus présents dans les centres urbains et les petites agglomérations. Chaque détaillant a son fournisseur avec qui il entretient des relations de confiance mutuelle. La configuration de la filière du riz au Burkina Faso laisse penser à l'existence d'un système oligopolistique formé par les grossistes, les semi-grossistes et les détaillants.

3.2. Statistiques descriptives des prix du riz au Burkina Faso

L'évolution des prix du riz sur le marché international et les marchés du Burkina Faso est illustrée par la figure 2.2 ci-dessous. De manière générale, le niveau des prix sur le marché de Dori est plus élevé que celui de Sankaryaré durant la période 1995-2010. La différence de prix s'explique par le coût de transport du riz de Ouagadougou vers Dori. Par ailleurs, nous notons que le niveau des prix est très élevé à partir du milieu de l'année 2007 jusqu'au début de l'année 2009 sur les marchés nationaux. Cela coïncide avec la période de la montée des prix des produits alimentaires sur le marché international (figure 2.2). Au début de l'année 2008, le prix du riz sur le marché mondial est supérieur au prix du riz importé vendu au Burkina Faso. Cela peut s'expliquer par l'intervention du gouvernement dans le secteur du riz durant cette période pour stabiliser l'envolée des prix, par l'effet des stocks et des délais normaux de livraison. Cependant, l'évolution des prix sur le marché de Sankaryaré montre un lissage.

Figure 2.2: Prix international du riz et prix sur les marchés au Burkina Faso, 1995-2010.



Source: réalisé par l'auteur à partir des données SONAGESS, RESIMAO et IFS.

Le prix moyen du riz sur la période 1995-2010 sur les marchés de Sankaryaré et de Dori est égal à 282 franc CFA²¹ et à 304 franc CFA respectivement. Ces prix moyens représentent presque le double du prix moyen sur le marché international (tableau 2.1). Le coefficient de variation est égal à 0.33 pour le marché international, à 0.21 pour le marché de Sankaryaré et de 0.18 pour le marché de Dori. Les coefficients de variation sont moins élevés pour les prix intérieurs par rapport aux prix internationaux. Cela s'explique par l'importance des coûts de transaction entre le marché international et les marchés nationaux. Ces coûts de transaction sont plus importants pour le marché de Dori à cause de la distance séparant Ouagadougou à Dori et aussi de la qualité des infrastructures routières entre ces deux régions. Les coefficients de corrélation sont de 0.79 et de 0.87 pour le marché international et le marché de Sankaryaré et pour le marché international et le marché de Dori respectivement. Ces résultats montrent qu'il existe une corrélation positive et élevée entre le marché international et les marchés nationaux.

²¹ Franc de la Communauté Financière Africaine : nom de deux monnaies communes à plusieurs pays d'Afrique constituant en partie la zone franc d'Afrique centrale (CEMAC) et la zone franc d'Afrique de l'Ouest (UEMOA).

Tableau 2.1: Statistiques descriptives des prix international et nationaux, 1995-2009.

	Obs.	Moy.	Std.Dev.	Coef. Var.	Min	Max
Prix mondial	183	176.46	59.94	0.33	105.15	425.61
Prix Sankaryaré	178	291.44	63.15	0.21	244	500
Prix Dori	173	307.89	55.67	0.18	241.34	481.65
Différence de prix						
Sankaryaré-Mondial	168	114.50	39.84	0.34	-89.83	234.79
Différence de prix						
Dori-Mondial	173	131.17	29.41	0.22	-42.90	197.89

Source: Calcul de l'auteur à partir des données SONAGESS et IFS.

L'analyse de la filière du riz importé sur les marchés du Burkina Faso laisse supposer l'existence d'un système oligopolistique entretenu par un certain nombre d'intermédiaires commerciaux. Cela justifie notre hypothèse de travail qui suppose l'existence d'une asymétrie dans la transmission des chocs de prix internationaux aux prix sur les marchés du Burkina Faso. Selon cette hypothèse, les intermédiaires commerciaux auront tendance à répercuter plus rapidement les hausses du prix international du riz sur les prix intérieurs que les baisses et cela aux dépens des consommateurs et dans le but de maintenir à un niveau élevé leur marge bénéficiaire.

4. Stratégie d'estimation économétrique

La stratégie d'estimation utilisée est basée sur l'application des méthodes de cointégration. Nous déterminons d'abord les propriétés statistiques des séries de prix de notre échantillon en utilisant les tests de racine unitaire. Ensuite, nous procédons à des tests de cointégration standards. Enfin, nous réalisons les tests basés sur le modèle TAR pour détecter la présence d'asymétrie dans la transmission des prix.

4.1. Tests standards de stationnarité et de cointégration

Il existe un grand nombre de tests de racine unitaire²² pour tester la non-stationnarité des séries. Les tests de Dickey-Fuller Augmenté (ADF), de Phillips-Perron (PP) et de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) sont appliqués pour cette analyse. Nous testons ensuite l'hypothèse de non-cointégration des séries de prix à l'aide de la méthode d'Engle-Granger (1987) et celle de Johansen (1988).

Pour tester l'hypothèse de non-cointégration des séries à partir de la méthode d'Engle-Granger, nous partons de la relation d'équilibre de long terme entre le prix international du riz et le prix du riz importé au Burkina Faso, soit :

$$P_t^i = \beta_0 + \beta_1 P_t^m + \mu_t \quad (2.1)$$

Où P_t^i et P_t^m sont respectivement le prix intérieur du riz et le prix mondial exprimés tous deux en franc CFA. μ_t est le terme d'erreur aléatoire de variance constante et qui peut être corrélé. Le terme aléatoire capte l'effet des variables inobservables tels que les coûts de transaction, les politiques d'intervention. Si μ_t est stationnaire, les deux prix P_t^i et P_t^m sont cointégrés, ce qui implique qu'ils sont liés par une relation d'équilibre stable de long terme.

²²Hamilton (1994), Mignon and Lardic (2002).

Le coefficient β_1 dans l'équation (2.1) représente l'élasticité de la transmission de long terme. Il mesure la proportion des variations de P_t^m transmise à P_t^i . Plusieurs facteurs influencent le degré de transmission des fluctuations des cours mondiaux sur les marchés nationaux, c'est le cas par exemple des politiques commerciales appliquées aux frontières. Une taxe à l'importation ad valorem est compatible avec une transmission totale des chocs de prix, ce qui correspond à une élasticité de transmission égale à l'unité. Par contre, une politique de quota à l'importation ou encore une taxe à l'importation fixe peut réduire l'élasticité de transmission de long terme.

La méthode d'Engle-Granger pour tester l'hypothèse nulle de non-cointégration s'applique aux résidus de l'équation (2.1) définis de la manière suivante :

$$\Delta\mu_t = \rho\mu_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

Où ε_t est un bruit blanc. Les tests de cointégration standards à savoir le test de Dickey-Fuller Augmenté, le test de Phillips-Perron et le test de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin sont effectués sur l'équation (2.2). L'hypothèse de non cointégration peut être rejetée si les résidus μ_t sont stationnaires et de moyenne nulle. Nous réalisons aussi le test de cointégration de Johansen. Si les tests infirment l'hypothèse de non-cointégration, un modèle à correction d'erreur est estimé pour examiner la dynamique de court terme. Ce modèle se présente sous la forme suivante :

$$\Delta P_t^i = \gamma\mu_{t-1} + \sum_{k=1}^p \theta_k \Delta P_{t-k}^m + \sum_{k=1}^p \rho_k \Delta P_{t-k}^i + v_t \quad (2.3)$$

Où γ est la vitesse d'ajustement de P_t^i et θ_k représente les élasticités de transmission de court terme (dynamique de court terme).

4.2. Modélisation de la transmission asymétrique

L'hypothèse selon laquelle les hausses de prix sur le marché international se transmettent plus rapidement aux marchés nationaux que les baisses est testée à l'aide d'un modèle autorégressif à seuil (TAR), soit:

$$\Delta\mu_t = I_t\rho_1\mu_{t-1} + (1-I_t)\rho_2\mu_{t-1} + \psi_t \quad (2.4)$$

Où μ_t est le résidu de la relation (2.1). I est une fonction indicatrice définie comme suit :

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{si } \mu_{t-1} \geq 0 \\ 0 & \text{si } \mu_{t-1} < 0 \end{cases} \quad (2.5)$$

L'équilibre de long terme est donné par $\mu_{t-1} = 0$. Si $\mu_{t-1} > 0$, cela signifie qu'une baisse du prix international entraîne une déviation positive par rapport à l'équilibre de long terme, dans ce cas, l'ajustement est égale à $\rho_1\mu_{t-1}$. Si $\mu_{t-1} < 0$, une hausse du prix international entraîne une déviation négative par rapport à l'équilibre, dans ce cas, l'ajustement est égale à $\rho_2\mu_{t-1}$. Par ailleurs, si ρ_1 inférieur à ρ_2 , alors les déviations positives sont plus rapidement résorbées que les déviations négatives.

Il se peut que le seuil ne soit pas nul, dans ce cas l'équation (2.5) devient :

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{si } \mu_{t-1} \geq \tau \\ 0 & \text{si } \mu_{t-1} < \tau \end{cases} \quad (2.6)$$

Où τ est la valeur du seuil qui est estimée de manière endogène.

Pour tenir compte des effets d'ajustement dynamique, Enders et Granger (1998) montrent que l'équation (2.4) peut être modifiée en ajoutant des retards de μ_t . En effet, l'équation (2.4) ne suffit pas pour capter l'ajustement dynamique de $\Delta\mu_t$ à sa valeur d'équilibre de long terme. L'équation (2.4) modifiée se présente comme suit :

$$\Delta\mu_t = I_t\rho_1\mu_{t-1} + (1 - I_t)\rho_2\mu_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1}\gamma_i\Delta\mu_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

Avant d'estimer l'équation (2.7), il faut s'assurer de l'absence d'autocorrélation des résidus et du choix du nombre de retards approprié. L'autocorrélation des résidus est testée à l'aide des tests de Ljung-Box et le nombre de retards est déterminé à partir du Critère d'Information d'Akaike (AIC).

Le test de cointégration dans le modèle TAR est basé sur les coefficients ρ_1 et ρ_2 . Si l'hypothèse de cointégration des prix est vérifiée, les coefficients ρ_1 et ρ_2 sont négatifs. Enders et Siklos (2001) utilisent deux tests : le *t-Max* (la plus grande des deux statistiques individuelles) et le *t-Min* (la plus petite) pour tester l'hypothèse selon laquelle les coefficients sont significativement négatifs et un *F-test* pour tester l'hypothèse selon laquelle ils sont conjointement différents de zéro. Les valeurs critiques de ces tests sont données dans l'article d'Enders et Siklos (2001). Pour estimer la valeur du seuil dans l'équation (2.6), nous utilisons la méthode de Chan (1993). L'auteur a montré qu'il est possible d'obtenir un bon estimateur du seuil à partir de la minimisation de la somme des carrés des résidus. La procédure consiste à estimer les résidus de l'équation (2.1), qui sont ensuite triés par ordre croissant, 15% des valeurs les plus élevées et 15% des valeurs les plus faibles sont éliminées et les 70% des valeurs restantes sont considérées comme des seuils potentiels. L'équation (2.7) est estimée pour chacun des seuils potentiels. La valeur estimée du seuil τ provenant de la minimisation de la somme des carrés des résidus est retenue.

Les équations (2.1), (2.4) et (2.6) permettent d'estimer un modèle à correction d'erreur asymétrique qui se présente comme suit :

$$\Delta P_t^i = \lambda_1 I_t \mu_{t-1} + \lambda_2 (1 - I_t) \mu_{t-1} + \sum_{k=1}^p \alpha_k \Delta P_{t-k}^m + \sum_{k=1}^p \beta_k \Delta P_{t-k}^i + \eta_t \quad (2.8)$$

Où λ_1 et λ_2 sont respectivement les coefficients d'ajustement pour les chocs positifs (baisse du prix international) et chocs négatifs (hausse du prix international).

5. Résultats économétriques

5.1. Données et tests de stationnarité

L'analyse utilise des données mensuelles de prix de marché du riz exprimés en franc CFA et en logarithmes sur la période allant d'octobre 1995 à décembre 2010. Les prix ont été déflatés par un indice des prix à la consommation. Les résultats des tests de Dickey-Fuller Augmenté (ADF), de Phillips-Perron (PP) et de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) sont présentés dans les tableaux ci-dessous. Ils montrent que les séries de prix sont intégrées d'ordre 1.

Tableau 2.2 : Tests de racine unitaire sur données mensuelles, Sankaryaré, oct.1995-déc.2009.

	ADF	Prob	PP	Prob	KPSS
Prix du riz importé (P_i)	-0.099	0.712	-0.069	0.703	0.267
Prix du riz importé en différence première (ΔP_i)	-11.641***	0.00	-11.641***	0.00	0.389
Prix international (P_m)	-0.449	0.518	-0.491	0.502	0.416*
Prix international en différence première (ΔP_m)	-9.764***	0.00	-9.580***	0.00	0.309

Note: ADF: Dickey-Fuller Augmented. PP: Phillips-Perron. KPSS: Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin). Le nombre de retards est déterminé à partir du critère d'Akaike. *** significativité à 1%.

Tableau 2.3 : Tests de racine unitaire sur données mensuelles, Dori oct.1995-déc.2009.

	ADF	Prob	PP	Prob	KPSS
Prix du riz importé (P_i)	-0.187	0.617	-0.543	0.480	0.369*
Prix du riz importé en différence première (ΔP_i)	-18.685***	0.00	-18.457***	0.00	0.148
Prix international à niveau (P_m)	-0.449	0.518	-0.491	0.502	0.416*
Prix international en différence première (ΔP_m)	-9.764***	0.00	-9.580***	0.00	0.309

Note: ADF: Dickey-Fuller Augmented. PP: Phillips-Perron. KPSS: Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin). Le nombre de retards est déterminé à partir du critère d'Akaike. *** significativité à 1%.

5.2. Tests de cointégration des séries de prix

L'estimation de la relation de long terme (équation 2.1) fournit une élasticité de transmission de 0.817 pour le marché de Sankaryaré et de 0.899 pour le marché de Dori (tableau 2.4). Le test de cointégration d'Engle et Granger (1987) est ensuite appliqué au résidu de la relation de long terme (annexes 2.1 et 2.2). Le nombre de retards dans l'équation du test est déterminé par le critère d'information d'Akaike. Les résultats du test traduisent le rejet de l'hypothèse nulle de non-cointégration pour les deux marchés. Ce qui signifie que les prix intérieurs sont cointégrés au prix international.

Tableau 2.4: Relation de long terme entre le prix international et le prix de marché.

	Sankaryaré	Dori
Constante	0.469*** (0.041)	0.534*** (0.018)
Prix mondial	0.817*** (0.054)	0.899*** (0.033)
Obs.	178	173

Note : L'estimateur est celui des Moindres Carrés Ordinaires. Les écart-types corrigés de l'hétéroscédasticité sont présentés sous les coefficients. ***, **, * (significativité à 1%, 5%, 10%).

Le test de Johansen confirme l'existence d'une relation de cointégration linéaire entre les prix du riz importé et le prix international du riz. Nous réalisons également le test de causalité de Granger dont les résultats sont présentés en annexe 2.3 et en annexe 2.4.

Tableau 2.5 : Modèle à correction d'erreur standard.

	Sankaryaré	Dori
Vitesse d'ajustement	-0.068*** (0.016)	-0.159*** (0.038)
$\Delta \text{Prix mondial}_{t-1}$	0.261*** (0.037)	0.316*** (0.035)
Constante	0,114** (0,041)	0,109* (0,060)
Obs.	166	160

Note : Les nombres entre parenthèses représentent les écart-types. Le test de Ljung-Box (Q-test) confirme l'absence d'autocorrélation des résidus. ***, **, * (significativité à 1%, 5%, 10%).

Le tableau 2.5 présente les résultats de l'estimation du modèle à correction d'erreur standard pour la dynamique de court terme sur la période 1995-2010. Les élasticités de transmission de court terme apparaissent relativement peu élevées (0.261 pour Sankaryaré et 0.316 pour Dori).

5.3. Tests de cointégration asymétrique

Les résultats du test de cointégration asymétrique avec un retard et pour un seuil égal à zéro (tableau 2.6) montrent que les coefficients ρ_1 et ρ_2 sont significativement différents de zéro (t -max et F -test). Les valeurs du F -test sont de 11.422 et de 12.690 pour la relation entre le marché de Sankaryaré et le marché international et pour la relation entre le marché de Dori et le marché international respectivement. Ces valeurs apparaissent plus élevées que la valeur critique au seuil de 5% (5.87)²³. Ce résultat permet de rejeter l'hypothèse nulle de non cointégration ($\rho_1 = \rho_2 = 0$). Nous testons ensuite l'hypothèse d'ajustement symétrique. Cette hypothèse suppose l'égalité des coefficients ($\rho_1 = \rho_2$) et elle est testée à partir du test standard de Fisher ou test de Wald. Les résultats du test donnent des valeurs de 6.341 et 4.902 pour la relation entre le marché de Sankaryaré et le marché international et pour la relation entre le marché de Dori et le marché international respectivement. L'hypothèse de l'ajustement symétrique des prix est donc rejetée pour le marché de Sankaryaré et le marché de Dori pour un seuil nul.

²³ Les valeurs critiques sont celles d'Enders et Siklos (2001).

Les coefficients estimés de ρ_1 et ρ_2 sont de -0.221 et -0.542 pour Sankaryaré. La valeur de ρ_1 indique qu'environ 22% des déviations positives par rapport à l'équilibre de long terme sont résorbées au cours d'un mois. Par contre, celle de ρ_2 indique que 54% des déviations négatives par rapport à l'équilibre sont résorbées au cours d'un mois. Dans le cas de Dori, les coefficients estimés sont de -0.185 pour ρ_1 et de -0.721 pour ρ_2 . Environ 18% des déviations positives (baisse du prix international) par rapport à l'équilibre sont résorbées au cours d'un mois et 72% des déviations négatives (hausse du prix international) sont résorbées au cours d'un mois. Ces résultats signifient que les chocs à l'origine des déviations positives sont plus persistants que ceux à l'origine des déviations négatives dans les marchés de Sankaryaré et de Dori. Autrement dit, les prix du riz répondent plus rapidement aux chocs entraînant les hausses du prix international qu'à ceux entraînant des baisses de prix sur le marché international.

L'analyse de la dynamique de court terme à partir du modèle à correction d'erreur asymétrique montre qu'une hausse de 1% du prix international entraîne une hausse d'environ 0.11% et de 0.14% du prix intérieur sur les marchés de Sankaryaré et de Dori respectivement (tableau 2.7). Par ailleurs, les prix sur les marchés de Sankaryaré et Dori répondent de manière significative aux déviations positives et négatives par rapport à l'équilibre. En effet, les valeurs estimées de λ_1 et λ_2 indiquent que l'ajustement du prix domestique permet d'éliminer 40% d'une déviation négative par rapport au seuil et 17% d'une déviation positive pour Sankaryaré. Dans le cas de Dori, les résultats révèlent que l'ajustement du prix domestique permet d'éliminer 42% d'une déviation négative par rapport au seuil et environ 21% d'une déviation positive.

Tableau 2.6: Modèle TAR sur les résidus de l'équation de long terme pour un seuil nul.

	Sankaryaré	Dori
ρ_1	-0.221*** (0.034)	-0.185*** (0.068)
ρ_2	-0.542*** (0.011)	-0.721*** (0.077)
Obs.	174	168
<i>t-max</i>	-5.212***	-4.254***
$F(\rho_1 = \rho_2 = 0)$	11.422***	12.690***
$Wald(\rho_1 = \rho_2)$	6.341***	4.902**

Note : Les nombres en parenthèses représentent les écart-types. F est la statistique du test joint proposé par Enders et Siklos (2001). Le test de $Wald$ est le test d'égalité des coefficients ρ . Le nombre de retards du TAR est déterminé par le critère d'information d'Akaike.

Tableau 2.7: Modèle de prix à correction d'erreur asymétrique pour un seuil nul.

	Sankaryaré	Dori
λ_1	-0.173*** (0.034)	-0.211*** (0.078)
λ_2	-0.395*** (0.022)	-0.425*** (0.091)
$\Delta \text{Prix}_{\text{mondial}}_{t-1}$	0.116*** (0.033)	0.142*** (0.049)
Constante	0.105** (0.052)	0.125*** (0.022)
Obs.	170	164
$Wald$	6.551***	6.871***

Note : Les nombres représentent les écart-types. L'hypothèse nulle du test de Wald est $H_0 : \rho_{1.1} = \rho_{1.2}$. Le test de Ljung-Box confirme l'absence d'autocorrélation des résidus. ***, **, *(significativité à 1%, 5%, 10%).

Dans nos précédentes estimations, nous avons considéré un seuil nul. Dans cette partie, nous déterminons un seuil de manière endogène. La technique de Chan (1993) utilisée pour estimer les seuils donne des valeurs $\tau = -0.119$ et $\tau = -0.071$ pour la relation entre le marché de Sankaryaré et le marché international et pour la relation entre le marché de Dori et le marché international respectivement (tableau 2.8). Les résultats du tableau 2.8 montrent que les

coefficients ρ_1 et ρ_2 sont significativement différents de zéro et sont conjointement différents de zéro (d'après le *t-max* et le *F-test*). Ce qui signifie donc qu'il y a cointégration asymétrique entre les prix du riz sur les marchés nationaux et le prix international pour des seuils différents de zéro. Les hausses du prix international du riz se transmettent plus rapidement que les baisses. L'hypothèse d'ajustement symétrique des prix est aussi rejetée pour le marché de Sankaryaré et le marché de Dori pour des seuils endogènes.

Tableau 2.8: Modèle TAR avec détermination endogène du seuil.

	Sankaryaré	Dori
	$\tau = -0.119$	$\tau = -0.071$
ρ_1	-0.204*** (0.031)	-0.241*** (0.062)
ρ_2	-0.485*** (0.042)	-0.514*** (0.184)
Obs.	169	165
<i>t-max</i>	-4.701**	-5.130***
$F(\rho_1 = \rho_2 = 0)$	9.801***	15.141***
$Wald(\rho_1 = \rho_2)$	7.410***	8.194***

Note: Les nombres en parenthèses représentent les écart-types. F est la statistique du test joint proposé par Enders et Siklos (2001). Le test de Wald est le test d'égalité des coefficients ρ . Le nombre de retards du TAR est déterminé par le critère d'information d'Akaike.

Tableau 2.9: Modèle à correction d'erreur asymétrique avec détermination endogène du seuil.

	Sankaryaré	Dori
λ_1	-0.193*** (0.052)	-0.187*** (0.053)
λ_2	-0.481*** (0.052)	-0.491*** (0.115)
$\Delta Prix_{mondial}_{t-1}$	0.106*** (0.012)	0.129** (0.054)
Constante	0.026** (0.011)	0.124*** (0.045)
Obs.	168	163
Wald	7.523***	6.255***

Note : Les nombres représentent les écart-types. L'hypothèse nulle du test de Wald est $H_0 : \lambda_1 = \lambda_2$. Le test de Ljung-Box confirme l'absence d'autocorrélation des résidus. ***, **, *(significativité à 1%, 5%, 10%).

6. Conclusion

Nombreuses sont les études qui se sont intéressées à l'analyse de la transmission des chocs de prix internationaux aux prix intérieurs tant dans les pays développés que dans les pays en développement. L'étude de 2008 de la Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde (FARM) montre que la flambée des prix alimentaires sur les marchés internationaux sur la période 2006-2008 a généré de l'inflation dans certains pays africains. Le prix à la consommation du riz importé dans bon nombre de pays africains ont augmenté sur la période 2006-2008 mais à des rythmes différents. Le prix à la consommation du riz importé a presque doublé en juillet 2008 au Sénégal et est resté à un niveau élevé jusqu'en septembre de la même année. A Madagascar, les prix à la consommation n'ont pas réagi à la hausse du prix international. L'étude a montré par ailleurs l'existence d'une relation statistiquement significative entre le prix international et le prix à la consommation du riz importé au Mali. Notre analyse s'applique au Burkina Faso et elle s'intéresse tout particulièrement à la transmission asymétrique. Elle apporte un éclairage du point de vue méthodologique pour l'analyse de la transmission des prix.

L'objectif de ce chapitre était d'estimer la transmission des chocs de prix du riz sur les marchés internationaux aux prix du riz sur les marchés intérieurs au Burkina Faso. L'hypothèse principale testée est l'existence d'asymétrie dans la transmission des prix. Selon cette hypothèse, les prix sur les marchés nationaux répondent plus rapidement aux hausses du prix international qu'aux baisses. En effet, les intermédiaires commerciaux, formant un système oligopolistique, essaient de répercuter plus rapidement les hausses du prix international sur les prix intérieurs, ce qui est à l'origine d'une asymétrie dans la vitesse d'ajustement du prix intérieur par rapport au prix international.

De manière générale, les résultats montrent que les prix sur les marchés intérieurs de riz importé au Burkina Faso répondent aux changements de prix du riz sur le marché international. Le marché de Sankaryaré à Ouagadougou et le marché de Dori au nord du pays répondent plus rapidement aux hausses du prix international qu'aux baisses. Ce constat est révélateur d'un manque de performance dans le fonctionnement des marchés au Burkina Faso.

L'asymétrie dans la transmission des chocs de prix internationaux aux prix nationaux au Burkina Faso tend à confirmer l'existence d'un pouvoir de marché des intermédiaires commerciaux et empêche une meilleure transmission des prix. Une des mesures pour un fonctionnement efficace des marchés serait la mise en œuvre de politiques empêchant la forte concentration des activités d'importation de riz avec pour objectif de permettre une forte concurrence du commerce du riz importé sur les marchés intérieurs. Cela contribuerait à limiter le pouvoir de marché des intermédiaires commerciaux et par conséquent à améliorer le fonctionnement des marchés.

Annexes

Annexe 2.1 : Test de cointégration d'Engle et Granger – marché de Sankaryaré.

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-10.466	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.57	
5% level	-1.943	
10% level	-1.615	

Annexe 2.2: Test de cointégration d'Engle et Granger – marché de Dori.

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.803	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.579	
5% level	-1.942	
10% level	-1.615	

Annexe 2.3: Test de causalité de Granger – marché de Sankaryaré.

Hypothèse nulle	Test F	Probabilité
Prix mondial ne cause pas à la Granger Prix intérieur	8.388	0.018
Prix intérieur ne cause pas à la Granger Prix mondial	1.342	0.161

Annexe 2.4: Test de causalité de Granger – marché de Dori.

Hypothèse nulle	Test F	Probabilité
Prix mondial ne cause pas à la Granger Prix intérieur	10.680	0.000
Prix intérieur ne cause pas à la Granger Prix mondial	1.927	0.148

Chapter 3: Impact of rising world rice prices on poverty and inequality in Burkina Faso²⁴

²⁴ Ce chapitre reprend un article co-écrit avec F. Traoré: Badolo F., and F. Traoré (2012), “Impact of Rising World Rice Prices on Poverty and Inequality in Burkina Faso”, *CERDI Etudes et Documents* No 22, Clermont - Ferrand.

Abstract

Between January 2006 and April 2008, the prices of most of agricultural products considerably rose in international markets. Empirical studies show that this spike in world food prices increased the number of poor households in developing countries, but the magnitude is not the same in all countries. This chapter of our thesis assesses the impact of rising rice price on poverty and income inequality in Burkina Faso. We use a methodology based on the concept of compensating variation combined with the net benefit ratio (NBR) developed by Deaton (1989) and living standard survey (EBCVM, 2003). The results show that higher rice prices have a negative impact on income and poverty in the regions with a large proportion of households who are net buyers of rice. The poverty rate increases by 2.2 to 2.9 percentage points depending on the assumptions. The increase in poverty increase is higher in urban areas than in rural areas. Rising rice prices also increase income inequality. Income inequality particularly increases in urban areas and in relatively rich regions, but it decreases in poor regions with a large proportion of rice producers.

Résumé

Sur la période allant de janvier 2006 à avril 2008, les prix de la plupart des biens alimentaires ont considérablement augmenté sur les marchés internationaux. Bon nombre d'études empiriques montrent que cette flambée des prix internationaux a conduit à une augmentation de la pauvreté dans les pays en développement, mais l'ampleur de cette pauvreté est différente selon les pays. Ce chapitre analyse l'impact de la hausse du prix international du riz sur la pauvreté et les inégalités de revenu au Burkina Faso. Nous utilisons une méthodologie basée sur le concept de variation compensatoire combiné au concept du ratio du bénéfice net développé par Deaton (1989) et des données d'enquête sur les conditions de vie des ménages (EBCVM). Les résultats montrent que la hausse du prix international du riz a un impact négatif sur le revenu et la pauvreté au Burkina Faso, avec une part importante des ménages qui sont des consommateurs nets de riz. Suite à la hausse du prix du riz, la pauvreté augmente de 2.2 à 2.9% selon nos simulations. L'augmentation de la pauvreté est plus importante en milieu urbain qu'en milieu rural. La flambée du prix du riz augmente les inégalités de revenu. Les inégalités de revenu augmentent particulièrement en milieu urbain et dans les régions relativement riches, mais elles diminuent dans les régions pauvres avec une part importante de producteurs de riz.

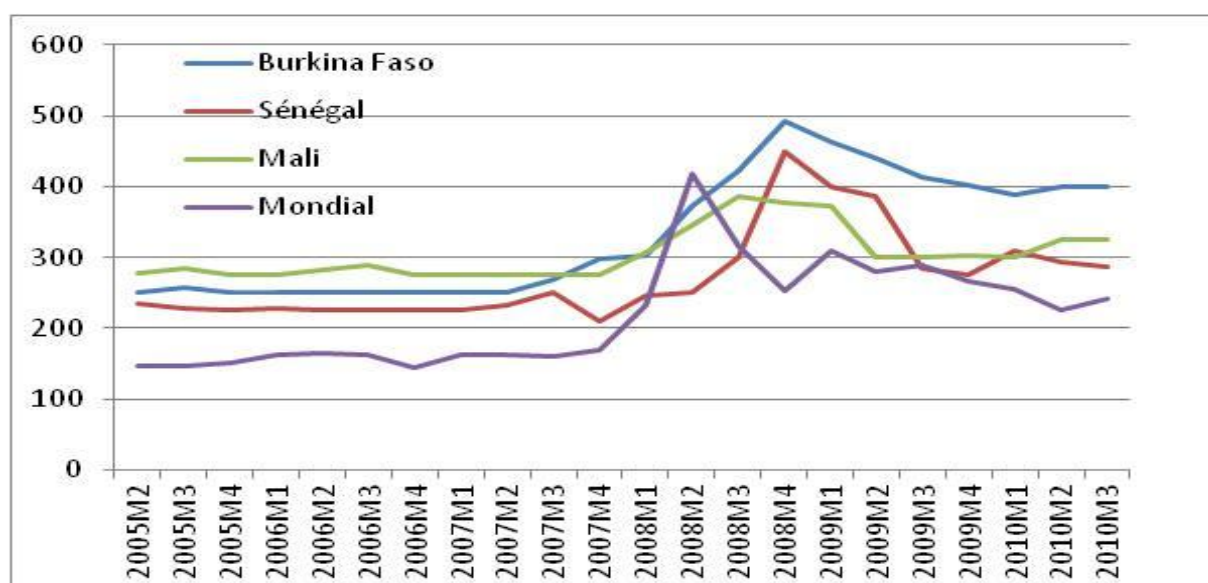
1. Introduction

Between 2006 and 2008, the prices of most of the agricultural products considerably increased in international markets. Wheat prices more than doubled, from \$200 a ton to \$440 between March 2007 and March 2008, while rice prices almost tripled in the four months ending April 2008. Soybean and palm oil prices increased 44 percent from 2007 to 2008. Maize prices doubled between July 2007 and June 2008 (Baffes et al., 2008). This increase in food prices could affect households' income in low income countries as their food expenditures represent a large proportion of the total expenditures. In addition, their income depends heavily on agricultural production. Farmers are expected to benefit from higher prices because they will see an increase in their income that can offset rising food prices. In contrast, consumers are likely to be adversely affected by rising food prices.

The nature and the magnitude of the effects of higher world prices on producers and consumers in the low income countries depend on how those countries respond to spikes in prices. Indeed, these effects differ according to market structures and public intervention mechanisms. The spike in food prices on the period 2007-2008 led to a 26% and 16% increase in prices in Vietnam and Chile respectively. Even in countries where inflation was historically low (for example West Africa Economic and Monetary Union countries²⁵), the prices significantly increased over the period 2007-2008 (see graph 3.1). A recent study applied to Burkina Faso shows that more than 80% of the increase in world prices are transmitted to domestic markets (Badolo, 2012).

²⁵ West Africa Economic and Monetary Union is composed of Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinea-Bissau, Mali, Niger, Senegal and Togo.

Figure 3.1: International rice price and domestic rice prices, 2005-2010.



Source: constructed using data from SONAGESS, FAO and RESIMAO.

For many analysts, the price increase is rather an opportunity for producers from the Southern countries which have long suffered from the falling prices. Farmers are expected to benefit from higher prices because they will see an increase in their income that can offset rising food prices. In contrast, consumers are likely to be adversely affected by rising food prices. In addition to this effect on income and poverty, it is appropriate to consider the potential impacts on income inequality. Indeed, in most of the Sub-Saharan Africa countries, rice consumers are households who live in urban area and those with intermediate incomes. However, the majority of producers are rural poor households. Hence an increase in rice prices tends to reduce households' income and to increase poverty (Minot and Goletti, 2000; Nogue and Wodon, 2008). But rising rice prices tend to reduce income inequality as long as rice farmers represent an important proportion in the total population. Curiously, most of the empirical studies examined the short run effects of higher prices and tend to neglect the long run effects and the potential effects on income inequality²⁶.

The objective of this chapter is to estimate the impact of higher rice prices in international markets on poverty and income inequality in Burkina Faso which is a major rice consumer and imports more than 60% of its total consumption. This chapter is an extension of the chapter 2 which highlights an almost complete transmission of higher international prices to

²⁶ To our knowledge, no study addresses this issue.

local markets in Burkina Faso. The impact of higher prices will be estimated in two ways. First, we analyze the effects of higher prices on households in terms of poverty and income inequality by taking into account their social and economic characteristics²⁷. Given that Burkinabe households are rice consumers and they allocate a high proportion of their budget to it, we expect a negative impact of higher prices on their income. This impact should be positive on the net producers of rice. Depending on whether the net producers of rice have a high income or a low income, we expect an increase or decrease in income inequality in major rice producing areas.

We use a methodology based on the net benefit ratio (NBR) developed by Deaton (1989) combined with the concept of compensating variation of income (Deaton and Muellebauer, 1980; Minot and Goletti, 2000). We use the living standard survey conducted by National Statistics and Demography Institute over the period 2002-2003 (INSD, 2003). The survey includes 8,500 households and contains information on income from rice and total consumption expenditures. We estimate the impact of higher food prices on households' income, poverty rate and income inequality.

This method is appropriate to estimate, in addition to short run effects, the long run effects of rising food prices and to distinguish between net producers and net consumers. We estimate the impact of higher prices on poverty using the formula developed by Minot and Daniels (2002). The authors consider the impact on producers. We consider the impact on producers and consumers. We calculate the net impact on poverty indicators developed by Foster, Greer and Thorbecke (1984). Furthermore, unlike previous studies that analyzed the impact of higher food prices on poverty, in addition to this impact, our paper takes into account the effects on income inequality using Gini and Theil Indexes.

The results show that rising rice prices adversely affects households' income in the short and long run, and increases poverty in most of the regions except for rice producing areas. The effect is higher in urban areas than in rural areas. Rising food prices also increases income inequality except for a few regions.

The rest of the chapter is structured as follows: section 2 provides the literature review on the impact of changes in food prices on households' income and poverty. Section 3 presents the methodology used to estimate the impact of higher food prices on households. In section 4,

²⁷ Location, income group and region.

we present the descriptive statistics on consumption and production of rice in Burkina Faso. Section 5 concludes.

2. Empirical literature review

There is an extensive literature on the impact of changes in food prices on households in low income countries (see e.g. Minot, 2010; Kenneth, 2010; Wodon and Zaman, 2008; Wodon et al., 2008) but the results are sometimes mixed. We discuss the results of recent studies in this part.

The findings of most of the studies depend on household profile, depending on whether the household is a net producer or a net consumer, and the proportion of net producers in the total population. Ulimwengu and Ramadan (2009) use a multimarket model and living standard survey (UNHS, 2005-2006) to analyze the impact of higher food price on consumption and profits in Uganda. The data show that on average 12% of households are net producers and 66% are net consumers. The authors conclude that households who depend on the agricultural sector and who live in rural areas are positively affected by rising food prices. This might be explained by the fact that rural households are more likely to be net producers.

Ivanic and Martin (2008) estimate the short run effects of higher food prices for seven commodities²⁸ on poverty using living standard survey in nine developing countries. The authors use the method developed by Singh, Squire and Strauss (1986) and Deaton (1989). They conclude that on average a 10% increase in food prices leads to an increase in poverty. However, an analysis by product and by country gives different results. For example, in the case of Vietnam, a 10% increase in rice price reduces rural poverty by 1 percentage point and increases urban poverty by 0.2 percentage point, but there is a decline of 0.5 percentage point of poverty at national level. This might be explained by the fact that net producers who benefit from higher food prices are more important than net consumers. In Zambia and Malawi, a 10% increase in maize price increases rural poverty by 0.8 and 0.5 percentage point, and urban poverty by 0.2 and 0.3 percentage points respectively. In the two countries, urban and rural households are net consumers of maize.

²⁸ Rice, maize, wheat, dairy, poultry, beef and sugar.

The study conducted by Minot (2010) is one of the few studies that examined the long run effects of rising food prices on poverty in low income countries. The author uses living standard survey (GLSS, 2005-2006) and the method developed by Deaton (1989) to analyze the impact of higher food prices on poverty in Ghana. He shows that on average 21% and 46% of households are producers and consumers of maize respectively and a 81% increase in producer and consumer prices leads to an increase in poverty by 0.6 percentage points in the short run. However, if the increase in producer price is higher than in consumer price, poverty falls by 1.2 percentage points in the short run. Urban households (7% of net producers and 56% of net consumers) lose both in the short and long run, but the losses are less important in the long run. In contrast, rural households (31% of net producers and 39% of net consumers) win in the long run and in the case where producer prices rise more than consumer prices. In regions where the proportion of net producers of rice is almost equal to that of net consumers, poverty falls in the long term if producer prices rise more than consumer prices.

Beyond the household profile, some empirical results are explained by the social and economic situation of each country and region. The study conducted by Wodon et al. (2008) highlights this aspect. The authors estimate the short run impact of food imported prices on poverty using the method developed by Deaton (1989) in twelve West and Central African countries. They conclude that an increase in food prices leads to an increase in poverty more important in rural areas than in urban areas in Ghana, Senegal and Liberia. The case of Ghana might be explained by the fact that poverty was initially lower than in the other two countries. The results obtained in Senegal and Liberia are due to the importance of imported food in household consumption so that the gains of net producers are low.

Finally, the findings of studies on the effects of rising food prices depend on the magnitude of the increase in food prices, the social and economic characteristics of households and the social and economic situation of the country. Many of these studies focus on the analysis of the short run effects and tend to neglect the long run effects. None of these studies considered the impact on inequality. Our analysis contributes to the literature by assessing the long run effects and the impact on inequality.

3. Methodology and data

3.1. Methodology

We use the method developed by Deaton (1989) and extended by Minot and Goletti (2000). This method does not impose any particular structure on the data and does not require a significant amount of information. In addition, it has the advantage of allowing the identification of net producers and net consumers and of distinguishing between the short and the long run impacts using the supply and demand elasticities. We use the concept of compensating variation to calculate the income loss of consumers related to higher food prices. We analyze the short and long run effects on real income, poverty and income inequality.

3.1.1. Measuring of the impact of rising rice prices on real income

The impact of price changes on household welfare is often calculated using consumer surplus²⁹ (CS) or the equivalent variation³⁰ (EV) or the compensating variation (CV). In this analysis, we use the concept of compensating variation as it was developed by Deaton and Muellebauer (1980) and Minot and Goletti (2000). The compensating variation is defined as the amount of money needed to compensate a consumer for the price change and restore the original utility level. So in the case of rising food prices, the compensating variation is the most relevant measure (Varian, 2008). In addition, unlike the two other measures, it requires fewer assumptions as we need only the original level of the data before the price change. The compensating variation change can be written as the difference between two values of the expenditure function:

$$CV = e(p_1, u_o) - e(p_o, u_o) \quad (3.1)$$

²⁹ If there is a price change, the surplus consumer is limited because it is based on the implicit hypothesis of constant marginal utility of money along the integration path (Deaton and Muellebauer, 1980).

³⁰ The equivalent variation is the willingness to pay. It measures the maximal amount to pay to prevent the increase in prices and it requires the price and quantity levels of the initial situation.

Where CV is the compensating variation, $e(.)$ is the expenditure function, p is the vector of prices, p_0 and p_1 are before (0) and after (1) the price change, μ is utility. Using second-order Taylor series expression and Shephard's lemma on equation (3.1), we obtain the effect of price changes on consumer³¹:

$$\frac{CV}{x_0} \cong \frac{p_{0i} q_i(p_0, x_0)}{x_0} \frac{\Delta p_i}{p_{0i}} + \frac{1}{2} \varepsilon_d \frac{p_{0i} q_i(p_0, x_0)}{x_0} \left(\frac{\Delta p_i}{p_{0i}} \right)^2 \quad (3.2)$$

Where q_i and p_i are the quantity demanded and the rice price respectively, x_0 the original income and ε_d is the own-price elasticity of demand of rice. Equation (3.2) can be rewritten in its reduced form:

$$\frac{CV}{x_0} \cong CR_r \frac{\Delta p_i}{p_{0i}} + \frac{1}{2} \varepsilon_d CR_r \left(\frac{\Delta p_i}{p_{0i}} \right)^2 \quad (3.3)$$

Where CR_i is the consumption ratio for rice which is defined as the proportion of budget affected to rice consumption.

The impact of rising prices on the household as producer is determined using the profit variation which is defined as following:

$$\Delta \pi = \pi(p_1, w_0, z) - \pi(p_0, w_0, z) \quad (3.4)$$

Where $\Delta \pi$ is the profit variation, $\pi(.)$ is the profit function, p is the vector of output prices, p_0 and p_1 are the before (0) and after (1) the price change, w is the vector of input prices, z is the vector of fixed factor quantities. By applying the same procedure used in the case of

³¹ The detailed derivation is available upon request.

consumers, we obtain the effect of rising prices on the household as producer³² which is defined as following:

$$\frac{\Delta\pi}{x_0} \cong \frac{p_{0i}s_i(p_0, w_0, z_0)}{x_0} \frac{\Delta p_i}{p_{0i}} + \frac{1}{2} \varepsilon_s \frac{p_{0i}s_i(p_0, w_0, z_0)}{x_0} \left(\frac{\Delta p_i}{p_{0i}} \right)^2 \quad (3.5)$$

Where s_i and p_i are the supply quantity and the price of rice, and ε_s is the own-price elasticity of supply of rice. Equation (3.5) can be rewritten in its reduced form:

$$\frac{\Delta\pi}{x_0} \cong PR_r \frac{\Delta p_i}{p_{0i}} + \frac{1}{2} \varepsilon_s PR_i \left(\frac{\Delta p_i}{p_{0i}} \right)^2 \quad (3.6)$$

Where PR_i is the production ratio of rice which is defined as the value of rice production as a proportion of income (or total expenditure). Combining equation (3.3) and equation (3.6), the following expression is obtained:

$$\frac{\Delta w^2}{x_0} \cong \frac{\Delta p_i^p}{p_{0i}^p} PR_i + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta p_i^p}{p_{0i}^p} \right)^2 PR_i \varepsilon_s - \frac{\Delta p_i^c}{p_{0i}^c} CR_i - \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta p_i^c}{p_{0i}^c} \right)^2 CR_i \varepsilon_d \quad (3.7)$$

Where Δw^2 is the second-order of the net welfare effect of a rice price change on household, p^c and p^p are the consumption and production prices respectively. Equation (3.7) takes into account the response of producers and consumers to the rice price change. The immediate welfare impact of the price change is obtained by setting the elasticities equal to zero:

$$\frac{\Delta w^1}{x_0} \cong \frac{\Delta p_i^p}{p_{0i}^p} PR_i - \frac{\Delta p_i^c}{p_{0i}^c} CR_i \quad (3.8)$$

³² The detailed derivation is available upon request.

Where Δw^1 is the first-order approximation of the net welfare effect of a rice price change.

There are two major issues in this analysis. The first one is the relationship between producer and consumer prices. The second issue is the use of appropriate supply and demand elasticities.

The first issue is related to the fact that it is rarely possible to obtain data on producer prices of commodities particularly in sub-Saharan African countries. To avoid this problem, most of the studies suppose that producer and consumer prices increase in the same proportion, which is equivalent to assuming a marketing margin that is a fixed proportion of the consumer price. However, the assumption of fixed marketing margin is more plausible, which implies that the percentage increase in producer price will be greater than the percentage increase in consumer price. Such assumptions make sensitive the estimation of the impact of higher prices on welfare (see Dawe and Matsoglou, 2009). For example, if the consumer price is twice the producer price and the marketing margin is fixed in the absolute terms, the percentage increase in the producer price will be twice the percentage increase in the consumer price.

Regarding the elasticities, most of the studies assume no household responses (e.g. Deaton, 1989; Ivanic and Martin, 2008), which means that the elasticities are equal to zero. However, in the long run, households may be able to respond both as consumers and as producers. In this study, we consider two assumptions. First, we assume that the value of demand and supply elasticities is equal to zero, which corresponds to the short run impact. Second, the value of elasticities is different from zero. We assume own-price demand elasticities of -0.20 and -0.40 and supply elasticities of 0.20 and 0.40. We perform a sensitivity analysis using own-price demand elasticities in the range of -0.20 and -0.40 and supply elasticities in the range of 0.20 and 0.40 by random draws from a uniform distribution.

The estimation of the short run impacts of higher prices on poverty and inequality is based on two simulations. In *simulation 1*, we assume that households do not respond to higher prices (zero elasticity) and that producer and consumer prices rise by the same percentage (15%). In *simulation 2*, we assume that households do not respond to higher prices (zero elasticity) and that the percentage increase in producer prices is twice the percentage increase in consumer prices (30% and 15%). The simulations for the long run impacts are defined as following. In *simulation 1*, we assume that households respond to price changes (demand elasticity is of -0.20 and supply elasticity is of 0.20) and that producer and consumer prices rise by the same

percentage (15%). In *simulation 2*, we assume that households respond to price changes (-0.20 and 0.20) and that the percentage increase in producer price is twice the percentage increase in consumer prices (15% and 30%). In *simulation 3*, we assume that households respond to higher prices (-0.40 and 0.40) and that producer and consumer prices rise by the same percentage (15%). In *simulation 4*, we assume that households respond to higher prices (-0.40 and 0.40) and that the percentage increase in producer prices is twice the percentage increase in consumer prices (15% and 30%).

3.1.2. Measuring the impact of rising rice prices on poverty

The impact of rising rice price on poverty is estimated using the approach developed by Minot and Daniels (2002) to examine the impact of cotton price variations on producers in Benin. We extend their formula by taking into account the consumers to determine the overall impact. We compare the poverty measures before and after the prices having changed.

We calculate the impact of higher prices on poverty using the income expression defined as follows:

$$x_{i1} = x_{i0} + \Delta\pi - CV \quad (3.9)$$

Where x_1 and x_0 are the consumption expenditures of household before and after the price change respectively, $\Delta\pi$ and CV are the profit variation and compensating variation respectively. By replacing $\Delta\pi$ and CV by their expressions, we obtain:

$$x_1 = x_0 + s_i(p_0, w_0, z)\Delta p_i + \frac{1}{2}\varepsilon_s \frac{s_i(p_0, w_0, z)}{p_{0i}} (\Delta p_i)^2 - [q_i(p_0, x_0)\Delta p_i + \frac{1}{2}\varepsilon_d \frac{q_i(p_0, x_0)}{p_{0i}} (\Delta p_i)^2] \quad (3.10)$$

The impact of higher prices on poverty is examined using the poverty measures developed by Foster, Greer and Thorbecke (1984) defined as following:

$$P_{\alpha} = \frac{1}{N} \sum_n \left[\frac{\bar{x} - x_j}{\bar{x}} \right]^{\alpha} \quad (3.11)$$

Where P_{α} is the measure of poverty, N is the number of households, \bar{x} is the poverty line, x_j is the consumption expenditure of household j. If $\alpha = 0$, P_0 measures the poverty headcount, i.e. the proportion of households with an expenditure level below poverty line. If $\alpha = 1$, P_1 measures the poverty gap. This measure takes into account the number of poor and severity of poverty. If $\alpha = 2$, P_2 measures the poverty gap squared. This measure takes into account inequality between poor and gives more weight to the poorest.

The poverty analysis raises an important issue which is the choice of variable of interest used to calculate the poverty indicator. The variables frequently used in the empirical literature on poverty are the total consumption of households, per capita consumption and per adult equivalent consumption. The total consumption of households does not take into account the size of household and tends to overestimates the welfare of individuals who are in households with a large size. Per capita consumption takes into account the size of household but it doesn't consider differences in the size and composition by sex and age of households. To calculate per adult equivalent consumption, we convert households in adult equivalents using the equivalence scales and we divide the total consumption of households by the number of adult equivalents. Per adult equivalent consumption takes into account both the size and composition by age of households but there is the issue of choice of equivalence scales. We use the two last variables in our estimations. The simulations defined above are used to analyze the impact of higher rice prices on poverty.

3.1.3. Measuring the impact of higher prices on income inequality

The increase in rice prices should benefit to net producers and particularly to farmers whose rice sales are prominent. This would reduce income inequality between the rice producing areas and regions where rice consumption is important. Income inequality would also be reduced between rural areas and urban areas. To estimate the effect of higher rice price on inequality, we compare the inequality indicators before and after the price changes.

There are many indicators of income inequality. Two of these indicators are used in this study: the Gini index and the Theil index. The Gini index is the most used in empirical studies on income inequality. It is defined in its reduced form as the covariance between the income (Y) of a person or household and his rank (F) in the distribution (the rank is equal to zero for the poorest and one for the richest). If \bar{y} is the average level of income, the Gini index is defined as follows:

$$Gini = 2cov(Y, F) / \bar{y} \quad (3.12)$$

The Gini index takes values between zero and one, with higher values indicating great inequality. In contrast, values close to zero reflect an egalitarian distribution of income. Although the Gini index is the most used in empirical work, it doesn't satisfy all the desirable properties³³ of a good indicator of income inequality.

Many inequality indices have recently been developed, and some of them satisfy all the desirable properties. One important example is the Theil index which is now widely used in empirical work. The Theil index is defined as follow:

$$T = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{y_i}{y} \ln \left(\frac{y_i}{y} \right) \quad (3.13)$$

³³ These criteria are: independence of average, independence of population size, symmetry, decomposition of the inequality indicator, statistical significance of the change in the inequality indicator over time. Gini index doesn't meet the last two criteria.

Where \bar{y} is the average per capita income (or per capita consumption expenditure). A zero value of the index indicates perfect equality, with higher values of the index indicating greater inequality.

3.2. Data

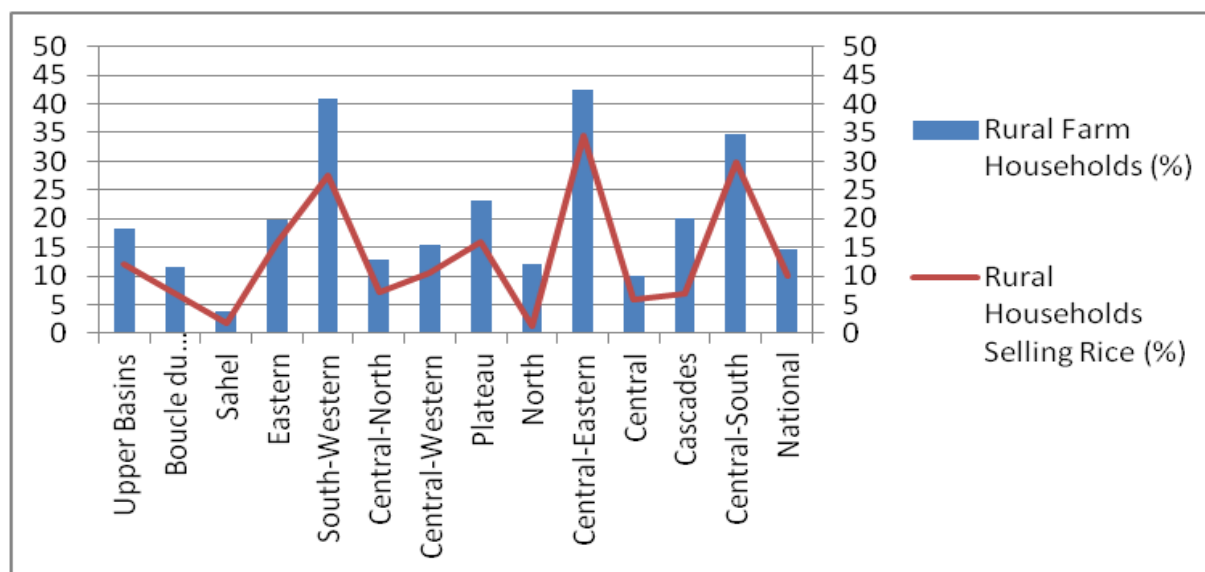
We estimate the impact of higher rice prices on poverty and income inequality in Burkina Faso using living standard survey (EBCVM). The survey is conducted by National Statistics and Demography Institute of Burkina Faso over the period 2002-2003 (INSD, 2003). The survey covers 8,500 nationally representative households and contains information on income and consumption expenditures.

4. Consumption and production of rice in Burkina Faso

Burkina Faso is a rural country with almost 70% of its population living in rural areas (World Bank, 2011). The agricultural sector plays a major role in the economy, it represents 34% of GDP and a significant proportion of population depends on agriculture (World Bank, 2011). Grains play a major role in terms of food security since they represent 90% of food needs in Burkina Faso. Among these grains, millet, maize, sorghum and rice are the most important in terms of food consumption.

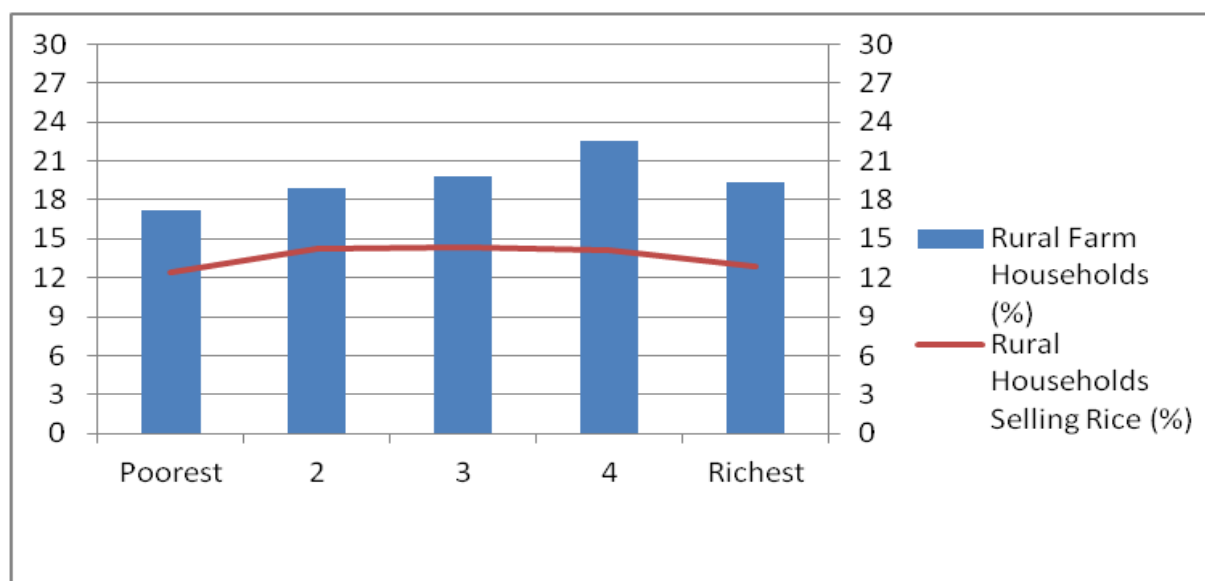
Survey data (EBCVM) indicate that almost 15% of rural households in Burkina Faso are rice producers and 13% of these households derive their income from rice production. Figure 3.2 shows that in the South-Western and Central-Eastern regions, rice production is more important than in other regions (more than 40% for each region). In other regions, rice production stands for 10% to 30%, except for the Sahel where rice production is less than 10%. In nine regions of Burkina Faso, the income of about half of rice producers derives from rice production, except for the Boucle du Mouhoun, Sahel, North and Cascade regions. Figure 3.3 shows that in all income groups, there are rice producers. In the intermediate income group, the number of rice producers is more important.

Figure 3.2: Proportion of rural households growing and selling rice by region.



Source: constructed using survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

Figure 3.3: Proportion of rural households growing and selling rice by income group.

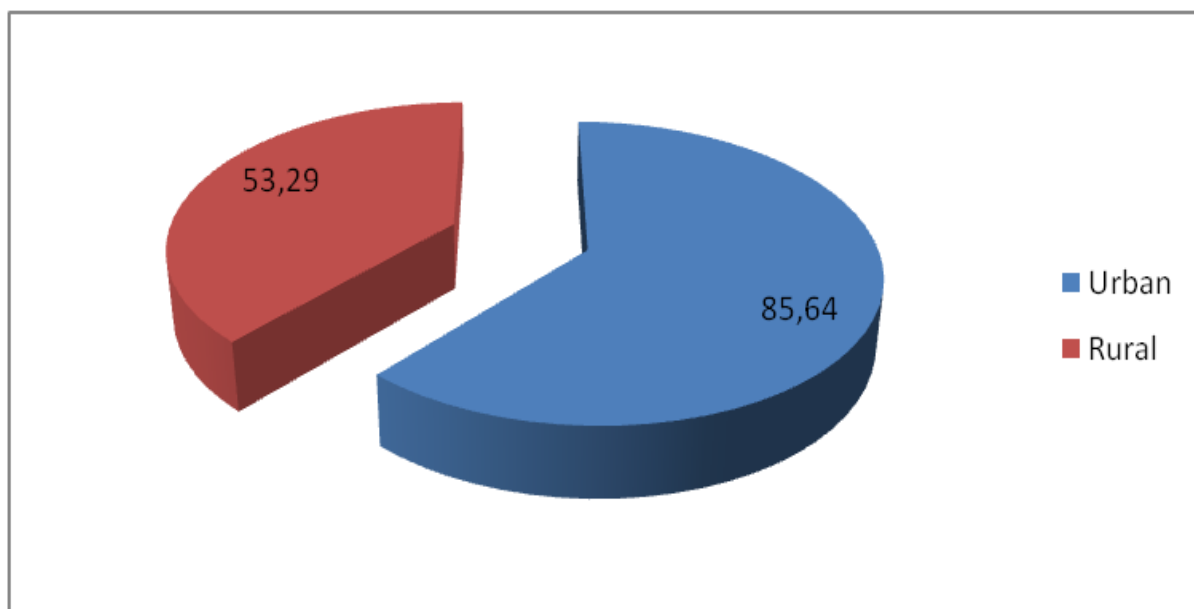


Source: constructed using survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

According to living standard survey (EBCVM), there is more than 63% of the population who consume rice in Burkina Faso. Figure 3.4 shows that rice is more consumed in urban area (85%) than in rural area. An analysis by region shows that rice consumption is more important in Cascade (88%), Central (85%), Upper Basins (78%) and Central-eastern (72%)

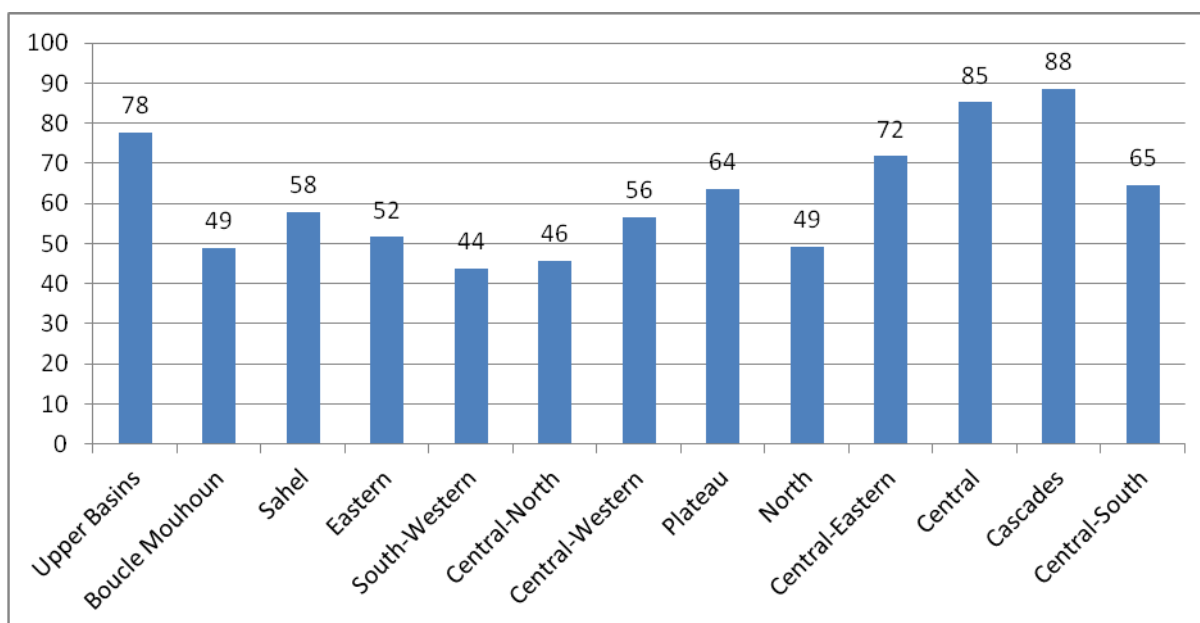
regions (figure 3.5). In other regions, the proportion of rice consumers is between 40% and 70% of the population.

Figure 3.4: Proportion of rice consumers by location.



Source: constructed using survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

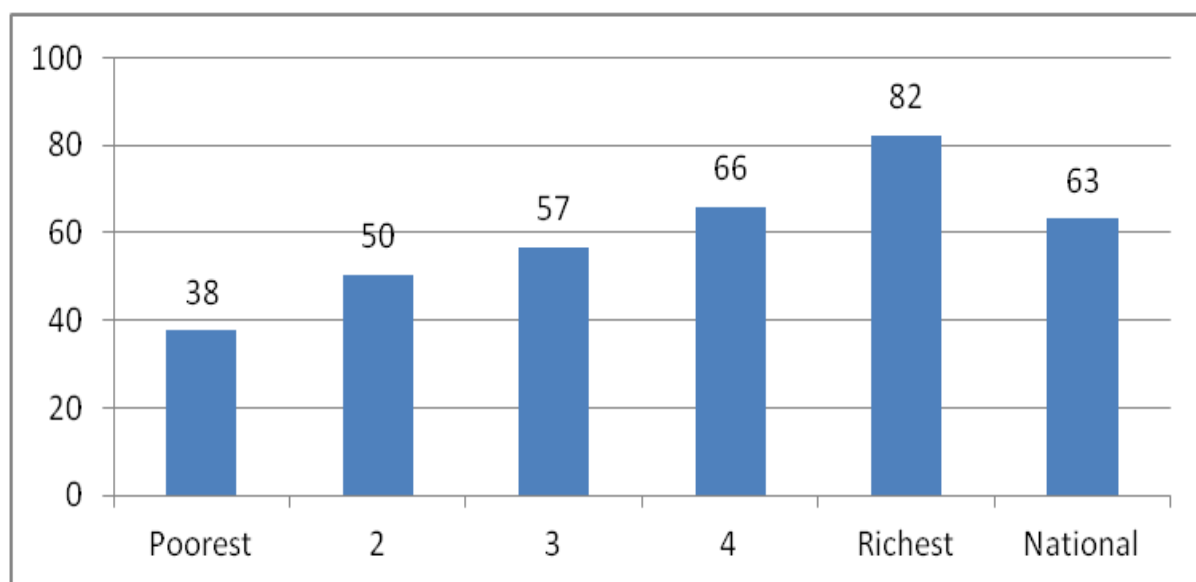
Figure 3.5: Proportion of rice consumers by region.



Source: constructed using survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

Rice consumption considerably varies by income group (see figure 3.6). The proportion of rice consumers is more important in the high income group (82%) than in the low income group (38%).

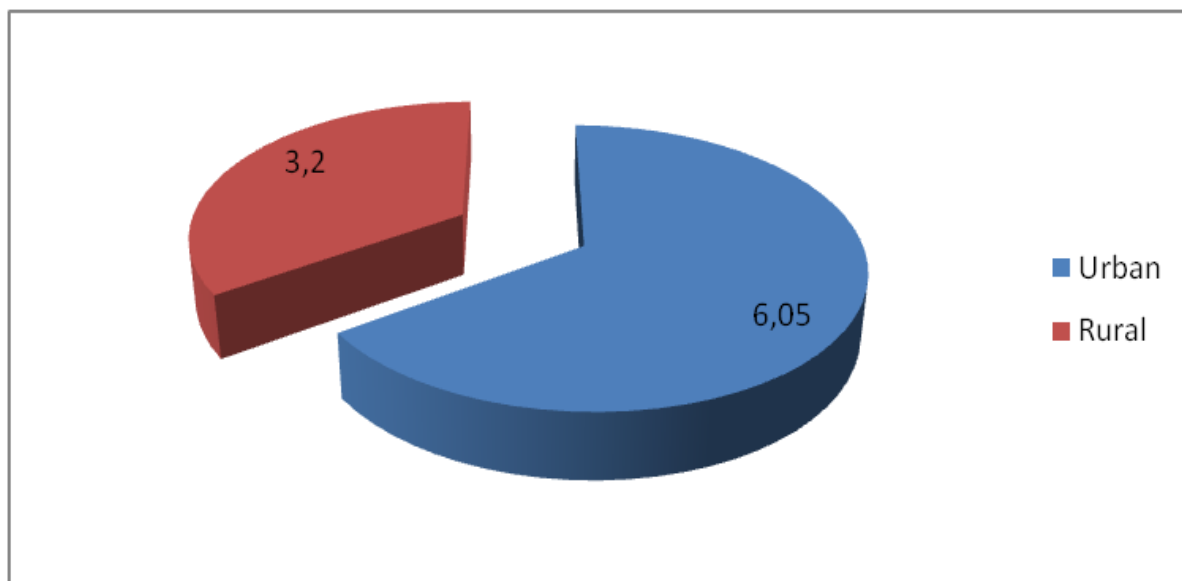
Figure 3.6: Proportion of rice consumers by income group.



Source: constructed using survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

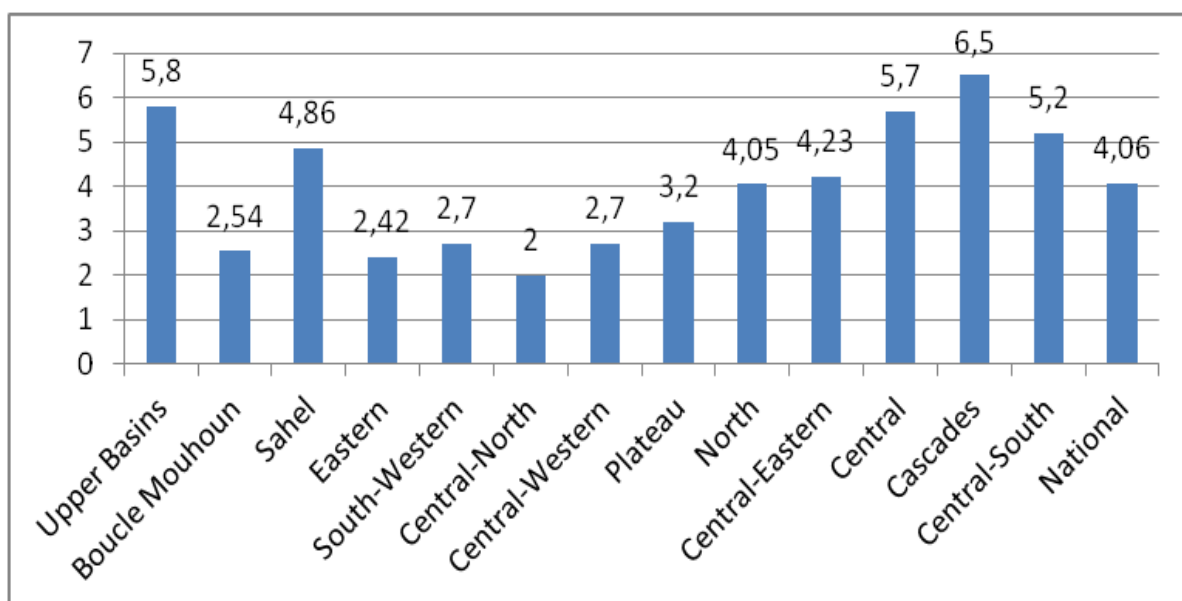
On average, each household affects 4.06% of its budget to rice consumption. The budget affected to rice consumption by urban households is more important (6.05%) than that of rural households (3.20%) (see figure 3.7). The budget shares affected to rice consumption vary across regions (figure 3.8). The regions with the more budget shares are Cascades (6.50%), Upper Basins (5.80%), Central (5.70%), Central-South (5.20%), Sahel (4.86%) and Central-Eastern (4.23%).

Figure 3.7: Average budget share by location.



Source: constructed using survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

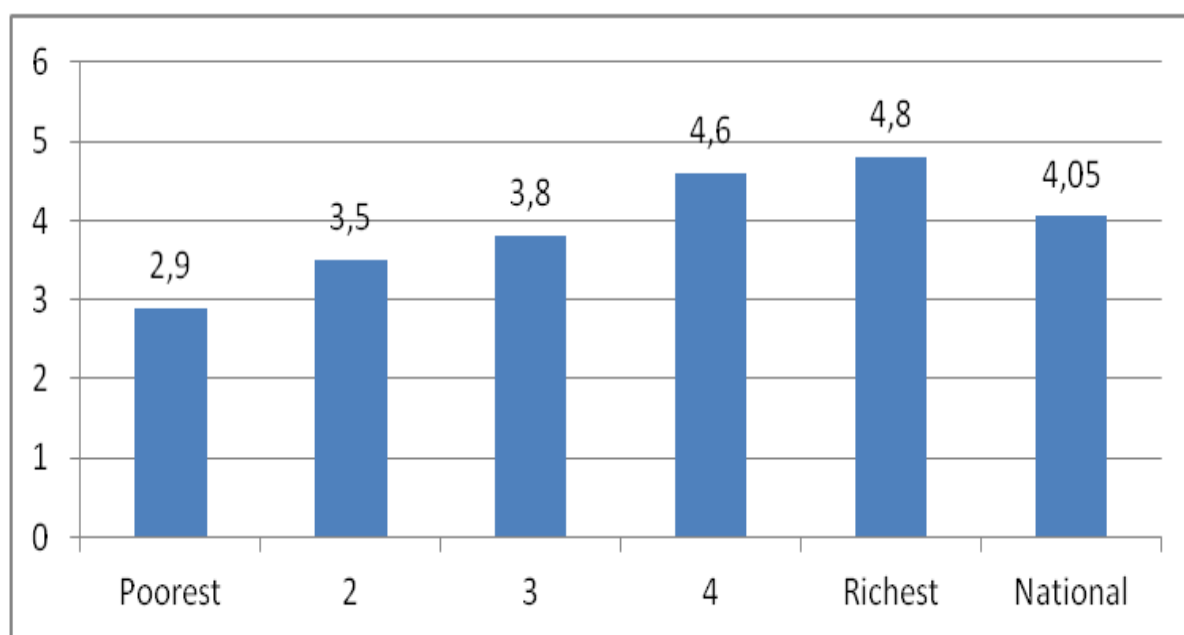
Figure 3.8: Average budget share by region.



Source: constructed using survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

The budget shares affected to rice consumption vary by income groups. The richest households affect 4.80% of their budget to rice consumption against 2.90% for the poorest households (figure 3.9).

Figure 3.9: Average budget share by income group.



Source: constructed using survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

5. Poverty distribution in Burkina Faso

The absolute poverty line in Burkina Faso in 2003 was estimated to 82,672 CFAF (\$US 0.40 per day) per person and per year (INSD, 2003). This amount represents the level of food and non-food expenditures below which a person is considered as poor. This poverty line represents about 2/5 of \$US 134 per day per capita, which is the international poverty line defined by the international community.

Tables 3.1 and 3.2 show the poverty indexes by location and by region for per capita expenditure and per adult equivalent expenditure respectively. These indexes are calculated using living standard survey (EBCVM, 2003). The results obtained with per capita consumption show that 51.60% of households in Burkina Faso are below poverty line. The result becomes lower if we use per adult equivalent expenditure (31.72%). The results are different across the regions. The poorest regions are Boucle Mouhoun, South-west, Plateau, North and Central-south with the poverty lines above national average. The least poor regions

³⁴ \$US 1 = 565 FCFA on August 2003

are Upper Basins, Central-North and Central, with the poverty lines well below national average.

The poverty gap (P_1) is of 23.26% and 12.10% with per capita expenditure and per adult equivalent expenditure respectively. On average, the poverty gap is relatively less high in Burkina Faso. However, an analysis by region shows that the poverty gap is more important in the Boucle Mouhoun, North and Plateau regions. The results for the severity of poverty (P_2) are relatively less high.

Furthermore, poverty is more pronounced in rural areas than in urban areas. The proportion of poor households is of 56.65% and 38.01% in rural and urban areas respectively. If we use per adult equivalent expenditure, we obtain the rates of 35.62% in rural area and of 21.19% in urban area.

Table 3.1: Poverty profile by location and by region (per capita consumption)

Household category	Population (%)	Poverty indexes			Contribution to national poverty		
		P_0	P_1	P_2	P_0	P_1	P_2
National	100,00	51,60	23,26	13,55	100,00	100,00	100,00
Location							
Urban	30,60	38,01	15,21	8,07	22,54	20,01	18,22
Rural	69,40	56,65	26,24	15,60	76,19	78,29	79,90
Regions							
Upper Basins	11,80	44,72	18,75	10,27	10,23	9,51	8,94
Boucle du Mouhoun	10,35	64,72	32,37	20,14	12,98	14,40	15,38
Sahel	7,02	47,42	17,44	8,57	6,45	5,26	4,44
Eastern	7,34	49,39	19,78	10,27	7,03	6,24	5,56
South-Western	6,10	60,47	28,45	16,72	7,15	7,46	7,53
Central-North	7,33	42,90	16,34	8,31	6,09	5,15	4,50
Central-Western	7,50	53,82	24,32	14,47	7,82	7,84	8,01
Plateau	4,50	60,46	29,40	18,10	5,27	5,69	6,01
North	7,74	68,31	32,85	20,38	10,25	10,93	11,64
Central-Eastern	7,20	52,40	25,06	15,48	7,31	7,76	8,23
Central	16,27	35,15	15,05	8,30	11,08	10,53	9,97
Cascades	3,05	43,00	20,21	12,46	2,54	2,65	2,80
Central-South	3,80	61,73	28,29	16,38	4,55	4,62	4,59

Source: calculated using Living Standard Survey of Burkina-Faso (EBCVM, 2003).

Table 3.2: Poverty profile by location and by region (per adult equivalent consumption)

Household category	Population (%)	Poverty indexes			Contribution to national poverty		
		P_0	P_1	P_2	P_0	P_1	P_2
National	100,00	31,72	12,10	6,35	100,00	100,00	100,00
Location							
Urban	30,60	21,19	7,05	3,41	20,44	17,83	16,43
Rural	69,40	35,62	13,97	7,44	77,93	80,13	81,31
Regions							
Upper Basins	11,80	26,83	9,00	4,36	9,98	8,78	8,10
Boucle du Mouhoun	10,35	44,28	18,62	10,36	14,45	15,93	16,89
Sahel	7,02	23,01	6,60	2,95	5,09	3,83	3,26
Eastern	7,34	27,04	8,15	3,61	6,26	4,94	4,17
South-Western	6,10	40,40	14,80	7,28	7,77	7,46	6,99
Central-North	7,33	21,61	6,63	2,77	4,99	4,02	3,20
Central-Western	7,50	31,18	12,86	7,20	7,37	7,97	8,50
Plateau	4,50	41,36	16,77	9,21	5,87	6,24	6,53
North	7,74	45,13	19,00	10,52	11,01	12,15	12,82
Central-Eastern	7,20	33,68	14,42	8,10	7,64	8,58	9,18
Central	16,27	20,13	7,32	3,73	10,33	9,84	9,56
Cascades	3,05	25,44	11,60	6,79	2,45	2,92	3,26
Central-South	3,80	40,10	14,93	7,45	4,80	4,69	4,46

Source: calculated using Living Standard Survey of Burkina-Faso (EBCVM, 2003).

6. Results

6.1. Net benefit ratio by region and location

The net position in a commodity refers to the net sales or purchases of the commodity for a household or a group of households. The net benefit ratio (NBR) is the value of net sales of a commodity as a percentage of household income. As discussed above, a positive NBR means that a household or group of households will gain from higher prices of the commodity in the short run, while a negative NBR means that it will lose.

Table 3.3 shows the net position in rice of different types of households in Burkina Faso. On average, rice production accounts for 7% of households' income and rice consumption represents 4% of the total. This implies an average NBR of -0.033 or -3.3%. The negative NBR is related to fact that Burkina Faso is a net rice importer. The net benefit ratio is negative in rural areas (-2.2%), indicating that rural households are adversely affected by higher rice prices on average. It is not surprising that the most urban households are net buyers, with a net benefit ratio strongly negative (-5.7%). Rice is more important to urban households, as a component in their expenditure.

Across the 13 administrative regions of Burkina Faso, the Cascades, Central and Upper Basins regions have the most negative NBRs (-6.5%, -5.6% and -5.1% respectively). In all three regions, households who are net buyers of rice account for over 75% of the total. Only one region (Plateau) has a positive NBR, which indicates that a large proportion of households are net rice sellers and would be less affected by an increase in rice price. The results presented by quintile of income shows that the NBR is more negative for the richest quintile of households (-4.4%) than for the poorest (-1.9%). This implies that the adverse effect of higher rice prices would be greatest on the rich.

Table 3.3: Rice production, rice consumption and net position in rice

Household Category	Population proportion	Production		Net Benefit		Net	
		Ratio (PR)	Consumption Ratio (CR)	Ratio (PR-CR)	Seller	Neutral	Net Buyer
		(as a proportion of total expenditures)			(as a proportion of households)		
National	100	0,007	0,04	-0,033	2,32	37,92	59,76
Location							
Urban	30,6	0,003	0,06	-0,057	0,38	16,1	83,41
Rural	69,4	0,009	0,031	-0,022	3,17	47,39	49,34
Region							
Upper Basins	11,8	0,007	0,058	-0,051	1,3	23,42	75,28
Boucle du							
Mouhoun	10,35	0,001	0,025	-0,024	0,57	51,65	47,78
Sahel	7,02	0,001	0,048	-0,047	0,83	42,5	56,67
Eastern	7,34	0,008	0,024	-0,016	1,13	50,48	48,39
South-Western	6,1	0,02	0,027	-0,007	10,38	54,04	35,58
Central-North	7,33	0,008	0,019	-0,011	3,55	53,55	42,9
Central-Western	7,5	0,001	0,026	-0,025	1,1	44,29	54,62
Plateau	4,5	0,047	0,031	0,016	9,5	36,94	53,56
North	7,74	0	0,04	-0,04	0,15	52,58	47,27
Central-Eastern	7,2	0,018	0,042	-0,024	6,45	29,84	63,71
Central	16,27	0	0,056	-0,056	0,15	17,04	82,81
Cascades	3,05	0	0,065	-0,065	0	14,23	85,77
Central-South	3,8	0,012	0,052	-0,04	1,57	39,12	59,25
Quintile							
Poorest	13,45	0,009	0,028	-0,019	2,45	62,38	35,17
2	16,02	0,01	0,034	-0,024	3,24	51,1	45,66
3	17,73	0,01	0,037	-0,027	2,92	44,02	53,05
4	20,6	0,008	0,045	-0,037	2,57	35,73	61,69
Richest	32,2	0,003	0,047	-0,044	1,32	19,17	79,52

Source: calculated using Living Standard Survey of Burkina-Faso (EBCVM, 2003).

6.2. Impact of higher rice prices on the welfare of households

6.2.1. Impact of higher rice prices on real income

Equations 3.8 and 3.9 are used to estimate the impact of higher rice prices on real income. Table 4 shows the results of the impact in the short and long run. On average, the increase in rice prices adversely affects the real income of households in Burkina Faso. The income losses are estimated to 0.49% and 0.3% in the short and long run respectively. Urban households are more negatively affected than rural households. This might be explained by the fact that the most urban households are net buyers of rice (84%) and they affect a more important budget share on rice consumption than rural households. If we assume a 15% increase in consumer price and a 30% increase in producer price, three regions benefit from these increases in the short and long run (South-Western, Plateau and Central-South). This is related to the fact that in these regions there is a more important proportion of rice producers (more than 60%) and a proportion of these producers derive their income from production. Looking at the impact by quintile of income, both poor and rich households are adversely affected by rising rice prices, but the losses are higher for rich households than for poor ones. Overall, higher rice prices are detrimental to a large majority of households since they are net buyers of rice.

Table 3.4: Impact of higher rice prices on real income

Household Category	InitialNBR	Short run impact		Long run Impact					
		Simulation 1		Simulation 2		Simulation 3		Simulation 4	
		P _c ↑15% P _p ↑15%	P _c ↑15% P _p ↑30%	P _c ↑15% P _p ↑15%	P _c ↑15% P _p ↑30%	P _c ↑15% P _p ↑15%	P _c ↑15% P _p ↑30%	P _c ↑15% P _p ↑30%	P _c ↑15% P _p ↑30%
				$\epsilon^d=-0.20$ $\epsilon^s=0.20$	$\epsilon^d=-0.20$ $\epsilon^s=0.20$	$\epsilon^d=-0.40$ $\epsilon^s=0.40$	$\epsilon^d=-0.40$ $\epsilon^s=0.40$	$\epsilon^d=-0.40$ $\epsilon^s=0.40$	
National	-3,3	-0,49	-0,37	-0,49	-0,37	-0,47	-0,35		
Location									
Urban	-5,7	-0,76	-0,72	-0,76	-0,72	-0,74	-0,7		
Rural	-2,2	-0,37	-0,22	-0,37	-0,2	-0,35	-0,19		
Regions									
Upper Basins	-5,1	-0,69	-0,57	-0,69	-0,57	-0,67	-0,54		
Boucle du Mouhoun	-2,4	-0,44	-0,42	-0,44	-0,42	-0,43	-0,41		
Sahel	-4,7	-0,59	-0,57	-0,59	-0,57	-0,58	-0,55		
Eastern	-1,6	-0,2	-0,01	-0,2	-0,01	-0,19	0,01		
South-Western	-0,7	-0,1	0,14	-0,1	0,14	-0,08	0,17		
Central-North	-1,1	-0,22	-0,11	-0,22	-0,11	-0,21	-0,09		
Central-Western	-2,5	-0,39	-0,35	-0,39	-0,35	-0,38	-0,34		
Plateau	1,6	-0,15	0,25	-0,1	0,25	-0,13	0,3		
North	-4	-0,58	-0,52	-0,58	-0,52	-0,56	-0,5		
Central-Eastern	-2,4	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,48	-0,27		
Central	-5,6	-0,82	-0,79	-0,82	-0,79	-0,8	-0,77		
Cascades	-6,5	-0,83	-0,82	-0,83	-0,82	-0,81	-0,8		
Central-South	-4	-0,16	0,31	-0,16	0,31	-0,14	0,37		
Quintile									
Poorest	-1,9	-0,37	-0,19	-0,37	-0,19	-0,35	-0,16		
2	-2,4	-0,48	-0,4	-0,48	-0,4	-0,47	-0,38		
3	-2,7	-0,42	-0,29	-0,42	-0,29	-0,41	-0,27		
4	-3,7	-0,44	-0,29	-0,44	-0,29	-0,42	-0,26		
Richest	-4,4	-0,6	-0,52	-0,6	-0,52	-0,59	-0,5		

6.2.2. Impact of higher rice prices on poverty

Equations 3.10 and 3.11 are used to estimate the impact of higher rice prices on the three poverty indicators: headcount poverty (P_0), poverty gap (P_1) and severity of poverty (P_2). We discuss the impact of higher rice prices on headcount poverty in this section. The results for the indicators P_1 and P_2 are in appendixes from 3.1 to 3.4. The poverty line used is equal to 82,672 CFAF per capita and per year (INSD, 2003). This poverty line corresponds to \$US 146 per capita per year.

Table 3.5 shows the effect of higher rice prices on poverty in Burkina Faso under different assumptions about household responses and about the margin between producer and consumer prices. At the national level, an increase in both consumer and producer prices in the short and long run increases poverty rate that varies between 2.2 and 2.6 percentage points depending on simulations. These percentages correspond to increases in number of poor by 268,334 and 317,122. In the long run, the effects are less negative as households adapt to the price increases. For example, if the producer price rises more than the consumer price, the poverty rate increases by 2.25 percentage points in the long run, this is less important than in the other simulations.

Both urban and rural households lose from higher rice prices both in the short and long run, but the average losses are more important for urban households (almost equal to 4 percentage points) than for rural ones (about 2 percentage points). Indeed, urban households affect a large budget to rice consumption. The increase in rice prices will lead to a decline in their purchasing power and this will result in an increase in the number of poor more important in urban areas than in rural areas.

The poverty impact is quite varied across regions. The increase in rice prices leads to an increase in poverty that varies between 0.16 and 4 percentage points in most of the regions. The poverty rate only decreases in the South-Western (1.07 percentage points in the short run and 1.34 percentage points in the long run). The decline in poverty is greater in this region when producer price increases faster than consumer price and when the elasticities are high. Indeed, the South-Western has an initial poverty rate of 60.47% and a large proportion of rice producers who benefit from higher rice prices. This contributes to reduce the poverty rate in this region.

Table 3.6 shows the results on poverty using per adult equivalent expenditure. The results are different from those obtained in the previous case. The impact is high in the short and long run. At the national level, the poverty rate increases and varies between 2.6 and 2.9 percentage points depending on simulations.

The increase in rice prices raises the poverty rate by 5 and 2 percentage points in urban and rural areas, respectively. The Eastern, Plateau and Central-South regions are less adversely affected by higher rice prices because of the fact that the number of rice producers is relatively more important in these three regions than in the other regions. The South-Western is the only region where the poverty rate declines in the short and long run depending on simulations. This result is almost similar to that found with the variable of per capita consumption and the explanation given above is equally applicable here. Also, the results for the indicators P_1 and P_2 are in the same direction than those found for P_0 .

We perform a sensitive analysis by taking the supply elasticities in the range of 0.20 and 0.40 and demand elasticities in the range of -0.40 and -0.20 from a uniform probability distribution. The results (minimum and maximum values) do not differ significantly from those found previously and they are presented in appendixes 3.5 and 3.6 for P_0 .

Table 3.5: Impact of higher rice prices on headcount poverty index (per capita consumption)

Household category	Initial poverty rate	Short run impact		Long run impact							
		Simulation 1		Simulation 2		Simulation 3		Simulation 4			
		P _c ↑15%	P _p ↑15%	P _c ↑15%	P _p ↑30%	P _c ↑15%	P _p ↑15%	P _c ↑15%	P _p ↑30%		
				$\epsilon^d=-0.20$	$\epsilon^s=0.20$	$\epsilon^d=-0.20$	$\epsilon^s=0.20$	$\epsilon^d=-0.40$	$\epsilon^s=0.40$	$\epsilon^d=-0.40$	$\epsilon^s=0.40$
National	51,6	2,61	2,27	2,54	2,27	2,55	2,25				
Location											
Urban	38,01	3,98	3,94	3,99	3,92	3,95	3,91				
Rural	56,65	2,09	1,76	2	1,64	2	1,62				
Region											
Upper Basins	47,72	0,49	0,16	0,42	0,08	0,43	0,08				
Boucle du Mouhoun	64,72	2,43	2,43	1,77	2,18	2,18	2,17				
Sahel	47,42	2,52	2,38	2,58	2,38	2,53	2,38				
Eastern	49,39	1,16	0,28	1,16	0,06	1,16	0,06				
South-Western	60,47	-0,1	-1,08	-0,07	-1,07	-0,09	-1,34				
Central-North	42,89	1,55	1,55	1,55	1,56	1,56	1,56				
Central-Western	53,82	2,58	2,43	2,23	2,08	2,23	2,08				
Plateau	60,46	2,99	2,76	2,99	2,62	2,99	2,61				
North	68,31	2,67	2,67	2,69	2,69	2,67	2,67				
Central-Eastern	52,4	3,09	2,75	3,1	2,75	3,09	2,75				
Central	35,15	3,62	3,62	3,65	3,63	3,62	3,62				
Cascades	43	4,18	4,18	4,2	4,19	4,18	4,18				
Central-South	61,73	3,27	2,44	3,27	2,45	3,27	2,44				

Source: calculated using Living Standard Survey of Burkina-Faso (EBCVM, 2003).

Table 3.6: Impact of higher rice prices on headcount poverty index (per adult equivalent consumption)

Household category	Initial poverty rate	Short run impact		Long run impact					
		Simulation 1		Simulation 2		Simulation 3		Simulation 4	
		$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 15\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 30\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 15\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 30\%$
		$\epsilon^d = -0.20$	$\epsilon^s = 0.20$	$\epsilon^d = -0.20$	$\epsilon^s = 0.20$	$\epsilon^d = -0.40$	$\epsilon^s = 0.40$	$\epsilon^d = -0.40$	$\epsilon^s = 0.40$
National	31,72	2,97	2,82	2,88	2,73	2,81	2,66		
Location									
Urban	21,19	5,79	5,73	5,56	5,5	5,4	5,34		
Rural	35,62	1,93	1,74	1,89	1,7	1,86	1,66		
Region									
Upper Basins	26,83	2,92	2,78	2,64	2,5	2,64	2,5		
Boucle du Mouhoun	44,28	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84		
Sahel	23,01	3,88	3,88	3,7	3,7	3,7	3,7		
Eastern	27,04	1,01	0,86	1,01	0,86	1,01	0,68		
South-Western	40,4	0,03	-1,05	0,03	-1,05	-0,39	-1,28		
Central-North	21,61	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11		
Central-Western	31,18	2,38	2,22	2,38	2,22	2,38	2,22		
Plateau	41,36	1,12	0,6	1,12	0,6	1,12	0,6		
North	45,13	5,37	5,05	5,37	5,05	5,37	5,05		
Central-Eastern	33,68	2	2	2	2	2	2		
Central	20,13	6,14	6,14	5,82	5,82	5,53	5,53		
Cascades	25,44	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63		
Central-South	40,09	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84		

Source: calculated using Living Standard Survey of Burkina-Faso (EBCVM, 2003).

6.2.3. Impact of higher rice prices on income inequality

We estimate the impact of higher rice prices on inequality using the Gini and Theil Indexes. Tables 3.7 and 3.8 show the results for Gini index with per capita consumption and per adult equivalent consumption, respectively. On average, rising rice prices lead to an increase in inequality that varies between 0.4 and 0.5 percentage points depending on the simulations (with per capita consumption). This might be explained by the fact that a large proportion of rice producers are in the intermediate income group. These producers benefit from higher rice prices and this contributes to increase income inequality. We can observe a confirmation of this result by the fact that rising inequality is as important as when producer price increases faster than consumer price (simulation 2 versus simulation 1 in the short run and simulation 2 versus simulation 1 and simulation 4 versus simulation 3 in the long run).

The impact of higher rice prices on inequality is greater in urban areas (1.3 percentage points on average) than in rural areas (varying from 0.3 to 0.6 percentage point). Indeed, urban areas have an initial index of income inequality higher than that of rural areas. In addition, the gap between the proportion of net consumers of rice in low income groups (9.6%) and the proportion of net consumers in high income groups (12.45%) is not very high in urban areas. Regarding rice producers who live in urban areas, the income from rice production of rich households represents four times that of poor households. In addition, the proportion of net producers of rice is lower in urban areas than in rural areas.

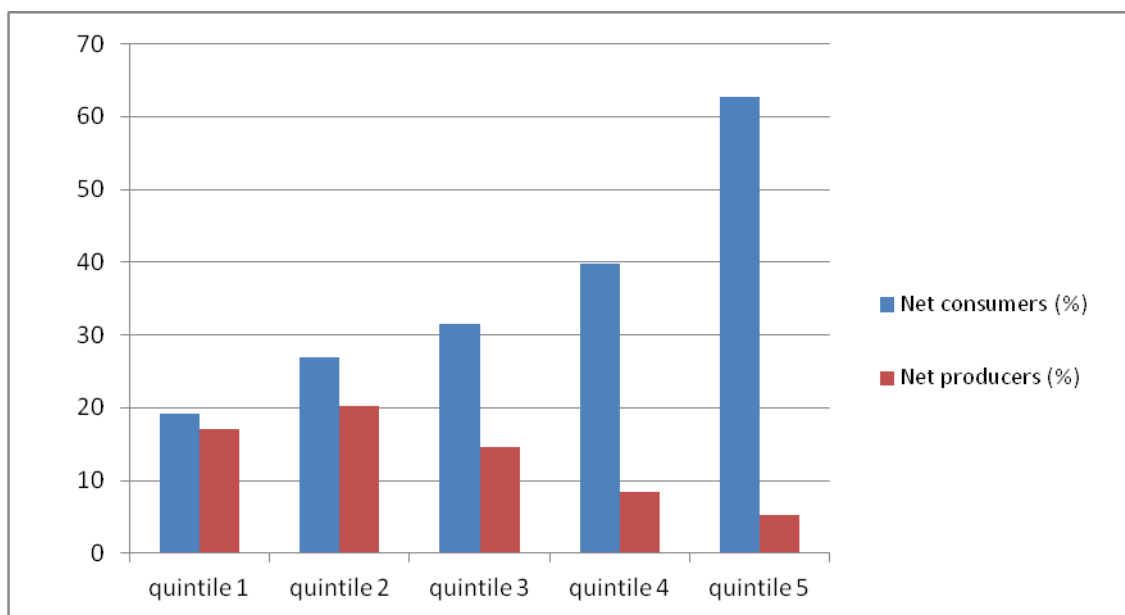
Rising rice prices increases inequality in most of the regions except for a few of them. We observe that income inequality declines in the South-Western where the proportion of net producers of rice is the most important. In this region, all income groups derive income from rice production. But, income from production is higher for poor households than for rich households (about 25%). However, on average, households from South-Western region are net consumers of rice. An analysis by income group shows that poor households in this region are net producers while rich households are net consumers. In addition, rich households allocate a greater budget to rice consumption than poor households. Figure 3.9 shows clearly the decreasing relation between the proportion of net producers and the income level. Rice producers from South-Western region and particularly poor farmers benefit from higher prices. This contributes to reduce the income inequality gap.

Rising rice prices also lead to a decrease in inequality in the North and Boucle du Mouhoun regions in the short and long run. These two regions have the same characteristics in terms of number of rice farmers (about 10%) and of rice consumers (less than of 50% of population). In addition, in these two regions, the budget affected by rich households to rice consumption is greater than that of poor households. Indeed, the negative effect of higher rice prices on purchasing power will be more important for rich households than for poor. Furthermore there is a proportion of rice producers higher than the national average, which decreases with the income level, particularly in the North (figure 3.10).

The use of per adult equivalent consumption to calculate income inequality indexes gives results almost similar to those obtained with per capita consumption. We observe a decrease in inequality in the South-Western and North regions. In contrast, inequality increases in the Boucle Mouhoun.

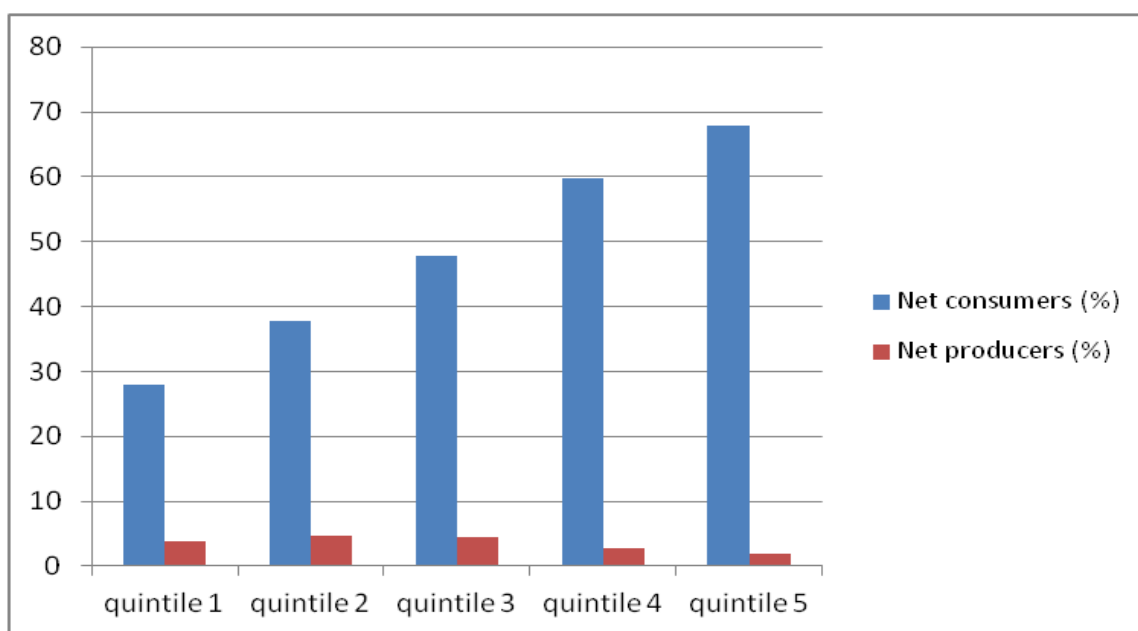
Tables 3.9 and 3.10 show the results for the Theil index with per capita consumption and per adult equivalent consumption, respectively. The results are higher than those obtained for the Gini index in the two cases. Rising rice prices leads to an increase in income inequality at the national level that varies between 1.4 and 1.6 percentage points (with per capita consumption). The increase in income inequality is higher in urban areas (between 3.5 and 3.7 percentage points) than in rural areas (between 1 and 1.7 percentage points). We also observe an increase in income inequality in most of the regions except for the South-Western and North regions where income inequality decreases. The use of per adult equivalent consumption gives results almost similar. The sensitive analysis of the impact of rising world rice prices on inequality indexes gives the similar results. The results are in appendixes from 3.11 to 3.14.

Figure 3.10: Proportion of net consumers and producers (South-Western region)



Source : Constructed by author using survey data (EBCVM, 2003).

Figure 3.11: Proportion of net consumers and producers (North region)



Source : Constructed by author using survey data (EBCVM, 2003).

Table 3.7: Impact of higher rice prices on income inequality (per capita consumption)

Household category	Initial Gini index	Short run impact		Long run impact					
		Simulation 1		Simulation 2		Simulation 3		Simulation 4	
		P _c ↑15% P _p ↑15%	P _c ↑15% P _p ↑30%	P _c ↑15% P _p ↑15%	P _c ↑15% P _p ↑30%	P _c ↑15% P _p ↑15%	P _c ↑15% P _p ↑30%		
				$\varepsilon^d=-0.20 \ \varepsilon^s=0.20$	$\varepsilon^d=-0.20 \ \varepsilon^s=0.20$	$\varepsilon^d=-0.40 \ \varepsilon^s=0.40$	$\varepsilon^d=-0.40 \ \varepsilon^s=0.40$		
National	55,76	56,19	56,32	56,18	56,31	56,16	56,31		
Location									
Urban	58,19	59,51	59,55	59,48	59,52	59,45	59,5		
Rural	51,76	52,1	52,39	52,1	52,4	52,09	52,42		
Regions									
Upper Basins	51,04	51,38	51,44	51,36	51,43	51,32	51,42		
Boucle du Mouhoun	51,55	51,53	51,64	51,53	51,64	51,52	51,64		
Sahel	46,72	47,03	47,04	47,02	47,03	47,01	47,02		
Eastern	48	48,11	48,37	48,11	48,39	48,11	48,41		
South-Western	50,23	49,79	49,83	49,79	49,84	49,79	49,85		
Central-North	46,34	46,5	47	46,5	47	46,51	47,03		
Central-Western	53,72	54,02	54,12	54,02	54,12	54,01	54,12		
Plateau	52,91	53,88	54,84	53,88	54,89	53,88	54,94		
North	49,06	48,85	48,83	48,84	48,82	48,82	48,81		
Central-Eastern	54,87	55,56	55,82	55,55	55,83	55,53	55,83		
Central	60,8	62,44	62,4	62,4	62,36	62,36	62,32		
Cascades	55,3	56,74	56,72	56,71	56,69	56,68	56,66		
Central-South	52,19	54,74	56,67	54,75	56,76	54,76	56,85		

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

Table 3.8: Impact of higher rice prices on income inequality (per Adult Equivalent consumption)

Household category	Initial Gini index	Short run impact		Long run impact					
		Simulation 1		Simulation 2		Simulation 3		Simulation 4	
		$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 15\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 30\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 15\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 30\%$
		$\epsilon^d = -0.20 \quad \epsilon^s = 0.20$		$\epsilon^d = -0.20 \quad \epsilon^s = 0.20$		$\epsilon^d = -0.40 \quad \epsilon^s = 0.40$		$\epsilon^d = -0.40 \quad \epsilon^s = 0.40$	
National	53,22	53,7	53,84	53,68	53,83	53,67	53,83		
Location									
Urban	55,44	56,83	56,87	56,79	56,84	56,76	56,81		
Rural	49,8	50,16	50,45	50,15	50,47	50,15	50,48		
Regions									
Upper Basins	48,64	49,05	49,15	49,04	49,15	49,02	49,14		
Boucle du Mouhoun	49,49	49,6	49,72	49,6	49,72	49,6	49,73		
Sahel	44,05	44,36	44,37	44,35	44,36	44,33	44,35		
Eastern	45,98	46,14	46,43	46,14	46,45	46,14	46,47		
South-Western	47,49	46,95	46,98	46,95	47	46,95	47,01		
Central-North	43,97	44,11	44,58	44,12	44,61	44,12	44,64		
Central-Western	51,66	51,99	52,08	51,98	52,08	51,98	52,08		
Plateau	51,54	52,5	53,43	52,5	53,48	52,5	53,53		
North	46,31	46,21	46,21	46,19	46,2	46,18	46,18		
Central-Eastern	53,13	53,86	54,12	53,85	54,12	53,83	54,12		
Central	58,02	59,78	59,75	59,73	59,7	59,69	59,65		
Cascades	53,28	54,78	54,76	54,75	54,73	54,72	54,7		
Central-South	50,3	52,86	54,73	52,86	54,82	52,87	54,91		

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

Table 3.9: Impact of higher rice prices on income inequality (per capita consumption)

Household category	Initial Theil index	Short run impact		Long run impact					
		Simulation 1		Simulation 2		Simulation 3		Simulation 4	
		P _c ↑15%	P _p ↑15%	P _c ↑15%	P _p ↑30%	P _c ↑15%	P _p ↑15%	P _c ↑15%	P _p ↑30%
		$\epsilon^d = -0.20$ $\epsilon^s = 0.20$		$\epsilon^d = -0.20$ $\epsilon^s = 0.20$		$\epsilon^d = -0.40$ $\epsilon^s = 0.40$		$\epsilon^d = -0.40$ $\epsilon^s = 0.40$	
National	66,03	67,45	67,66	67,42	67,64	67,38	67,63		
Location									
Urban	72,73	76,43	76,5	76,36	76,44	76,29	76,38		
Rural	53,06	54,08	54,74	54,06	54,77	54,04	54,8		
Regions									
Upper Basins	51,42	52,82	52,77	52,78	52,74	52,73	52,71		
Boucle du Mouhoun	53,01	53,44	53,69	53,43	53,69	53,42	53,7		
Sahel	46,24	47,83	47,77	47,78	47,73	47,74	47,69		
Eastern	43,35	43,48	44,22	43,48	44,28	43,48	44,33		
South-Western	56,43	55,94	55,53	55,92	55,51	55,9	55,49		
Central-North	41,42	41,98	43,22	42	43,31	42,01	43,4		
Central-Western	56,51	57,47	57,73	57,45	57,73	57,44	57,73		
Plateau	56,4	58,28	60,03	58,26	60,13	58,24	60,24		
North	47,34	47,07	46,97	47,04	46,94	47,02	46,92		
Central-Eastern	57,92	59,59	60,22	59,56	60,23	59,53	60,25		
Central	77,81	82,07	81,96	82	81,87	81,92	81,79		
Cascades	63,97	68,34	68,31	68,26	68,23	68,18	68,15		
Central-South	59,1	64,92	72,74	64,95	72,15	64,99	72,56		

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

Table 3.10: Impact of higher rice prices on income inequality (per adult equivalent consumption)

Household category	Initial Theil index	Short run impact		Long run impact			
		Simulation 1	Simulation 2	Simulation 1	Simulation 2	Simulation 3	Simulation 4
		P _c ↑15% P _p ↑15%	P _c ↑15% P _p ↑30%	P _c ↑15% P _p ↑15% ε ^d =-0.20 ε ^s =0.20	P _c ↑15%P _p ↑30% ε ^d =-0.20 ε ^s =0.20	P _c ↑15%P _p ↑15% ε ^d =-0.40 ε ^s =0.40	P _c ↑15% P _p ↑30% ε ^d =-0.40 ε ^s =0.40
National	57,78	59,14	59,37	59,11	59,36	59,07	59,35
Location							
Urban	62,49	65,85	65,92	65,79	65,86	65,72	65,81
Rural	48,45	49,5	50,14	49,48	50,17	49,47	50,2
Regions							
Upper Basins	45,18	46,61	46,65	46,57	46,62	46,52	46,6
Boucle du Mouhoun	48,42	48,95	49,22	48,94	49,22	48,93	49,22
Sahel	41,04	42,64	42,59	42,6	42,55	42,56	42,51
Eastern	39,16	39,45	40,26	39,45	40,32	39,45	40,37
South-Western	50,17	49,52	49,11	49,5	49,1	49,48	49,08
Central-North	36,11	36,5	37,53	36,51	37,61	36,53	37,68
Central-Western	51,05	52,02	52,25	52,01	52,25	51,99	52,25
Plateau	52,87	54,69	56,23	54,67	56,32	54,64	56,42
North	41,5	41,59	41,52	41,56	41,49	41,53	41,47
Central-Eastern	52,78	54,5	55,06	54,46	55,07	54,43	55,08
Central	66,91	70,84	70,74	70,77	70,66	70,7	70,58
Cascades	56,4	60,47	60,44	60,4	60,36	60,32	60,29
Central-South	55,43	61,05	67,29	61,07	67,66	61,1	68,03

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

7. Conclusion

This chapter is an extension of chapter 2. It contributes to the literature in this area because it is the first study of this kind applied to Burkina Faso. Most of the studies on the impact of high prices examine the short run effect on poverty in developing countries. Our study evaluates both the short and long run effects but also the potential effects on income inequality of increase in rice prices. The determination of production and consumption ratios using living standard survey (EBCVM, 2003) shows that most households in Burkina Faso are net consumers of rice. A great majority of these consumers live in urban areas. In addition, there are rice producers in all income groups, but the proportion of rice producers in the intermediate and high income groups is the most important.

The simulations based on the concept of compensating variation of income and the indicator of net benefit ratio developed by Deaton (1989) show that higher rice prices have a negative effect on the real income in the short and long run. This effect is higher in urban areas than in rural areas. It is also high for higher income groups and in the regions where rice production is very low. If we assume an increase in producer price (30%) more important than that of consumer (15%), the effect is positive for the South-Western, Plateau and Central-South regions because these regions have a larger proportion of rice producers than other regions and they benefit from higher rice prices. The effect is more interesting in the long run for these regions.

The effect of higher rice prices on poverty is negative in the short and long run. If we use the per capita consumption, an increase in rice prices leads to an increase in poverty that varies between 2.2 and 2.6 percentage points depending on simulations. The variation of poverty rate is from 2.6 to 2.9 percentage points with per adult equivalent consumption. The negative effect on poverty is higher in urban areas than in rural areas. Rising rice prices increase poverty in most of the regions except for the South-Western where there is a large proportion of rice producers who benefit from higher prices. Furthermore, the rise in rice prices increases inequality except for some regions, which are the rice producing areas. The increase in inequality is higher in urban areas than in rural areas. Indeed, the proportion of net producers of rice is not significant in the population and there is not a clear relationship between this proportion and income level at the aggregated level.

Overall, the results of this paper show that the changes in world rice prices have a significant impact on households' income, poverty and inequality in Burkina Faso. This highlights the country's vulnerability to food price shocks in international markets. One approach to mitigate this vulnerability would be to implement the economic policies in order to limit the strong dependence of a country vis-à-vis imports. For example, governments could invest to develop the rice local industry in order to meet the domestic demand and encourage exports. In the short run, government could implement sound subsidy policies of grain prices by region. Another issue related to this topic is the high degree of concentration on the import side. The oligopolistic structure of the import market may stress the impact of price shocks and reduce the impact of policy options (such as tariff cuts) taken by the government.

Finally, note that the methodology used in this study corresponds to the maximum effect that would be observed following the increase in rice prices. Indeed, one can imagine that if there are major changes in rice price, households will substitute other grains to rice. However, we generally observe that the price of locally produced cereals tends to follow the same trends as those that are imported.

Appendices

Appendix 3.1: Impact of high rice price on poverty indicator P1 (per capita consumption)

Household category	Initial poverty rate	Short run impact		Long run impact			
		Simulation 1 P _c ↑15% P _p ↑15%	Simulation 2 P _c ↑15% P _p ↑30%	Simulation 1 P _c ↑15% P _p ↑15% ε ^d =-0.20 ε ^s =0.20	Simulation 2 P _c ↑15% P _p ↑30% ε ^d =-0.20 ε ^s =0.20	Simulation 3 P _c ↑15% P _p ↑15% ε ^d =-0.40 ε ^s =0.40	Simulation 4 P _c ↑15% P _p ↑30% ε ^d =-0.40 ε ^s =0.40
National	23,26	2,12	1,98	2,07	1,93	2,02	1,88
Location							
Urban	15,21	3,22	3,19	3,15	3,12	3,08	3,05
Rural	26,24	1,71	1,53	1,67	1,49	1,64	1,45
Regions							
Upper Basins	18,75	2,48	2,35	2,42	2,3	2,37	2,25
Boucle du Mouhoun	32,37	2,03	2,03	1,99	1,99	1,96	1,96
Sahel	17,44	2,71	2,67	2,66	2,62	2,61	2,57
Eastern	19,78	1	0,69	0,96	0,66	0,93	0,62
South-Western	28,45	0,29	-0,37	0,26	-0,42	0,23	-0,46
Central-North	16,34	0,79	0,78	0,78	0,76	0,76	0,75
Central-Western	24,32	1,47	1,41	1,44	1,38	1,41	1,35
Plateau	29,4	1,59	1,26	1,54	1,2	1,5	1,14
North	32,85	2,83	2,66	2,77	2,59	2,71	2,52
Central-Eastern	25,06	2,16	1,97	2,12	1,91	2,07	1,86
Central	15,05	3,53	3,51	3,44	3,43	3,36	3,34
Cascades	20,21	3,13	3,09	3,08	3,03	3,03	2,98
Central-South	28,29	2,61	2,4	2,55	2,34	2,49	2,28

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003).

Appendix 3.2: Impact of high rice price on poverty indicator P1 (per adult equivalent consumption)

Household category	Initial poverty rate	Short run impact		Long run impact					
		Simulation 1		Simulation 2		Simulation 3		Simulation 4	
		$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 15\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 30\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 15\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 30\%$
		$\varepsilon^d = -0.20$	$\varepsilon^s = 0.20$	$\varepsilon^d = -0.20$	$\varepsilon^s = 0.20$	$\varepsilon^d = -0.40$	$\varepsilon^s = 0.40$	$\varepsilon^d = -0.40$	$\varepsilon^s = 0.40$
National	12,1	1,66	1,58	1,62	1,54	1,58	1,49		
Location									
Urban	7,05	2,6	2,59	2,53	2,51	2,45	2,44		
Rural	13,97	1,32	1,21	1,29	1,18	1,26	1,14		
Regions									
Upper Basins	8,99	1,58	1,57	1,54	1,54	1,5	1,5		
Boucle du Mouhoun	18,62	1,43	1,43	1,41	1,41	1,38	1,38		
Sahel	6,6	1,61	1,61	1,57	1,57	1,54	1,54		
Eastern	8,15	0,84	0,71	0,82	0,69	0,8	0,66		
South-Western	14,79	0,4	-0,01	0,37	-0,02	0,35	-0,04		
Central-North	6,63	0,55	0,55	0,54	0,54	0,53	0,53		
Central-Western	12,86	1,11	1,09	1,09	1,07	1,07	1,05		
Plateau	16,77	1,22	0,78	1,18	0,73	1,14	0,68		
North	18,99	2,26	2,1	2,2	2,03	2,13	1,96		
Central-Eastern	14,42	1,68	1,6	1,65	1,56	1,61	1,52		
Central	7,32	3,37	3,34	3,27	3,24	3,17	3,14		
Cascades	11,58	1,79	1,75	1,71	1,71	1,67	1,67		
Central-South	14,93	2,41	2,29	2,36	2,24	2,31	2,18		

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.3: Impact of high rice price on poverty indicator P2 (per capita consumption)

Household category	Initial poverty rate	Short run impact		Long run impact					
		Simulation 1		Simulation 2		Simulation 3		Simulation 4	
		$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 15\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 30\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 15\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 30\%$
		$\epsilon^d = -0.20$	$\epsilon^s = 0.20$	$\epsilon^d = -0.20$	$\epsilon^s = 0.20$	$\epsilon^d = -0.40$	$\epsilon^s = 0.40$	$\epsilon^d = -0.40$	$\epsilon^s = 0.40$
National	13,55	2,05	1,96	1,97	1,88	1,9	1,81		
Location									
Urban	8,07	4,15	4,13	3,94	3,92	3,74	3,72		
Rural	15,59	1,27	1,15	1,24	1,12	1,21	1,09		
Regions									
Upper Basins	10,27	1,62	1,58	1,59	1,54	1,55	1,51		
Boucle du Mouhoun	20,14	1,48	1,48	1,45	1,45	1,42	1,42		
Sahel	8,57	1,74	1,73	1,7	1,69	1,67	1,66		
Eastern	10,27	0,74	0,61	0,72	0,59	0,7	0,57		
South-Western	16,72	0,29	-0,11	0,26	-0,14	0,24	-0,18		
Central-North	8,31	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	0,5		
Central-Western	14,47	1,06	1,03	1,04	1,01	1,02	0,98		
Plateau	18,1	1,08	0,77	1,05	0,73	1,01	0,69		
North	20,38	2,1	1,93	2,05	1,87	2	1,81		
Central-Eastern	15,48	1,64	1,54	1,61	1,5	1,57	1,46		
Central	8,3	6,1	6,08	5,76	5,74	5,44	5,41		
Cascades	12,46	1,98	1,97	1,94	1,93	1,9	1,89		
Central-South	16,38	2,16	2,03	2,11	1,98	2,07	1,93		

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.4: Impact of high rice price on poverty indicator P2 (per adult equivalent consumption)

Household category	Initial poverty rate	Short run impact		Long run impact					
		Simulation 1		Simulation 2		Simulation 3		Simulation 4	
		$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 15\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 30\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 15\%$	$P_c \uparrow 15\%$	$P_p \uparrow 30\%$
		$\varepsilon^d = -0.20$	$\varepsilon^s = 0.20$	$\varepsilon^d = -0.20$	$\varepsilon^s = 0.20$	$\varepsilon^d = -0.40$	$\varepsilon^s = 0.40$	$\varepsilon^d = -0.40$	$\varepsilon^s = 0.40$
National	6,35	2,29	2,24	2,16	2,11	2,03	1,98		
Location									
Urban	3,41	6,21	6,2	5,78	5,77	5,37	5,35		
Rural	7,44	0,84	0,77	0,81	0,75	0,79	0,73		
Regions									
Upper Basins	4,36	0,94	0,94	0,91	0,91	0,89	0,89		
Boucle du Mouhoun	10,36	0,98	0,98	0,96	0,96	0,94	0,94		
Sahel	2,94	0,8	0,8	0,78	0,78	0,76	0,76		
Eastern	3,61	0,45	0,42	0,44	0,4	0,43	0,39		
South-Western	7,28	0,32	-0,03	0,3	-0,08	0,29	-0,11		
Central-North	2,77	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28		
Central-Western	7,19	0,72	0,7	0,71	0,68	0,7	0,67		
Plateau	9,21	0,65	0,43	0,62	0,41	0,59	0,38		
North	10,52	1,24	1,1	1,2	1,06	1,16	1,01		
Central-Eastern	8,1	1,21	1,17	1,18	1,14	1,15	1,11		
Central	3,73	10,5	10,47	9,74	9,71	9,02	8,99		
Cascades	6,78	1,07	1,07	1,04	1,04	1,02	1,02		
Central-South	7,45	1,63	1,51	1,59	1,47	1,56	1,43		

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.5: Sensitive analysis of impact of high rice price on poverty indicator P0 (per capita consumption)

Household category	Initial poverty rate	Simulation 1 P _c ↑15% P _p ↑15% ε _d = [-0.40 ; -0.20] ε _s = [0.20 ; 0.40]		Simulation 2 P _c ↑15% P _p ↑30% ε _d = [-0.40 ; -0.20] ε _s = [0.20 ; 0.40]	
		Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
National	51,61	2,53	2,53	2,24	2,24
Location					
Urban	38,01	3,96	3,96	3,91	3,91
Rural	56,65	2,01	2,01	1,63	1,63
Regions					
Upper Basins	44,72	3,43	3,43	3,09	3,09
Boucle du Mouhoun	64,72	2,17	2,17	2,17	2,17
Sahel	47,43	2,52	2,52	2,37	2,37
Eastern	49,39	1,17	1,17	0,05	0,05
South-Western	60,48	-0,1	-0,1	-1,34	-1,34
Central-North	42,89	1,55	1,55	1,55	1,55
Central-Western	53,83	2,22	2,22	2,07	2,07
Plateau	60,46	2,99	2,99	2,62	2,62
North	68,31	2,67	2,67	2,67	2,67
Central-Eastern	52,4	3,09	3,09	2,76	2,76
Central	35,15	3,63	3,63	3,63	3,63
Cascades	43	4,19	4,19	4,19	4,19
Central-South	61,73	3,27	3,27	2,44	2,44

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.6: Sensitive analysis of impact of high rice price on poverty indicator P0 (per adult equivalent consumption)

Household category	Initial poverty rate	Simulation 1 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 15\%$ $\varepsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\varepsilon_s = [0.20 ; 0.40]$		Simulation 2 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 30\%$ $\varepsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\varepsilon_s = [0.20 ; 0.40]$	
		Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
National	31,72	2,89	2,82	2,73	2,66
Location					
Urban	21,2	5,55	5,39	5,49	5,33
Rural	35,62	1,9	1,86	1,71	1,67
Regions					
Upper Basins	26,83	2,64	2,64	2,5	2,5
Boucle du Mouhoun	44,28	2,85	2,85	2,85	2,85
Sahel	23,01	3,71	3,71	3,71	3,71
Eastern	27,05	1,01	1,01	0,85	0,67
South-Western	40,41	0,03	-0,4	-1,05	-1,28
Central-North	21,62	1,1	1,1	1,1	1,1
Central-Western	31,19	2,37	2,37	2,22	2,22
Plateau	41,37	1,12	1,12	0,6	0,6
North	45,14	5,36	5,36	5,04	5,04
Central-Eastern	33,69	1,99	1,99	1,99	1,99
Central	20,14	5,81	5,52	5,81	5,52
Cascades	25,45	5,62	5,62	5,62	5,62
Central-South	40,1	0,83	0,83	0,83	0,83

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.7: Sensitive analysis of impact of high rice price on poverty indicator P1 (per capita consumption)

Household Category	Initial Poverty Rate	Simulation 1 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 15\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$		Simulation 2 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 30\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$	
		Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
		National	23,26	2,07	2,02
Location					
Urban	15,21	3,15	3,08	3,12	3,05
Rural	26,24	1,67	1,64	1,49	1,45
Regions					
Upper Basins	18,75	2,42	2,37	2,3	2,25
Boucle du Mouhoun	32,37	1,99	1,96	1,99	1,96
Sahel	17,44	2,66	2,61	2,62	2,58
Eastern	19,78	0,96	0,94	0,66	0,62
South-Western	28,45	0,26	0,24	-0,42	-0,46
Central-North	16,34	0,78	0,76	0,76	0,75
Central-Western	24,32	1,44	1,41	1,38	1,35
Plateau	29,4	1,54	1,5	1,2	1,14
North	32,85	2,77	2,71	2,59	2,52
Central-Eastern	25,06	2,12	2,07	1,91	1,86
Central	15,05	3,44	3,36	3,43	3,34
Cascades	20,21	3,08	3,03	3,03	2,98
Central-South	28,29	2,55	2,49	2,34	2,28

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.8: Sensitive analysis of impact of high rice price on poverty indicator P1 (per adult equivalent consumption)

Household category	Initial poverty rate	Simulation 1 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 15\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$		Simulation 2 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 30\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$	
		Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
		National	12,1	1,62	1,58
Location					
Urban	7,05	2,53	2,46	2,52	2,44
Rural	13,97	1,29	1,26	1,18	1,15
Regions					
Upper Basins	8,99	1,54	1,51	1,54	1,51
Boucle du Mouhoun	18,62	1,41	1,38	1,41	1,38
Sahel	6,6	1,58	1,55	1,58	1,55
Eastern	8,15	0,82	0,8	0,69	0,67
South-Western	14,79	0,37	0,35	0,03	0
Central-North	6,63	0,55	0,54	0,55	0,54
Central-Western	12,86	1,1	1,08	1,08	1,06
Plateau	16,77	1,19	1,15	0,73	0,69
North	18,99	2,2	2,14	2,03	1,97
Central-Eastern	14,42	1,65	1,62	1,56	1,52
Central	7,32	3,27	3,17	3,24	3,14
Cascades	11,58	1,72	1,68	1,72	1,67
Central-South	14,93	2,37	2,32	2,24	2,19

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.9: Sensitive analysis of impact of high rice price on poverty indicator P2 (per capita consumption)

Household category	Initial poverty rate	Simulation 1 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 15\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$		Simulation 2 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 30\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$	
		Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
National	13,55	1,97	1,9	1,89	1,81
Location					
Urban	8,07	3,94	3,75	3,93	3,73
Rural	15,59	1,24	1,21	1,12	1,09
Regions					
Upper Basins	10,27	1,58	1,55	1,55	1,51
Boucle du Mouhoun	20,14	1,45	1,42	1,45	1,42
Sahel	8,57	1,7	1,67	1,7	1,66
Eastern	10,27	0,72	0,7	0,59	0,57
South-Western	16,72	0,26	0,25	-0,14	-0,17
Central-North	8,31	0,52	0,51	0,51	0,5
Central-Western	14,47	1,04	1,03	1,01	0,99
Plateau	18,1	1,05	1,02	0,73	0,69
North	20,38	2,05	2,01	1,88	1,82
Central-Eastern	15,48	1,61	1,57	1,5	1,46
Central	8,3	5,76	5,45	5,74	5,42
Cascades	12,46	1,94	1,91	1,93	1,89
Central-South	16,38	2,11	2,07	1,98	1,93

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.10: Sensitive analysis of impact of high rice price on poverty indicator P2 (per adult equivalent consumption)

Household category	Initial poverty rate	Simulation 1 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 15\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$		Simulation 2 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 30\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$	
		Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
National	6,35	2,16	2,04	2,11	1,99
Location					
Urban	3,41	5,78	5,38	5,77	5,36
Rural	7,44	0,82	0,8	0,76	0,74
Regions					
Upper Basins	4,36	0,92	0,9	0,92	0,9
Boucle du Mouhoun	10,36	0,96	0,94	0,96	0,94
Sahel	2,94	0,79	0,77	0,79	0,77
Eastern	3,61	0,45	0,43	0,41	0,4
South-Western	7,28	0,31	0,29	0,14	0,12
Central-North	2,77	0,29	0,29	0,29	0,29
Central-Western	7,19	0,71	0,7	0,69	0,67
Plateau	9,21	0,62	0,6	0,41	0,39
North	10,52	1,2	1,17	1,06	1,02
Central-Eastern	8,1	1,19	1,16	1,15	1,12
Central	3,73	9,74	9,04	9,72	9
Cascades	6,78	1,05	1,03	1,05	1,03
Central-South	7,45	1,6	1,56	1,47	1,43

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.11: Sensitive analysis of impact of high rice price on inequality - Gini index (per capita consumption)

Household category	Initial Gini index	Simulation 1 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 15\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$		Simulation 2 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 30\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$	
		Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
National	55,75	56,18	56,17	56,32	56,31
Location					
Urban	58,2	59,48	59,45	59,53	59,5
Rural	51,77	52,1	52,1	52,41	52,42
Regions					
Upper Basins	51,04	51,37	51,35	51,44	51,43
Boucle du Mouhoun	51,44	51,53	51,53	51,64	51,64
Sahel	46,71	47,03	47,01	47,04	47,02
Eastern	48	48,11	48,11	48,4	48,41
South-Western	50,23	49,79	49,79	49,84	49,85
Central-North	46,34	46,51	46,52	47,01	47,04
Central-Western	53,72	54,02	54,02	54,13	54,13
Plateau	52,91	53,89	53,89	54,9	54,94
North	49,06	48,84	48,83	48,83	48,82
Central-Eastern	54,87	55,55	55,54	55,83	55,84
Central	60,79	62,4	62,36	62,37	62,33
Cascades	55,29	56,71	56,69	56,7	56,67
Central-South	52,18	54,75	54,76	56,77	56,85

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.12: Sensitive analysis of impact of high rice price on inequality - Gini index (per adult equivalent consumption)

Household category	Initial Gini index	Simulation 1 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 15\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$		Simulation 2 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 30\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$	
		Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
National	53,22	53,69	53,67	53,84	53,83
Location					
Urban	55,44	56,8	56,76	56,84	56,81
Rural	49,8	50,16	50,15	50,47	50,48
Regions					
Upper Basins	48,64	49,04	49,03	49,15	49,15
Boucle du Mouhoun	49,49	49,61	49,6	49,73	49,73
Sahel	44,05	44,35	44,34	44,37	44,35
Eastern	45,98	46,15	46,14	46,46	46,47
South-Western	47,49	46,95	46,95	47	47,01
Central-North	43,97	44,12	44,13	44,62	44,65
Central-Western	51,66	51,99	51,98	52,09	52,09
Plateau	51,54	52,5	52,5	53,48	53,53
North	46,31	46,2	46,18	46,2	46,19
Central-Eastern	53,13	53,85	53,84	54,13	54,13
Central	58,02	59,74	59,69	59,7	59,66
Cascades	53,28	54,75	54,73	54,74	54,71
Central-South	50,3	52,87	52,87	54,83	54,91

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBVCM, 2003)

Appendix 3.13: Sensitive analysis of impact of high rice price on inequality - Theil index (per capita consumption)

Household category	Initial Theil index	Simulation 1 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 15\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$		Simulation 2 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 30\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$	
		Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
National	66,02	67,42	67,39	67,65	67,64
Location					
Urban	72,73	76,36	76,3	76,45	76,39
Rural	53,06	54,06	54,05	54,78	54,81
Regions					
Upper Basins	51,42	52,78	52,74	52,74	52,71
Boucle du Mouhoun	53,01	53,44	53,42	53,7	53,7
Sahel	46,24	47,79	47,75	47,73	47,69
Eastern	43,35	43,48	43,48	44,28	44,34
South-Western	56,42	55,92	55,91	55,52	55,5
Central-North	41,41	42	42,02	43,32	43,4
Central-Western	56,5	57,46	57,45	57,73	57,74
Plateau	56,39	58,27	58,25	60,14	60,24
North	47,34	47,05	47,03	46,95	49,93
Central-Eastern	57,91	59,56	59,53	60,24	60,25
Central	77,8	82	81,93	81,88	81,8
Cascades	63,97	68,27	68,19	68,23	68,15
Central-South	59,09	64,97	64,99	72,16	72,55

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Appendix 3.14: Sensitive analysis of impact of high rice price on inequality - Theil index (per adult equivalent consumption)

Household category	Initial Theil index	Simulation 1 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 15\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$		Simulation 2 $P_c \uparrow 15\%$ $P_p \uparrow 30\%$ $\epsilon_d = [-0.40 ; -0.20]$ $\epsilon_s = [0.20 ; 0.40]$	
		Minimum value	Maximum value	Minimum value	Maximum value
National	57,78	59,11	59,07	59,37	59,36
Location					
Urban	62,49	65,79	65,73	65,87	65,81
Rural	48,45	49,49	49,47	50,17	50,2
Regions					
Upper Basins	45,18	46,57	46,52	46,63	46,6
Boucle du Mouhoun	48,42	48,94	48,93	49,23	49,23
Sahel	41,04	42,6	42,56	42,55	42,51
Eastern	39,16	39,45	39,45	40,32	40,38
South-Western	50,17	49,5	49,48	49,1	49,08
Central-North	36,11	36,52	36,52	37,61	37,68
Central-Western	51,05	52,01	51,99	52,25	52,25
Plateau	52,87	54,67	54,64	56,33	56,42
North	41,5	41,56	41,53	41,5	41,47
Central-Eastern	52,78	54,47	54,43	55,07	55,08
Central	66,91	70,77	70,7	70,66	70,59
Cascades	56,4	60,4	60,32	60,37	60,29
Central-South	55,43	61,08	61,09	67,67	68,03

Source: simulations based on survey data of household living standards (EBCVM, 2003)

Chapter 4: Climate variability and food security in developing countries³⁵

³⁵ C Ce chapitre reprend et développe un travail précédent réalisé avec R. Kinda. Une précédente version de ce chapitre a été présentée : African Economic Conference « Inclusive and Sustainable Development in an Age of Economic Uncertainty », October 30 – November 2, 2012, Kigali, Rwanda.

Abstract

This chapter contributes to the existing literature on the link between climate variability and food security. It analyzes the impact of climate variability on food security for 71 developing countries from 1960 to 2008. Using two complementary indicators of food security (food supply and proportion of undernourished people), we find that climate variability reduces food supply and increases the proportion of undernourished people in developing countries. The adverse effect is higher for African Sub Saharan countries than for other developing countries. We also find that the negative effects of rainfall variability are exacerbated in presence of civil conflicts and are high for the countries that are vulnerable to food prices shocks.

Résumé

Ce chapitre contribue à la littérature sur le lien entre variabilité climatique et sécurité alimentaire. L'objectif de cette étude est d'analyser l'impact de la variabilité climatique sur la sécurité alimentaire dans 71 pays en développement sur la période 1960-2008. En utilisant deux indicateurs de sécurité alimentaire (disponibilités alimentaires et proportion de la population malnutrie), nous montrons que l'instabilité pluviométrique réduit la disponibilité alimentaire et augmente la proportion des malnutris dans les pays en développement. L'effet négatif de l'instabilité pluviométrique sur la sécurité alimentaire est plus important dans les pays d'Afrique Subsaharienne que dans les autres pays en développement. Nous trouvons aussi que les effets négatifs de l'instabilité pluviométrique sont plus élevés dans les pays en conflit et dans les pays vulnérables aux chocs de prix alimentaires.

1. Introduction

According to the United Nations Development Programme (2011), between 1990 and 2005 the number of people living under the international poverty line³⁶ reduced from 1.8 billion to 1.4 billion. These results confirm some previous studies that conclude to a continued decline in global poverty during the last three decades (see e.g. Chen and Ravallion 2010). These authors show that the proportion of the world people living below the international poverty line varied from 52 percent in 1980 to 25 percent in 2005. However, progress is currently not fast enough and is different depending on regions. From 1980 to 2005, the poverty rate in East Asia fell from 80% to 20 % and stayed at around 50 % in Sub-Saharan Africa. Despite national and international efforts in poverty reducing, the number of people suffering from chronic hunger rose from 815 million in 1990 to 1.023 million in 2009 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009) and a significant proportion of households dependent on agriculture are still exposed to the risks of food shortages and hunger.

In the recent years, the debate on climate change led to a renewed interest on the analysis of the effects of climate change on the agricultural sector. The World Development Report (World Bank, 2008) identifies five mechanisms through which climate change affects agricultural productivity: changes in temperature; changes in precipitation; changes in carbon dioxide (CO₂) fertilization; climate variability; and changes in surface water runoff. This report suggests that precipitation and temperature directly influence crop production because the agricultural sector is sensitive to climate change. This report also suggests that precipitation determines the availability of freshwater and the level of soil moisture. Temperature and soil moisture determine the length of the growing season and control the crop's development and water requirements. Climate variability is an important issue for rain-fed agriculture. Thus, soil moisture limitations decrease crop productivity and increase the risk of rain-fed farming systems. In contrast, higher atmospheric concentrations of carbon dioxide can have a positive effect on crop production which can enhance plant growth and increase water use efficiency.

Many authors have attempted to explore the relationship between climate change and agriculture. We can distinguish three study groups according to used methodology. The first group of analyses uses Ricardian approach which focuses on production functions. This

³⁶ the international poverty line of \$1.25 a day

approach consists in building statistic relationships between climate and other independent variables to obtain farm land value or farm revenue. Many authors used this approach to analyze the impact of climate change on the agricultural sector (see e.g. Kurukulasuriya et al., 2006; Lippert et al., 2009). For example, Kurukulasuriya et al. (2006) use a survey of more than 9,000 farmers in 11 African countries and cross-sectional approach to examine the impact of climate change on cropland. The authors find that precipitations falls or temperatures warm across all the surveyed farms lead to decrease in net revenues.

The second category of studies uses microeconomic modeling. In this family of methods, the authors generally use farm-level economic models. For example, Gibbons and Ramsden (2005) use Farm-adapt, an economic mixed-integer programming (MIP) model that maximizes farm net margin to assess economic impacts of climate change at the farm level.

The third category of studies focuses on macroeconomic approaches. The analyses using these approaches can be divided into two sub-groups. The first sub-group uses computable general equilibrium models to predict the economic effects of climate change. For example, Ringler et al. (2010) use a comprehensive climate change (temperature and precipitation) scenario that integrates climate projections from 17 sophisticated general circulation models incorporated into IFPRI's International model for policy analysis commodities and trade (IMPACT) water and food projections' model to analyze the impacts of climate change on Sub-Saharan Africa. The authors show that cereal production growth in Sub-Saharan Africa is projected to decline by 3.2 percent as a result of climate change, with declines in yield growth of 4.6 percent partially compensated by increased area expansion (2.1 percent). Most important, childhood malnutrition levels are projected to increase as a result of climate change across Sub-Saharan Africa. The second sub-group includes the analyses that attempt to assess global production. These analyses generally use the econometric methods based on panel data. However, there are little studies in this area because of the absence of suitable climatic data. Using panel data for Asian countries from 1998 to 2007, Lee et al. (2012) show that higher temperatures and more precipitations in summer increase agricultural production while higher fall temperature is harmful in South and Southeast Asia. The authors conclude that increase in annual temperature decreases agricultural production in Asian countries.

Overall, many studies analyzed the relationship between climate change and agricultural production or farm revenue using different methods. However few papers evaluated the effects of climate variability on food security. The objective of this analysis is to contribute to

the debate on the impacts of climate variability on food security. We use two indicators of food security (food supply and proportion of undernourished people) and the fixed effect model applied to panel data over the period 1960-2008 for 71 developing countries. First, the results show that climate variability reduces food supply. The effect is higher for Sub-Saharan African countries than for other countries. Second, the negative effect of climate variability is exacerbated in presence of civil conflicts. Third, the effects are high for countries vulnerable to food prices shocks. Our analysis contributes to the existing literature on climate change and food security in two ways. First, it adds to the literature on climate change and food security using a macroeconomic approach based on panel data, which has not been much explored. Second, we identify the mechanisms by which climate variability can affect the indicators of food security.

The chapter is organized as follows. Section 2 contains a discussion of the literature review on the relationship between climate variability and food security. Section 3 discusses econometric method used to evaluate the effect of climate variability on the indicators of food security. Section 4 presents empirical results. The last section is devoted to concluding remarks and implications.

2. Relationship between climate variability and food security

There is an abundant economic literature on the relationship between climate change and agricultural sector, but there are few analyses on the direct link between climate change and food security. Before presenting this literature, we firstly discuss the concepts of food security and climate variability, as well as explanatory factors of food insecurity.

2.1. Concepts of food security and climate variability

2.1.1. Concept of food security

Food security is a multidimensional and flexible concept that gained prominence since the World Food Conference in 1974. Many definitions of this food security have been developed (see Maxwell, 1996) as it has shifted from food production and importing capabilities at the macro-level to focus on individuals and their ability to avoid hunger and undernutrition (Fox, 1993). According to Reutlinger (1986), food security is defined as "access by all people at all times to enough food for an active healthy life". This definition is widely accepted by the World Bank and nongovernmental organizations. For the United Nations Development Program (UNDP, 1994) food security means that all people at all times have both physical and economic access to basic food. This requires not just enough food to go around. It requires that people have ready access to food that they have an "entitlement" to food, by growing it for themselves, by buying it or by taking advantage of a public food distribution system.

Such a definition highlights the importance of food security as a basic human right (see e.g. Dreze et Sen (1991), (Sen 1983a)). Tweeten (1997) emphasizes that the concept of food security has three essential dimensions. The first dimension is food availability that refers to food supply in a country from production or imports. This first dimension highlights the fact that there is a "bread basket" of food available for human consumption, but it says nothing about how it is distributed. The second dimension is food access that refers to the ability to acquire food for consumption through purchase, production or public assistance. Indeed, food may be available but not necessarily accessible. The third dimension is food utilization, which

concerns the physical use of food derived from human distribution. Food may be available to individuals who have access, but health problems may result from the imbalanced diet of food that is consumed.

2.1.2. Concepts of climate variability

Climate refers to the average of weather conditions for a specific area during a specified interval. Climate is usually based on the weather in one locality averaged for at least 30 years. According to Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007a), climate is the “average weather”. Climate variability refers to shorter term (daily, seasonal, annual, inter-annual, several years) variations in climate, including the fluctuations associated with dry or wet events. For example, some years have below average rainfall, some have average or above average rainfall. Variability may result from natural internal processes within the climate system (internal variability) or from variations in natural or anthropogenic external forces (external variability). Climate change refers to long-term (decades or longer) trends in climate averages such as the global warming that has been observed over the past century, and long-term changes in variability (e.g. in the frequency, severity and duration of extreme events).

2.2. Looking for food security and climate variability indicators

2.2.1. Indicators of food security

Several indicators of food security have been defined in the economic literature. The first indicators used are the energy balance per capita which is measured by the Dietary Energy Supply (DES) and the headcount rate of poverty. The headcount rate of poverty is defined as the proportion of people with an income below one dollar per day. The energy balance is a measure of national food availability that help to know how food supply of a country meets the energy needs of its population under the hypothesis that food supply is distributed among individuals according to needs. The headcount rate of poverty highlights a problem of food access. So, these two indicators are considered as the partial measures of food security

because they only take into account two dimensions of food security: food supply for the energy balance and food access for the headcount rate of poverty.

Some authors use other indicators: under-five mortality rate, child malnutrition and proportion of undernourished. The under-five mortality rate partially reflects the fatal synergy between inadequate dietary intake and unhealthy environments. It gives an idea of severity of food insecurity. The child malnutrition measures the prevalence of underweight in children under the age of five, indicating the proportion of children suffering from weight loss. The proportion of undernourished, as estimated by FAO, reflects the share of the population with inadequate dietary energy intake i.e. the proportion of people who are food energy deficient. Wiesmann (2004) shows that the proportion of undernourished and the prevalence of underweight in children both have the shortcoming that they do not reveal the most tragic consequence of hunger and under-nutrition that is premature death. Pelletier et al. (1994) suggest that the same level of child malnutrition in two countries can have quite different effects on the proportion of malnutrition-related deaths among children, depending on the overall level of child mortality. Wiesmann (2004) thinks that this limit of the indicator of child malnutrition is mitigated if they take into account the under-five mortality rate. Pelletier et al. (1994) conclude that the data on mortality comprise other causes of death than malnutrition, and that the actual contribution of child malnutrition to mortality is not easy to track because the proximate cause of death is frequently an infectious disease. Furthermore, the indicators of child malnutrition and of infant mortality cover a category of population (children).

Recent analyses refer to Global Hunger Index (GHI)³⁷ to measure food insecurity (see Wiesmann, 2004). The GHI is a statistical tool to measure and monitor hunger in the world by country and by region. It captures three dimensions of hunger: i) insufficient availability of food, ii) shortfalls in the nutritional status of children, and iii) premature mortality caused directly or indirectly by undernutrition. The GHI combines the percentage of people who are food energy deficient, which refers to the entire population, with the two indicators that deal with children under five. Wiesmann (2004) thinks that the use of the GHI ensures that both the situation of the population as a whole and that of children, a particularly physiologically vulnerable subsection of the population, are taken into account. It also integrates different aspects of multifaceted phenomena like hunger and under-nutrition, reduces the impact of

³⁷ This indicator has been developed by International Food Policy Research Institute (IFPRI).

random measurement errors, and facilitates the use of statistics by policymakers and the public by condensing information. The Global Hunger Index ranks countries on a 100-point scale, with 0 being the best score (no hunger) and 100 being the worst. In general, values greater than 10 indicate a serious problem of hunger, values greater than 20 are alarming, and values exceeding 30 are extremely alarming. It seems to be the best indicator to measure food security. However, the use of this indicator for econometric analyses is problematic because it is not available over a long time.

2.2.2. Indicators of climate variability

Many indicators are used to measure climate variability. The most widely used are the standard deviation, the standard deviation of the growth rate of a climate variable and the mean deviation. The standard deviation weights more strongly the extreme events compared to the average deviation. The standard deviation of the growth rate is largely used in the economic analyses to measure instability. Other indicators of climate variability are used in the literature such as Kurtosis coefficient, Skewness coefficient and coefficient of variation. The skewness coefficient is a measure of asymmetry of the distribution and is based on the three-order moment. The Kurtosis coefficient is the degree of peakedness in a distribution and is based on the four-order moment. These two coefficients get information about climate variability and particularly the frequency of the extreme events.

2.3. Causes of food insecurity

We discuss in this part the approaches highlighting the explanatory factors of food insecurity: production-based approach, market approach and institutional failures.

2.3.1. The production-based approach

The production-based approach is based on the assumption that food insecurity is the result of a decrease in food availability. This approach is often based on the analysis of the relationship between population growth and the ability of humans to confront hunger and natural resources which has dominated the literature on food security (Berry and Cline (1979); Boserup (1965); Ehrlich et al. (1993)). Indeed, when a country makes the transition from agriculture to industry, it faces urbanization problem, demographic change and effects of this transition on the environment. Harper (2000) thinks that, in these circumstances, food security can be maintained only through efforts to achieve a sustainable society that “meets the needs of the human population without compromising those of future generations”.

The Malthusian and techno-ecological theories offer much information on population impacts on environment and threats to food security. The Malthusian’ theory suggests that the expansion of population follows a geometric progression whereas food supply follows an arithmetic progression, and concludes that population growth outstrips the earth’s ability to provide for its inhabitants (Malthus, 1992). This theory has been strengthened by neo-Malthusians (Ehrlich and Ehrlich, (1991), Ophuls and Boyan (1992)). These authors conclude that population growth is a threat to food security because it leads to a decrease in food availability. This decrease is intensified by problems of access and utilization of foodstuffs, which are exacerbated by the increasing scarcity. Food availability is at the core of environmentalism and needs to conserve resources. Therefore, sustainable methods of food production and economic development are essential. On this point, neo-Malthusians (Ehrlich and Ehrlich, 1991) argue against “infinite substitutability” of the earth’s resources, emphasizing the limits of adaptation to environmental change but demanding people to modify current patterns of consumption.

Contrary to neo-Malthusians, the techno-ecological theories believe that technology and human ingenuity have always adequately confronted existing scarcities and will continue to

do so in the future. Following this idea, Boserup (1965) concludes that developing countries address urbanization problem and population growth by adopting new technologies and strategies of land-use intensification. Going in the same direction as Boserup (1965), Simon (1998) suggests that population growth should not be considered a threat but an asset because humans are the most valuable natural resource for their problem-solving capabilities. In addition to technology, some authors take into account political and economic actions in the relationship between population growth and food security. Cohen (2008) thinks that rational political and economic actions as well as utilization of science and technology contribute to efficiency in food production and distribution systems, thus reducing threats to food security. The authors as Tweeten (1997) suggest that effective trade policy and improvement in access to markets will help to limit food insecurity. For example, an increase in agricultural production or a better food distribution via a good transport infrastructure may offset negative effects of population growth by increasing food availability and food access. In conclusion, infrastructural development and advances in technology must be adapted to meeting challenges of growing populations and diminishing resources.

2.3.2. The market-based approach

The market-based approach is based on the idea that famine is not due to lack of food but it is due to food access problem. The concept of entitlement developed by Sen (1983b) joins in part this approach. The author suggests that people have an entitlement to food. The concept of entitlement is defined as the set of all possible combinations of goods and services that a person can obtain using the totality of rights and opportunities. Entitlements depend mainly on two factors that are personal endowments and exchange conditions. The endowments are the combination of all resources legally owned by people, which include both tangible assets (such as land, equipment, animals, etc.) and intangibles such as knowledge and skill, labor power, membership of a particular community, etc. In developing countries, an important part of household's resources comes from labor activities. In other words, people's endowments are based on the revenues of employment and the possible earnings by selling non labor-assets. Exchange conditions allow people to use their resources to access the set of commodities through trade and production and the determination of relative prices of products or goods. Sen (1983b, 2000) concludes later that an unfavorable shift in exchange conditions

can be the factors of food insecurity. Otherwise, a general shortfall of employment in the economy reduces the people's ability to acquire an adequate amount of food. In other words a change in relative prices of products or wage rate vis-à-vis food price can cause food insecurity.

In the market-based approach, there are the studies on the relationship between economic performance and food insecurity. A poor economic performance can be a major cause of poverty. A person is considered to be in absolute poverty when she is unable to satisfy adequately her basic needs such as food, health, water, shelter, primary education, and community participation (Frankenberger, 1996). The effects of poverty on hunger and undernutrition are pervasive. Poor households and individuals have inadequate resources for care and are unable to achieve food security and to utilize resources for health on a sustainable basis. In contrast, a sustained economic growth has a positive direct impact on food security by supporting agricultural production and hence food supply.

Wiesmann (2006) suggests that national incomes are central to food security and nutrition because food security, knowledge, and caring capacity as well as health environments require a range of goods and services to be produced by the national economy or to be purchased on international markets. Using the Global Hunger Index (GHI) as measure of food security and Gross National Income (GNI) per capita, the author shows that the availability of economic resources at the national level largely determines the extent of hunger and undernutrition. Poor countries tend to have high GHI values.

Smith and Haddad (2000) think that national income may enhance countries' health environments and services as well as women's education by increasing government budgets. It may also boost national food availability by improving resources available for purchasing food on international markets. The authors emphasize that national income reflects the contribution of food production to overall income generated by households for countries with large agricultural sectors. Smith and Haddad (2000) also suggest that national income may improve women's relative status directly by freeing up resources for improving women's lives as well as men's. They conclude that there is a strong negative relationship between national income and poverty, as shown by the recent studies (see e.g., Ravallion (2008) and Easterly (2005)). These studies show that economic growth is necessary condition for poverty reduction. By promoting poverty reduction, economic growth may reduce the constraints on food access for households and is therefore a source of food security.

2.3.3. Institutional failures

Some authors such as Keen (1994) and Sen (2000) have put in light the importance of institutions as explanatory factor of food insecurity. According to them the failure to deliver food can be due to the implementation of inappropriate policies or a failure to intervene by governments and the existence of civil conflicts.

Sen (2000) suggests that the working democracy and of political rights can help to prevent famines and other economic disasters. Indeed, authoritarian rulers tend to lack incentives to take timely preventive measures. In contrast, democratic governments have to win elections and face public criticism, and have strong incentives to undertake measures to avert food insecurity and other catastrophes. For example, democracy may provide some empowerment through voting by the poor to receive human resource investments in health, education, and food transfers from government for broad-based development. In absence of elections, of opposition parties and of scope for uncensored public criticism, authoritarian governments don't have to suffer the political consequences of their failure to prevent food insecurity. However, democracy would spread the penalty of food insecurity to the ruling groups and political leaders. This gives them the political incentive to try to prevent any threatening food insecurity. Sen also thinks that a free press and the practice of democracy contribute greatly to bringing out information that can have an enormous impact on policies for food insecurity prevention (for example, information about the nature and impact of new production techniques on food supply). The author concludes that a free press and an active political opposition constitute the best early-warning system a country threatened by famines can have.

Smith and Haddad (2000) think that democracy is hypothesized to play a major role in food insecurity reducing. According to these authors, a more democratic government affects large revenues in education, health services, and income redistribution. This contributes to reduce the problems of food insecurity in the areas affected. Smith and Haddad also suggest that a more democratic government may be more likely to respond to the needs of all of its citizens, women's as well as men's. With respect to food security, the analyses of Dreze et Sen (1991) and others conclude that democracy is very important in averting food insecurity. More democratic governments may be more likely to honor human rights including the rights to food and nutrition (Haddad and Oshaug, 1998) and to encourage community participation (Isham, Narayan and Pritchett 1995), both of which may be important means for reducing child malnutrition.

Other studies have established a relationship between civil conflicts and hunger in developing countries. Indeed, in the countries in conflict, households and individuals suffer disruptions in livelihoods, assets, nutrition and health. The Combatants frequently use hunger as a weapon by cutting off food supplies and productive capacities, starving opposing populations into submission, and hijacking food aid intended for civilians. Warfare disrupts markets and destroys crops, livestock, roads and land. Deliberate asset-stripping of households in the conflict regions may cause those households to lose other sources of livelihood as the ongoing conflict leads to breakdowns in production, trade and the social networks. The disruption of markets, schools and infrastructure removes additional resources required for food production, distribution, safety and household livelihoods. These consequences lead to aggravate food insecurity in the countries in conflict.

Dia Kamgnia (2009) suggests that conflicts tend to harm the agricultural sector of the implied countries and are likely to lead to malnutrition if not to hunger. The author also suggests that under violent conflicts, governments are unable to sustain their foreign exchange reserves and afford import bills. This can be a cause of food insecurity. Messer et al. (1998) have estimated the extent of food production losses due to conflict by examining trends in war-torn countries of sub-Saharan Africa during 1970-1994 and find that food production was lower in war years by a mean of 12.3 percent. This decrease in food production has the significant impacts on food availability because in these countries, a majority of the workforce earns its livelihood from agriculture. In addition, in eight of the countries, two-thirds or more of the workforce is engaged in agricultural activities.

2.4. How does climate variability matter for food security?

Climate variability is likely to affect food security in developing countries through different mechanisms. Climate variability can result in deficiency of precipitation combined with high temperatures, which lead to soil moisture deficiency, plant water stress and reduced crop yields. Trnka et al. (2010) point out that agricultural production is particularly vulnerable to heat and water stress during the critical crop development stages. In addition to the effects of reduced crop yields, deficiency of precipitation and high temperatures increase the potential for pest infestations, weeds and diseases, which work to reduce crop quality as well as crop quantity. Agricultural livestock production is also affected by climate variability as the

quantity and quality of available forage on pastures can be reduced. It is the entire agricultural sector that is affected by changes in rainfall and temperature means. The effects can range from increased water deficits to decline in crop production, losses of assets and lower employment opportunities. This contributes to increase household food insecurity. Food consumption falls, along with household ability to meet food needs on a sustainable basis. The increase in food insecurity is especially high for countries particularly vulnerable to changes in normal climate and largely depending on agriculture for their food and income.

By destroying harvests, climate variability might result in considerable decrease in households' income in regions that depend directly or indirectly on agriculture. This can lead to a decrease in demand for goods and services. This threat is particularly high in Africa. According to an International Labor Organization report (2007), agricultural production is the primary source of livelihoods for 66% of the total active population in these countries. Nhemachena et al. (2010) show that changes in rainfall mean and higher average temperatures negatively affect households' income coming from agricultural crops and livestock. This contributes to harm seriously food security in developing countries and more specifically in African countries.

The decline in crop production related to climate variability leads to a decrease in food availability at the national level. Since the demand for food is highly inelastic, a decrease in marketed supply may result in an important increase in food prices, thus reducing food accessibility. This situation can be a threat for food security. Using macroeconomic models³⁸, Ringler et al. (2010) find that higher temperatures and rainfall instability lead to changes in yield and area growth, higher food prices and hence lower affordability of food, reduced calorie availability, and growing childhood malnutrition in Sub-Saharan Africa.

The effects of reduced crop production, losses of assets and lower employment opportunities generated by climate variability substantially reduce economic growth in poor countries and particularly in countries largely depending on agriculture (see for example Dell et al., 2008). This can lead to a decrease in economic resources and a negative effect on the countries' ability to purchase food on international markets; to invest in technology, services and infrastructure that support food and agricultural production; and to finance public services and investments in health, education to meet the needs of its population such as food needs. This contributes to undermine food security.

³⁸ There are simulation model, global circulation model and an equilibrium general model.

3. Empirical analysis

This section presents the method used to analyze the effects of climate variability on food security. In the first section, we specify the econometric model and in the second section, we describe the variables and the data sources.

3.1. Empirical model

The objective of this study is to analyze the relationship between climate variability and food security over the period 1960-2008 for 71 developing countries. For this purpose, we estimate the following equation:

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \beta CV_{i,t} + \omega X_{i,t} + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4.1)$$

With $Y_{i,t}$ the food security indicator, X the matrix of control variables and $CV_{i,t}$ the variable that measures rainfall variability in a country i at the period t . $\varepsilon_{i,t}$ is the error term, γ_t is time effect and α_i represents country effect. The data cover the period from 1960 to 2008 and are compiled in five-year averages.

We use two alternative measures of food security: food supply and the proportion of undernourished. The definitions of these two variables are presented in the following section. The control variables are the main determinants of food security that have been discussed previously (section 2.2): the level of development measured by lagged income per capita, population growth and democratic institutions. We also use the complementary control variables to check the robustness of our results: cereal production land, arable land and real effective exchange rate.

We then identify the potential heterogeneities in the relationship between rainfall variability and food security. We are interested in two types of heterogeneities. First, we evaluate the effects of climate variability on food security in the context of countries in conflict by estimating equation 4.2. Second, we analyze the impact of climate variability on food security

in a context of vulnerability to food price shocks. We check this hypothesis by estimating equation 4.3. The procedure for calculating of variable of vulnerability to food price shocks is presented in the following section.

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \beta CV_{i,t} + \beta_1 CV_{i,t} * Conflict_{i,t} + \theta_1 Conflict_{i,t} + \omega X_{i,t} + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4.2)$$

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \beta CV_{i,t} + \beta_2 CV_{i,t} * Vuln_{i,t} + \theta_2 Vuln_{i,t} + \omega X_{i,t} + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4.3)$$

With $Conflict_{i,t}$ the conflict variable and $Vuln_{i,t}$ the variable of vulnerability to food price shocks. We use adequate econometric techniques to estimate the impact of rainfall variability on food security. The equations 4.1 to 4.3 are estimated using ordinary least squares method (OLS). But this estimator is biased because it doesn't take into account unobserved heterogeneity of countries. We use fixed effects (FE) and random effect (RE) estimators, which take into account the country heterogeneities. We then use the Hausman test to choose the adequate estimator among the two estimators.

3.2. Data sources and description of variables

The data for population growth, income per capita, proportion of undernourished people are from World Development Indicators (2011). The data for democratic institutions, civil conflicts, rainfall and food supply are respectively from Center for Systemic Peace (2010), Guillaumont and Simonet (2011) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011).

Income per capita is measured by per capita GDP which is in constant 2000 US dollars. Population growth is the annual growth rate of the population. We use the polity 2 index to appreciate the degree of democracy in a country. This index is a score obtained by differencing of the index of democracy and index of autocracy on a scale going from +10 (democracy) to -10 (autocracy). The indicator of democracy is characterized by the effective existence of institutional rules and the presence of institutions enabling citizens to express their expectations and choose political elites. The autocracy is characterized by the absence or

the restriction of political competition, economic planning and control. The exercise of the power is slightly constrained by institutions and the leaders are only selected within a “political elite”. Civil conflicts are defined as the magnitude score of episodes of civil warfare involving the country.

Regarding the food security indicators, we use the food supply and the proportion of undernourished people. The global hunger index currently considered the best indicator of food security is not available over the long time. The proportion of undernourished people is the percentage of people not having access to sufficient, safe and nutritious food meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life. This indicator takes into account the amount of food available per person and the magnitude of inequality in access to food. The food supply is from Food Balance Sheets produced by FAO for every country, which gives the quantity of food available for human consumption (FAO, 2011). Food balance sheets show for each primary commodity and a number of processed commodities potentially available for human consumption the sources of supply and its utilization. The total quantity of food produced in a country added to the total quantity imported and adjusted to any change in stocks that may have occurred since the beginning of the reference period gives the supply available during that period. On the utilization side a distinction is made between the quantities exported, fed to livestock, used for seed, processed for food use and non-food uses, lost during storage and transportation, and food supplies available for human consumption. The per capita food supply of each food item available for human consumption is then obtained by dividing the quantity of food item concerned on the population actually partaking of it. In other words, food supply is calculated as the difference between, on the one hand, production, the trade balance (imports – exports) and any change in stocks, and on the other hand, all utilizations other than human consumption (seed, livestock feed, etc.). In our study, we selected the main cereals (maize, rice, sorghum, millet, and wheat), soybeans and sugar for the calculation of food supply. These commodities represent an important proportion in food of populations in most of developing countries. The food supply obtained is a simple average of food supplies of selected commodities expressed in kcal/person/year.

Climate variability is measured by rainfall variability. Rainfall variability is defined as the 5-year standard deviation.

We perform robustness tests: (i) we use another database (Mitchell., 2004), (ii) we check if the lagged level of food supply is a potential determinant of the current level of food supply,

- (iii) we use the proportion of undernourished people to check the robustness of our results and
- (iv) we test the heterogeneity for African countries.

We construct the variable of vulnerability to food price shocks using the procedure developed by de Janvry and Sadoulet (2008) and Combes et al. (2012). According to the authors, countries are vulnerable to food price shocks if they meet the following three criteria: (1) high food dependency; (2) a high food import burden and (3) low income.

High food dependency, measured by the share of total food imports in the total household consumption, highlights the importance of food in the basket of goods consumed by the representative household in a given country. A large share of food items in the basket means that the household will be hit by an increase in food prices. High food import burden, measured by the ratio of food imports to total imports, emphasizes the strong dependency of a country on the food imports. Level of income, measured by Gross Domestic Product per capita stresses the capacity of a country to constitute food safety nets for domestic consumers. To calculate the vulnerability index, we use the principal component analysis (PCA) applied to three variables: the ratio of food imports to total household consumption, the ratio of total imports to total imports of goods and services and the inverse of the level of GDP per capita. We use the inverse of the level of GDP per capita to be sure that the level of development is negatively correlated to the degree of vulnerability to food price shocks. We normalize the vulnerability index so that it ranges between 0 and 10, with higher values corresponding to high levels of vulnerability. The variables used to calculate the vulnerability index are from World Development Indicators (2011).

4. Results

4.1. Results of baseline equation

Table (4.1) shows the results of the effects of rainfall variability on food insecurity with different econometric methods: ordinary least squared (OLS), fixed effects (FE) and random effects (RE). The results of the OLS method are in the columns (1) and (2) and they don't take into account unobserved heterogeneity of countries. This justifies the fact that we apply fixed effects (columns 3 and 4) and random effect (columns 5 and 6) estimators. Hausman test shows that the fixed effect model is more appropriate than the random effect model.

Income per capita has a positive effect on food supply. Our results are similar to previous studies (see e.g. Smith et Haddad, 2000). Indeed, the economic resource availabilities increase the capacity of countries to meet the food needs through an increase in national production and/or import foods. The size of population reduces food supply. This result is similar to that of Malthus (1992) who show that population growth can reduce food supply through a high pressure on agricultural resources and a negative effect on agricultural productivity. Contrary to previous authors (e.g. Dreze et Sen, 1991), we find that democratic institutions have no effect on food supply. This might be explained by the fact that we use a composite indicator.

Rainfall variability has a negative and significant effect on food supply. These results might be explained by several arguments. Firstly, rainfall variability reduces food production. This leads to negative effects on household' incomes. For countries that depend on the weather conditions (rain-fed agriculture) for agriculture production, rainfall variability leads to poor harvests which are harmful to food security. Second, by reducing agriculture production in developing countries, rainfall variability reduces agricultural incomes and hence negatively affects economic growth (Dell et al. 2008). These countries have low ability to purchase food on international markets (food import). In other words, rainfall variability can reduce national food supply (food production and import) and increase food insecurity.

Table 4.1: Impacts of rainfall variability on food supply

Dependent variable	Food Supply					
	OLS		FE		RE	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(6)
Rainfall variability	-0.0176** (-2.110)	-0.0194*** (-2.719)	-0.0168** (-2.365)	-0.0179*** (-2.802)	-0.0176** (-2.468)	-0.0194*** (-2.986)
Rainfall	-0.0165 (-0.322)	0.0209 (0.374)	0.0798 (1.000)	0.148** (2.036)	0.0165 (1.372)	0.0209** (2.403)
Lagged income per capita	0.177*** (5.220)	0.107*** (2.763)	0.149*** (5.457)	0.0557** (2.079)	0.177*** (7.457)	0.107*** (4.533)
Population growth	-0.0102 (-0.835)	-0.0257 (-1.077)	-0.00831 (-0.765)	-0.0300*** (-2.816)	-0.0102 (-0.955)	-0.0257** (-2.414)
Democratic institutions	0.000113 (0.0296)	0.000476 (0.144)	-0.00115 (-0.289)	-0.000663 (-0.185)	0.000113 (0.0297)	0.000476 (0.136)
Intercept	4.789*** (10.48)	4.780*** (9.933)	4.311*** (7.515)	4.238*** (7.994)	4.789*** (13.77)	4.780*** (13.81)
Temporal dummies	No	Yes	No	Yes	No	Yes
Observations	517	517	517	517	517	517
Countries	71	71	71	71	71	71
R-squared			0.079	0.289		

Note: t-statistics are presented in parentheses under the estimated coefficients. ***, ** and * indicate significance of the estimated coefficient at 1, 5 and 10%, respectively. The study period is 1960-2008.

We add other control variables to check the robustness of results to changes in the baseline model: cereal production land, arable land, squared term of rainfall level and real effective exchange rate (table 4.2). The results show that rainfall variability has a negative effect on food supply. The coefficient associated to rainfall variability is negative and significant. The results obtained for cereal production land (column 2) and for arable land (column 3) are positive and significant. Thus, a policy allowing better land use increases food production and food supply. The real effective exchange rate has no effect on food supply. We include the squared term of rainfall level to test a non linear relationship between rainfall level and food supply because we suppose that too much rainfall reduce food supply. The results show that rainfall squared has a positive effect but no significant on food supply.

Table 4.2: Impacts of rainfall variability on food supply: adding control variables (FE model)

Dependent variable	Food supply				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Rainfall variability	-0.0179*** (-2.802)	-0.0167*** (-2.899)	-0.0140** (-2.308)	-0.0180*** (-2.814)	-0.0196** (-1.976)
Rainfall	0.148** (2.036)	0.122** (2.443)	0.118* (1.702)	0.236 (0.833)	0.110 (0.909)
Lagged income per capita	0.0557** (2.079)	0.0688*** (2.827)	0.0785*** (3.060)	0.0555** (2.069)	0.0233 (0.579)
Population growth	-0.0300*** (-2.816)	-0.0165* (-1.694)	-0.0237** (-2.339)	-0.0299*** (-2.808)	-0.0547** (-2.241)
Democratic institutions	-0.000663 (-0.185)	-0.00200 (-0.617)	-0.000159 (-0.0467)	-0.000665 (-0.185)	0.000497 (0.0940)
Cereal production land		0.259*** (9.772)			
Arable land			0.269*** (6.983)		
Rainfall squared				0.00755 (0.321)	
Exchange rate (REER)					-0.0242 (-1.449)
Intercept	4.238*** (7.994)	0.796 (1.335)	3.754*** (7.391)	3.999*** (4.370)	4.826*** (5.606)
Observations	517	517	517	517	517
Countries	71	71	71	71	71
R-squared	0.289	0.417	0.361	0.289	0.299

Note: t-statistics are presented in parentheses under the estimated coefficients. ***, ** and * indicate significance of the estimated coefficient at 1, 5 and 10%, respectively. The study period is 1960-2008.

4.2. Heterogeneity of the impact of climate variability

In this section, we identify the potential heterogeneities in the relationship between climate variability and food security. First, we test if the impact of changes in rainfall mean can be different depending on whether the country was under conflict. Second, we analyze the impact of rainfall variability on food security for countries vulnerable to food price shocks.

4.2.1. The importance of civil conflicts

We suppose that the impact of rainfall variability on food security is high for countries that are in conflict. We test this hypothesis by adding in our estimations the variable of civil conflicts and an interactive term (rainfall variability*civil conflicts). The results of the table (4.3) show that civil conflicts have a negative effect on food supply (column 2). Indeed, civil conflicts can negatively affect harvests and reduce active population in the agricultural sector because the armed leaders can recruit farmers by offering them high incomes. This leads to a decrease in food availability through the collapse of agricultural production.

We also find that the impact of rainfall variability on food supply is more important for the countries in conflict than for other countries (column 3). A characteristic of civil conflicts is its negative effect on market access, political and social networks. First, civil conflicts destroy infrastructure, social services, assets and livelihoods, social cohesion, institutions and norms, and they displace populations and create fear and distrust. In addition, civil conflicts disrupt farming systems (irrigation schemes) and production (crop production, livestock production and off-farm activities) operated by households. Second, market disruption increases difficulties of households in going to market to sell and buy goods, and this leads to a loss of earnings. Third, civil conflicts have negative effects on economic growth by reducing investments and economic infrastructures. This can considerably reduce government's revenues (e.g. tax revenue) and significantly weaken its ability to "invest in people", for instance to provide better nutrition, and on-the-job training that would lead to improved living conditions. These effects can be factors of poverty trap (see e.g. Kremer and Miguel, 2007), increasing vulnerability and food insecurity.

Rainfall variability is likely to increase this vulnerability and dampen livelihoods of households affected by civil conflicts. Indeed, the destruction of assets caused by civil

conflicts, as well as unstable economic, social and political environments, will impact significantly the ability of countries to face to rainfall variability. In other words, the effects of rainfall variability on food supply are more severe in the countries in conflict.

Table 4.3: impact of rainfall variability on food security: importance of civil conflicts

Dependent variable	Food supply		
	(1)	(2)	(3)
Rainfall variability	-0.0179*** (-2.802)	-0.0177*** (-2.795)	-0.0269** (-2.343)
Rainfall	0.148** (2.036)	0.133* (1.842)	0.149** (2.021)
Rainfall variability * Civil conflicts			-0.0181** (-2.250)
Civil conflicts		-0.397*** (-2.853)	-0.355** (-2.519)
Lagged income per capita	0.0557** (2.079)	0.0688** (2.549)	0.0563** (2.041)
Population growth	-0.0300*** (-2.816)	-0.0263** (-2.469)	-0.0299*** (-2.789)
Democratic institutions	-0.000663 (-0.185)	-0.00114 (-0.319)	-0.000681 (-0.190)
Intercept	4.238*** (7.994)	4.815*** (8.547)	4.228*** (7.932)
Observations	517	517	517
Countries	71	71	71
R-squared	0.289	0.302	0.307

Note: t-statistics are presented in parentheses under the estimated coefficients. ***, ** and * indicate significance of the estimated coefficient at 1, 5 and 10%, respectively. The study period is 1960-2008.

4.2.2. The importance of food price shocks vulnerability

In this section, we test the potential effects of rainfall variability on food supply in a context of food price shocks vulnerability. Changes in rainfall mean can increase vulnerability of countries to food price shocks. Indeed, changing rainfall patterns could affect agricultural productivity and production and hence household's incomes because income from agriculture represents a large proportion of total household's income in developing countries. As household's incomes are negatively affected by changes in rainfall mean, the part of food expenses on total consumption (food dependency) increases. Moreover, by affecting economic growth (Dell et al. 2008), climate variability can lower the resources capacities and increase food import burden of countries. Hence the negative effect of climate variability on food supply can increase with vulnerability of countries to food price shocks.

Table 4.4 presents the results of the impact of rainfall variability on food supply, depending upon the level of vulnerability of countries to food price shocks. The results indicate that the associated coefficients to the variable of vulnerability to food price shocks and to interactive term (rainfall variability*price vulnerability) are negative and significant. This result reveals that the negative impact of rainfall variability on food supply increases with the level of vulnerability of countries to food price shocks. Countries that are more vulnerable to food prices shocks are less able to maintain food supply. These results can be explained by the fact that vulnerable countries have very little policy space and limited fiscal and administrative capacity to organize safety nets to import food and protect their population from climate variability (de Janvry and Sadoulet, 2008). Indeed, policy instruments available to facilitate food accessibility by increasing agricultural production or food imports are limited or ineffective.

Table 4.4: impact of rainfall variability on food security: vulnerability to food price shocks

Dependent variable	Food supply		
	(1)	(2)	(3)
Rainfall variability	-0.0179*** (-2.802)	-0.0184** (-2.481)	-0.0259** (-2.382)
Rainfall	0.148** (2.036)	0.181*** (2.704)	0.177*** (2.653)
Lagged income per capita	0.0557** (2.079)	0.241*** (5.474)	0.235*** (5.329)
Population growth	-0.0300*** (-2.816)	-0.0854*** (-5.580)	-0.0808*** (-5.215)
Democratic institutions	-0.000663 (-0.185)	0.00305 (0.909)	0.00260 (0.774)
Food Price vulnerability		-0.0032*** (-6.876)	-0.00300*** (-5.961)
Rainfall variability * Food Price vulnerability			-0.0018** (-2.371)
Intercept	4.238*** (7.994)	6.179*** (11.27)	6.162*** (11.27)
Observations	517	434	434
Countries	71	69	69
R-squared	0.289	0.430	0.435

Note: t-statistics are presented in parentheses under the estimated coefficients. ***, ** and * indicate significance of the estimated coefficient at 1, 5 and 10%, respectively. The study period is 1960-2008.

4.3. Robustness checks

4.3.1. Using another data source on climate

In this section, we check the robustness of our results using another data source on climate (1960-2000). It is the database developed by Mitchell (2004). The results of these estimations are in table (4.5). These results show that rainfall variability has a negative effect on food supply and they confirm our previous results.

4.3.2. Inertia of food security

Another issue related to food security is to see if food supply in developing countries is characterized by inertia phenomenon. In other words, we want to know if the lagged level of food supply is a potential determinant of the current level of food supply. We check this by including the lagged level of food supply in our baseline equation (4.1). The dynamic nature of the specified model requires system-GMM estimation (one step and two steps). The results of table (4.6) show that the lagged level of food supply has no effect on its current level (columns 2 and 3). Therefore, there is not an inertia phenomenon for food supply in developing countries.

Table 4.5: Impact of rainfall variability on food security: using another database on climate

Dependent variable	Food supply	
	(1)	(2)
Rainfall variability	-0.0179*** (-2.802)	-0.0433*** (-3.379)
Rainfall	0.148** (2.036)	0.0998 (1.418)
Lagged income per capita	0.0557** (2.079)	0.0743** (2.426)
Population growth	-0.0300*** (-2.816)	-0.0144 (-1.446)
Democratic institutions	-0.000663 (-0.185)	0.00302 (0.869)
Constant	4.238*** (7.994)	4.600*** (8.613)
Observations	517	390
Countries	71	71
R-squared	0.289	0.236

Note: t-statistics are presented in parentheses under the estimated coefficients. ***, ** and * indicate significance of the estimated coefficient at 1, 5 and 10%, respectively. The study period is 1960-2008.

Table 4.6: Impact of rainfall variability on food security: inertia of food supply

Dependent variable	Food Supply		
	Fixed effect	GMM-system	GMM-system
	(1)	One step (2)	Two step (3)
Lagged food supply		0.0260 (1.330)	0.0185 (0.825)
Rainfall variability	-0.0179*** (-2.802)	-0.0152*** (-3.142)	-0.0124** (-2.438)
Rainfall	0.148** (2.036)	0.0133** (2.204)	0.0335* (1.799)
Lagged income per capita	0.0557** (2.079)	0.0706** (2.065)	0.0515** (2.191)
Population growth	-0.0300*** (-2.816)	-0.0151 (-0.840)	-0.0126 (-0.653)
Democratic institutions	-0.000663 (-0.185)	0.00339 (1.344)	0.00362* (1.772)
Intercept	4.238*** (7.994)	0.825** (2.115)	0.962* (1.867)
Observations	511	511	511
R-squared	0.289		
Countries	71	71	71
AR(1)		0.009	0.007
AR(2)		0.16	0.19
Hansen test		0.28	0.28
Instruments		52	52

Note: t-statistics are presented in parentheses under the estimated coefficients. ***, ** and * indicate significance of the estimated coefficient at 1, 5 and 10%, respectively. The study period is 1960-2008.

4.3.3. Alternative indicator of food security

Given that food security is a multidimensional concept, we use another complementary indicator to check the robustness of our results: the proportion of undernourished people. A person is malnourished if his average energy intake is less than the minimum necessary to maintain physical and moderate activity. Table (4.7) presents the results of the impact of changes in rainfall mean on the proportion of undernourished people. We find that rainfall variability increases the proportion of undernourished people. The results are robust when we add other control variables (rainfall squared, arable land, cereal production land).

Table 4.7: Impact of rainfall variability on proportion of undernourished people

Dependent Variable	Food Supply			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Rainfall variability	-0.0205** (-2.586)	-0.0200** (-2.551)	-0.0197** (-2.527)	-0.0191** (-2.451)
Rainfall	0.205*** (3.461)	0.251*** (3.532)	0.211*** (3.654)	0.204*** (3.467)
Lagged income per capita	0.509*** (10.30)	0.499*** (10.00)	0.548*** (11.94)	0.510*** (10.24)
Population growth	0.0219 (0.677)	0.0245 (0.723)	0.0152 (0.693)	0.0209 (0.655)
Democratic institutions	-0.000409 (-0.0382)	-9.80e-05 (-0.00916)	0.00322 (0.315)	0.000251 (0.0232)
Rainfall square		-3.14e-08 (-0.820)		
Arable land			0.0126*** (3.099)	
Cereal production land				0.0277** (2.472)
Intercept	4.685*** (8.022)	4.355*** (6.933)	5.132*** (9.459)	4.717*** (7.985)
Observations	314	314	314	314
Countries	71	71	71	71
R-squared	0.157	0.160	0.231	0.188

Note: t-statistics are presented in parentheses under the estimated coefficients. ***, ** and * indicate significance of the estimated coefficient at 1, 5 and 10%, respectively. The study period is 1960-2008.

4.3.4. Heterogeneity for African countries

We are interested in the effects of changes in rainfall mean on food security in the context of Sub-Saharan Africa countries. Indeed, these countries have two main characteristics: (i) they are more vulnerable to food prices shocks because they are net food importers and they are less resilient, and (ii) they are more vulnerable to climate variability (see e.g. Guillaumont and Simonet (2011) and Wheeler (2011)³⁹). The predominance of rain-fed agriculture in most of Sub-Saharan Africa countries makes that food systems are highly sensitive to rainfall instability. Table (4.8) shows the results of the effect of rainfall variability on food supply in developing countries in general and in Sub-Saharan Africa countries in particular. The results show that the negative effect of rainfall variability on food supply is higher in Sub-Saharan Africa countries than in other developing countries (columns 1 and 3). In addition, rainfall has a positive and significant effect on food supply in SSA countries. The adverse effect of rainfall variability on food supply is high in a context of food prices vulnerability for Sub-Saharan Africa countries (column 4).

³⁹ Wheeler (2011) shows that, in the top 25 states, 19 are from Sub-Saharan Africa.

Table 4.8: Impact of rainfall instability on food security in African Countries

Dependent Variable	Food Supply			
	Developing Countries		African Countries	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Rainfall variability	-0.0179*** (-2.802)	-0.0259** (-2.382)	-0.0276*** (-3.056)	-0.0363*** (-3.463)
Rainfall	0.148** (2.036)	0.177*** (2.653)	0.638*** (2.969)	0.777*** (2.769)
Lagged income per capita	0.0557** (2.079)	0.235*** (5.329)	0.279** (2.208)	0.308** (2.321)
Population growth	-0.0300*** (-2.816)	-0.0808*** (-5.215)	-0.0236** (-2.456)	-0.0525** (-2.417)
Democratic institutions	-0.000663 (-0.185)	0.00260 (0.774)	-0.00826 (-1.027)	-0.00581 (-0.525)
Price vulnerability		-0.00300*** (-5.961)		-0.00527** (-2.437)
Rainfall variability * Price vulnerability		-0.00018** (-2.371)		-0.00032** (-2.326)
Intercept	4.238*** (7.994)	6.162*** (11.27)	2.857*** (6.568)	3.957*** (10.468)
Observations	517	434	189	140
Countries	71	69	25	24
R-squared	0.289	0.435	0.468	0.236

Note: t-statistics are presented in parentheses under the estimated coefficients. ***, ** and * indicate significance of the estimated coefficient at 1, 5 and 10%, respectively. Temporal dummies are included. The study period is 1960-2008.

5. Conclusion

This chapter contributes to the existing literature on the relationship between climate variability and food security. The main objective of chapter is to analyze the effects of climate variability (rainfall variability) on food security using panel data over the period 1960-2008 for 71 developing countries. The results are as follows, first, we show that rainfall variability has a negative effect on food security whatever the food security indicator used (food supply and proportion of undernourished people). We also find that the adverse effect of rainfall variability on food security is higher for African Sub Saharan countries than for other developing countries. Second, the negative effect of rainfall variability on food security is exacerbated in countries in conflict. Third, the effects are high for countries vulnerable to food prices shocks.

Our results are important in terms of recommendations for economic policy. An important measure to reduce food insecurity would be the implementation of effective adaptation strategies to climate change. In line with this, promoting measures that enhance food production in the developing countries could increase their capacity to withstand the rainfall variability.

One approach would be to invest in agricultural research, extension, and methods for reducing food production losses related to climate variability. Given the large uncertainties about future rainfall patterns in many developing countries, careful consideration should be given to major investments in infrastructure to support irrigation and water resources development in order to limit the effects of climate variability.

Another approach, probably important for international community, is to help developing countries, particularly the least developing countries (LDCs) through aid automatic mechanisms. The amount of aid allocated will depend on magnitude of effects of climate variability on food security. For example, the international community could finance stabilization mechanisms (government budget or development projects for the regions adversely affected by climate variability) with aid (named “climatic aid”). When the effect of climate variability is negative and more important, the level of “climatic aid” will have to increase. This “climatic aid” can be given to developing countries that are both more exposure to effects of climate variability and vulnerable to food price shocks. The third way to reduce

the magnitude of the effects of climate variability in developing countries is to diversify the structure of their economy.

Appendices

Appendix 4.1: Definitions and sources of variables

Variables	Definition	Source
Food Supply	Food supply refers to the total amount of goods available as human food during the reference period.	Food Balance Sheets, FAO (2011)
Percentage of Undernourished People	The percentage of the population whose food intake is insufficient to meet dietary energy requirements continuously.	World Development Indicators (WDI,2011)
Rainfall variability	It is defined as the 5-year standard deviation.	Calculated by the authors using the data from Guillaumont and Simonet (2011)
Rainfall	It is the annual rainfall average.	Guillaumont and Simonet (2011)
Food Price Shock Vulnerability (<i>PSVul</i>)	<i>PSVul</i> index is a weighted ⁴⁰ average of the ratio of food imports to total household consumption, the ratio of total food imports to total imports of goods and services and the inverse of the level of GDP per capita.	Calculated by the authors using the data from WDI (2011)
Civil Conflicts	Civil conflicts are defined as the magnitude score of episodes of civil warfare involving the country.	Center for Systemic Peace (2010)
Income per capita	Gross Domestic Product per capita	WDI (2011)
Population Growth	Annual growth rate of the population	WDI (2011)
Democratic Institutions (Index)	This index is a score obtained by differencing of the index of democracy and index of autocracy on a scale going from +10 (democracy) to - 10 (autocracy).	Center for Systemic Peace (2010)
Arable land	Arable land is the land under temporary agricultural crops (multiple-cropped areas are counted only once), temporary meadows for mowing or pasture, land under market and kitchen gardens and land temporarily fallow (less than five years).	WDI (2011)
Cereal Production Land	Cereal ⁴¹ production area refers to harvested area or Land under cereal production.	WDI (2011)
Real Effective Exchange Real (REER)	REER is the nominal effective exchange rate (a measure of the value of a currency against a weighted average of several foreign currencies) divided by a price deflator or index of costs.	International Financial Statistics (IFS, 2011)

Source: constructed by the author.

⁴⁰ To calculate this index, we use the principal component analysis (PCA) applied to three variables.

⁴¹ Cereals include wheat, rice, maize, barley, oats, rye, millet, sorghum, buckwheat and mixed grains.

Appendix 4.2: List of countries used in our estimations

Albania	Honduras	Nicaragua
Argentina	Croatia	Nepal
Azerbaijan	Haiti	Pakistan
Burundi	Indonesia	Panama
Burkina Faso	India	Peru
Bangladesh	Iran	Philippine
Bulgaria	Jamaica	Paraguay
Bolivia	Kenya	Rwanda
Brazil	Kowait	Sudan
Botswana	Liberia	Senegal
Chile	Libya	El Salvador
China	Sri Lanka	Syria
Cote d'Ivoire	Lithuania	Togo
Cameroon	Morocco	Thailand
Colombia	Moldavia	Trinidad and Tobago
Costa Rica	Madagascar	Tanzania
Algeria	Mexica	Uganda
Ecuador	Mali	Ukraine
Egypt	Mongolia	Uruguay
Ethiopia	Mozambique	Venezuela
Fiji	Mauritania	South Africa
Gabon	Malaysia	Zambia
Ghana	Niger	Zimbabwe
Guatemala	Nigeria	

Source: constructed by the author.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les prix des principaux produits de base ont connu une hausse spectaculaire sur la période 2006-2008. Certains produits céréaliers ont vu leur prix doubler ou tripler sur cette période. Le changement climatique qui se manifeste à travers, par exemple, les sécheresses et les inondations, est présenté comme un des facteurs à l'origine de cette flambée des prix agricoles. En effet, l'instabilité pluviométrique et les températures extrêmes affectent négativement les récoltes agricoles et entraînent une baisse de l'offre alimentaire sur les marchés internationaux qui contribue à la hausse des prix des produits alimentaires de grande consommation.

Cette flambée des prix alimentaires sur les marchés internationaux peut être source d'inflation dans les pays en développement et compromettre le bien-être des ménages pauvres qui consacrent une part importante de leur budget à l'alimentation. Au-delà de sa contribution à la flambée des prix internationaux au cours de ces dernières années, la variabilité climatique constitue une réelle menace pour la sécurité alimentaire des populations des pays pauvres. L'économie de la plupart de ces pays repose sur le secteur agricole qui est sensible aux aléas climatiques. Le travail mené dans le cadre de cette thèse a permis de quantifier les effets des chocs de prix alimentaires internationaux et de la variabilité climatique sur les populations des pays en développement.

Le premier chapitre de la thèse a mis en évidence l'influence en termes d'élasticités des facteurs à l'origine de la hausse des prix alimentaires sur les marchés internationaux. La hausse du prix du pétrole et les fluctuations du dollar américain apparaissent comme les principaux facteurs de la flambée des prix internationaux. La croissance des revenus dans les pays émergents a également une influence sur la hausse des prix, mais dans une moindre mesure par rapport aux deux autres facteurs.

Le deuxième chapitre de la thèse a permis de montrer que la hausse du prix international du riz génère de l'inflation sur les marchés de riz importé au Burkina Faso. Les signaux de prix émanant du marché international se transmettent de manière asymétrique aux marchés intérieurs. Les hausses du prix du riz sur le marché international se répercutent plus rapidement sur le prix du riz importé sur les marchés au Burkina Faso par rapport aux baisses.

Le troisième chapitre de la thèse a montré que la hausse du prix du riz sur le marché international a conduit à une augmentation de la pauvreté et des inégalités de revenu au Burkina Faso. L'impact est plus élevé en milieu urbain qu'en milieu rural. Cependant, dans

les régions productrices de riz, l'impact de la hausse du prix international du riz sur la pauvreté et les inégalités de revenu est faible. La pauvreté et les inégalités sont en baisse dans une des régions productrices de riz.

Le quatrième chapitre de la thèse a permis de montrer que la variabilité climatique réduit les disponibilités alimentaires pour la consommation humaine et augmente la proportion des sous-alimentés dans les pays en développement. L'effet négatif de la variabilité climatique sur la sécurité alimentaire est plus élevé dans les pays en conflit et les pays vulnérables aux chocs de prix alimentaires. Il est aussi plus élevé dans les pays africains.

Il ressort de cette thèse que les pays en développement et plus particulièrement les pays africains sont fortement vulnérables aux chocs de prix alimentaires et au changement climatique. Cette vulnérabilité s'explique par le fait que ces pays dépendent des importations alimentaires et ont un secteur agricole sensible aux aléas climatiques. Les efforts sont à réaliser dans les domaines de la sécurité alimentaire et de la recherche agricole. Des initiatives de protection sociale des populations pauvres sont nécessaires compte tenu de l'accès limité à la nourriture engendré par la flambée des prix alimentaires. Des investissements viables pour une croissance agricole soutenue sont aussi nécessaires. Il peut s'agir d'investissements pour l'amélioration des infrastructures rurales et des services agricoles ainsi que pour la recherche de nouvelles pratiques agricoles moins sensibles aux aléas climatiques.

Conclusion générale

Bibliographie

Bibliographie

Abbott, P., C. Hurt, and W. Tyner (2008), "What's Driving Food Prices?", Farm Foundation Issue Report, Oak Brook, IL.

Abdulai, A. (2000), "Spatial price transmission and asymmetry in the Ghanaian maize Market", *Journal of Development Economics* 63: 327-349.

Akram, Q. F. (2009), "Commodity prices, interest rates and the dollar", *Energy Economics* 31: 838-851.

Araujo, C., C. Araujo-Bonjean and J. Egg (2010), "Choc pétrolier externe et performance des marchés des céréales: le marché du mil au Niger", *Revue d'Economie du Développement* 1 (mars): 47-70.

Araujo, C., C. Araujo-Bonjean, J-L. Combes and P. Motel-Combes (2005), "Devaluation and cattle market integration in Burkina Faso", *Journal of African Economies* 14 (3): 359-384.

Araujo-Bonjean, C., and J-L. Combes (2010), "De la mesure de l'intégration des marchés agricoles dans les pays en Développement", *Revue d'Economie du Développement* 1 (mars): 5-20.

Badian, O., and G. E. Shively (1998), "Spatial transmission, transport costs, and the response of local prices to policy changes in Ghana", *Journal of Development Economics* 56 (2): 411-431.

Badolo, F. (2012), "Transmission des chocs de prix internationaux : Le cas du riz au Burkina Faso", *L'Actualité Economique* 88 (3) Septembre.

Baffes, J. (1997), "Explaining stationary variables with nonstationary regressors", *Applied Economics Letters* 4: 69-75.

Baffes, J. (2007), "Oil spills on other commodities", *Resources Policy* 32: 126-134.

Baffes, J., and B. Gardner (2003), "The transmission of world commodity prices to domestic markets under policy reforms in developing countries", *Journal of Policy Reform* 6 (3): 159-180.

Baffes, J., D. Mitchell, E. M. Riordan, S. Streifel, H. Timmer and W. Shaw (2008), "Global economic prospects: Commodities at the crossroads 2009", The World Bank, Washington

D.C. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2009/01/10158584/global-economic-prospects-commodities-crossroads-2009>

Baffes, J., and T. Haniotis (2009), "The energy/non-energy commodity price link: What relevance for agriculture?", Paper presented at the International Agricultural Trade Research Consortium Analytic Symposium on Confronting Food Price Inflation: Implications for Agricultural Trade and Policies", June 22-23, 2009, Seattle, Washington.

Baffes, J., and T. Haniotis (2010), "Placing the 2006/2008 commodity price boom into perspective", *World Bank Policy Research Working Paper* No. 5371, Washington, D.C.

Bakhshooddeh, M., and M. Sahraeian (2006), "Agricultural market integrations and accession to WTO: An application to the major crops in Iran", Paper presented at the International Conference on WTO and its impact on developing countries with special reference to agriculture and education, Abasaheb Garware College Campus Pune, India, February 14-16, 2007.

Balke, N., and T. Fomby (1997), "Threshold cointegration", *International Economic Review* 38 (3): 627-645.

Barrett, C. B. (1996), "Market analysis methods: Are our enriched toolkits well-suited to enlivened markets?", *American Journal of Agricultural Economics* 78: 825-829.

Barrett, C. B., and J. R. Li (2002), "Distinguishing between equilibrium and integration in special price analysis", *American Journal of Agricultural Economics* 84 (2): 292-307.

Baulch, B. (1997), "Transfer costs, spatial arbitrage, and testing for food market integration", *American Journal of Agricultural Economics* 79 (2): 477-487.

Berry, R. A., and W. Cline (1979), "Agrarian structure and productivity in developing countries", The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Bessler, D. A. (1984), "Relative prices and money: A vector autoregression on Brazilian data", *American Journal of Agricultural Economics* 65: 25-30

Blein R., D. Michiels, J-J. Gabas, J. Egg and B. G. Soulé (2008), "Nouveaux contextes et enjeux de sécurité alimentaire au Sahel et en Afrique de l'Ouest", Document préparatoire à

l'actualisation de la charte de l'aide alimentaire, Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest/OCDE, Paris. <http://www.oecd.org/fr/csao/publications/41281211.pdf>

Bordo, M. D. (1980), "The effects of monetary change on relative commodity prices and the role of long-term contracts", *Journal Political Economy* 88 (6): 1088-109.

Boserup, E. (1965), "The conditions of agricultural growth: The economics of agrarian change under population pressure", In Allen & Uwin (eds.), New York.

Center for Systemic Peace (2010), "Major episodes of political violence from 1946 to 2008", <http://www.systemicpeace.org/warlist.htm>.

Chan, K. S. (1993), "Consistency and limiting distribution of the least squares estimation of a threshold autoregressive model", *The Annals Statistics* 21: 520-533.

Chen, S., and M. Ravallion (2010), "The developing world is poorer than we thought, but no less successful in the fight against poverty", *The Quarterly Journal of Economics* 125 (4): 1577-1625.

Cho, G., M. Kim and W. W. Koo (2004), "The relative impact of national monetary policies and international exchange rate on long-term variations in relative agricultural prices", Agribusiness & Applied Economics Report No 528, Center for Agricultural Policy and Trade Studies, North Dakota State University.

Chow, G., and A. L. Lin (1971), "Best linear unbiased interpolation, distribution and extrapolation of time series by related series", *Review of Economics and Statistics* 43 (4): 372-375.

Cohen, J. E. (2008), "How Many People Can the Earth Support?", *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences* 51 (4): 25-39 .

Combes, J-L., C. Ebeke, M. Ntsama and T. Yogo (2012), "Are foreign aid and remittances a hedge against food price shocks in developing countries?", *CERDI Etudes et Documents* No 21, Clermont-Ferrand.

Conforti, P. (2004), "Price transmission in selected agricultural markets", *FAO Commodity and Trade Policy Research Working Paper* No 7, Rome.

Cooke, B., and M. Robles (2009), "Recent food prices movements: A time series analysis", *International Food Policy Research Institute discussion papers* No 942, Washington, D.C.

Courleux, F. (2008), "De la hausse à la baisse des prix: impacts de la crise économique sur l'agriculture et les industries agroalimentaires", *Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Document de Travail* No 1 (novembre), Paris.

Dawe, D., and I. Maltoglou (2009), "Analyzing the impact of food price increases: Assumptions about marketing margins can be crucial", *ESA Working Paper* No 09-02, FAO Rome.

De Janvry, A., and E. Sadoulet (2008), "The global food crisis: Identification of the vulnerable and policy responses", *Agricultural and Resource Economics Update* 12 (2): 18-21.

Deaton, A. (1989), "Rice prices and income distribution in Thailand: A non-parametric analysis", *Economic Journal* 99 (395) (Supplement): 1-37.

Deaton, A., and J. Muellbauer (1980), "An almost ideal demand system", *The American Economic Review* 70 (3): 312-326.

Dell, M., B. F. Jones and B. A. Olken (2008), "Climate change and economic growth: Evidence from the last half century", *NBER Working Paper Series* No 14132, Cambridge.

Dercon, S. (1995), "On market integration and liberalization: method and application to Ethiopia", *Journal of Development Studies* (32) 1: 112-143.

Dia Kamgnia, B. (2009), "Political economy of recent global food price shocks: Gainers, losers and compensatory mechanisms", *Journal of African Economies* 20 (AERC supplement 1): i142-i210.

Direction Générale de la Promotion de l'Economie Rurale (2009a), "Analyse de la compétitivité de la filière riz local au Burkina Faso", Ouagadougou.

Dornbusch, R. (1976), "Expectations and exchange rate dynamics", *Journal Political Economy* 84: 1161-76

Dreze, J., and A. Sen (1991), "Hunger and public action, OUP Catalogue", Oxford University Press.

Easterly, W. (2005), "Reliving the '50s: The big push, poverty traps, and takeoffs in economic development", *Center for Global Development Working Paper No 65*, London.

Ehrlich, P. R., and A. H. Ehrlich (1991), "Population growth threatens global resources", In M. Goleseky, ed. *Global Resources: Opposing Viewpoints* Greenhaven Press, Inc., San Diego CA.

Ehrlich, P. R., A. H. Ehrlich and G. C. Daily (1993), "Food security, population and environment", *Population and Development Review* 19 (1): 1-32.

Enders, W., and C. W. J. Granger (1998), "Unit-root tests and asymmetric adjustment with an example using the term structure of interest rates", *Journal of Business and Economic Statistics* 16: 304-311.

Enders, W., and P. Siklos (2001), "Cointegration and threshold adjustment", *Journal of Business and Economic Statistics* 19: 166-176.

Engle, R. F., and C. W. J. Granger (1987), "Cointegration and error correction: Representation, estimation, and testing", *Econometrica* 55 (2): 251-276.

Fackler, P. L. (1996), "Spatial price analysis: A methodological review", In *Applied Price Analysis, Forecasting and Market Risk Management, Proceedings of the NCR-134*.

Fackler, P. L., and B. K. Goodwin (2001), "Spatial price analysis", Chapter 17 in the *Handbook of Agricultural Economics Vol. 1B*, B. L. Gardner and G. C. Rausser (eds.), North Holland.

Fabozzi, F., S. Focardi and C. Jonas (2008), "On the challenges in quantitative equity management", *Quantitative Finance, Taylor and Francis Journals* 8 (7): 649-665.

Fondation pour l'Agriculture et la Ruralité dans le monde (2008), "Les mécanismes de transmission de la hausse des prix internationaux des produits agricoles dans les pays africains" Rapport FARM, Paris.

http://www.fondation-farm.org/IMG/pdf/confprix_etudeinracirad_resume.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009), "The state of food insecurity in the world, Economic crises - impacts and lessons learned", FAO Report, Rome.

<http://www.fao.org/docrep/012/i0876e/i0876e00.htm>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011), "The FAOSTAT database",

<http://faostat.fao.org/site/609/default.aspx#ancor>.

Food and Agriculture Organization of the United States, International Fund for Agricultural Development and World Food Programme (2008), "High food prices: impact and recommendations", Paper prepared for the meeting of the Chief Executives Board for Coordination, 28-29 April, Berne.

Fox, R. (1993), "The world food problem: Tackling the causes of undernutrition in the third world: Phillips Foster", Lynne Rienner, Boulder, CO, USA.

Foster, J., J. Greer and E. Thorbecke (1984), "A class of decomposable poverty measures", *Econometrica* 52 (3): 761-766.

Frankel, J. A. (1986), "Expectations and commodity price dynamics: The overshooting model", *American Journal of Agricultural Economics* 68: 344-48.

Frankenberger, J. R. (1996) "Identification of critical runoff generating areas Using a variable source area model", Cornell University, New York.

Gibbons, J. M., and S. J. Ramsden (2005), "Robustness of recommended farm plans in England under climate change: A Monte Carlo simulation", *Climatic Change* 68: 113-133.

Gilbert, C. L. (1989), "The impact of exchange rate changes and developing country debt on commodity prices", *Economic Journal* 99: 773-784.

Gilbert, C. L. (2008), "Speculative Influences on Commodity Futures Prices 2006-08", *Department of Economics Working Papers* No 0820, University of Trento, Italia.

Gilbert, C. L., (2010), "How to understand high food prices", *Journal of Agricultural Economics* 61(2): 398-425.

Goodwin, B., and N. Piggott (2001), "Spatial market integration in the presence of threshold effects", *American Journal of Agricultural Economics* 83 (2): 302-317.

Guillaumont, P., and C. Simonet (2011), "Designing an index of structural vulnerability to climate change", *FERDI Documents de Travail* No I08, Clermont-Ferrand.

Haddad, L., and A. Oshaug (1998), "How does the human rights perspective help to shape the food and nutrition policy research agenda?", *Food Policy* 23 (5): 329-345.

Hamilton, J. D. (1994), "Times series analysis", Princeton University Press.

Harper, C. L. (2000), "Environment and society: Human perspectives on environmental issues", In Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall.

Hassan, D., and C. Viau (1980), "Le comportement des prix agricoles dans l'inflation au cours des années 70. Comparaison entre les pays de la C.E.E. ", *Economie Agricole* 139 : 11-22.

Hazell, P. B. R., M. Jaramillo and A. Williamson (1990), "The relationship between world price instability and the prices farmers receive in developing countries", *Journal of Agricultural Economics* 41 (2): 227-241.

Headey, D., and S. Fan (2008), "Anatomy of a crisis: the causes and consequences of surging food prices", *Agricultural Economics* 39 (supplement): 375-391.

International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (2009), "Agriculture at a Crossroads", Washington, D.C.

http://www.unep.org/dewa/agassessment/reports/IAASTD/EN/Agriculture%20at%20a%20Crossroads_Global%20Report%20%28English%29.pdf

International Food Policy Research Institute (2008), "High Food Prices: The What, Who, and How of Proposed Policy Actions", IFPRI Policy Brief, Washington, D.C.
<http://fr.slideshare.net/ifpri/high-food-prices-the-what-who-and-how-of-proposed-policy-actions>

International Food Policy Research Institute (2009), "Climate change: impacts on agriculture and costs of adaptation", IFPRI Food Policy Report, Washington, D.C.
<http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/pr21.pdf>

International Labor Organization (2007), "The decent work agenda in Africa: 2007-2015", ILO Report, Geneva. <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/rgmeet/11afrm/dg-thematic.pdf>

International Monetary Fund (2006), "World Economic Outlook", Washington, DC. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2006>

International Monetary Fund (2008), "World Economic Outlook", Washington, DC. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2008>

International Monetary Fund (2011), "International financial statistics databases", Washington, D.C. <http://elibrary-data.imf.org/>

Institut National de la Statistique et de la Démographie (2006), "Annuaire Statistique", Ouagadougou. http://www.insd.bf/fr/IMG/pdf/Annuaire_statistique_2006.pdf

Institut National de la Statistique et de la Démographie (2003), "Enquête burkinabè sur les conditions de vie des ménages (EBCVM)", Ouagadougou.

Institut National de la Statistique et de la Démographie (2003), "Analyse des résultats de l'enquête burkinabè sur les conditions de vie des ménages", Rapport final, Ouagadougou. <http://www.insd.bf/fr/IMG/pdf/EBCVM03.pdf>

Intergovernmental Panel on Climate Change (2007a), "Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", In Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. M. Tignor and H. L. Miller (eds.), Cambridge University Press.

Isham, J., D. Narayan and L. Pritchett (1995), "Does participation improve performance? Establishing causality with subjective data", *The World Bank Economic Review* 9 (2): 175-200.

Ivanic, M., and W. Martin (2008), "Implications of higher global food prices for poverty in low-income countries", *Policy Research Working Paper Series* No 4594, The World Bank, Washington, D.C.

Johansen, S. (1988), "Statistical analysis of cointegration vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control* 12: 231-254.

Keen, D. (1994), "The benefits of famine: A political economy of famine and relief in Southwestern Sudan, 1983-1989", Princeton University Press.

Kenneth, R. S. (2010), "The short-term impact of higher food prices on poverty in Uganda", *World Bank Policy Research Working Paper* No 5210, Washington, D.C.

Kremer, M., and E. Miguel (2007), "The illusion of sustainability", *The Quarterly Journal of Economics* 122 (3): 1007-1065.

Krivosos, E. (2004), "The Impact of Coffee Market Reforms on Producer Prices and Price Transmission", *World Bank Working Paper* No 3358, Washington, D.C.

Kurukulasuriya, P., R. Mendelsohn, R. Hassan, J. Benhin, T. Deressa, M. Diop, H. M. Eid, K. Y. Fosu, G. Gbetibouo, S. Jain, A. Mahamadou, R. Mano, J. Kabubo-Mariara, S. El-Marsafawy, E. Molua, S. Ouda, M. Ouedraogo, I. Se'ne, D. Maddison, S. Niggol Seo, A. Dinar (2006), "Will African agriculture survive climate change?", *The World Bank Economic Review*, 20 (3): 367-388.

Lai, C., S. Hu and V. Wang (1996), "Commodity price dynamics and anticipated shocks", *American Journal of Agricultural Economics* 78: 982-90.

Lecocq, P-E. et F. Courleux (2011), "Vers la définition d'un nouveau cadre de régulation de marchés dérivés de matières premières agricoles", *Centre d'Etudes et de Prospective Document de travail* No 3, Paris.

Lee, J., D. A. Nadolnyak and V. M. Hartarska (2012), "Impact of climate change on agricultural production in Asian countries: Evidence from panel study", Annual Meeting, February 4-7, 2012, Birmingham, Alabama. Southern Agricultural Economics Association. <http://ideas.repec.org/p/ags/saea12/119808.html>.

Lerin F., S. Lemeilleur and M. Petit (2009), "Volatilité des prix internationaux agricoles et alimentaires et libéralisation en Afrique du Nord", In: Abis S., Blanc P., Lerin F. et al. (eds.), Paris: CIHEAM.

Lippert, C., T. Krimly, J. Aurbacher (2009), "A Ricardian analysis of the impact of climate change on agriculture in Germany", *Climatic Change* 97: 593-610.

Malthus, T. (1992) "An essay on the principle of population ; or a view of its past and present effects on human happiness ; with an inquiry into our prospects respecting the future removal or mitigation of the evils which it occasions", *Population* 47 (1): 245-247.

Maxwell, S. (1996), "Food security: a post-modern perspective", *Food Policy* 21 (2): 155-170.

Messer, E., M. J. Cohen and J. D'Costa (1998), "Food from peace: Breaking the links between conflict and hunger", *IFPRI 2020 Vision Discussion Paper No 24*, Washington, D.C.

Meyer, J., and S. von Cramon-Taubadel (2004), "Asymmetric price transmission: A survey", *Journal of Agricultural Economics* 55 (3): 581-611.

Meyer, J., and S. von Cramon-Taubadel (2004), "La robustesse des tests de transmission asymétrique des prix en présence de changements structurels", *Economie Rurale* 283-284 : 10-26.

Mignon, V., and S. Lardic (2002), "Econométrie des séries temporelles macroéconomiques et financiers", Editions Economica, Paris.

Minot, N. (2010), "Transmission of world food price changes to African markets and its effect on household welfare", Paper presented at the Comesa Policy Seminar "Food price variability: Causes, consequences, and policy options" on 25-26 January 2010 in Maputo, Mozambique. Under the Comesa-MSU-IFPRI African Agricultural Markets Project.

Minot, N., and F. Goletti (2000), "Rice market liberalization and poverty in Viet Nam", IFPRI Research Report No 114, Washington, D.C.

Minot, N., and L. Daniels (2002), "Impact of global cotton markets on rural poverty in Benin", *IFPRI MSSD Discussion Paper No 48*, Washington, D.C.

Mitchell, T. D. (2004), "The gridded data-set, CRU TS 2.10".

http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_2.10.

Mitchell, T. D. (2008), "A note on rising food prices", *World Bank Policy Research Working Paper No 4682*, Washington D.C.

Mundlak, Y., and D. Larson (1992), "On the transmission of world agricultural prices", *The World Bank Economic Review* 6 (3): 399-422.

Nhemachena, C., R. M. Hassan and P. Kurukulasuriya (2010), "Measuring the economic impact of climate change on African agricultural production systems", *Climate Change Economics* 1 (1): 35-55.

Nouve, K., and Q. Wodon (2008), "Impact of rising rice prices and policy responses in Mali: simulations with a dynamic CGE model," *Policy Research Working Paper Series* No 4739, Washington D.C.

Ophuls, W., and A. S. Boyan (1992), "Ecology and the politics of scarcity revisited: The unraveling of the American dream", W.H. Freeman (eds.), New York.

Ouedraogo, M., Y. Dembélé et D. Dakouo (2005), "Problématique de la commercialisation du paddy et stratégies d'adaptation des producteurs dans les grands périmètres irrigués de l'ouest du Burkina Faso". Article présenté à l'Atelier régional sur les politiques agricoles et sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest, Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO), du 7 au 9 novembre 2005, Cotonou, Bénin.

Ouedraogo, M., S. Ouedraogo et M. Kaboré (2011), "Analyse de la compétitivité de la filière riz au Burkina Faso", Programme de Renforcement et de Recherche sur la Sécurité Alimentaire en Afrique de l'Ouest Rapport final No 5, Ouagadougou.

Pelletier, D. L, E. A. Frongillo Jr, D. G. Schroeder and J. P. Habicht (1994), "A methodology for estimating the contribution of malnutrition to child mortality in developing countries", *The Journal of nutrition* 124 (10 Supplement): 2106S-2122S.

Piesse, J., and C. Thirtle (2008), "Three bubbles and a panic: An explanatory review of recent food commodity price events", *Food Policy* 34: 119-129.

Piot-Lepetit I., and R. M'Barek (2011), "Methods to analyze agricultural commodity price volatility", in Piot-Lepetit I. and R. M'Barek (eds.), *Methods to analyze agricultural commodity price volatility*, New York: Springer, 1-11, chapter 1.

Quiroz, J., and R. Soto (1995), "International price signals in agricultural prices: Do governments care?", *ILADES Documento de investigacion* No 88, Georgetown University, Santiago.

Rapsomanikis, G., D. Hallam and P. Conforti (2004), "Intégration des marchés et transmission des prix pour certains marchés de cultures vivrières et commerciales de pays en développement : analyse et applications", *FAO Rapport sur les marchés des produits 2003-2004*, Rome.

Ravallion, N. (1986), "Testing market integration", *American Journal of Agricultural Economics* 68 (1): 102-109.

Ravallion, M. (2008), "Evaluating anti-poverty programs", Forthcoming in *Handbook of Development Economics Volume 4*, edited by Robert E. Evenson and T. Paul Schultz, Amsterdam, North-Holland.

Réseau des Systèmes d'information des Marchés en Afrique de l'Ouest (2011) "Statistiques des prix des agences officielles de l'Afrique de l'Ouest". <http://www.resimao.org/html>

Reutlinger, S. (1986), "Poverty and hunger: Issues and options for food security in developing countries", *World Bank Policy Study*, Washington, D.C.

Ridler, D., and C. A. Yandle (1972), "A simplified method for analyzing the effects of exchange rate changes on exports of a primary commodity", *IMF Staff Paper* 19: 559-578, Washington, D.C.

Ringler, C., X. Cai, J. Wang, A. Ahmed, Y. Xue, Z. Xu, E. Yang, J. Zhao, T. Zhu, L. Cheng, F. Yongfeng, F. Xinfeng, G. Xiaowei and L. You (2010) "Yellow river basin: Living with scarcity", *Water International* 35 (5): 681-701.

Ringler, C., T. Zhu, X. Cai, J. Koo and D. Wang (2010), "Climate change impacts on food security in Sub-Saharan Africa - Insights from comprehensive climate change scenarios", *IFPRI Working Paper* No 1042, Washington, D.C.

Roberts, J. M., D.J. Stockton and C. S. Struckmeyer (1994), "Evidence on the flexibility of prices", *Review of Economics and Statistics* 76 (1): 142-150.

Robertson, J. C., and D. Orden (1990), "Monetary impacts on prices in the short and long run: Some evidence from New Zealand", *American Journal of Agricultural Economics* 72: 160-171.

Robles, M., M. Torero and J. von Braun (2009), "When speculation matters", *IFPRI Policy Brief* No 57, Washington, D.C.

Saghalian, S. H., M. R. Reed and M. A. Marchant (2002), "Monetary Impacts and Overshooting of Agricultural Prices in an Open Economy", *American Journal of Agricultural Economics* 84: 90-103.

Sarris, A. (2008), "Agricultural commodity markets and trade: Price spikes or trends?", Paper presented at the conference on "The Food Crisis of 2008: Lessons for the Future", Held at Imperial College, Wye Campus, London, October 28.

Schmidhuber, J. (2006), "Impact of increased biomass use on agricultural markets, prices and food security: A longer term perspective", FAO, Global Perspectives Unit, Rome.
<http://www.fao.org/ESD/pastgstudies.html>

Schuh, G. E. (1974), "The exchange rate and U.S. agriculture", *American Journal of Agricultural Economics* 56: 1-13.

Sen, A. (1983a), "Poverty and famines: An essay on entitlement and deprivation", Oxford University Press.

Sen, A. (1983b), "Poverty and famines: An essay on entitlement and deprivation", Oxford University Press.

Sen, A. (2000), "Democracy as a universal value", *American Educator* 24 (2): 16-22, 50-52.

Sexton, R., C. Kling and H. Carman (1991), "Market integration, efficiency of arbitrage, and imperfect competition: Methodology and application to U.S. celery", *American Journal of Agricultural Economics* 73 (3): 568-580.

Simon, J. L. (1998), "The Ultimate Resource 2", Princeton University Press.

Singh, I., L. Squire and J. Strauss (1986), "Agricultural Household Models - Extensions, Applications and Policy", The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Smith, L. C., and L. J. Haddad (2000), "Explaining child malnutrition in developing countries: a cross-country analysis", IFPRI Research report, Washington, D.C.

<http://ideas.repec.org/p/fpr/resrep/111.html>.

Soros, G., (2008) "Testimony before the U.S. Senate commerce committee oversight hearing on FTC advanced rulemaking on oil market manipulation", Washington, DC.

<http://futuresasia.blogspot.fr/2008/06/george-soros-testimony.html>

Stock, J. H., and M. W. James (1993), "A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems", *Econometrica* 61 (4): 783-820.

Subervie, J. (2008), "Rupture et asymétrie dans la transmission des prix agricoles mondiaux", *CERDI Etudes et Documents* No 22, Clermont-Ferrand.

Trnka, M., J. Eitzinger, M. Dubrovský, D. Semerádová, P. Štěpánek, P. Hlavinka, J. Balek, P. Skalák, A. Farda, H. Formayer, and Z. Žalud (2010), "Is rainfed crop production in central Europe at risk? Using a regional climate model to produce high resolution agroclimatic information for decision makers", *Journal of Agricultural Science* 148: 639-656

Tweeten, L. G. (1997), "Promoting third-world development and food security", In Luther G. Tweeten and Donald G (eds.), McClelland, Wesport.

Ulimwengu, J., and R. Ramadan (2009), "How does food price increase affect Ugandan households?: An augmented multimarket approach", *IFPRI Discussion Paper* No 00884, Washington, D.C.

United Nations Development Programme (1994), "Human Development Report", Oxford University Press.

United Nations Development Programme (2011), "The Millennium Development Goals Report", Annual Report, United Nations, New York.

http://www.un.org/millenniumgoals/11_MDG%20Report_EN.pdf

Varian, H. R. (2008), "Microeconomic analysis", 3rd edition, University of California at Berkeley, W.W. Norton & Company, New York.

Von Braun, J., and G. Tadesse (2012), “Global food price volatility and spikes: An overview of costs, causes and solutions”, *ZEF-Discussion Papers on Development Policy* No. 161, Bonn.

Von Braun, J. (2008), “High rising food prices: why, who is affected how, and what should be done?”, Presented at a U.S. Agency for International Development (USAID) conference on “Addressing the Challenges of a Changing World Food Situation: Preventing Crisis and Leveraging Opportunity” Washington, D.C. April 11.

<http://www.ifpri.org/sites/default/files/pubs/presentations/20080411jvbfoodprices.pdf>

Von Cramon-Taubadel, S. (1998), “Estimating asymmetric price transmission with the error correction representation: An application to the German pork market”, *European Review of Agricultural Economics* 25: 1-18.

Wheeler, D. (2011), “Quantifying vulnerability to climate change: Implications for adaptation assistance”, *Center for Global Development Working Paper* No 240, Washington, DC.

Wiesmann, D. (2004), "Concept and analyses of food insecurity and undernutrition at country levels", *Development Economics and Policy*, Vol. 39, In Peter Lang (eds.), edited by Franz Heidhues and Joachim von Braun.

Wiesmann, D. (2006) "Global hunger index: A basis for cross-country comparisons", International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.

<http://www.ifpri.org/sites/default/files/pubs/pubs/ib/ib47.pdf>

Williams, J., and B. D. Wright (1991), “Storage and commodity markets”, Cambridge University Press.

Wodon, Q., and H. Zaman (2008), “Rising food prices in Sub-Saharan Africa: Poverty impact and policy responses”, *World Bank Policy Research Working Paper* No 4738, Washington, D.C.

Wodon, Q., C. Tsimpo, P. Backiny-Yetna, G. Joseph, F. Adoho and H. Coulomb (2008), “Potential Impact of higher food prices on poverty: Summary estimates for a dozen West and Central African countries”, *Policy Research Working Paper* No 4745, The World Bank, Washington, D.C.

Bibliographie

World Bank (2007), "World development report 2008: Agriculture for development", Washington, D.C.

http://wdronline.worldbank.org/worldbank/a/c.html/world_development_report_2008/back_matter/WB.978-0-8213-6807-7.back

World Bank (2008), "Addressing the food crisis: The need for rapid and coordinated action", Background paper for the Group of Eight Meeting of Finance Ministers, Osaka, June 13-14, Washington, DC.

http://www.worldbank.org/html/extdr/foodprices/pdf/G8_foodpricepaper.pdf

World Bank (2011), "World development indicators", Washington, D.C.

<http://data.worldbank.org/indicator>

World Bank (2012), "World Bank Commodity Prices Data (Pink Sheet)", Washington, D.C.

<http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTDECPROSPECTS/0,,contentMDK:21574907~menuPK:7859231~pagePK:64165401~piPK:64165026~theSitePK:476883,00.html>

World Bank (2013), "World Bank Group Agricultural Action Plan 2013-2015", Washington, D.C.

http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2013/03/28/000350881_20130328122947/Rendered/PDF/763040BR0SecM20Official0Use0Only090.pdf

Bibliographie

Table des matières

Introduction générale.....	4
-----------------------------------	----------

Chapitre 1 : Origines de la hausse des prix alimentaires sur les marchés internationaux	13
--	-----------

1. INTRODUCTION	17
2. EVOLUTION DES PRIX AGRICOLES SUR LES MARCHES INTERNATIONAUX	18
3. ORIGINES DE LA HAUSSE DES PRIX ALIMENTAIRES INTERNATIONAUX	22
3.1. Hausse du prix du pétrole	22
3.2. Fluctuations du taux de change du dollar américain.....	24
3.3. Effet des chocs monétaires sur les prix alimentaires.....	25
3.4. Croissance des revenus dans les pays émergents et les pays développés.....	26
3.5. Faible niveau des ratios d'utilisation des stocks.....	27
3.6. Développement de l'investissement financier sur les marchés des produits de base	28
3.7. Politiques de restriction des exportations	30
3.8. Chocs climatiques	31
4. ANALYSE EMPIRIQUE DES CAUSES DE LA HAUSSE DES PRIX ALIMENTAIRES	32
4.1. Méthode d'analyse	33
4.1.1. Données.....	33
4.1.2. Tests de stationnarité et de cointégration.....	35
4.2. Résultats d'estimations.....	36
4.2.1. Tests de racine unitaire et dynamique de long terme.....	36
4.2.2. Test de cointégration et estimation de la dynamique de court terme	38
5. CONCLUSION	39

Chapitre 2 : Transmission des chocs de prix internationaux : le cas du riz au Burkina Faso.....	45
--	-----------

1. INTRODUCTION	49
2. REVUE DE LA LITTÉRATURE EMPIRIQUE.....	52
2.1. Approches traditionnelles.....	52
2.2. Transmission asymétrique des prix	54
3. APPLICATION AU MARCHÉ DU RIZ AU BURKINA FASO	57
3.1. Filière du riz importé au Burkina Faso.....	57
3.2. Statistiques descriptives des prix du riz au Burkina Faso.....	59
4. STRATEGIE D'ESTIMATION ECONOMETRIQUE.....	62
4.1. Tests standards de stationnarité et de cointégration.....	62
4.2. Modélisation de la transmission asymétrique	64
5. RESULTATS ECONOMETRIQUES	66
5.1. Données et tests de stationnarité.....	66
5.2. Tests de cointégration des séries de prix.....	67
5.3. Tests de cointégration asymétrique	68
6. CONCLUSION	72

ANNEXES.....	74
Chapter 3: Impact of rising world rice prices on poverty and inequality in Burkina Faso	76
.....	
1. INTRODUCTION	80
2. EMPIRICAL LITERATURE REVIEW	83
3. METHODOLOGY AND DATA.....	85
3.1. <i>Methodology</i>	85
3.1.1. Measuring of the impact of rising rice prices on real income	85
3.1.2. Measuring the impact of rising rice prices on poverty.....	89
3.1.3. Measuring the impact of higher prices on income inequality	91
3.2. <i>Data</i>	92
4. CONSUMPTION AND PRODUCTION OF RICE IN BURKINA FASO.....	92
5. POVERTY DISTRIBUTION IN BURKINA FASO	97
6. RESULTS	101
6.1. <i>Net benefit ratio by region and location</i>	101
6.2. <i>Impact of higher rice prices on the welfare of households</i>	103
6.2.1. Impact of higher rice prices on real income	103
6.2.2. Impact of higher rice prices on poverty	105
6.2.3. Impact of higher rice prices on income inequality.....	109
7. CONCLUSION	116
Chapter 4: Climate variability and food security in developing countries.....	133
1. INTRODUCTION	137
2. RELATIONSHIP BETWEEN CLIMATE VARIABILITY AND FOOD SECURITY.....	140
2.1. <i>Concepts of food security and climate variability</i>	140
2.1.1. Concept of food security	140
2.1.2. Concepts of climate variability.....	141
2.2. <i>Looking for food security and climate variability indicators</i>	141
2.2.1. Indicators of food security.....	141
2.2.2. Indicators of climate variability.....	143
2.3. <i>Causes of food insecurity</i>	144
2.3.1. The production-based approach	144
2.3.2. The market-based approach.....	145
2.3.3. Institutional failures.....	147
2.4. <i>How does climate variability matter for food security?</i>	148
3. EMPIRICAL ANALYSIS	150
3.1. <i>Empirical model</i>	150
3.2. <i>Data sources and description of variables</i>	151
4. RESULTS	154
4.1. <i>Results of baseline equation</i>	154
4.2. <i>Heterogeneity of the impact of climate variability</i>	158
4.2.1. The importance of civil conflicts.....	158
4.2.2. The importance of food price shocks vulnerability	160
4.3. <i>Robustness checks</i>	162
4.3.1. Using another data source on climate.....	162
4.3.2. Inertia of food security	162
4.3.3. Alternative indicator of food security.....	165
4.3.4. Heterogeneity for African countries	167

Table des matières

5. CONCLUSION	169
APPENDICES	171
Conclusion générale	174
Bibliographie.....	179

Liste des figures

Figure 1.1 : Evolution des prix alimentaires sur les marchés internationaux (2005=100), 1960Q1-2010Q4.....	19
Figure 1.2: Evolution de l'indice des prix alimentaires et du prix du pétrole (2005=100), 1960Q1-2010Q4.....	20
Figure 1.3: Evolution de l'indice des prix alimentaires (2005=100) et du taux de change effectif réel du dollar américain, 1960Q1-2010Q4.....	21
Figure 1.4 : Stocks mondiaux de céréales en pourcentage de la consommation annuelle mondiale de céréales.....	28
Figure 1.5 : Chronologie des mesures de restriction aux exportations de riz.....	31
Figure 2.1: Importations de riz au Burkina Faso, 1990-2003.....	58
Figure 2.2: Prix international du riz et prix sur les marchés au Burkina Faso, 1995-2010.....	60
Figure 3.1: International rice price and domestic rice prices, 2005-2010.....	81
Figure 3.2: Proportion of rural households growing and selling rice by region.....	93
Figure 3.3: Proportion of rural households growing and selling rice by income group.....	93
Figure 3.4: Proportion of rice consumers by location.....	94
Figure 3.5: Proportion of rice consumers by region.....	94
Figure 3.6: Proportion of rice consumers by income group.....	95
Figure 3.7: Average budget share by location.....	96
Figure 3.8: Average budget share by region.....	96
Figure 3.9: Average budget share by income group.....	97
Figure 3.10: Proportion of net consumers and producers (South-Western region).....	111
Figure 3.11: Proportion of net consumers and producers (North region).....	111

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Description et Sources des variables trimestrielles (1960-2010).....	34
Tableau 1.2 : Tests de racine unitaire sur données mensuelles, 1960-2010.....	36
Tableau 1.3 : Estimation de la relation de long terme (équation 1.1).....	38
Tableau 1.4 : Estimation du modèle à correction d'erreur standard (équation 1.2).....	39
Tableau 2.1: Statistiques descriptives des prix international et nationaux, 1995-2009.....	61
Tableau 2.2 : Tests de racine unitaire sur données mensuelles, Sankaryaré, oct.1995-déc.2009.....	66
Tableau 2.3 : Tests de racine unitaire sur données mensuelles, Dori oct.1995-déc.2009.....	67
Tableau 2.4: Relation de long terme entre le prix international et le prix de marché.....	67
Tableau 2.5 : Modèle à correction d'erreur standard.....	68
Tableau 2.6: Modèle TAR sur les résidus de l'équation de long terme pour un seuil nul.....	70
Tableau 2.7: Modèle de prix à correction d'erreur asymétrique pour un seuil nul.....	70
Tableau 2.8: Modèle TAR avec détermination endogène du seuil.....	71
Tableau 2.9: Modèle à correction d'erreur asymétrique avec détermination endogène du seuil.....	72
Table 3.1: Poverty profile by location and by region (per capita consumption).....	99
Table 3.2: Poverty profile by location and by region (per adult equivalent consumption).....	100
Table 3.3: Rice production, rice consumption and net position in rice.....	102
Table 3.4: Impact of higher rice prices on real income.....	104
Table 3.5: Impact of higher rice prices on headcount poverty index (per capita consumption).....	107
Table 3.6: Impact of higher rice prices on headcount poverty index (per adult equivalent consumption).....	108
Table 3.7: Impact of higher rice prices on income inequality (per capita consumption).....	112
Table 3.8: Impact of higher rice prices on income inequality (per Adult Equivalent consumption).....	113
Table 3.9: Impact of higher rice prices on income inequality (per capita consumption).....	114
Table 3.10: Impact of higher rice prices on income inequality (per adult equivalent consumption).....	115
Table 4.1: Impacts of rainfall variability on food supply.....	155

Liste des figures et tableaux

Table 4.2: Impacts of rainfall variability on food supply: adding control variables (FE model).....	157
Table 4.3: impact of rainfall variability on food security: importance of civil conflicts.....	159
Table 4.4: impact of rainfall variability on food security: vulnerability to food price shocks.....	161
Table 4.5: Impact of rainfall variability on food security: using another database on climate.....	163
Table 4.6: Impact of rainfall variability on food security: inertia of food supply.....	164
Table 4.7: Impact of rainfall variability on proportion of undernourished people.....	166
Table 4.8: Impact of rainfall instability on food security in African Countries.....	168