



THÈSE DE DOCTORAT

Pour l'obtention du grade de

DOCTEUR EN ECONOMIE

Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
UFR des Sciences Sociales

Diplôme National - Arrêté du 7 août 2006

ÉCOLE DOCTORALE DES CULTURES, RÉGULATIONS, INSTITUTIONS ET
TERRITOIRES (ED CRIT - ED 538)

DOMAINE DE RECHERCHE : ÉCONOMIE

Présentée par

Rémi Generoso

Le rôle des transferts de fonds dans un contexte de variabilité climatique: le cas des pays d'Afrique de l'Ouest

Directeur de thèse: **Cécile Couharde**
Professeur des Universités, Paris X-Nanterre

Co-direction: **Christophe Guilmoto**
Directeur de Recherche, IRD

Soutenu le 16 Décembre 2013
Devant la Commission d'Examen

JURY

Mme Cécile Couharde	Professeure des Universités, Paris X-Nanterre	Directrice
M. Christophe Guilmoto	Directeur de Recherche, IRD	Co-directeur
M. El Mouhoub Mouhoud	Professeur des Universités, Paris Dauphine	Rapporteur
Mme Flore Gubert	Chargée de Recherche HDR, IRD	Rapporteuse
Mme Valérie Mignon	Professeure des Universités, Paris X-Nanterre	Examineur
M. Vincent Geronimi	Maitre de conférences HDR, UVSQ	Président

*« Les choses changent. Mais si vite...
Est-ce que les habitudes des hommes pourront suivre ? »*

Isaac Asimov

*À ma famille,
À Lore,*

Remerciements

Je souhaite en premier lieu remercier Madame Cécile Couharde, Professeure des Universités à l'Université de Paris Ouest Nanterre - La défense, pour avoir accepté de diriger cette thèse, pour m'avoir à la fois guidé et laissé une grande liberté dans mes recherches. Je vous remercie pour le soutien et la confiance que vous m'avez accordé tout au long de cette thèse.

Je tiens à remercier Monsieur Christophe Z Guilmoto, Directeur de Recherche à l'IRD, qui a co-encadré cette thèse. Ses relectures et ses conseils avisés m'ont été d'une grande aide dans l'élaboration ainsi que la rédaction de cette thèse.

Mes remerciements vont également à Monsieur le Professeur El Mouhoub Mouhoud de l'Université Paris-Dauphine ainsi qu'à Madame Flore Gubert, chargée de Recherche HDR à l'IRD, pour avoir accepté de rapporter cette thèse.

Je tiens également à remercier Madame Valérie Mignon, Professeure des Universités à l'Université de Paris Ouest Nanterre - La défense ainsi que Monsieur Vincent Geronimi, Maître de Conférence HDR à l'Université de Versailles - Saint Quentin en Yvelines, pour avoir accepté de participer au jury et d'évaluer mes recherches dans le cadre de cette thèse de Doctorat.

Mes remerciements vont également à tous les membres de mon laboratoire de rattachement, le « Centre d'études sur la mondialisation, les conflits, les territoires et les vulnérabilités » (CEMOTEV). Je tiens à remercier Audrey Aknin, Jessy Tsang King Sang, Jean Cartier-Bresson, Géraldine Froger, Laurent Dalmas, Frédéric Leriche, Vincent Geronimi ainsi que tous les doctorants du CEMOTEV.

Remerciements

Je tiens à remercier une nouvelle fois Vincent Geronimi pour nos nombreuses discussions de recherche et l'intérêt qu'il a porté à l'égard de mes travaux.

Merci à mes parents, à Gilles, Véronique, mon frère Romain ainsi que ma sœur, Fanny. Je vous remercie pour m'avoir autant aidé et soutenu tout au long de cette thèse et de ces longues années d'études. Merci à tous mes amis, pour votre soutien mais aussi votre patience tout au long de ces quatre années de thèse. Merci à Clément Martin, Nicolas Macassian, Bertrand Ladevèze, Jonathan Attard, Joris Worrel, Jonathan Albrieux, Adrien Daoudal, Aurélien Martin, Pierre Emmanuel Martin.

Enfin, je ne peux terminer ces remerciements sans te remercier, Lore. Cette thèse t'est dédiée.

Table des matières

Table des figures	v
Liste des tableaux	vii
Introduction générale	1
1 Les migrations climatiques : une préoccupation grandissante	2
1.1 De la notion de <i>réfugié climatique</i>	2
1.2 ... au <i>migrant environnemental</i>	4
2 Les réponses des ménages à la variabilité climatique	6
2.1 Les stratégies de gestion des risques climatiques	6
2.2 Les enseignements des théories économiques de la migration	9
3 Variabilité climatique, migration et transferts de fonds en Afrique de l’Ouest .	15
3.1 Le contexte climatique : entre risques et incertitudes	15
3.2 Migration et transferts de fonds : un état des lieux	20
4 Objectifs et principaux résultats de la thèse	27
Bibliographie	33
I Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali	41
Introduction	42
1 Transferts de fonds et risques climatiques : une revue de la littérature	44
1.1 Exposition aux aléas climatiques et gestion des risques	44

Table des matières

1.2	Les transferts de fonds comme stratégies de gestion des risques climatiques	52
2	Chocs sur le revenu et transferts de fonds : aspects théoriques et méthodologiques	56
2.1	Les comportements de transferts de fonds	56
2.2	Réponse des transferts de fonds aux chocs sur le revenu	61
2.3	Tests empiriques et contraintes méthodologiques	67
3	Variabilité des précipitations et transferts de fonds : le cas du Mali	72
3.1	Présentation de la méthodologie d'estimation	72
3.2	Données	74
3.3	Résultats	80
3.4	Robustesse	86
	Conclusion	89
	Bibliographie	91
II	Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali	99
	Introduction	100
1	Transferts de fonds et sécurité alimentaire	104
1.1	Les définitions de la sécurité alimentaire	104
1.2	Le rôle des actifs dans l'accès aux aliments	107
1.3	L'influence des transferts de fonds sur la consommation alimentaire et la nutrition	114
2	Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali	118
2.1	Indicateur d'insécurité alimentaire	118
2.2	Modèle empirique	128
2.3	Résultats	137
2.4	Validité et robustesse	155
	Conclusion	162
	Bibliographie	165

III Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique	173
Introduction	174
1 Revue de la littérature	177
1.1 Chocs climatiques et fluctuations de PIB	177
1.2 Impacts macroéconomiques des transferts de fonds	182
2 Modèle empirique	186
2.1 Spécification du modèle PVAR	186
2.2 Données	188
2.3 Tests de racine unitaire et de cointégration sur données de panel	191
3 Résultats	196
3.1 Exposition aux chocs et réponse des transferts de fonds	197
3.2 Impact macroéconomique des transferts de fonds	200
3.3 Robustesse	204
Conclusion	218
Bibliographie	221
Conclusion générale et perspectives	229
3.1 Conclusion générale	230
3.2 Perspectives de recherche	233
Bibliographie	237
Annexe	239
A.1 Statistiques descriptives et diagnostic de multicolinéarité.	240
A.2 Consommation de céréales au Mali : résultats d'enquêtes (1985/1986).	241
A.3 Évaluation de la cohérence interne et critère de choix des facteurs après Analyse Factorielle.	242
A.4 Classes d'insécurité alimentaire	244
A.5 Méthode des distances orthodromiques	244
A.6 Matrice des corrélations	245
A.7 Séries temporelles modélisées par filtrage de Kalman.	248
A.8 Modèles à changements de régime markoviens.	249
A.9 Précipitations modélisées à partir du filtre de Kalman	250
A.10 Stabilité du modèle PVAR et choix du nombre de retard	252

Table des matières

A.11	Résultats du modèle PVAR à effets fixes	253
------	---	-----

Table des figures

1	Impact des événements climatiques et déplacement des populations	6
2	Evolution des indices pluviométriques décennaux de 1960 à 1998	18
3	Évolution de l'indicateur standardisé des précipitations au Sahel entre 1950 et 2006	19
4	Évolution des transferts de fonds et des investissements directs à l'étranger au Mali, Sénégal et Côte d'Ivoire	25
I.1	Répartition des cinq principaux chocs vécus par les ménages au Mali en 2005 (pourcentage des ménages cumulatif)	47
I.2	Stratégies les plus couramment utilisées par les ménages afin de répondre aux chocs (pourcentage des ménages cumulatif)	50
I.3	Relation d'endogénéité entre le revenu et les transferts de fonds	73
II.1	Évolution de la production disponible, de la consommation apparente et des importations céréalières au Mali entre 1999 et 2009	101
II.2	Formes et incidences des chocs sur la consommation alimentaire	108
II.3	Mesure de la pauvreté basée sur un indicateur synthétique d'actifs.	111
II.4	Mesure de la vulnérabilité basée sur un indicateur synthétique d'actifs.	112
II.5	Répartition des ménages dans les classes d'insécurité alimentaire.	127
II.6	Indicateurs de variabilité inter-annuelle (a) et intra-annuelle (b) des préci- pitations, Mali	136
II.7	Probabilités prédites selon la valeur de l'indicateur de variabilité inter-annuelle des précipitations	149

Table des matières

II.8	Probabilités prédites selon la valeur de l'indicateur de variabilité intra-annuelle des précipitations	150
II.9	Probabilités prédites selon le nombre d'équipements agricoles	151
III.1	Précipitations modélisées à partir d'un modèle à changement de régime markovien.	191
III.2	Réponses du PIB et de la valeur ajoutée agricole aux chocs sur les précipitations (modèle PVAR avec effets fixes)	198
III.3	Réponse des transferts de fonds aux chocs sur les précipitations (modèle PVAR avec effets fixes)	200
III.4	Réponse du PIB et de la valeur ajoutée agricole aux chocs sur les transferts de fonds (modèle PVAR avec effets fixes)	202
III.5	Réponse des importations aux chocs sur les transferts de fonds (modèle PVAR avec effets fixes)	211
III.6	Décomposition de l'erreur de prévision de la variance selon le niveau de précipitations	212
III.7	Décomposition de l'erreur de prévision de la variance selon l'Indice Standardisé des Précipitations	214
III.8	Réponses des importations agricoles aux chocs positifs sur les transferts de fonds pour des valeurs fixes des totaux pluviométriques annuels	216
III.9	Réponses des importations agricoles aux chocs positifs (+1 écart-type) sur les transferts de fonds selon plusieurs valeurs de l'Indicateur Standardisé des Précipitations (SPI)	217
A.1	Scree plot (sans rotation)	243
A.2	Trajet le plus court sur une sphère.	245
A.3	Composantes cycliques	250
A.4	Composantes tendanciennes	251
A.5	Stabilité du Modèle PVAR	252

Liste des tableaux

1	La succession des régimes du nord au sud	16
2	Migration (effectif en milliers) et indices d'intensité migratoire (en %) entre la Côte d'Ivoire et les pays francophones d'Afrique de l'Ouest, période 1988-1992	22
I.1	Principaux chocs recensés en Mauritanie, 2005	45
I.2	Distribution de la migration par type avant et pendant la grande sécheresse au Mali	55
I.3	Réponse des transferts de fonds à différentes variables selon les différents motifs de la migration	60
I.4	Statistiques descriptives	79
I.5	Impact des chocs pluviométriques sur le revenu agricole : Estimation par les MCO, première étape de la méthode des variables instrumentales.	82
I.6	Résultats de la régression de deuxième étape.	85
I.7	Test d'endogénéité du revenu agricole.	86
I.8	Test d'hétéroscédasticité à partir de la régression IV.	87
I.9	Test d'hétéroscédasticité (valeur ajustée).	88
II.1	Utilisation des transferts de fonds en % des ménages concernés.	118
II.2	Variables indicatrices de la consommation alimentaire et de l'accessibilité alimentaire des ménages	120
II.3	Résultats de l'Analyse Factorielle portant sur la consommation alimentaire.	123
II.4	Résultats de l'Analyse Factorielle portant sur l'accessibilité économique aux aliments.	124

Table des matières

II.5	Définition et caractéristiques des classes d'insécurité alimentaires.	126
II.6	Test de Brant (1990)	130
II.7	Description des variables explicatives	135
II.8	Résultats du modèle Logit à odds partiellement proportionnels.	138
II.9	Moyenne des effets marginaux, régions sahéliennes	143
II.10	Moyenne des effets marginaux, régions soudaniennes	144
II.11	Scénarios	145
II.12	Probabilités estimées	146
II.13	Résultats du modèle logit multinomial, effets marginaux.	154
II.14	Tests de spécification du modèle	156
II.15	Facteur d'inflation de la variance et tolérance	159
II.16	Indice de conditionnement et proportions de décomposition de la variance	160
III.1	PIB et agriculture en Afrique de l'Ouest	178
III.2	<i>Survey</i> de la littérature empirique portant sur l'évaluation des chocs naturels sur le PIB	182
III.3	Tests de racine unitaire	195
III.4	Tests de cointégration	196
III.5	Test de causalité de Granger	206
A.1	Durée moyenne des migrations de courte durée	240
A.2	Gains issus de la migration de courte durée	240
A.3	Transferts de fonds selon le lieu de résidence de l'émigré	240
A.4	Diagnostic de multicollinéarité.	241
A.5	Consommation de céréales au Mali : résultats d'enquêtes (1985/1986).	241
A.6	Cohérence interne et α de Cronbach, règle de décision.	243
A.7	Comparaison des classes d'insécurité alimentaire obtenues par méthode de partitionnement et par classification hiérarchique.	244
A.8	Matrice des corrélations	246
A.9	Règle de décision du choix des retards	252
A.10	Fonctions d'impulsion généralisées, tous les pays	253
A.11	Fonctions d'impulsion généralisées, pays du panel A	254
A.12	Fonctions d'impulsions généralisée, pays du panel B	255
A.13	Décomposition de la variance de l'erreur de prévision	256

Introduction générale

1 Les migrations climatiques : une préoccupation grandissante

1.1 De la notion de *réfugié climatique*...

Au cours des deux dernières décennies, les discussions sur les impacts du changement climatique ont suscité un intérêt croissant de la part des scientifiques sur les connexions s'opérant entre environnement et mouvements migratoires. Nombre d'études et de rapports estiment que les changements environnementaux et le changement climatique constitueront une des principales causes d'augmentation des mouvements de population. En 1990, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a indiqué que l'une des conséquences les plus néfastes du changement climatique pourrait porter sur la migration humaine en causant le départ forcé de millions de personnes (GIEC, 1990). Dès lors, un intérêt croissant a été porté par les organisations internationales sur un statut nouveau, celui de réfugié de l'environnement. En 1985, le terme « réfugiés de l'environnement » apparaît comme titre d'un rapport du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) rédigé par Essam El Hinnawi, universitaire égyptien. Il donne des réfugiés de l'environnement une définition large : « ceux qui sont forcés de quitter leur lieu de vie, temporairement ou de façon permanente, à cause d'une rupture environnementale (d'origine naturelle ou humaine) qui a mis en péril leur existence ou sérieusement affecté leurs conditions de vie ». Par rupture environnementale, l'auteur entend les effets des catastrophes naturelles (sécheresses, famines, inondations, cyclones, tremblements de terre), des dégradations des sols, des politiques d'aménagement du territoire, des accidents industriels ou des guerres. Il évalue à plus de dix millions le nombre de personnes déplacées pour cause environnementale trouvant refuge à l'intérieur comme à l'extérieur de leur pays.

Dès 1990, une publication émanant du premier rapport des Nations Unies sur le changement climatique renforce la préoccupation internationale sur l'émergence de ce nouveau type de réfugiés (Kliot, 2004). Lors de la Conférence Mondiale sur la Population au Caire, en 1994, la menace d'un afflux incontrôlé de migrants et d'indigents qui envahiraient les pays industrialisés a été mise en avant si aucune mesure de préservation environnementale n'était prise. Au cours de la Conférence de Kyoto de 1997 puis celle de La Haye en 2000, les risques de fortes migrations liées aux effets du réchauffement de la planète ont été à nouveau évoqués. Le Haut-commissariat des Nations Unies pour les Réfugiés (HCR) mentionne pour la première fois en 1997 cette catégorie de réfugiés. Il est question des migrations liées

aux changements écologiques suite aux conséquences parfois désastreuses des grands projets de développement menés notamment dans les pays de l'union soviétique. Dans un sens général, les réfugiés de l'environnement sont des populations obligées de quitter leur lieu de résidence dont elles sont tributaires pour leur survie en raison de leur destruction ou de leur dégradation. Les dommages relèvent de causes naturelles et humaines qui souvent s'imbriquent étroitement. Myers et Kent (1995) englobent sous le terme réfugié environnemental « les individus qui ne peuvent maintenir et assurer leur bien être dans la région où ils habitent à cause de facteurs environnementaux ».

Le statut de réfugié de l'environnement n'est toujours pas reconnu officiellement. Si l'émergence des réfugiés environnementaux découle directement de problèmes environnementaux, elle générerait nombre de problèmes politiques, sociaux et économiques principalement en raison de la limite de capacité d'accueil des pays qui constitue une entrave certaine à l'établissement de ce concept. En effet, les estimations et prévisions du nombre de réfugiés environnementaux pour le XXI^{ème} siècle apparaissent pour le moins inquiétantes : « On recense au moins vingt cinq millions de réfugiés de l'environnement aujourd'hui, un chiffre qui doit être comparé aux vingt deux millions de réfugiés traditionnellement reconnus comme tels. Ils sont localisés en Afrique subsaharienne (en particulier au Sahel et dans la Corne de l'Afrique), dans le sous-continent indien, en Chine, au Mexique et en Amérique centrale » (Myers et Kent, 1995).

Près de cent trente cinq millions de personnes auraient été menacées par la désertification de terres en Afrique à la fin des années 1980 (Jacobson, 1988). En 1995, la Croix-Rouge fait état d'environ cinq cent millions de réfugiés pour causes écologiques (Schnabel et Van Geest, 1995). Quant à la Banque Mondiale, elle évalue à vingt cinq millions le nombre de personnes qui, en 1998, se sont déplacées du fait de la dégradation de leur environnement. Selon Myers (2005), « la question des réfugiés environnementaux promet de se placer comme l'une des crises les plus importante de nos temps ». D'après les estimations de Myers (1997), vingt cinq à cinquante millions d'individus auraient été déplacées pour cause de dégradation environnementale à l'horizon 2010. Pour Myers et Kent (1995), le nombre d'individus forcés au déplacement atteindrait cent cinquante à deux cent millions d'individus en 2050. Allison et al. (2009) proposent une estimation encore plus alarmante. Le nombre de réfugiés de l'environnement pourrait atteindre deux cent millions en 2050.

La véracité de ces estimations peut toutefois être remise en question face aux incertitudes portant sur les impacts futurs des changements climatiques ainsi qu'en l'absence de solides fondements théoriques et empiriques sur les moteurs de la migration (Black et al., 2011).

Plusieurs raisons peuvent expliquer les divergences entre ces estimations. Selon Black et al. (2011) et Adamo (2010), ces calculs reposent sur l'estimation de populations faisant face à certains types de dégradation environnementale et l'estimation du nombre de population à risque est loin de représenter le nombre d'individus forcés au déplacement. Une première limite de ces études est donc imputable au concept entourant le lien entre migration et environnement : celui de réfugié de l'environnement. En effet, comme le souligne Piguet (2008), une situation à risque n'implique pas nécessairement un déplacement des populations. Ainsi, une meilleure compréhension des mécanismes liant stress environnementaux et comportement démographique est nécessaire avant d'opérer toute prévision statistique. Ces mécanismes portent, en particulier, sur la mise en place de définitions ainsi que de concepts permettant d'appréhender la complexité de cette relation envisageant la migration comme un processus d'adaptation parmi différentes options possibles (Adamo, 2010).

Ainsi, le concept de réfugié environnemental, bien que de plus en plus médiatisé, mobilise de vifs débats portant sur ses limites conceptuelles (McGregor, 1994 ; Kibreab, 1997). Le débat porte également sur l'identification des membres appartenant à cette catégorie dont la pertinence est d'ailleurs remise en cause :

Par le qualificatif d'environnement accolé à celui de réfugié, on impute à la seule nature la responsabilité du déplacement présent ou futur [...]. Ainsi, la dénomination ne reconstruit pas les conséquences de l'intervention de l'homme sur les milieux de vie ainsi que les dégradations qu'il provoque sur les écosystèmes. Elle occulte donc la diversité et la complexité des motivations des départs (Gonin et Lassailly-Jacob, 2002).

1.2 ... au migrant environnemental

Une autre limite relative au concept de réfugié environnemental a été mise en évidence par une littérature plus récente. Celle-ci concerne l'exclusion de la capacité des individus à s'adapter aux conditions climatiques. Nombres d'études menées au Sahel montrent d'une part, la relation complexe liant environnement et migration et soulignent, d'autre part, la capacité des hommes à anticiper le risque grâce à de nombreux moyens d'adaptation dont la migration fait partie intégrante (Findley, 1994 ; Gonin, 2001 ; Gubert, 2002). Toute stratégie d'anticipation implique alors un choix, un choix non totalement délibéré certes, mais un choix donnant une dimension et une épaisseur aux capacités d'adaptation des individus aux conditions climatiques.

Sur la base de ces réflexions, l'Organisation Internationale pour les Migrations (OIM) propose de définir une nouvelle catégorie de migrants, les migrants environnementaux, définis comme : « les personnes ou groupes de personnes qui, pour des raisons impérieuses liées à un changement environnemental soudain ou progressif influant négativement leurs conditions de vie, sont contraintes de quitter leur foyer habituel ou le quittent de leur propre initiative, temporairement ou définitivement, et qui, de ce fait, se déplacent à l'intérieur de leur pays ou en sortent ». Cette définition englobe donc les personnes déplacées à la suite de catastrophes naturelles ainsi que celles qui choisissent de se déplacer du fait de la détérioration de leur situation. Elle tient également compte de la temporalité et de la spatialité du processus migratoire. Dans le même temps, un consensus se forme dans le monde académique autour de l'influence des conditions environnementales sur les départs en migration. Le type de migration (la distance ainsi que la durée de la migration) résulterait alors de l'intensité des forces physiques en présence mais également de la capacité des populations à faire face aux nouvelles conditions environnementales (Hugo, 1996, Warner et al., 2007 ; Bates, 2002).

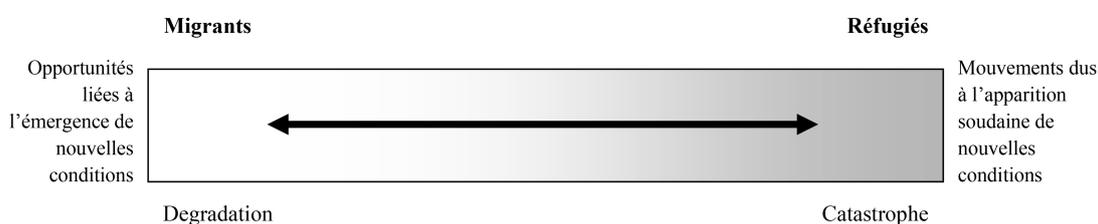
Ainsi, les Nations Unies (2007) proposent une typologie classant les types de migrations environnementales en fonction de la nature des impacts climatiques et du niveau de vulnérabilité des individus concernés¹. L'idée n'est pourtant pas nouvelle, selon Hugo (1996), « La mobilité des populations peut être considérée par sa formation le long d'un *continuum* allant d'une migration totalement choisie, où la décision et la volonté de migrer prédomine ; à une situation de migration forcée, dans laquelle les migrants font face à la mort s'ils choisissent de ne pas partir » (Hugo, 1996). Cependant, ce *continuum* n'envisageait qu'un aspect de la relation migration environnement en considérant que la nature de la migration était uniquement fonction de l'intensité du choc environnemental subi (Figure 1).

Ce changement de paradigme montre toutefois des limites au regard des recherches récentes et des différentes théories de la migration notamment introduite par la « Nouvelle Économie des Migrations de Travail ». Les interactions migration-environnement résultent d'un processus de décision complexe et ne peuvent être appréhendées de façon linéaire. Jónsson (2010) montre, à ce titre, que nombre d'études récentes menées au Sahel négligent la complexité de ces phénomènes en limitant la relation migration-environnement à des conditions d'attraction et de répulsion et en n'accordant que peu de place à la dimension temporelle des

1. Les événements climatiques extrêmes peuvent avoir des impacts directs ou indirects sur les conditions de vie des populations. Ces chocs peuvent également se manifester soudainement, à l'instar des inondations et des tremblements de terres ou plus graduellement, à l'image des sécheresses.

processus en cours. Les études portant sur les migrations environnementales tendent alors à se désolidariser des recherches théoriques et empiriques. De plus, ces études n'accordent qu'une place marginale à la dimension stratégique jouée par les transferts de fonds issus de la migration. Ces versements de transferts de fonds adressés par des personnes migrantes à leurs proches restés dans la région d'origine constituent un phénomène essentiel des relations migration-environnement et un lien primordial entre migration et développement.

Figure 1 – Impact des événements climatiques et déplacement des populations



Source : Hugo, 1996.

2 Les réponses des ménages à la variabilité climatique

« Un des résultats les plus frappants des travaux qualitatifs basés sur des brèves ou plus longues histoires de vie, ainsi que sur d'autres méthodes, est que les pauvres passent la majeure partie de leur vie à essayer de faire face et de survivre à l'infortune récurrente, telle que la maladie, la perte d'emploi, et les mauvaises récoltes. » (Dercon, 2007)

2.1 Les stratégies de gestion des risques climatiques

Les ménages agricoles dans les pays d'Afrique de l'Ouest ont développé des stratégies afin de faire face aux différents risques pesant sur leur revenu. La variabilité climatique constitue un risque élevé étant donné l'importance d'une agriculture céréalière, essentiellement pluviale, notamment dans les franges sahéniennes qui dépendent fortement de la qualité des saisons des pluies (dates de démarrage et longueur de la saison). Ces stratégies sont diverses et peuvent être séparées entre des stratégies relatives aux pratiques agricoles (gestion de la fertilité des sols, les techniques de gestion de l'eau, la diversification des cultures) et des

stratégies de gestion des risques à travers la diversification des sources de revenus, la production et vente d'animaux, ou encore la migration saisonnière.

Les premières études portant sur l'aversion au risque des ménages ruraux (Just et Pope, 1978 ; Antle, 1989) formulaient l'hypothèse très forte que ces derniers ne pouvaient ni s'assurer contre un risque *ex ante* ni lisser leur consommation *ex post*. Dans ces études, l'utilité des ménages dépend de la variabilité du revenu agricole si bien que la variabilité de la consommation suit parfaitement le revenu tiré des rendements agricoles.

Différents travaux, menés à partir de la fin des années 1980, montrent que les ménages ruraux développent différentes stratégies afin de s'assurer contre le risque (Rosenzweig, 1988). Ces études partent du constat que les pays en développement sont caractérisés par une imperfection du marché du capital et par un faible développement du marché de l'assurance, empêchant les populations les plus pauvres de financer des projets d'investissement et de se prémunir contre les conséquences négatives des chocs. Aussi, les ménages agricoles ont développé, dans un univers risqué et en l'absence de marché de l'assurance, des stratégies sophistiquées afin de se prémunir contre les effets négatifs des chocs (Dercon, 2004).

Ces stratégies sont à la fois *ex ante* et *ex post* et ce, via des mécanismes dits *d'adaptation au risque* et de *gestion des risques*. Selon Webb et al. (1992) la distinction entre gestion *ex ante* et adaptation *ex post* permet de résoudre tout problème de confusion entre les notions de gestion des risques et d'adaptation au risque. Ainsi, la gestion du risque est interprétée comme une stratégie délibérée des ménages afin d'anticiper l'incapacité de leurs membres à maintenir leur niveau revenu dans le temps (Walker et al., 1986). Les stratégies d'adaptation sont considérées comme des réponses non anticipées aux catastrophes. Ainsi, le processus de gestion des risques s'apparente à une gestion du revenu *ex ante* alors que l'adaptation se réfère à une gestion *ex post* des moyens de consommation en cas de crise (Carter, 1997).

Deux principaux types de réponses face au risque sur le revenu peuvent être distingués. Une première stratégie dite « gestion des risques » vise à diminuer l'incidence du risque en amortissant l'impact de ce dernier sur le revenu via une épargne inter-temporelle et le soutien d'un réseau communautaire. Ainsi, le ménage peut augmenter son revenu transitoire afin de s'adapter aux chocs futurs (Deaton, 1992). Parallèlement, ces ménages adoptent des comportements d'adaptation qui visent à diminuer directement l'instabilité des revenus après crise ou en cas de crise. Les stratégies mobilisées par les ménages afin de se prémunir des effets négatifs des risques sont fonctions de leur potentiel de gestion et/ou d'adaptation face au risque. En effet, un processus de gestion des risques implique que les ménages s'en-

gagent *ex ante* dans des activités en fonction des risques attachés à chaque source de revenu alors que le processus d'adaptation implique la recherche de nouvelles activités elles-mêmes risquées (transferts provenant de la communauté, dons, vente de bétail, consommation des réserves de nourritures).

Dans les sociétés agricoles, une stratégie de diversification souvent observée consiste à combiner cultures et cheptel ou encore à combiner (et organiser spatialement) différents types de cultures selon leurs périodes de maturité, leurs résistances à la sécheresse ou encore leurs besoins en fertilisants (Dercon, 1996). Ce type de stratégie *in farm* est souvent associée à des stratégies dites *off farm*. Autrement dit, les agriculteurs tirent leurs revenus de leurs exploitations mais s'engagent également dans différentes activités non agricoles (comme la migration). Cette diversification tournée vers les emplois non agricoles permet de décorréler au maximum les revenus et donc les sources de risque entre elles.

Ces stratégies d'adaptation et de gestion des risques se concrétisent en actions multiples mais visent toutes à diversifier un portefeuille d'actifs. Un agriculteur peut, par exemple, diminuer le risque sur son revenu agricole en diversifiant ses récoltes. Ainsi, les gains tirés d'une culture potentiellement plus volumineuse mais également instable d'une année à l'autre peuvent être compensés par l'utilisation d'une autre culture, d'un rendement moyen plus faible mais également beaucoup plus stable. L'efficacité de cette stratégie est grandement déterminée par la covariance des risques. Ainsi, si un agent 1 dispose de deux sources de revenus et que leur covariance est proche de zéro et qu'un agent 2 possède trois sources de revenus toutes fortement corrélées entre elles, alors la stratégie de l'agent 1 sera préférable à celle de l'agent 2. Toutefois, il faut également compter avec l'espérance des gains tirés de ces différentes sources de revenus. En effet, le risque n'est pas le seul déterminant de l'efficacité de la diversification. Supposons, que les gains escomptés par les revenus de l'agent 1 sont très faibles par rapport à ceux de l'agent 2 mais toujours moins risqués. Dans ce cas, la stratégie préférée sera fonction du degré d'aversion pour le risque des agents. Si un individu est averse au risque, il privilégiera une covariance faible. Si l'agent est peu ou pas averse au risque, il préférera, à l'inverse, une espérance élevée.

La plus ou moins grande aversion d'un ménage ou individu pour le risque est directement liée à son potentiel d'adaptation en ce sens qu'un ménage disposant d'un moindre accès aux possibilités d'assurance choisi un portefeuille moins risqué et moins rentable, alors que les autres optent pour un ensemble d'activités plus risquées. Ces choix reflètent donc les contraintes auxquelles les ménages sont confrontés, et pas seulement leurs préférences envers le risque : considérer que ces choix sont guidés par les seules préférences sous-estime

les problèmes rencontrés par les ménages dans leurs tentatives pour faire face aux risques non assurés. Comme Kochar (1995) le remarque, « l'ensemble des choix auxquels les paysans font face laisse peu de place aux préférences ». Le comportement des individus les plus pauvres ayant peu de possibilités d'assurance peut ressembler à celui d'individus naturellement plus averses au risque. C'est bien le manque d'assurance ainsi qu'un ensemble de choix disponibles restreint qui force les individus à prendre moins de risques, renonçant ainsi à certains revenus.

2.2 Les enseignements des théories économiques de la migration

Les théories des migrations internationales distinguent trois types de courants migratoires. Les grands courants de réfugiés, les courants de travailleurs et les migrations touristiques. Les courants de travailleurs se déroulent sur des périodes relativement longues et peuvent concerner des pays très distants tout du moins en comparaison avec les courants de réfugiés. La théorie économique est riche de courants de pensée divers, qui partent de prémisses différentes et parviennent à des conclusions souvent contrastées. Il n'en va pas différemment en matière de migrations, notamment pour l'explication de leur déclenchement.

2.2.1 La théorie néoclassique

Les néoclassiques ont jeté les bases des premières théories migratoires afin d'expliquer les liens existants entre migrations de travail et processus de développement (Lewis, 1954 ; Harris et Todaro, 1970). Selon les modèles néoclassiques ainsi que leurs extensions, la migration résulte de déséquilibres géographiques entre offre et demande sur le marché du travail. Les pays ayant une dotation importante en travail relativement au capital sont caractérisés par des salaires faibles. A contrario, les pays relativement mieux dotés en capital ont un salaire marchand élevé. Ce différentiel de rémunération implique un déplacement de la force de travail du pays à bas salaires vers le pays où les salaires sont plus élevés. À la suite de ce mouvement, l'offre de travail diminue et les salaires augmentent dans le pays moins doté en capital, tandis que l'offre de travail augmente et les salaires chutes dans le pays riche en capital, ce qui, à l'équilibre, crée à un écart salarial international qui reflète seulement les frais de transport international, pécuniaires et psychiques.

L'analyse néoclassique explique les comportements migratoires par des choix individuels formalisé par Sjaastad (1962) à partir du modèle de capital humain formulé par Becker

(1962). La théorie microéconomique néoclassique formule l'hypothèse que le choix de migrer résulte, au préalable, d'un calcul coût-bénéfice qui intègre la valeur actualisée de la différence entre les flux de revenus dans la région d'accueil et la région d'origine nette des coûts financiers (abandon de l'emploi dans la région d'origine), coûts psychologiques et frais de déplacement. L'intensité des débats portant sur le développement au cours des deux décennies suivant la seconde guerre mondiale, alimente nombre de réflexions sur les interactions entre migration des travailleurs et croissance économique. Parmi celles-ci, la migration de la main d'œuvre du secteur agricole vers l'industrie est perçue comme un moyen de lancer les pays les plus défavorisés vers un sentier de croissance auto entretenu. Todaro (1969) propose dans ce sens une extension du modèle proposé par Sjaastad (1962) par l'introduction d'une hypothèse simple et puissante.

Selon Todaro (1969), les emplois en milieu urbain sont plus attractifs qu'en milieu rural. Toutefois, l'entrée sur le marché de l'emploi urbain est contrainte par une demande relativement élevée et par l'ensemble des coûts migratoires sus-mentionnés. Aussi, la recherche d'emploi et de nouvelles opportunités en ville est restreinte à une aire géographique limitée. Le modèle de Todaro (1969) est une reformulation du modèle de Sjaastad (1962) au sein duquel le salaire urbain, connu dans le modèle standard, est remplacé par ses valeurs espérées actualisées. Bien que formulé initialement dans le cadre de l'analyse des migrations intranationales, le modèle de Todaro (1969) peut être appliqué à la migration internationale avec quelques modifications. Borjas (1990) postule l'idée d'un marché international de la migration au sein duquel les migrants potentiels estiment les coûts et avantages de la migration pour chaque destination potentielle. L'individu migre alors vers l'endroit où les rendements espérés actualisés de la migration sont les plus élevés sur la plus longue période de temps. Les revenus nets de chaque période future sont calculés en tenant compte des salaires observés dans la région d'accueil correspondant aux compétences du migrant et en les multipliant par la probabilité d'obtenir un emploi. Ces gains escomptés sont ensuite soustraits de ceux obtenus dans la région d'origine. Formellement, le processus de décision peut être formulé par l'équation suivante :

$$ER(0) = \int_0^n [P_1(t)P_2(t)Y_d(t) - P_3(t)Y_o(t)]e^{rt} dt - C(0) \quad (1)$$

Où $ER(0)$ est les retours espérés de la migration calculés avant le départ du migrant en $t = 0$; t est le temps; $P_1(t)$ est la probabilité d'éviter que le migrant ne soit déporté de la région d'accueil; $P_2(t)$ est la probabilité de trouver un emploi dans la région d'accueil; $P_3(t)$ est la probabilité de trouver un emploi dans la région d'origine; $Y_0(t)$ représente les

gains connus dans la région d'origine et $Y_d(t)$, les gains escomptés si le migrant est employé dans la région d'accueil ; $C(0)$ est le coût total de la migration et r le taux d'actualisation. Ainsi, si $ER(0)$ est positif pour une ou plusieurs destination(s), l'individu migre. Dans le cas contraire, l'individu décide de rester. Si $ER(0) = 0$ alors l'individu est indifférent entre partir et rester.

Une critique souvent formulée à l'égard de l'approche néoclassique des migrations de travail concerne l'absence d'intégration de facteurs de risque et d'information imparfaite. Burda (1995) introduit une incertitude sur le différentiel de salaire et sur les coûts de la migration au sein du modèle formulé dans l'équation (1). Le relâchement des hypothèses d'information parfaite et d'absence de risque conduit les auteurs à formaliser le concept *d'option d'attente* (*option of waiting*). En l'absence d'information suffisante, l'agent serait alors conduit à attendre de disposer d'informations nouvelles sur les gains réels escomptés de la migration. Toutefois, ces extensions ne s'avèrent pas suffisantes afin de capturer les spécificités des pays et notamment des pays les plus pauvres. Le cadre d'analyse néoclassique, séduisant par son bon sens et sa simplicité, a pourtant fait l'objet de contre-vérifications empiriques notamment lorsque des facteurs non économiques sont inclus comme déterminants du processus de décision migratoire (Jobes, Stinner et Wardwell, 1992). Nombre d'auteurs ont également mis en avant le caractère trop généraliste du modèle : « S'il fallait prendre au sérieux les théories du *push-pull*, les courants les plus intenses d'émigration devraient provenir d'Afrique équatoriale ; à l'intérieur de ces pays, les migrants devraient provenir des régions les plus pauvres. Si nous devons prendre les modèles d'offre-demande à la lettre, les migrations devraient suivre, avec un décalage, le cycle économique, et décliner ou s'interrompre pendant les récessions [...]. Ces généralisations [...] ont été constamment démenties par les recherches empiriques » (Portes et Borocz, 1989). Depuis les années 1980, de nouvelles théories migratoires ont été élaborées afin de tenir compte des caractéristiques structurelles des pays en développement. Ces modèles impulsés par la « Nouvelle Économie des Migrations de Travail » constituent un champ d'analyse particulièrement propice à l'analyse des migrations dans un univers risqué et en proie à une forte vulnérabilité aux aléas climatiques.

2.2.2 Un cadre standard élargi : « La Nouvelle Économie des Migrations de Travail »

D'un point de vue micro-économique, le processus de migration a longtemps été analysé uniquement dans le cadre de réponses individuelles aux déséquilibres salariaux entre régions ou entre secteurs économiques. Cependant, ce type d'analyse laisse de côté le rôle des individus, des ménages, de toutes les entités intermédiaires dans la prise de décision des

migrants mais également la dimension stratégique du processus migratoire face au risque. Dans les années 1980 et 1990, la « Nouvelle Économie des Migrations de Travail » (NEMT) émerge sous la forme d'une réponse critique aux théories néoclassiques. La NEMT rejette en effet les hypothèses restrictives formulées par la théorie néoclassique évaluées trop individualistes et trop rigides afin d'appréhender la complexité et la diversité des interactions entre développement et phénomènes migratoires (Massey et al., 1993). Stark (1978 ; 1991) et Stark et Levhari (1982) ont inauguré cette nouvelle approche et redynamisé les études économiques portant sur les migrations en plaçant la décision migratoire comme la résultante de stratégies effectuées à l'échelle des ménages et des familles. Ainsi, cette approche permet d'intégrer des facteurs autres que la maximisation du revenu du migrant dans la décision migratoire.

Stark (1978) et Stark et Levhari (1982) constatent que les ménages ruraux dans les pays en développement sont exposés à différents types de risques et que la migration apparaît dans ce contexte un moyen d'absorber les conséquences négatives liées aux fortes variations des revenus tirés de la production agricole.

Au cours des dernières décennies, l'explication économique des migrations rurales à urbaines dans les pays les moins développés reposait sur le différentiel de salaire espéré [...]. Cela est surprenant étant donné qu'au cours de la même période la notion de risque était au cœur des théories néoclassiques [...] la façon dont la variabilité des salaires ruraux et des futurs salaires dans le milieu urbain doivent être intégrées au calcul du migrant au delà de la seule et unique notion de revenu espéré [...]. Il est suggéré qu'une famille agricole de petite taille, averse au risque, confrontée à une situation à risque de plus en plus importante gère ce risque à travers une diversification de son portefeuille d'actifs en envoyant le membre de son ménage le plus apte à migrer dans le secteur urbain, indépendamment de la production agricole. (Stark et Levhari, 1982, pp. 191-192)

La NEMT modélise les migrations à travers la gestion et le partage des risques à l'échelle des ménages. Selon Stark et Levhari (1982), les ménages diversifient leurs ressources tels que le travail afin de minimiser les risques pesant sur leur revenu. L'hypothèse fondamentale est que les populations, ménages ou familles ne cherchent pas seulement à maximiser leur revenu mais également à minimiser et répartir les risques entre différentes sources de

revenus. Les migrations internes et internationales constituent alors une réponse aux différents risques de perte de revenu étant donné que les transferts de fonds des migrants sont assimilables à une assurance contre les chocs pour les familles restées dans la région d'origine.

Les modèles de la NEMT répondent donc à une limite fondamentale observée dans les modèles standards des migrations basés sur le différentiel de salaires espérés entre les pays. En effet, les modèles de la NEMT permettent d'expliquer l'établissement de mouvements migratoires en l'absence de différentiels de salaires. A ce titre, Lucas et Stark (1985) montrent que la migration est pareto-optimale lorsqu'un membre du ménage part en migration car la migration est alors un moyen de diversifier les risques de façon à lisser la consommation du ménage en cas de choc mais elle permet également de relever les différentes contraintes et défaillances des marchés du crédit et de l'assurance qui constituent une caractéristique majeure des pays en développement (Stark, 1985 ; Taylor et Wyatt, 1996). Ainsi, la migration peut être, à travers la perception de transferts de fonds, assimilée à un moyen pour les ménages d'investir dans des activités productives et / ou d'amélioration de leur bien être. Les comportements de transferts peuvent donc résulter de motivations multiples. Ces motifs peuvent être hétérogènes entre les individus et peuvent varier et se combiner pour un seul et unique individu. Cette complexité a été mise en évidence très tôt par la littérature empirique (Lucas et Stark, 1985) et plus récemment par la littérature théorique (Rapoport et Docquier, 2006)².

La NEMT comporte de nombreuses similitudes et parallèles avec les approches fondées sur les *moyens de subsistance* qui ont émergé à partir des années 1970 dans différentes disciplines telles que la géographie, la sociologie. Ces approches visaient alors à montrer que la pauvreté des populations dans les pays en développement ne pouvait être réduite à une situation de passivité et d'incapacité à s'intégrer aux forces du capitalisme mais qu'au contraire les individus des pays en développement améliorent activement leurs conditions, étant données les contraintes imposées par leur environnement.

Les *moyens de subsistance* comprennent les capacités (*capabilities*), l'ensemble des actifs tangibles et intangibles (incluant aussi bien les ressources matérielles que sociales) ainsi que les activités nécessaires afin d'améliorer ou maintenir ses moyens d'existence. Selon Carney (1998), les moyens d'existence des ménages reposent sur cinq catégories d'actifs : le capital social, naturel, humain, physique et financier. Une stratégie de subsistance est définie

2. Voir Rapoport et Docquier (2006), et Aknin (2001) pour une revue détaillée des modèles de la Nouvelle Économie des Migrations de Travail.

comme un choix stratégique de combinaisons d'activités menées par les ménages et leurs membres afin de maintenir et sécuriser leur niveau de bien-être. Ce choix et la combinaison de stratégies reposent avant tout sur les caractéristiques structurelles des ménages et notamment sur le type d'actifs possédés.

Dans ce cadre conceptuel, un migrant potentiel est considéré comme un actif et la migration comme un moyen de diversifier et sécuriser les revenus des ménages. L'approche par les *moyens de subsistance* considère que la migration en tant que stratégie de gestion des risques est indissociable et complémentaire d'un ensemble de stratégies tel que le développement d'activités non agricoles (génération d'un revenu non agricole) ou encore la décapitalisation du bétail (pratique courante en Afrique subsaharienne). Selon De Haan et al. (2000) et McDowell et de Haan (1997), la migration est une stratégie de long terme adoptée par les ménages afin d'améliorer leurs moyens d'existence, absorber les chocs sur le revenu fortement dépendant des variations climatiques et également un moyen d'accumulation de capital afin de s'assurer contre les chocs et stress futurs.

2.2.3 Théorie des réseaux et coûts de la migration

L'information sur le lieu de destination souvent absente ou imparfaite, le coût du trajet et d'installation ou encore la possibilité de maintenir les liens avec la région d'origine constituent de véritables freins à la migration. Dans les pays en développement, ces informations et investissements préalables sont fort coûteux. La contrainte apparaît ici importante et pèse sur les choix offerts aux migrants et à leurs familles. Chau (1997) propose, à ce titre, un modèle visant à intégrer de multiples coûts migratoires en fonction de l'importance des réseaux migratoires existants entre une région d'origine et une région d'accueil. Ces coûts souvent élevés peuvent aussi bien être monétaires en résultant de l'installation du migrant dans le pays d'accueil (trajet, information, installation) que non monétaires (coûts psychologiques). Selon l'auteur les coûts de la migration sont strictement positifs indépendamment du stock de migrant dans la région d'accueil et de la propension à migrer d'un individu. Ces coûts diminuent toutefois avec l'augmentation du nombre de migrants dans la région d'accueil à la période précédant la décision de départ en migration, les individus observant les salaires étrangers au moment de la migration.

Urunuela (2002) s'interroge sur les effets d'une réduction des coûts migratoires sur la dynamique des déplacements de population. L'auteur formule deux hypothèses quant aux

conséquences d'une diminution des coûts de la migration. La première repose sur un accroissement des flux de migrants, la seconde, sur une accumulation de capital social en substitution au capital monétaire. Sur la base de l'évolution de l'émigration guadeloupéenne en France entre 1945 et 2000, l'auteur met au jour l'existence d'un système migratoire organisé, institutionnalisé et prenant en charge une partie des coûts. Ce mouvement a été accompagné d'une réduction de certains coûts (en particulier les coûts de transport) et de l'internalisation d'autres coûts par les familles (hébergement, nourriture, information, etc.). De ce fait, un migrant guadeloupéen peut facilement financer sa migration, voir autofinancer les coûts qui restent à sa seule charge. La diminution des coûts migratoires est donc intimement liée à la mise en place de contrats familiaux.

Selon Guilmoto et Sandron (2000), une analyse institutionnelle de la migration est à même de rendre compte de la mise en place de réseaux et de filières ou s'inscrivent souvent les migrations d'un individu, ce qui conduit également à la conclusion que le migrant opère, au moment de la décision de migrer ou de ne pas migrer, un calcul qui consiste à minimiser les risques. Ce choix doit alors prendre en compte un ensemble de conventions, de règles, de normes et de systèmes de valeurs qui sont propres à chaque société. La migration étant une stratégie de gestion du risque, elle est elle-même aussi très risquée. Afin de gérer ces risques, les communautés, ménages ou familles adopteraient un ensemble de codes et de règles socioéconomiques, soit l'institution, de laquelle découle un « contrat implicite », qui constitue autant de contraintes aux choix individuels et ayant pour fonction d'assurer la rentabilisation de l'investissement collectif de départ.

3 Variabilité climatique, migration et transferts de fonds en Afrique de l'Ouest

3.1 Le contexte climatique : entre risques et incertitudes

3.1.1 Présentation du climat régional

Le climat d'Afrique de l'Ouest est caractérisé par la fluctuation saisonnière de la mousson. Globalement, le montant total des précipitations annuelles décroît du sud vers le nord passant de plus de 3000 *mm* le long de la côte au sud à moins de 50 *mm* au nord du Mali et de la Mauritanie. Le régime pluviométrique est lié au mouvement saisonnier de la zone de

convergence intertropicale se déplaçant au maximum à 20°N pendant l'été boréal et descendant sur le golf de Guinée pendant l'hiver.

Selon la typologie de Dubreuil et al. (1996), cinq sous-climats peuvent être distingués du nord au sud de la région (Tableau 1). Un premier climat désertique ou aride se caractérise par une pluviosité moyenne annuelle inférieure à 100 *mm* et mensuelle inférieure 50 *mm* en moyenne. Un sous climat semi-aride ou subdésertique présente des hauteurs de pluies annuelles moyennes comprises entre 100 et 400 *mm* avec seulement deux mois dans l'année recevant des hauteurs de précipitations supérieures à 50 *mm*. Un troisième sous climat, dit tropical semi-aride, se distingue par une hauteur de pluie annuelle moyenne comprise entre 400 et 700 *mm*. Trois à quatre mois reçoivent plus de 50 *mm* en moyenne. Le sous-climat tropical pur présente une seule et unique saison des pluies de six mois au plus avec cinq à six mois recevant plus de 50 *mm* en moyenne. La hauteur de pluie annuelle moyenne reste comprise entre 700 et 1000 *mm*. Enfin, le climat tropical de transition est caractérisé par l'occurrence d'une seule saison des pluies d'au moins six mois et d'une unique saison sèche où six à sept mois reçoivent plus de 50 *mm* en moyenne.

Tableau 1 – La succession des régimes du nord au sud

Précipitation annuelle	Classification climatologique	Classification hydrologique
$H < 150mm$	Saharien	Désertique
$150mm < H < 300mm$	Sahélien Nord	Subdésertique
$300mm < H < 750mm$	Sahélien Sud	Sahélien
$750mm < H < 1200mm$	Soudanien I	Tropical pur
$H > 1200mm$	Soudanien II et III	Tropical de transition

Source : Dubreuil et al., 1996

3.1.2 De la grande sécheresse à aujourd'hui

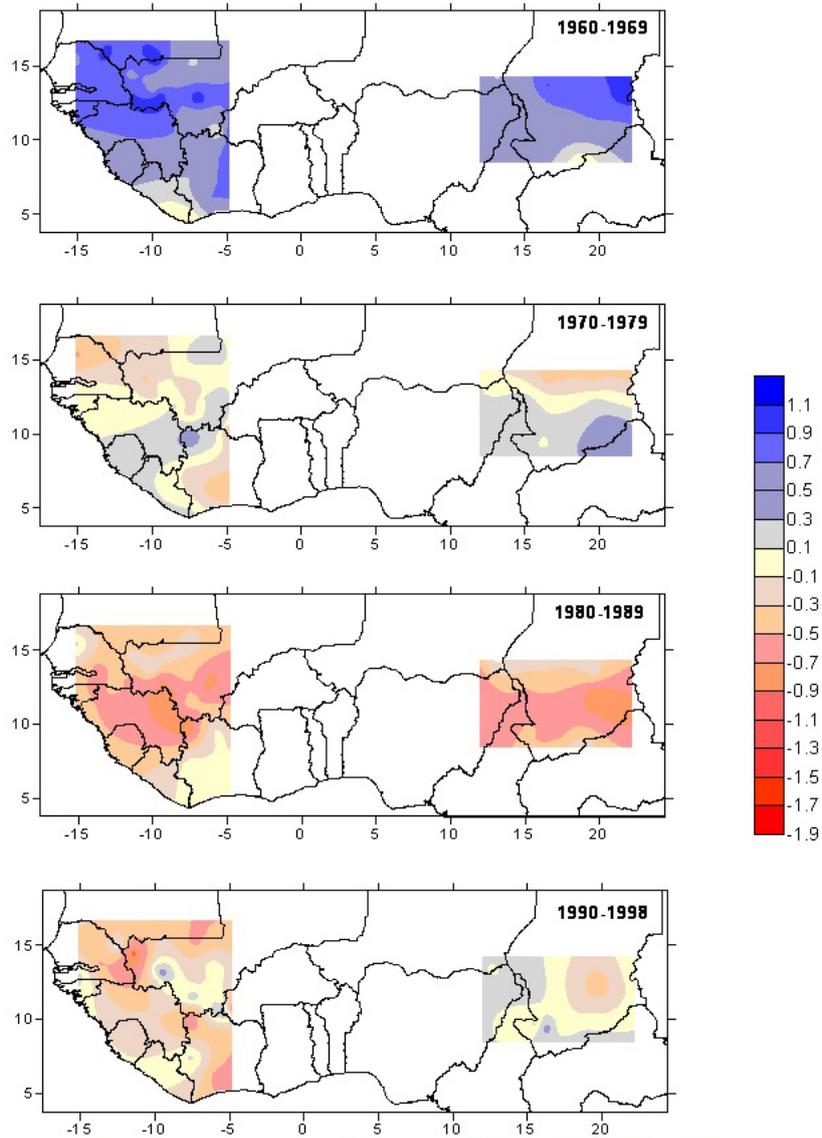
L'Afrique de l'Ouest a connu de fréquents épisodes de sécheresses au long des XVII^{ème}, XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles suivis de famines particulièrement virulentes entre 1790 et 1840. L'ensemble de la région n'a pourtant pas été épargné au cours du XX^{ème} siècle. Une baisse substantielle des pluies sur l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest a été observée au cours des cinquante dernières années avec une rupture du régime des précipitations marquée entre 1968 et 1972. Cet épisode de la grande sécheresse au Sahel est caractérisé par une baisse des hauteurs de précipitations au cours des mois les plus humides avec des périodes de forts

déficits pluviométriques en 1972-1973 et 1982-1984. La grande sécheresse des années 1970-1980 a eu de terribles répercussions sans précédent sur les conditions de vie des populations. Selon Hulme (2001), elle est sans conteste la plus virulente du XX^{ème} siècle.

Les conditions climatiques défavorables semblent s'être maintenues sur la période 1970-1998 (figure 2), en particulier sur la partie Ouest de l'Afrique avec une situation déficitaire apparu au début des années 1970, très marqué sur la décennie 1980 et qui se prolonge jusqu'en 1998 malgré une relative recrudescence de la pluviométrie (Ardoin-Bardin, 2004). Cette reprise des précipitations observée depuis les années 1990 sur l'ensemble régional reste toutefois en deçà des niveaux observés pendant la grande sécheresse. (Nouaceur et al., 2013). Malgré cette reprise tendancielle, le régime pluviométrique est caractérisé par une hausse de sa variabilité temporelle et spatiale (Figure 3) ayant pour conséquence une augmentation de la fréquence d'occurrence des sécheresses et inondations à l'échelle inter-annuelle et décadaire (Paeth, 2004).

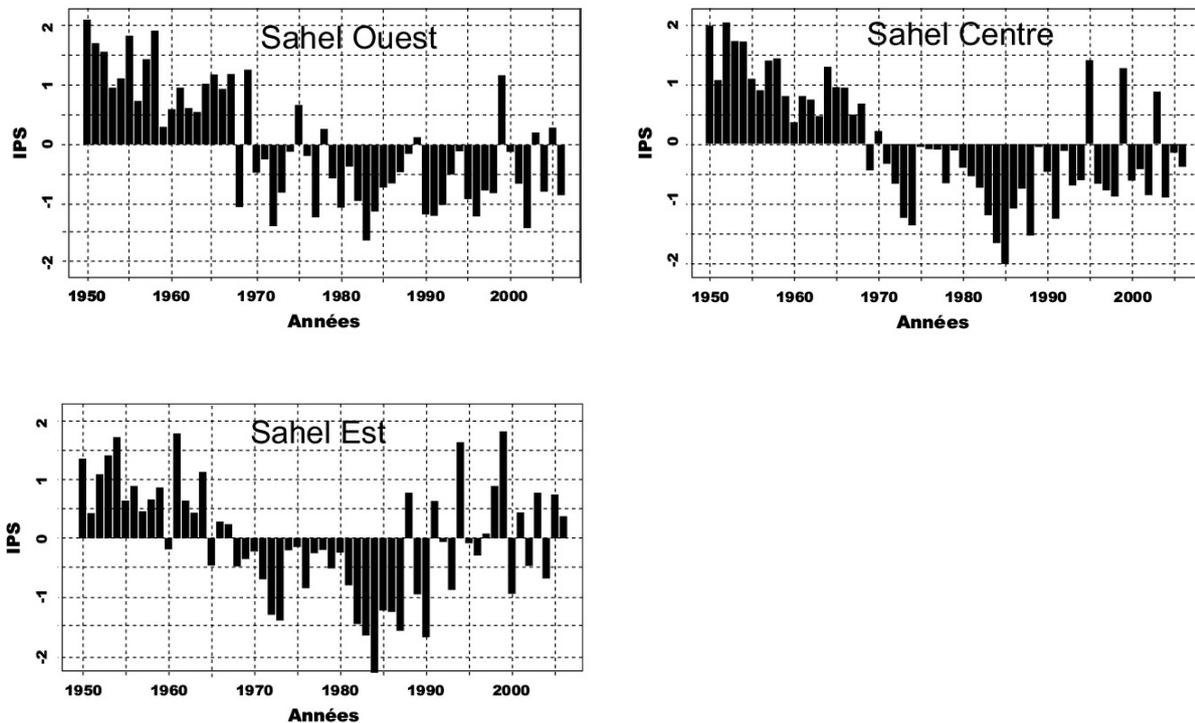
Nouaceur (2009) met en évidence une évolution des précipitations marquée par l'alternance d'années sèches et d'années humides au cours des années 1990. Plus précisément, les années 1994 et 1995 sont caractérisées par des indices de précipitations positifs (respectivement +1.11 et +1.01) alors que les indices restent négatifs (entre -0.33 et -0.94) au cours des trois années suivantes (1996, 1997 et 1998). Les années 2002 et 2003 enregistrent des records avec des indices de précipitations de -1.14 pour 2002 et de +1.68 pour 2003. Il apparaît donc très clairement que cette période qui succède à la sécheresse historique qu'a connue l'Afrique de l'Ouest et plus particulièrement le Sahel est marquée par une variabilité accrue des précipitations notamment en termes de fréquence. Selon l'auteur, la période récente, en nette opposition avec les années fortement déficitaires des décennies 1970 et 1980, correspondrait à une condition de transition vers la fin de la sécheresse.

Figure 2 – Evolution des indices pluviométriques décennaux de 1960 à 1998



Note : Les indices pluviométriques sont calculés selon la formule suivante : $P = (X_i - \bar{X})/\sigma$, où X_i est la pluviométrie de l'année i , \bar{X} est la pluviométrie moyenne sur la période de référence et σ est l'écart-type de la série pluviométrique sur la période de référence.

Source : Ardoin-Bardin, 2004.

Figure 3 – Évolution de l'indicateur standardisé des précipitations au Sahel entre 1950 et 2006

Note : L'indicateur standardisé des précipitations (IPS), développé par McKee et al. (1993), est un outil couramment utilisé afin de déterminer la fréquence ainsi que la magnitude des sécheresses sur un horizon temporel donné. Des valeurs de l'indicateur inférieures à -1 indiquent une situation de sécheresse alors que des valeurs supérieures à $+1$ indiquent une situation anormalement humide.

Source : CILSS, 2007.

Plusieurs études de long terme portant sur l'évolution des précipitations en Afrique de l'Ouest et au Sahel montrent que la reprise récente des précipitations reste toutefois à relativiser (Nicholson et al., 2000). Nicholson et al. (2000) examinent les conditions météorologiques post 1994 afin de déterminer si les conditions de sécheresses ont persisté (par comparaison avec les périodes précédentes). Pour ce faire, les auteurs examinent la variabilité de long terme dans les régions concernées depuis 1901, par comparaison de moyenne entre régions. L'amplitude de la variabilité des précipitations est calculée sur la base de moyennes multi-décennales pour les périodes récentes et antérieures à la grande sécheresse. Une méthode de régionalisation³ a permis un découpage régional basé sur les différentes zones de végétations qui composent la région mais également, via une régionalisation suivant les différentes zones climatiques régionales ainsi que sur la base de corrélations entre stations

3. Cette méthode a précédemment été utilisée par Nicholson et Palao (1993).

météorologiques. Les auteurs utilisent des données de précipitations issues de 302 stations disséminées sur dix neuf régions (entre 1901 et 1998) afin d'analyser les tendances de long terme suivies par les précipitations sur l'ensemble de la zone étudiée. Leurs résultats indiquent clairement la persistance d'une phase de sécheresse dans l'ensemble de la région malgré l'occurrence d'années humides lors de la période la plus récente. Selon les auteurs, l'aridité du climat a persisté depuis la fin des années 1960 dans la partie sud du Sahara et particulièrement dans les régions à l'ouest. Un retour des précipitations est également observé dans les parties plus à l'est au cours de la décennie 1990 avec certaines années où les précipitations avoisinent ou dépassent légèrement la tendance de long terme. Les années les plus humides sur l'ensemble de la région, à savoir 1978, 1988 et 1994, montrent toutefois une forte inégalité de la répartition spatiale des précipitations.

Les résultats portant sur la période post-1994 montrent que des conditions de sécheresses persistent en 1997 et 1998. L'année 1997 a toutefois été moins sèche comparativement à la moyenne décennale. L'année 1998 reste, quant à elle, une année particulièrement humide pour le centre du Sahel. Toutefois, les précipitations sont restées très localisées et nombre de zones (y compris la zone sahélienne) ont été frappées par des sécheresses. Ainsi, la répartition spatiale des précipitations reste hétérogène et localisée et de nombreux épisodes de sécheresses continuent de toucher la zone ouest africaine et plus particulièrement la zone sahélienne.

3.2 Migration et transferts de fonds : un état des lieux

3.2.1 Courants migratoires

Depuis les années 1990, la migration ouest africaine est en pleine mutation. La dégradation de l'environnement au niveau global (changements et variabilité climatique, inondations, sécheresses) ainsi que les troubles sociaux et les conflits récurrents (Libéria, Sierra Léone, Guinée, Côte d'Ivoire) qui ne cessent d'éclater, contribuent à alimenter de nouvelles tendances migratoires en Afrique de l'Ouest.

Ce redéploiement des filières migratoires concerne aussi bien l'émigration vers l'Europe que les migrations intra-régionales qui captent l'essentiel des populations sur le départ. L'Europe constitue le principal foyer d'immigration d'Afrique subsaharienne. Au début des années 2000, les pays de l'OCDE ont officiellement accueilli 1.2 millions d'Africains de l'Ouest (Atlas de l'intégration régionale, série Population). En 2007, lors de la réunion du Groupe d'Orientation des Politiques (GOP) du Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest

(CSAO/OCDE), Laurent Bossard, Directeur adjoint et Chef d'unité, affirmait que sur les 60 millions de migrants dans les pays de l'OCDE originaires de pays en développement, sept millions sont des africains. Sur ces sept millions, la moitié proviennent d'Afrique subsaharienne et 1.5 millions d'Afrique de l'Ouest, soit plus de 20% de la population migrante. La Belgique, l'Espagne, la France, l'Italie, les Pays Bas, le Portugal ainsi que le Royaume-Uni sont les pays européens pour lesquels l'immigration africaine est la plus importante.

A l'échelle de l'Afrique de l'Ouest, c'est l'Amérique du Nord qui est la principale destination des ressortissants ouest africains. Ceci est principalement le fait de l'immigration de Nigériens et de ressortissants d'autres anciennes colonies anglaises. Le lien entre les ex-colonies françaises et leur ancienne métropole persiste, de même qu'entre le Portugal et ses anciens territoires ouest africains⁴. Cette migration extra continentale reste toutefois marginale. Selon le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD, 2009), les migrations d'Afrique subsaharienne vers l'Europe n'ont concerné que 1% de l'ensemble des mouvements migratoires. Selon Bocquier (1998) : « l'immigration ouest africaine en Europe revêt une dimension politique sans aucun rapport avec son importance démographique ». En effet, en 2008, les individus provenant d'Afrique subsaharienne restent largement minoritaires en Europe. Ils représentent seulement 3% des populations étrangères en Espagne (principale pays d'immigration d'Europe) contre 33% de sud-américains et 41% d'étrangers venant des pays européens (INE, 2008).

L'Afrique de l'Ouest constitue le principal pôle d'attraction des migrations africaines et régionale (migration intra-régionale dominante). Selon Ndiaye et Robin (2010) : « La région abriterait près de 3% de la population régionale. Ce taux est en hausse depuis les années 1990 et est supérieur à la moyenne africaine (2%) (CSAO / OCDE, 2008). Si historiquement la Côte d'Ivoire et le Nigeria forment les deux grands pôles d'attraction des migrations ouest africaines, la persistance de situations de crises économiques et de conflits politiques ainsi que les crises climatiques et agricoles chroniques débouchent sur une recomposition des migrations à l'échelle régionale. La Côte d'Ivoire a connu, au cours du dernier siècle, une forte croissance de la population urbaine alimentée essentiellement par les migrations internes et internationales. Selon le PNUD (1998), la part de la population urbaine en Côte d'Ivoire est passée de 22.3% en 1965 à 43% en 1995. Cette croissance, particulièrement élevée

4. L'analyse des pays d'accueil de 65 000 étudiants d'Afrique de l'Ouest en troisième cycle universitaire dans les pays de l'OCDE, conforte cette observation (OCDE, 2008). Si les étudiants ouest-africains originaires des pays francophones étudient majoritairement en France (de 84% pour les Sénégalais à 52% pour les Guinéens), les anglophones se rendent plus volontiers aux États-Unis (60% des étudiants gambiens, 50% des autres ressortissants des pays anglophones)

au cours des années 1980 provient essentiellement « d'un puissant mouvement migratoire en provenance des pays voisins » (Tapinos et al., 2001). En effet, la Côte d'Ivoire, principal pays d'immigration de la région ouest africaine, captait au cours de cette décennie, près de 57% des flux migratoires en provenance de la région (Bocquier et Traore, 1996). À partir des années 1990, les flux d'arrivée ralentissent du fait de la récession économique.

Le tableau 2 montre que l'importance des flux migratoires entre le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire est à nuancer par un solde migratoire positif pour la Côte d'Ivoire mais quasiment équilibré comparativement au Mali, qui lui reste largement excédentaire. Si la Côte d'Ivoire reste encore aujourd'hui, un pôle attractif, sa place en tant que pays d'accueil diminue. Son taux de migration net diminue entre 1978 et 1992, passant de 1.3% avec le reste du monde en 1978-1979 à 0.53% en 1988-1992. Ce déclin est notamment lié à l'inversion des courants migratoires avec le Burkina Faso. Cette inversion des courants migratoires entre les deux pays a conduit à un retour massif des migrants burkinabè vers leur pays d'origine (de l'ordre de 25% entre 1988 et 1992) ainsi qu'à une baisse du nombre d'arrivée des migrants en provenance du Burkina Faso de l'ordre de 50% sur la même période. Ce redéploiement des courants migratoires lié aux crises économiques et politiques de la Côte d'Ivoire dans les années 1990 et entériné par le coup d'État du 19 septembre 2002 dépasse même les limites de l'Afrique de l'Ouest avec une accélération des migrations vers l'Europe.

Tableau 2 – Migration (effectif en milliers) et indices d'intensité migratoire (en %) entre la Côte d'Ivoire et les pays francophones d'Afrique de l'Ouest, période 1988-1992

		Burkina	Guinée	Mali	Mauritanie	Niger	Sénégal	Total
Immigration	Effectif	383	38	166	8	67	18	679
	Intensité	4.52	0.73	2.33	0.50	0.96	0.26	
Émigration	Effectif	380	24	17	3	47	13	583
	Intensité	4.48	0.45	1.64	0.22	0.67	0.18	
Solde	Effectif	3	14	49	5	20	5	96

Source : Bocquier et Traore, 1996.

3.2.2 Tendances et cycle des transferts de fonds en Afrique de l'Ouest

Selon les statistiques de l'OCDE (OCDE, 2006), les transferts de fonds des migrants vers les pays en développement n'ont cessé d'augmenter dans la seconde moitié du XX^{ème} siècle et ont atteint 149.4 milliards de dollars (\$USD) en 2002. Selon les statistiques de la Banque Mondiale, le montant de transferts de fonds perçus pour les pays composant la base de données

World Development Indicators (WDI) est passé d'environ 600 millions de \$USD en 1970 à 50 milliards de \$USD au milieu des années 1990, et à 152 milliards de \$USD en 2005. En comparaison à d'autres mouvements de capitaux, les transferts représentaient en 2002 un montant inférieur aux IDE (83.7%) mais le triple des montants versés au titre de l'Aide Publique au Développement (OCDE, 2006). Ces statistiques sont toutefois à prendre avec précaution car la hausse des transferts de fonds constatée peut en partie être le reflet du progrès de la collecte de données des dernières décennies liée à l'intérêt croissant porté à ces flux massifs. De plus, ces statistiques peuvent être biaisées parce qu'elles ne tiennent uniquement compte des transferts de fonds réalisés via les canaux formels. Ainsi, toute hausse constatée des transferts formels pourrait être le fait d'un changement de mode de transmission au détriment des canaux *informels* (Amuedo-Dorantes et Pozo, 2005). À titre d'exemple, les estimations des transferts de fonds perçus par les pays varient fortement d'une source à une autre. Au Mali, les estimations portant sur l'année 1996 montraient que les transferts de fonds étaient évalués à 46 milliards de FCFA selon la banque centrale, 78 milliards de FCFA selon des enquêtes réalisées dans la région de Kayes et 92 milliards de FCFA selon des sondages menés auprès des migrants en France. En 2005, les montants de transferts au Mali étaient évalués à 456 millions d'euros et provenaient essentiellement de la région parisienne qui comptait pour 90% de transferts évalués à 295 millions d'euros (Pérouse de Montclos, 2012).

La contribution de la migration internationale aux montants globaux de transferts de fonds perçus par les familles restées dans la région d'origine est élevée. Gubert (2002) note, dans le cas du Mali, que les migrants internationaux ont une probabilité plus élevée que les migrants intranationaux d'envoyer des transferts de fonds et notamment de transférer de l'argent. Des résultats similaires ont été mis en évidence dans le cas du Ghana où 68% des migrants internationaux effectuent des transferts de fonds réguliers contre 49% contre les migrants internes (Adams, 2007). Selon Adams (2007) cette propension plus importante des migrants internationaux à transférer des fonds est directement liée aux salaires perçus à l'étranger, trois à cinq fois plus élevés que ceux perçus par les individus ayant migré à l'intérieur de leur pays d'origine⁵.

5. De Haas (2012) note toutefois que la littérature actuelle portant sur les transferts de fonds manque d'études comparant les déterminants des transferts de fonds au niveau interne et au niveau international. Ce type d'étude permettrait notamment d'enrichir les statistiques produites par les grandes instances internationales visant à évaluer les montants de transferts envoyés par les migrants internationaux seulement. Ces statistiques peuvent en effet refléter une faible part des montants réellement envoyés étant donné qu'elles tiennent uniquement compte des montants transférés depuis l'étranger et gravitant par le canal des banques. Selon Pérouse de Montclos (2012), « Le calcul du montant des remises de fonds des migrants s'avère particulièrement difficile. Aucune des méthodes proposées pour ce faire ne permet d'avoir une vue exhaustive du phénomène. Parmi les principales sources utilisées, les banques centrales, notamment, présentent l'inconvé-

Nombre d'études empiriques ont montré que les transferts de fonds constituent le lien le plus évident entre migration et développement et se distinguent des autres flux financiers par leur stabilité et leur prévisibilité ainsi que par le fait qu'ils apportent un soutien direct aux familles. Selon Melde et Schicklinski (2011), ces transferts sont les flux financiers externes les plus importants, les plus stables et les plus prévisibles dans de nombreux pays en développement. Selon Chami et al. (2008), l'Aide Publique au Développement a été trois fois plus volatile que les transferts de fonds des migrants entre 1980 et 2003. Les IDE, les flux de capitaux privés hors IDE ainsi que les exportations étaient également plus volatiles que les transferts de fonds. Plus précisément, en définissant la volatilité comme l'écart-type du ratio désaisonnalisé de chaque variable par rapport au PIB, les auteurs aboutissent à la conclusion que les IDE, les flux de capitaux privés et les exportations ont été respectivement 17, 22 et 74 fois plus volatiles que les transferts de fonds des migrants entre 1980 et 2003.

Afin de rendre compte de la stabilité des flux de transferts de fonds, nous avons représenté leurs tendances ainsi celles suivies par les investissements directs à l'étranger au Mali, en Sénégal et en Côte d'Ivoire entre 1975 et 2010 (figure 3)⁶. La tendance de chacune des séries est calculée à partir d'un filtrage de Kalman (Harvey, 1989)⁷. Dans ces trois pays, la part des transferts de fonds dans le PIB est restée stable sur l'ensemble de la période en comparaison de la part des IDE dans le PIB caractérisée, quant à elle, par une forte volatilité.

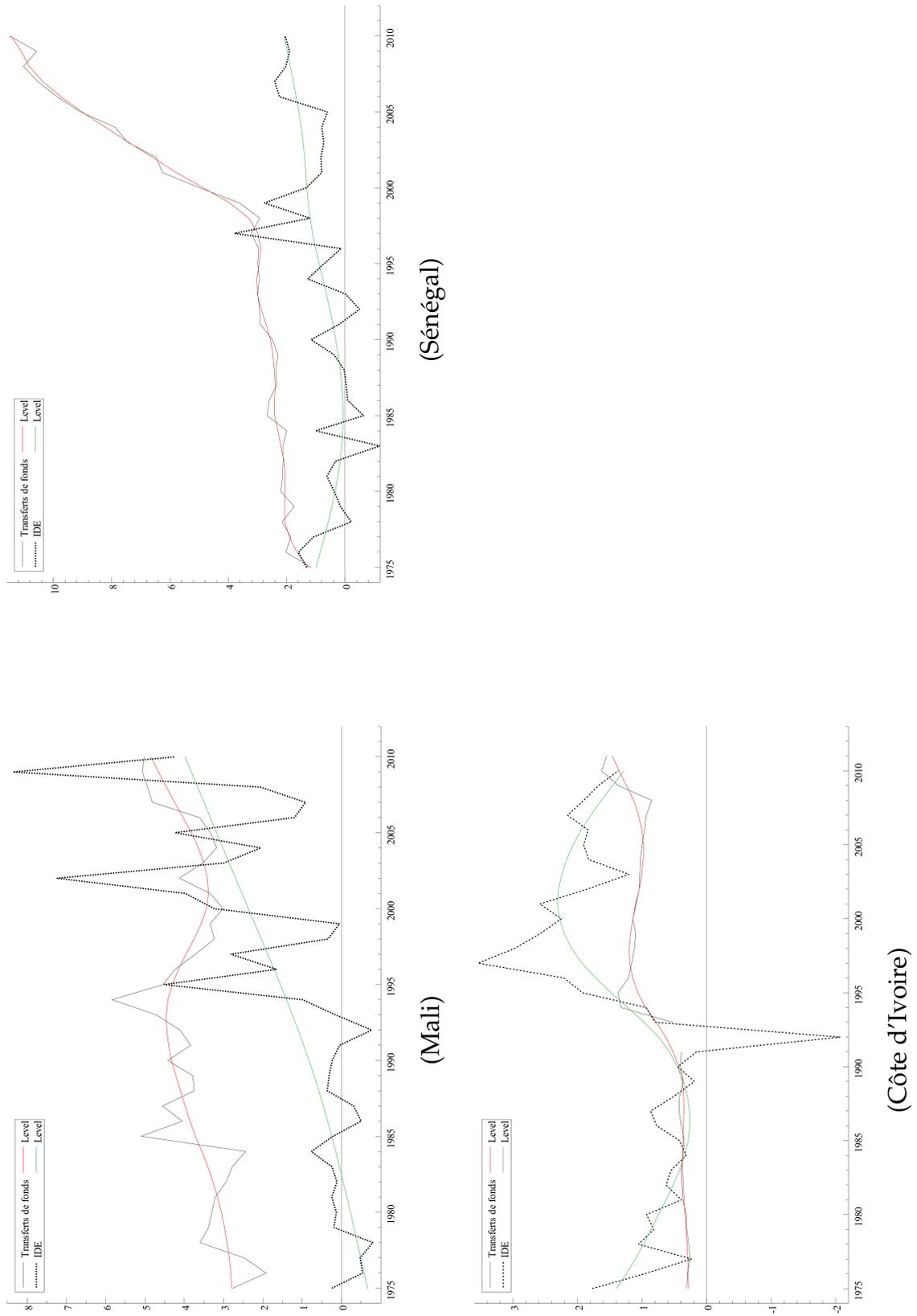
Les transferts de fonds des migrants se distinguent également des autres sources de revenu par leur impact stabilisateur sur les économies en développement (PNUD, 2005). Cet effet de stabilisation sur la croissance est notamment lié à l'absence de forte corrélation entre les chocs/cycles des pays d'origines et des pays d'accueils (Ebeke et Combes, 2013). Yang (2008) a montré, à travers l'exemple de la crise asiatique de 1997, qu'une dépréciation du taux de change dans un pays en développement constituant un choc négatif sur le prix des importations est également un choc positif pour les migrants envoyant de l'argent à leurs familles. De même, les transferts de fonds peuvent permettre de financer les importations lors de chocs d'offre négatifs à la suite d'événements climatiques extrêmes dans le pays d'origine.

nient d'ignorer les envois informels [...] les fonds des migrants continuent d'emprunter des canaux informels et leur évaluation reste pour le moins imprécise. »

6. Les données proviennent de la base de données *African Development Indicators* (ADI, 2012) et sont exprimées en fonction de leur part dans le PIB.

7. Méthode détaillée en annexe A.7.

Figure 4 – Évolution des transferts de fonds et des investissements directs à l'étranger au Mali, Sénégal et Côte d'Ivoire



La recherche reste aujourd'hui divisée sur la question des effets des transferts de fonds sur les économies en développement. L'effet stabilisateur des transferts de fonds sur la croissance et sur le développement dépend étroitement de la manière dont cet argent est dépensé, c'est-à-dire, des comportements de transferts des ménages et plus généralement de leur capacité à faire face aux chocs. Selon que ces sommes d'argent sont investies ou directement consommées, elles n'auront pas les mêmes effets sur la croissance.

Plusieurs études menées en Afrique subsaharienne ont montré qu'une partie importante des envois de fonds est dépensée afin de satisfaire des besoins essentiels de consommation (Chami et al., 2008). L'effet des transferts serait alors limité sur le développement des économies locales tant qu'ils ne favoriseront pas l'investissement productif et que les ménages n'auront pas atteint un certain niveau de bien-être. Certaines études ont toutefois démontré que les transferts peuvent avoir des effets indirects sur la croissance même si ces derniers sont dépensés en biens de consommations de première nécessité. Ces effets peuvent être positifs des effets d'entraînement en favorisant l'investissement dans d'autres secteurs (en stimulant par exemple le commerce détail). Ils peuvent également avoir des effets indirects néfastes pour ces économies s'ils favorisent une demande supérieure à la capacité de cette économie à y répondre (OCDE, 2006). Les transferts de fonds peuvent alors avoir d'une part, un effet inflationniste dans le cas d'une demande de biens non marchands plus élevée ou favoriser d'autre part, des importations de biens de premières nécessité et conduire alors à un creusement de la balance commerciale.

4 Objectifs et principaux résultats de la thèse

Les populations des pays en développement font face à un ensemble de risques ayant des répercussions considérables sur leurs moyens d'existence. Au Sahel, l'agriculture et l'élevage s'exercent habituellement dans un contexte de grande incertitude climatique. Aux successions d'années déficitaires et à l'irrégularité des saisons des pluies viennent s'ajouter un ensemble de chocs tels que les invasions fréquentes d'acridiens sur les champs de culture, les fluctuations du prix des intrants ou des produits agricoles. Ces chocs impliquent une forte variabilité des profits agricoles dont dépendent grandement les ressources des familles. Cette forte exposition témoigne de la difficulté des populations à faire face aux imprévus mais également de l'incapacité des États à fournir un système de protection social et à assurer la construction et le maintien d'infrastructures dans les domaines de la santé ou de l'éducation. Le bien-être des populations dépend alors étroitement de l'intensité des chocs qu'elles subissent en l'absence d'une quelconque indemnisation de la part de l'État (Drèze et Sen, 1991).

En plus des défaillances des États, les pays en développement sont caractérisés par une imperfection du marché du capital, qui empêche les plus pauvres de financer leur projet et par un faible développement du marché de l'assurance, qui les empêche de se prémunir contre les conséquences négatives des chocs. Ces défaillances s'expliquent, dans un contexte rural, par une information imparfaite et donc coûteuse concernant d'une part, les rendements espérés des cultures et d'autre part, les causes à l'origine d'une mauvaise production agricole. Dans ce contexte, les ménages agricoles mobilisent des stratégies de consommation, d'investissement et d'emprunt afin de compenser ces imperfections de marchés.

Une des façons de parvenir à diminuer les risques de perte de revenu tiré de la production agricole consiste à « exporter » un ou plusieurs membre(s) vers une autre région ou un autre pays afin de percevoir des transferts financiers. La répartition de la main d'œuvre familiale entre des marchés géographiquement dispersés permet de décorréler au maximum les sources de risques attachées à chacun des revenus et constitue alors un moyen de faire face aux effets négatifs exercés par les chocs. La réponse des transferts de fonds aux chocs externes est toutefois soumise au comportements de transferts de migrants. Sous l'hypothèse que ce comportement est guidé par l'altruisme, les transferts de fonds augmentent lorsque les ménages font face à un choc négatif.

Un premier questionnement est donc lié aux motifs des envois de fonds dans un contexte de forte instabilité climatique. À savoir, les transferts de fonds augmentent-ils en cas de chocs

négatifs sur le revenu des ménages restés dans la région dans la région d'origine ? Autrement dit, est ce que les comportements de transferts de la part des migrants sont guidés par l'altruisme ? Les analyses empiriques portant sur la relation entre transferts de fonds et chocs sur le revenu dans la région d'origine restent divisées entre une première série d'études mettant en évidence que les transferts de fonds tendent à augmenter en cas de choc négatif sur le revenu agricole des ménages restés dans la région d'origine et des études empirique montrant que les comportements de transferts résultent de stratégies d'investissement de la part des individus ayant migré (Gubert, 2002). Sous l'hypothèse que les transferts de fonds résultent de stratégies d'investissement de la part des migrants, les montants perçus par les familles tendent alors à augmenter en l'absence de chocs négatifs sur le revenu.

Cette thèse interroge également les comportements d'utilisation des transferts de fonds de la part des familles restées dans la région d'origine, questionnement qui fait l'objet de nombreux débats. Alors que la littérature théorique et empirique s'accorde sur le fort potentiel des transferts de fonds en matière de réduction de la pauvreté, une interrogation majeure porte sur les implications, à moyen terme, des transferts de fonds en matière de développement des économies locales. En effet, plusieurs études montrent qu'une partie importante des transferts de fonds perçus par les familles est allouée aux dépenses de consommations courantes et qu'une part plus réduite est dépensée en investissements productifs. Les transferts de fonds n'auraient alors que des effets limités sur le développement local des économies (Chami et al., 2008). Plusieurs études montrent toutefois que les transferts de fonds sont utilisés à des fins d'investissement et qu'ils constituent ainsi un véritable moteur pour la croissance (Osili, 2007). Nous proposons, dans cette thèse d'interroger un troisième point de vue montrant que l'impact des transferts de fonds sur la consommation alimentaire est indissociable de leurs effets sur l'investissement productif puisqu'en contribuant positivement au revenu des ménages et à leur consommation par relâchement des contraintes de liquidité, ils permettent de protéger et conserver les actifs (Ebeke et Combes, 2013).

Enfin, cette thèse soulève une interrogation d'ordre macroéconomique partant du constat qu'une caractéristique majeure des transferts de fonds est leur stabilité et leur nature contracyclique (FMI, 2005). Comme ils font partie intégrante de stratégies de gestion des risques mobilisées par les ménages, ils permettent à ces derniers de mieux faire face à l'occurrence de chocs de diverses natures. Parmi ces différents types de chocs, les facteurs climatiques occupent une place importante et une littérature croissante s'est développée depuis les années 1990 sur la relation transferts de fonds et événements climatiques. Nombre d'études

ont alors montré que les chocs climatiques, et en particulier les sécheresses, impactent négativement la croissance du PIB dans les pays en développement fortement dépendant du secteur agricole. Aussi, les transferts de fonds permettent-ils d'atténuer l'impact négatif qu'exercent les chocs climatiques sur l'offre agricole interne ? Ou peuvent-ils, à long terme, entraîner des effets pervers lorsqu'ils favorisent une augmentation de la demande de biens de première nécessité et donc des importations alimentaires ?

Nous proposons, dans le premier chapitre de cette thèse de vérifier, à partir de données d'enquêtes sur le Mali, si les transferts de fonds résultent de ce type de comportements altruistes de la part des migrants. Plus précisément, nous utilisons la méthode des variables instrumentales afin d'instrumenter le revenu des exploitants agricoles par des chocs pluviométriques. Les résultats obtenus confirment d'une part, que les transferts de fonds des migrants augmentent lors de l'occurrence de chocs pluviométriques négatifs et d'autre part, qu'il existe une relation entre les actifs possédés par les exploitants agricoles et les montants de transferts de fonds perçus.

Le deuxième chapitre de cette thèse traite des conséquences des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire et la pauvreté des ménages agricoles au Mali. La pauvreté est appréhendée par la quantité d'actifs possédée par les ménages. Plus précisément, nous cherchons à vérifier si l'effet positif exercé par les transferts de fonds face aux chocs pluviométriques négatifs sur la stabilité et la fréquence de la consommation alimentaire des ménages au Mali passe, ou non, par une capacité de ces derniers à accumuler et à conserver des actifs.

D'un côté, les études d'ordre microéconomiques se concentrent sur les motifs ainsi que sur l'utilisation faite par les ménages des transferts de fonds. D'un autre côté, une littérature plus macroéconomique se concentre sur les implications économiques des transferts de fonds sur les économies nationales. Le troisième et dernier chapitre emprunte cette deuxième voie tout en s'appuyant sur les résultats issus des deux premiers chapitres ainsi que de la littérature microéconomique analysant les comportements de transferts des agents. Plus précisément, nous cherchons à analyser d'une part, l'incidence des fluctuations de précipitations au cours de la période récente sur les performances macroéconomiques des pays d'Afrique de l'ouest et d'autre part, les conséquences à court terme des transferts de fonds sur les performances économiques des pays d'Afrique de l'Ouest.

Les résultats obtenus confirment l'existence d'une relation contracyclique entre transferts de fonds issus de la migration et chocs pluviométriques. Cette relation contracyclique, observée aussi bien au niveau microéconomique que dans un cadre macroéconomique, montre

que les transferts de fonds sont guidés par des motifs d'assurances et / ou altruistes de la part des migrants et de leurs familles (Cf. *Chapitre I*). Les résultats tirés d'une analyse microéconomique portant sur 350 exploitations agricoles dans plusieurs zones rurales du Mali indiquent que les transferts de fonds envoyés par les migrants à leurs familles augmentent lorsque ces derniers font face à un choc négatif sur leur revenu agricole. Les chocs pluviométriques ont servi d'instruments pour le revenu agricole afin de pallier au problème d'endogénéité entre le revenu et les transferts de fonds et afin d'adresser spécifiquement la question de l'impact des chocs pluviométriques sur les montants de transferts de fonds perçus.

Cette relation contracyclique est appuyée par les résultats obtenus à partir de modèles à vecteurs autorégressifs sur un panel de huit pays d'Afrique de l'Ouest (Cf. *Chapitre III*). Nos résultats montrent que les chocs pluviométriques ont eu un impact macroéconomique significatif au cours de la période 1980 - 2009 dans les pays d'Afrique de l'Ouest. Le PIB par tête ainsi que les transferts de fonds s'avèrent sensibles à tout choc pluviométrique. Un choc pluviométrique entraîne une baisse immédiate de la valeur ajoutée agricole et du PIB ainsi qu'une hausse des transferts de fonds entre la première et la seconde année suivant l'occurrence du choc. Cette relation est plus marquée lorsque notre échantillon de pays est restreint à l'ensemble des pays d'Afrique de l'Ouest caractérisés par un climat de type sahélien, fortement exposés aux fluctuations des précipitations.

Aussi, peut-on dire que les transferts de fonds de la migration ont un impact positif sur la capacité des ménages ruraux à absorber les chocs négatifs ? Les résultats issus du deuxième chapitre de la thèse, s'appuyant sur une enquête menée auprès de 1145 ménages agricoles du Mali en 2005, montrent que les transferts de fonds diminuent le risque d'insécurité alimentaire dans la partie sud du Mali caractérisée par un climat de type soudano-sahélien. Nos résultats montrent toutefois que les transferts de fonds n'ont un effet positif sur la pauvreté des ménages uniquement lorsque celle-ci est mesurée par leur accès aux aliments et leur consommation alimentaire. A l'inverse, nous trouvons que les transferts n'ont aucun effet sur la pauvreté lorsque celle-ci est mesurée par les équipements agricoles possédés par les ménages. Autrement dit, les transferts de fonds ont un rôle d'ajustement de la consommation alimentaire en cas de choc transitoire sur le revenu mais ils n'ont aucun effet sur la capacité des ménages à sortir de la pauvreté lorsque celle-ci est structurelle.

Les conclusions apportées par le troisième chapitre de cette thèse vont dans ce sens en confirmant l'existence d'une relation de dépendance accrue des ménages aux transferts de fonds entraînant des effets pervers au niveau macroéconomique. Malgré leur impact positif sur

la capacité des ménages à lisser leur consommation dans le temps, les transferts de fonds favorisent une augmentation de la demande supérieure aux capacités de production des économies les plus exposés aux fluctuations des précipitations, ne contribuant que peu ou pas à la hausse des capacités productives de ces pays. Les transferts de fonds favorisent alors une hausse des importations de biens agricoles en l'absence d'effets d'entraînements suffisants sur l'économie.

Bibliographie

- [1] Abdih, Y., Dagher, J., Chami, R., et Montiel, P. (2008). 'Remittances and institutions : are remittances a curse ?' *IMF Working Papers*, pages 1–31.
- [2] Adamo, S.B. (2010). 'Environmental migration and cities in the context of global environmental change.' *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(3) :161–165.
- [3] Aknin, A. (2001). *Gestion des risques et migration dans les pays en développement : une mise en perspective de la nouvelle économie des migrations de travail*. Ph.D. thesis.
- [4] Allison, E.H., Perry, A.L., Badjeck, M.C., Neil Adger, W., Brown, K., Conway, D., Halls, A.S., Pilling, G.M., Reynolds, J.D., Andrew, N.L., et Dulvy, N.K. (2009). 'Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries.' *Fish and Fisheries*, 10(2) :173–196.
- [5] Amuedo-Dorantes, C. et Pozo, S. (2005). 'On the use of differing money transmission methods by Mexican immigrants.' *International Migration Review*, 39(3) :554–576.
- [6] — (2006). 'Migration, remittances, and male and female employment patterns.' *The American economic review*, 96(2) :222–226.
- [7] Antle, J.M. (1989). 'Nonstructural risk attitude estimation.' *American Journal of Agricultural Economics*, 71(3) :774–784.
- [8] Ardoin-Bardin, S. (2004). *Variabilité hydroclimatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne*. Ph.D. thesis, Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc.

- [9] Barrett, C.B., Reardon, T., et Webb, P. (2001). 'Nonfarm income diversification and household livelihood strategies in rural africa : concepts, dynamics, and policy implications.' *Food policy*, 26(4) :315–331.
- [10] Bates, D.C. (2002). 'Environmental refugees ? classifying human migrations caused by environmental change.' *Population and Environment*, 23(5).
- [11] Becker, G.S. (1962). 'Investment in human capital : A theoretical analysis.' *The journal of political economy*, 70(5) :9–49.
- [12] Bjornson, B. et Carter, C.A. (1997). 'New evidence on agricultural commodity return performance under time-varying risk.' *American Journal of Agricultural Economics*, 79(3) :918–930.
- [13] Black, R., Kniveton, D., et Schmidt-Verkerk, K. (2011). 'Migration and climate change : towards an integrated assessment of sensitivity.' *Environment and Planning A*, 43(2) :431–450.
- [14] Bocquier, P. (1998). 'L'immigration ouest-africaine en Europe : Une dimension politique sans rapport avec son importance démographique.' *Chronique du CEPED*, (30) :1–3.
- [15] Bocquier, P. et Traoré, S. (1996). 'Les nouvelles tendances des migrations internationales d'après les Enquêtes du Réseau Migrations et Urbanisation en Afrique de l'Ouest.' In 'Colloque Systèmes et dynamiques des migrations internationales ouest-africaines,' pages 3–6.
- [16] Borjas, G.J. et Bronars, S.G. (1990). 'Immigration and the family.' Technical report, National Bureau of Economic Research.
- [17] Burda, M.C. (1995). 'Migration and the option value of waiting.' Technical report, CEPR Discussion Papers.
- [18] Carney, D. *et al.* (1998). 'Sustainable rural livelihoods : what contribution can we make ? papers presented at the department for international development's natural resources advisers' conference, july 1998.' Department for International Development (DFID).
- [19] Carter, D.M. (1997). *States of grace : Senegalese in Italy and the new European immigration.* University of Minnesota Press Minneapolis.

- [20] Chami, R., Barajas, A., Cosimano, T., Fullenkamp, C., Gapen, M., et Montiel, P. (2008). *Macroeconomic consequences of remittances*. Citeseer.
- [21] Chami, R., Fullenkamp, C., et Jahjah, S. (2003). *Are immigrant remittance flows a source of capital for development*. International Monetary Fund.
- [22] Chau, N.H. (1997). 'The pattern of migration with variable migration cost.' *Journal of Regional Science*, 37(1) :35–54.
- [23] De Haan, J. et Sturm, J.E. (2000). 'On the relationship between economic freedom and economic growth.' *European Journal of Political Economy*, 16(2) :215–241.
- [24] Deaton, A. (1992). 'Household saving in LDCs : credit markets, insurance and welfare.' *The Scandinavian Journal of Economics*, pages 253–273.
- [25] Dercon, S. (1996). 'Risk, crop choice, and savings : Evidence from Tanzania.' *Economic development and cultural change*, 44(3) :485–513.
- [26] — (2004). 'Growth and shocks : evidence from rural Ethiopia.' *Journal of Development Economics*, 74(2) :309–329.
- [27] Dercon, S. et Christiaensen, L. (2007). 'Consumption risk, technology adoption, and poverty traps : Evidence from ethiopia.' *World Bank Policy Research Working Paper*, (4257).
- [28] Dreze, J. et Sen, A. (1991). 'Hunger and public action.' *OUP Catalogue*.
- [29] Ebeke, C. et Combes, J.L. (2013). 'Do remittances dampen the effect of natural disasters on output growth volatility in developing countries ?' *Applied Economics*, 45(16) :2241–2254.
- [30] El-Hinnawi, E. *et al.* (1985). *Environmental refugees*. UNEP.
- [31] Findley, S.E. (1994). 'Does drought increase migration ? a study of migration from rural Mali during the 1983-1985 drought.' *International Migration Review*, 28(3) :539.
- [32] Gonin, P. (2001). 'Les migrations venant du Bassin du Fleuve Sénégal vers l'Union européenne.' In 'Facteurs d'émigration, politiques d'immigration,' .
- [33] Gonin, P. et Lassailly-Jacob, V. (2002). 'Les réfugiés de l'environnement. une nouvelle catégorie de migrants forcés ?' *Revue européenne des migrations internationales*, 18(2) :139–160.

- [34] Gubert, F. (2002). 'Do migrants insure those who stay behind ? evidence from the Kayes area (Western Mali).' *Oxford Development Studies*, 30(3) :267–287.
- [35] Guilmoto, C.Z. et Sandron, F. (2000). 'La dynamique interne des réseaux migratoires dans les pays en développement.' *Population (French Edition)*, pages 105–135.
- [36] Gupta, S., Pattillo, C.A., et Wagh, S. (2009). 'Effect of remittances on poverty and financial development in Sub-Saharan Africa.' *World Development*, 37(1) :104–115.
- [37] Harris, J.R. et Todaro, M.P. (1970). 'Migration, unemployment and development : a two-sector analysis.' *The American Economic Review*, 60(1) :126–142.
- [38] Harvey, A. et Forecasting, S.T.S.M. (1989). 'the kalman.' *Cambridge, UK*.
- [39] Hugo, G. (1996). 'Environmental concerns and international migration.' *International Migration Review*, 30(1) :105.
- [40] Hugon, P., Vimard, P., et Tapinos, G.P. (2001). *La Côte d'Ivoire à l'aube du XXIème siècle : Défis démographiques et développement durable*. KARTHALA Editions.
- [41] Hulme, M. (2001). 'Climatic perspectives on sahelian desiccation : 1973–1998.' *Global Environmental Change*, 11(1) :19–29.
- [42] Jacobson, J.L. (1988). 'Environmental refugees : a yardstick of habitability.' *Bulletin of Science, Technology & Society*, 8(3) :257–258.
- [43] Jobes, P.C., Stinner, W.F., et Wardwell, J.M. (1992). 'A paradigm shift in migration explanation.' *InCommunity, society, and migration : Noneconomic migration in America*, edited by Patrick C. Jobes, William F. Stinner, and John M. Wardwell. Lanham, MD : University Press of America.
- [44] Jodha, N.S. (1991). 'Drought management : Farmers' strategies and their policy implications.' *Economic and Political Weekly*, pages A98–A104.
- [45] Jónsson, G. 'The environmental factor in migration dynamics : a review of African case studies.' Technical report, International Migration Institute (IMI).
- [46] Just, R. et Pope, R.D. (1978). 'Stochastic specification of production functions and economic implications.' *Journal of Econometrics*, 7(1) :67–86.

- [47] Just, R.E. et Pope, R.D. (2003). 'Agricultural risk analysis : adequacy of models, data, and issues.' *American Journal of Agricultural Economics*, 85(5) :1249–1256.
- [48] Kibreab, G. (1997). 'Environmental causes and impact of refugee movements : A critique of the current debate.' *Disasters*, 21(1) :20–38.
- [49] Kliot, N. (2004). 'Environmentally induced population movements : Their complex sources and consequences. a critical review.' In J.D. Unruh, M.S. Krol, et N. Kliot, editors, 'Environmental Change and its Implications for Population Migration,' 20, pages 69–99.
- [50] Kochar, A. (1995). 'Explaining household vulnerability to idiosyncratic income shocks.' *The American Economic Review*, 85(2) :159–164.
- [51] Lewis, W.A. (1954). 'Economic development with unlimited supplies of labour.' *The Manchester school*, 22(2) :139–191.
- [52] Lucas, R.E. et Stark, O. (1985). 'Motivations to remit : Evidence from Botswana.' *The Journal of Political Economy*, pages 901–918.
- [53] Massey, D.S., Arango, J., Hugo, G., Kouaouci, A., Pellegrino, A., et Taylor, J.E. (1993). 'Theories of international migration : a review and appraisal.' *Population and development review*, pages 431–466.
- [54] McDowell, C. et De Haan, A. (1997). *Migration and sustainable livelihoods : A critical review of the literature*. Institute of Development Studies Brighton.
- [55] McGregor, J. (1994). 'Climate change and involuntary migration : implications for food security.' *Food Policy*, 19(2) :120–132.
- [56] McKee, T.B., Doesken, N.J., et Kleist, J. (1993). 'The relationship of drought frequency and duration to time scales.' In 'Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology,' volume 17, pages 179–183. American Meteorological Society Boston, MA.
- [57] Melde, S. et Schicklinski, J. (2011). 'Remittances in the african, caribbean and pacific countries. brussels : Acp observatory on migration.' Technical report, Background Note.
- [58] Myers, N. (1993). 'Environmental refugees in a globally warmed world.' *BioScience*, 43(11) :752–761.

- [59] — (1997). 'Environmental refugees.' *Population and Environment*, 19(2) :167–182.
- [60] — (2005). 'Environmental refugees : an emergent security issue.' In 'paper for the 13th Economic Forum, Organisation for Security and Cooperation in Europe, Prague,' pages 23–27.
- [61] Myers, N., Kent, J. *et al.* (1995). *Environmental exodus : an emergent crisis in the global arena*. Climate Institute.
- [62] Ndiaye, M. et Robin, N. (2010). 'Les migrations internationales en Afrique de l'Ouest : Une dynamique de régionalisation articulée à la mondialisation.' *International Migration Institute, IMI Working Papers*, (23).
- [63] Nicholson, S.E. et Palao, I.M. (1993). 'A re-evaluation of rainfall variability in the sahel. part i. characteristics of rainfall fluctuations.' *International Journal of Climatology*, 13(4) :371–389.
- [64] Nicholson, S.E., Some, B., et Kone, B. (2000). 'An analysis of recent rainfall conditions in West Africa, including the rainy seasons of the 1997 El Niño and the 1998 La Niña years.' *Journal of Climate*, 13(14) :2628–2640.
- [65] Nouaceur, Z. (2009). 'Évolution des précipitations depuis plus d'un demi-siècle en Mauritanie.' *Geographica Technica*, pages 361–6.
- [66] Nouaceur, Z., Turki, I., et Laignel, B. (2013). 'Changements climatiques au Sahel : des conditions plus humides et plus chaudes en Mauritanie?' *Science et changements planétaires-Sécheresse*, 24(2) :85–95.
- [67] OECD (2006). *International Migration Outlook 2006*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- [68] Paeth, H. et Friederichs, P. (2004). 'Seasonality and time scales in the relationship between global SST and African rainfall.' *Climate dynamics*, 23(7-8) :815–837.
- [69] Paeth, H. et Hall, N.M.J. (2011). 'Progress in regional downscaling of West African precipitation.' *Atmospheric science letters*, 12(1) :75–82.
- [70] Piguet, E. (2010). 'Linking climate change, environmental degradation, and migration : a methodological overview.' *Wiley Interdisciplinary Reviews : Climate Change*, 1(4) :517–524.

- [71] PNUD (2008). 'HDR 2007/2008 - fighting climate change : Human solidarity in a divided world.' Human development report (1990 to present), Human Development Report Office (HDRO), United Nations Development Programme (UNDP).
- [72] Portes, A. et Böröcz, J. (1989). 'Contemporary immigration : theoretical perspectives on its determinants and modes of incorporation.' *International migration review*, pages 606–630.
- [73] Pérouse de Montclos, M.A. (2012). 'Humanitarian action in developing countries : Who evaluates who ?' *Evaluation and Program Planning*, 35(1) :154–160.
- [74] Rapoport, H. et Docquier, F. (2006). 'The economics of migrants' remittances.' *Handbook of the economics of giving, altruism and reciprocity*, 2 :1135–1198.
- [75] Rosenzweig, M.R. (1988). 'Labor markets in Low Income Countries.' *Handbook of development economics*, 1 :713–762.
- [76] Schnabel, A. et Van Geest, F. (1995). 'Pour une approche globale : Réfugiés ou intrus ?' *Esprit*, (209) :123–133.
- [77] Sjaastad, L.A. (1962). 'The costs and returns of human migration.' *The journal of political economy*, 70(5) :80–93.
- [78] Stark, O. (1978). *Economic-demographic interactions in agricultural development : the case of rural-to-urban migration*, volume 6. Food & Agriculture Org.
- [79] — (1991). *The migration of labor*. Blackwell Oxford.
- [80] Stark, O. et Levhari, D. (1982). 'On migration and risk in LDCs.' *Economic Development and Cultural Change*, 31(1) :191–196.
- [81] Tarhule, A. (2005). 'Damaging rainfall and flooding : the other Sahel hazards.' *Climatic change*, 72(3) :355–377.
- [82] Taylor, J.E. et Wyatt, T.J. (1996). 'The shadow value of migrant remittances, income and inequality in a household-farm economy.' *The Journal of Development Studies*, 32(6) :899–912.
- [83] Todaro, M.P. (1969). 'A model of labor migration and urban unemployment in less developed countries.' *The American Economic Review*, 59(1) :138–148.

- [84] Tucker, C.J. et Nicholson, S.E. (1999). 'Variations in the size of the Sahara desert from 1980 to 1997.' *Ambio*, pages 587–591.
- [85] Urunuela, Y. (2002). *Dynamiques migratoires et développement d'une petite économie insulaire : le cas de l'emigration des guadeloupéens en France métropolitaine*. Ph.D. thesis, Ph. D. thesis, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines.
- [86] Walker, T., Singh, R.P., et Asokan, M. (1986). 'Risk benefits, crop insurance, and dryland agriculture.' *Economic and Political Weekly*, pages 81–88.
- [87] Warner, K., Hamza, M., Oliver-Smith, A., Renaud, F., et Julca, A. (2010). 'Climate change, environmental degradation and migration.' *Natural Hazards*, 55(3).
- [88] Yang, D. (2008). 'International migration, remittances and household investment : Evidence from Philippine migrants? exchange rate shocks*.' *The Economic Journal*, 118(528) :591–630.

Chapitre I

Les transferts de fonds comme réponses
aux chocs pluviométriques : une
application au Mali

Introduction

De nombreuses études ont analysé les mécanismes à partir desquels les ménages agricoles font face aux risques dans les pays en développement. Townsend (1994), Udry (1994) et Faf-champs et Lund (2003) ont montré que ces mécanismes constituent des stratégies essentielles pour la survie des ménages ruraux, notamment pour les plus exposés aux chocs négatifs sur le revenu. Ces stratégies se traduisent en actions multiples visant à minimiser l'impact des chocs sur la variabilité du revenu et de la consommation des membres du ménage. Les ménages peuvent, par exemple, constituer une épargne ou accumuler des actifs dans les bons moments et puiser dans ces actifs dans les moments difficiles (Paxson, 1992). Des stratégies communément employées par les ménages agricoles consistent également à augmenter leur offre de travail lors de l'occurrence de chocs négatifs sur le revenu et à diversifier les cultures afin de réduire la variation de leurs revenus (Kochar, 1999 ; Morduch, 1994).

La migration constitue, à travers les transferts de fonds, une stratégie communément employée par les ménages afin de diversifier les sources de revenus et décorrélérer les risques. Des recherches récentes ont montré que les transferts de fonds permettent aux ménages ruraux de surmonter les imperfections des marchés du crédit et de l'assurance en facilitant d'une part, les investissements dans de nouvelles activités et en sécurisant d'autre part, leur revenu dans l'éventualité de chocs négatifs. Dans un contexte d'imperfection des marchés de l'assurance et du crédit, les populations agricoles sont fortement exposées aux aléas climatiques, contribuant ainsi à faire de la migration l'une des options de gestion des risques les plus viables.

Selon nombre d'auteurs, les transferts de fonds ont pour principale fonction d'améliorer les conditions de vie des familles restées dans la région d'origine et constituent une forme d'assurance face aux chocs négatifs sur le revenu (Lucas et Stark, 1985 ; Rosenzweig et Stark, 1989). Dans ce cas, les transferts de fonds résultent de comportements « altruistes » de la part du migrant. Les montants transférés dépendent alors des conditions de vie de la famille restée au pays et les chocs transitoires sur le revenu devraient donner lieu à des compensations et donc à une augmentation des transferts de fonds. Les comportements de transferts peuvent toutefois résulter d'un intérêt plus personnel de la part du migrant, lorsque ce dernier cherche à accumuler des biens dans le pays d'origine en prévision d'un retour, en vue du développement d'un commerce ou d'une industrie, ou simplement à des fins d'investissements économiques (Miotti, Mouhoud et Oudinet, 2009). Dans ce cas, le montant transféré augmente avec le revenu du migrant mais réagit de façon plus ambiguë au revenu des

membres de la famille (Hoddinott, 1994).

La perception de transferts de fonds représente, de plus, une stratégie de diversification risquée nécessitant un investissement préalable coûteux. Les coûts et les risques de la migration sont susceptibles d'être plus importants pour les migrations internationales si bien que les ménages les plus pauvres ne peuvent avoir accès à des flux de transferts aussi réguliers et élevés : « le coût de la migration est un puissant obstacle à la migration des plus pauvres. Cela explique pourquoi les migrants sont généralement plus nombreux à venir d'un pays à revenu moyen inférieur et à se situer dans la tranche intermédiaire basse de la distribution des revenus : ce sont, en effet, ces populations qui ont les moyens d'émigrer et qui ont le plus à y gagner » (Gubert, 2010).

Nous proposons, dans ce chapitre, d'analyser d'une part, l'impact des chocs pluviométriques sur le revenu agricole des ménages ruraux et d'autre part, de vérifier l'hypothèse selon laquelle les transferts de fonds constituent un moyen, pour les ménages restés dans la région d'origine, de s'assurer contre les pertes de revenu liées aux chocs pluviométriques. Autrement dit, nous cherchons à vérifier si les transferts de fonds répondent aux effets négatifs des chocs exogènes sur le revenu tiré de l'agriculture afin de valider l'hypothèse selon laquelle les ménages utilisent ces transferts comme une source d'assurance.

L'évaluation de l'impact de ces chocs sur les montants de transferts de fonds perçus par les ménages nécessite de tenir compte des potentiels biais liés à l'endogénéité de la migration et des transferts de fonds avec le revenu (Yang et Choi, 2005 ; Gubert, 2010). Une technique communément employée consiste à employer la méthode des variables instrumentales afin de contrôler l'endogénéité entre ces deux variables. Celles-ci peuvent être endogènes si elles sont soumises à un rapport de causalité inverse. Cette causalité inverse s'explique, premièrement, par l'impact positif des transferts de fonds sur la pauvreté qui expliquerait, en retour, le volume de transferts perçu par les ménages et deuxièmement, parce qu'ils peuvent contribuer à réduire l'engagement des ménages dans leur secteur d'activité principal (l'agriculture) entraînant ainsi une relation négative et biaisée avec le revenu domestique.

Nous proposons de pallier au biais d'endogénéité entre les transferts de fonds et le revenu agricole en instrumentant ce dernier par des chocs pluviométriques. Nous distinguons, dans le cadre de cette analyse, les ménages engagés dans des migrations de court terme (de courte durée et de courte distance) de ceux ayant au moins un migrant impliqué dans une migration de long terme (de longue durée et internationale). Cette distinction est importante car l'impact des chocs sur le revenu domestique sur le montant de transferts de fonds peut va-

rier fortement d'un type de migration à l'autre et que cet engagement est étroitement lié à l'accès des ménages à d'autres stratégies de diversification des risques.

La première section de ce chapitre a pour objectif d'effectuer une revue de la littérature portant sur les liens entre transferts de fonds issus de la migration et risques climatiques. Nous présentons, dans un deuxième temps, deux modèles théoriques portant sur les liens entre transferts de fonds chocs sur le revenu dans le cadre de comportements altruistes et co-assurance entre le migrant et sa famille. Nous proposons, dans une troisième et dernière section, un test économétrique employant la technique des variables instrumentales afin d'évaluer l'impact des chocs pluviométriques sur les montants de transferts de fonds perçus par les ménages agricoles du Mali.

1 Transferts de fonds et risques climatiques : une revue de la littérature

1.1 Exposition aux aléas climatiques et gestion des risques

Le revenu agricole des ménages situés en zones rurales est sujet à de fortes fluctuations liées à des risques multiples, particulièrement préjudiciables lorsqu'ils impliquent une instabilité de la consommation. Ces phénomènes sont particulièrement perceptibles dans des économies en développement caractérisées par l'absence des marchés du crédit et de l'assurance. Comme le souligne Townsend (1994), ces potentielles sources de risques émanent notamment de chocs liés aux déficits pluviométriques, caractérisés par leur forte covariance. Ainsi, les ménages adoptent différentes stratégies afin de s'adapter aux effets négatifs engendrés par ces chocs (Dercon, 2002). Une solution souvent préférée par les ménages consiste alors à s'engager dans des activités peu risquées et ce, même si les gains escomptés restent faibles.

1.1.1 Risques climatiques et structure du revenu des ménages ruraux

Les chocs négatifs auxquels les ménages font face sont généralement classés selon l'étendue de leurs répercussions (Dercon, 2002). La littérature distingue les chocs idiosyncratiques ou individuels, des chocs communs également appelés covariants. Les chocs idiosyncratiques tels que les maladies ou les décès sont susceptibles d'affecter le revenu d'un seul et unique ménage. Les chocs covariants tels que les sécheresses, les épidémies ou encore les tremblements de terres peuvent, à l'inverse, avoir des effets négatifs sur le revenu à l'échelle d'une

I.1 Transferts de fonds et risques climatiques : une revue de la littérature

région ou d'un pays. Nombre de recherches ont montré que les chocs covariants, et plus particulièrement les événements climatiques extrêmes, ont des effets négatifs importants sur le bien-être des producteurs agricoles dans les pays en développement.

La littérature montre que la principale raison pour laquelle les chocs covariants ont un tel effet sur le revenu tient à la difficulté de s'assurer contre un tel type de choc. Comme ils sont spatialement covariants et qu'ils touchent donc, simultanément, l'ensemble d'une communauté, les ménages doivent obligatoirement recourir à des formes de compensation intertemporelles et/ou provenant de l'extérieur de la communauté. Les sécheresses constituent, à ce titre, l'un des chocs les plus covariants mais également des plus fréquents dans les pays d'Afrique subsaharienne. Les données récoltées dans le cadre des enquêtes CFSVA¹ réalisées au Mali et en Mauritanie en 2005 révèlent que la sécheresse constitue le choc le plus courant chez les ménages interrogés dans ces deux pays (Tableau I.1 et Figure I.1). Parmi les ménages touchés par des chocs au cours de l'année 2005, 26% des ménages mauritaniens et 51% des ménages maliens interrogés ont cité la sécheresse comme étant le principal choc subi. Comme le notent Rosenzweig et Binswanger (1993), la variabilité des précipitations

Tableau I.1 – Principaux chocs recensés en Mauritanie, 2005

Chocs	Pourcentage des ménages ayant déclaré avoir subi un choc
Sécheresse	26%
Autres chocs climatiques	18%
Maladie et ennemis des cultures	12%
Maladies	8%
Cérémonies	6%
Vent / ensablement	4%
Hausse des prix	3%
Chômage	3%

Source : CFSVA - Mauritanie, 2005.

fait partie des chocs contribuant le plus à la variabilité du revenu des ménages agricoles dans les pays en développement. Paxson (1992) a montré que les chocs pluviométriques ont un impact négatif élevé sur le revenu des ménages en Thaïlande, ces derniers puisant dans leur épargne afin de lisser leur consommation. Asimwe et Mpuga (2007) montrent, dans le cas de l'Ouganda, que les chocs pluviométriques positifs en début de soudure résultent

1. Analyse de la sécurité alimentaire et de la vulnérabilité (CFSVA).

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

en une baisse du revenu des ménages. Les auteurs notent toutefois que l'impact de la variabilité des précipitations sur la consommation est plus faible suggérant alors l'existence de stratégies de lissage de la consommation. Dercon (2004) met en évidence que les chocs pluviométriques et que les famines ayant frappé les ménages éthiopiens dans les années 1980 ont eu des conséquences négatives à long-terme sur le revenu et la consommation des ménages et notamment pour ceux ayant un accès limité aux assurances formelles et informelles. Porter (2012) explore les relations de non linéarité entre les chocs pluviométriques et le revenu agricole des ménages ruraux en Éthiopie. Les résultats de l'auteur indiquent que ces derniers n'ont pas la capacité de se prémunir contre les chocs pluviométriques les plus négatifs étant donné la covariance de ce type de choc, mettant ainsi en évidence la nécessité de recourir à des mécanismes formels d'assurance contre la pluviométrie².

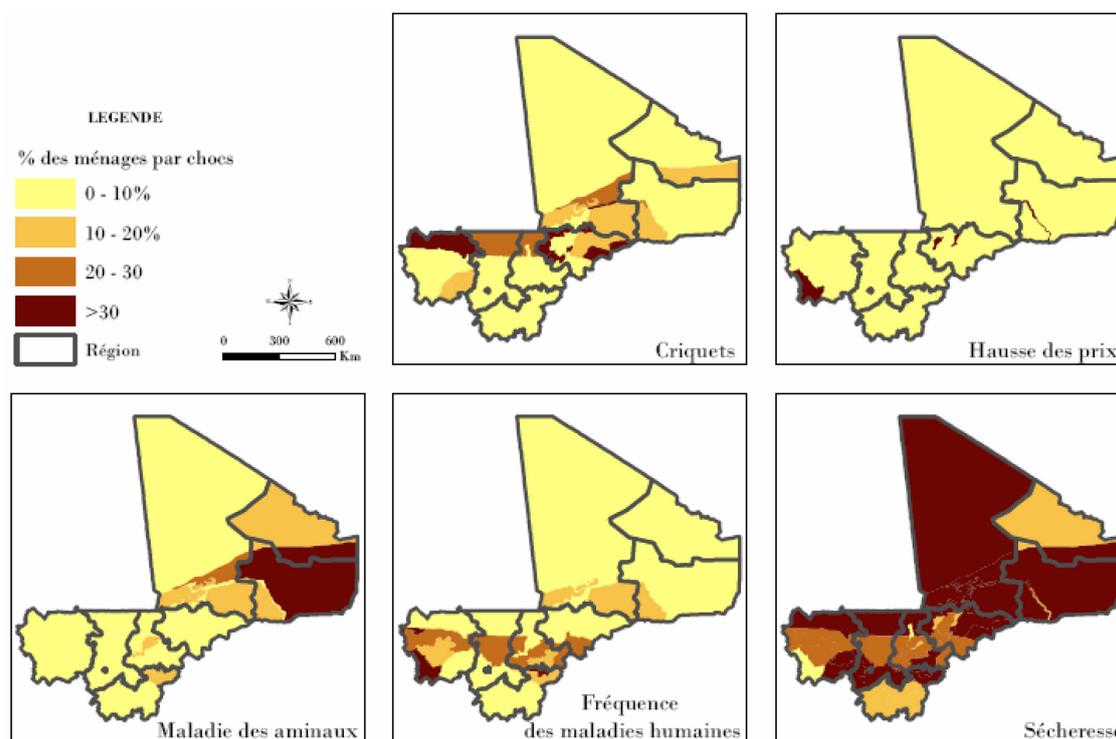
L'impact des chocs climatiques sur le revenu des ménages ruraux dépend donc étroitement de la part du revenu agricole dans le revenu total. La littérature montre, à ce titre, que les chocs climatiques ont des effets contrastés sur le revenu agricole des ménages en fonction de la structure de leur revenu et en particulier de leur degré de diversification (Reardon et Taylor, 1996 ; Adams et Alderman, 1992). Plus précisément, Reardon et Taylor (1996) montrent, dans le cas du Burkina Faso, que les chocs climatiques ont à la fois des effets sur la pauvreté et sur les inégalités de revenu, plongeant ainsi une partie de la population agricole dans l'incapacité de faire face aux chocs futurs. Les auteurs constatent, dans la zone sahélienne du Burkina Faso caractérisée par des conditions agro-climatiques défavorables, une augmentation de la pauvreté en même temps qu'une diminution des inégalités après l'occurrence de sécheresses. Ces dernières ont toutefois un effet conjoint sur la pauvreté et les inégalités dans la zone guinéenne du Burkina Faso, où les conditions agro-climatiques sont pourtant plus favorables aux cultures. L'accès des populations les plus pauvres aux différentes sources de revenu diffère fortement entre les deux régions climatiques. Dans le Sahel, les ménages pauvres ont un accès limité aux revenus non-agricoles et dépendent fortement du revenu agricole étroitement corrélé aux conditions climatiques. Dans la zone soudanienne, les ménages disposent d'un accès plus important aux sources de revenus non-agricoles laissant

2. L'assurance agricole climatique est de plus en plus considérée comme un outil d'adaptation au changement climatique. Pour indemniser les agriculteurs en cas de pertes de récoltes dues aux aléas climatiques, l'estimation des dégâts peut être faite indirectement par le biais d'indicateurs appelés indices climatiques. Des valeurs seuils des ces indices climatiques sont utilisées pour déclencher les indemnisations des producteurs sinistres. Les indemnisations sont déclenchées par des tendances spécifiques de l'indice convenues, et non par les rendements effectifs, ce qui a pour conséquence de réduire le risque d'aléa moral et d'antisélection, tout en éliminant la nécessité de procéder à des évaluations sur le terrain (FIDA - WFP, 2010).

I.1 Transferts de fonds et risques climatiques : une revue de la littérature

alors les ménages les plus pauvres dans une situation de pauvreté extrême alors que les ménages les plus diversifiés bénéficient, quant à eux, d'une meilleure capacité à faire face aux sécheresses.

Figure I.1 – Répartition des cinq principaux chocs vécus par les ménages au Mali en 2005 (pourcentage des ménages cumulatif)



Source : CFSVA - Mali, 2005.

1.1.2 Gestion des risques et assurance informelle

Les risques climatiques constituent un facteur limitant les capacités productives des ménages ruraux, notamment des plus pauvres vivant dans des régions caractérisées par la variabilité du climat. L'impact du climat sur les capacités productives des ménages intervient à plusieurs niveaux. Premièrement, en tenant compte de l'aversion au risque des ménages et de leur engagement dans des activités moins risquées mais également moins rémunératrices. Deuxièmement, via la perte directe (destruction) d'actifs suite à l'occurrence de chocs. Et enfin, en tenant compte des stratégies de gestion des risques visant à désaccumuler des actifs acquis pendant les années de bonnes récoltes afin de compenser les pertes de revenu

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

en cas de choc.

Les populations les plus pauvres ne peuvent réaliser des investissements dans des activités à rendements plus élevés (bien que plus risquées) étant donné qu'ils disposent d'options de gestion des risques limitées et sont alors exclus des opportunités de production leur permettant, à long terme, de sortir de la pauvreté (PNUD, 2008). Les ménages sahéliens, ayant de faibles moyens de production, préfèrent s'engager dans la production de cultures traditionnelles à faible rendement mais également plus stable d'année en année. Autrement dit, les agriculteurs peuvent être contraints de prendre des décisions en matière de production de sorte que leurs récoltes soient moins vulnérables aux variations de précipitations, mais également moins rentables. Ces stratégies constituent l'une des principales formes de prévention et de réduction des risques face aux chocs exogènes et peuvent être expliquées par l'aversion des plus pauvres au risque. Plus les ménages se rapprochent d'une situation de pauvreté extrême, plus ils sont réticents à prendre des risques en l'absence d'assurance formelle et de variabilité climatique.

Les chocs climatiques peuvent également avoir des conséquences néfastes sur les capacités productives des ménages agricoles (et donc leur capacité à générer un revenu stable sur le long terme) à travers leurs effets directs et indirects sur l'accumulation d'actifs. Les effets directs des chocs sur la perte d'actifs regroupe l'ensemble des dommages occasionnés directement par les chocs sur les actifs physiques possédés par les ménages. La dégradation des actifs peut également être occasionnée par la dépréciation du capital non utilisé lorsqu'un ménage décide de diminuer volontairement ou involontairement son offre de travail (recours à la migration). Les effets indirects des chocs climatiques sur les actifs nécessitent de tenir compte des comportements stratégiques des ménages face aux risques pesant sur le revenu tiré de l'agriculture.

Deaton (1991) montre que l'épargne de précaution est susceptible d'offrir une assurance presque parfaite contre les risques pesant sur le revenu lorsque les marchés du crédit et de l'assurance sont incomplets. L'auteur considère un modèle de type *buffer-stock* au sein duquel les comportements d'épargne caractéristiques des modèles de cycle de vie s'effacent du fait de l'impatience du consommateur et des contraintes de liquidité auquel ce dernier est confronté. Le consommateur constitue une épargne jouant un rôle « tampon » contre les fluctuations de revenu à court-terme. Ce type de comportement apparaît conforme aux observations effectués dans les pays d'Afrique subsaharienne où la constitution d'une épargne de précaution lorsque le climat économique le permet et la revente d'actifs afin de faire face aux chocs constitue une stratégie couramment employée par les ménages ruraux. Czukas

I.1 Transferts de fonds et risques climatiques : une revue de la littérature

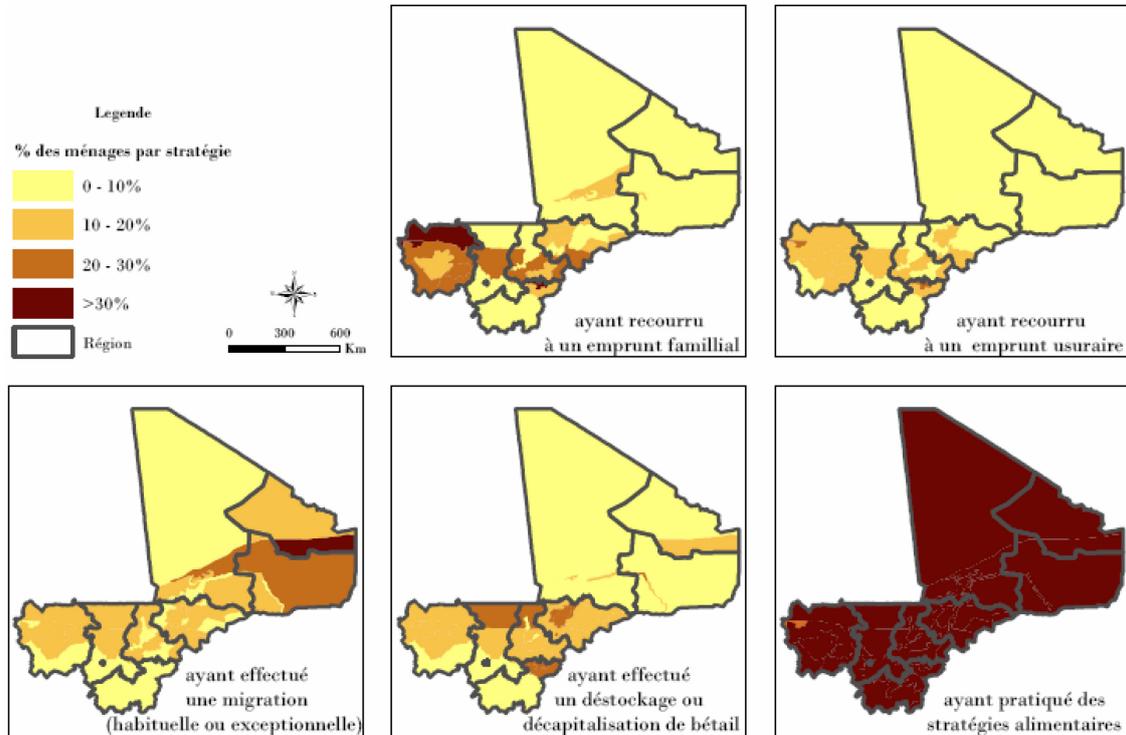
et al. (1998) montrent que la vente de bétail au Burkina Faso compense entre 15% et 30% des pertes de revenus liés à l'agriculture à la suite des sécheresses. Les données issues de l'enquête CFSVA - Mali (2005) confirment également le rôle joué par la décapitalisation du bétail afin de faire face aux chocs. 17.5% des ménages maliens ont, en moyenne, eu recours à ce type de stratégie afin de faire face aux chocs en 2005 dont 27.5% à Gao, 24.8% à Sikasso, 9.5% à Mopti et 17.7% Kidal (Figure I.2)³.

L'efficacité de ce type de stratégie de gestion des risques, visant à désaccumuler des actifs en période de crise afin de stabiliser le revenu et la consommation a toutefois fait l'objet de discussions lorsque les ménages sont touchés par des chocs covariants. La littérature empirique montre que la revente actifs possédés par les ménages agricoles dans les pays en développement comporte un risque lié à la baisse de leur valeur sur le marché en cas de choc affectant symétriquement l'ensemble d'une communauté. Si tous les ménages touchés par un choc vendent leurs actifs en même temps afin de lisser leur consommation, les prix des biens peuvent chuter. La perte de valeur qui en résulte peut rapidement et gravement affecter les stratégies de réponse et augmenter, dans la foulée, l'amplitude des inégalités (Dercon, 2004 ; PNUD, 2008). Rahmato (1991) a montré, à ce titre, que la famine ayant frappé les ménages éthiopiens en 1984-1985 a causé une chute des termes de l'échange entre le bétail et les céréales, le prix relatif de la nourriture ayant augmenté d'un facteur trois et celui des actifs ayant diminué de deux tiers. Lorsque la valeur des actifs relativement au prix des aliments chute, les ménages peuvent alors être amenés à se défaire d'une quantité d'actif importante (voire de tous leurs actifs) limitant, en retour, leur productivité une fois le choc passé.

3. Les stratégies alimentaires constituent le mode de gestion des risques le plus couramment employé au Mali en 2005. Nous discutons de la relation entre décapitalisation des actifs et stratégies alimentaires dans le cadre de l'adaptation des ménages ruraux aux chocs climatiques dans le Chapitre II, section 1.2.

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

Figure I.2 – Stratégies les plus couramment utilisées par les ménages afin de répondre aux chocs (pourcentage des ménages cumulatif)



Source : CFSVA - Mali, 2005.

Un grand nombre de ménages ruraux en Afrique subsaharienne comptent sur les revenus générés en dehors de l'agriculture pour faire face aux conséquences négatives des chocs (Reardon, 1997). Ces activités non-agricoles, qu'elles soient pratiquées localement ou via la migration, peuvent s'avérer fortement rémunératrices si bien que « la diversification peut devenir une norme » (Barrett et Reardon, 2000). Un tel comportement est spécifique aux économies en développement et peut être expliqué par des motifs d'assurance, dans le cadre de stratégies de survies ou encore par la recherche de nouvelles opportunités.

Les chocs pluviométriques jouent un rôle décisif dans les décisions des ménages à s'engager dans de nouvelles activités. Ils peuvent opter, dans les régions caractérisées par une forte variabilité des précipitations, pour une diversification *ex ante* de leur revenu afin de gérer les risques futurs et / ou s'engager dans une diversification de leur revenu *ex post*, c'est-à-dire, à la suite d'un choc négatif sur le revenu agricole. Les stratégies *ex post* comprennent, par exemple, la revente d'actifs physiques afin d'acheter de la nourriture sur les marchés en cas de choc, ou encore, l'envoi de membres dans des villes (pays) voisines (voisins), où les risques sont décorrélés de ceux subis par les ménages restés dans la ville (pays) d'origine

I.1 Transferts de fonds et risques climatiques : une revue de la littérature

(Dercon, 1998 ; Lucas et Stark, 1985).

Barrett et al. (2000) soulignent que les ménages en Afrique subsaharienne peuvent être forcés à s'engager dans des activités non agricoles lorsque leur dotation en terre devient insuffisante afin de subvenir à leur subsistance, notamment en cas d'éclatement des parcelles agricoles (en cas d'héritage). Les ménages peuvent alors être poussés à s'engager dans des activités peu rémunératrices et la diversification résulte alors de stratégies de survie (Matsumoto et al., 2006). La diversification du revenu peut, *a contrario*, être motivée par l'existence d'opportunités dans le secteur non agricole à travers les liens intersectoriels (Haggblade et al., 2009). Dans les régions les moins défavorisées bénéficiant d'un bon accès au marché, la demande pour les produits non alimentaires peut être plus élevée et la transformation des aliments peut devenir une activité non agricole lucrative (de le Brière et al., 1997).

La capacité des ménages à s'engager dans de nouvelles activités dépend étroitement des coûts d'entrée. Ces barrières sont, bien évidemment, plus élevées lorsque la diversification du revenu est guidée par une recherche d'assurance et par des effets d'opportunités. Les activités non agricoles peuvent toutefois se révéler difficilement accessibles même dans le cadre de stratégies de survies. Des contraintes d'entrée telles que l'éducation ou la santé poussent les ménages les plus pauvres à s'engager dans des activités peu coûteuses mais également peu rémunératrices (Reardon, 1997 ; Dercon et Krishnan, 1996).

Les stratégies de diversification des sources de revenus basées sur la migration sont soumises à ce type de contraintes car elles nécessitent une capacité d'investissement souvent importante de la part des ménages. En effet, l'efficacité de la migration, et donc les gains attendus, dépend étroitement de la capacité des ménages à assumer les coûts associés au départ du migrant. Ces coûts dépendent notamment de la solidité des réseaux migratoires ou encore du niveau d'instruction du prétendant à la migration (Hampshire, 2002 ; Yúnez-Naude et Taylor, 2001). Lorsque les gains espérés de la migration sont élevés et que le ménage peut assumer les coûts de la migration, les ménages peuvent investir dans une migration internationale permettant alors de décorréler au maximum les sources de risques pesant sur leurs revenus. Lorsque les coûts de la migration constituent une barrière importante, elle peut, en revanche, être associée à une stratégie de survie et à des gains espérés plus faibles.

Abdulai (2001) examine, à ce titre, le portefeuille d'actifs des ménages au Mali afin de voir si les possibilités d'adaptation varient suivant le niveau et les sources de revenu. Les résultats de l'enquête indiquent que les cultures forment la principale source de revenu (70% du revenu global). La plus importante source de revenu non agricole provient du commerce

(66%) alors que la migration ne représente que 14% du revenu non agricole. L'auteur évalue alors les probabilités de participation des ménages dans différentes activités. Les résultats obtenus montrent que plus les ménages sont pauvres et plus ils se caractérisent par une faible capacité à diversifier leurs sources de revenus. Les activités non agricoles les plus lucratives exigent donc un certain niveau de capital limitant, de fait, les options de diversification (Dercon et Krishnan, 1996 ; Woldenhanna et Oskam, 2001).

1.2 Les transferts de fonds comme stratégies de gestion des risques climatiques

1.2.1 Migration, transferts de fonds et gestion des risques : une revue de la littérature

L'analyse économique des migrations de travail est longtemps restée dominée par les modèles de Todaro (1969) et Harris et Todaro (1970) . Ces modèles formulent l'hypothèse qu'un migrant potentiel opère un calcul entre son utilité espérée dans une région d'accueil et son utilité espérée à ne pas migrer et que le différentiel de revenu espéré entre les deux régions explique le choix de migrer ou non. Stark et Levhari (1982) proposent une approche alternative afin d'expliquer les migrations dans les pays en développement en introduisant le risque comme variable explicative de la décision migratoire. Les auteurs supposent que les familles agricoles, averses au risque, diversifient leur revenu afin de faire face aux multiples risques pesant sur leur principale source de revenu, l'agriculture. L'envoi d'un membre dans le secteur urbain, indépendant de l'agriculture, constitue alors un moyen efficace de décorréler les risques sur le revenu⁴.

Stark (1991) formule alors trois prémisses : (i) La migration d'un individu résulterait de comportements optimisateurs et rationnels élaborés par un groupe de personne tel qu'une famille ; (ii) La migration de travail ne résulte pas seulement d'un différentiel de salaire entre une région d'origine et une région d'accueil mais doit tenir compte de l'incertitude pesant sur le revenu des familles ; (iii) La migration dans les pays en développement est étroitement liée à l'imperfection des marchés du crédit et de l'assurance. Selon Stark (1991), la décision migratoire résulte de la volonté des familles à stabiliser leur revenu à travers un investissement préalable dans la migration. Ainsi, la famille ou le ménage devient l'unité de décision de base de la migration et détermine alors les sommes d'argent envoyés par le

4. L'hypothèse d'indépendance des risques entre le secteur urbain et agricole est toutefois remise en question dans une littérature plus récente se concentrant notamment sur les déterminants des migrations internationales.

I.1 Transferts de fonds et risques climatiques : une revue de la littérature

migrant après son départ en migration. Ce contrat d'assurance permet alors aux ménages de lisser leur consommation en cas de choc sur leur revenu. Aussi, les flux de transfert de fonds ne sont plus perçus comme un produit aléatoire de la migration d'un individu isolé mais comme faisant partie de stratégies élaborées à l'échelle des ménages dans le cadre de stratégies de co-assurance entre le migrant et sa famille. Les transferts de fonds peuvent donc être envoyés par le migrant à sa famille lorsque ceux-ci font face à un choc négatif sur leur revenu ou inversement, lorsque le migrant est sans emploi (Stark, 1991).

Plusieurs modèles et tests empiriques ont, par la suite, tenté de démontrer ou infirmer les prémisses formulés par Stark (1991). Hoddinott (1994) développe un modèle dans lequel la migration résulte de l'utilité jointe du migrant ainsi que des autres membres de sa famille (ou ménage). Les modèles de Todaro et de la gestion des risques par la migration constituent alors deux cas spéciaux du modèle d'Hoddinott (1994) où la migration est influencée par un comportement individuel du migrant mais également de sa famille. Une hypothèse sous-jacente à ce modèle est que les transferts de fonds sont une fonction de la capacité de la famille du migrant à récompenser ce dernier en lui offrant des terres ou autres biens pour sa succession. Paulson (1994) montre dans le cas du Kenya que les transferts de fonds peuvent s'inscrire dans le cadre de stratégies de diversification du revenu des familles même s'ils ne résultent pas directement de la décision migratoire. L'auteur met en évidence que la décision de transférer des fonds est *ex post*, c'est-à-dire, après le départ en migration et après que la famille ait subi un ou plusieurs chocs consécutifs. Ainsi, Paulson (1994) met en évidence que les transferts de fonds peuvent répondre positivement aux chocs négatifs sur le revenu même si ils étaient, initialement, indépendants de la décision migratoire.

Un certain nombre d'études théoriques et empiriques cherchent à analyser les liens entre migration, transferts de fonds et événements climatiques. Bien que ce champ d'étude ne soit pas nouveau (Lucas et Stark, 1985), il suscite depuis quelques années un regain d'intérêt dans le cadre des préoccupations grandissantes concernant les effets néfastes du changement climatique. Ces études majoritairement empiriques montrent que les chocs climatiques ont des effets importants sur les envois de fonds en direction des pays en développement mais ont, en revanche, des effets contrastés sur les départs en migration en raison des coûts qu'ils supposent. De ces coûts de la migration dépend le type de migration entrepris par le ou le(s) membres d'un ménage mais également de la stabilité et des montants de transferts de fonds perçus.

1.2.2 Une relation négative entre chocs et départs en migration et positive entre chocs et transferts de fonds

Deux principaux types de migrations de travail peuvent être distingués, par leurs durées ainsi que leurs distances. Les migrations de court terme concernent majoritairement des adolescents et jeunes mariés, issus des familles les plus pauvres, migrant vers les villes les plus proches afin de trouver un emploi (Findley, 1994 ; Minvielle, 1985). Ces migrants restent travailler dans les villes voisines pendant plusieurs mois et ne reviennent qu'une fois dans l'année afin d'aider leur famille pour le travail des champs (au cours de la saison des pluies). À l'inverse, les migrations de long terme impliquent des séjours de longues durées, sur de longues distances et peuvent très souvent être permanentes. Ce type de migration est souvent à l'origine de l'envoi de transferts de fonds de la part du migrant vers sa famille restée dans la région d'origine (Azam et Gubert, 2005 ; Coulibaly, 1982).

En raison de leur large horizon temporel, les migrations de long terme ne peuvent constituer des réponses spontanées aux chocs. Les transferts de fonds constituent alors un moyen de réponse privilégiés aux effets négatifs des chocs sur le revenu des ménages restés dans la région d'origine. Ainsi, la migration constitue un moyen de répondre aux chocs *ex ante* mais également *ex post*. En effet, plusieurs études ont montré que les chocs ont un effet positif sur les migrations de court terme, peu coûteuse, en même temps qu'un effet négatif sur les migrations de long terme. La migration de long terme nécessitant un coût de départ élevé, les familles assument les coûts de la migration en vue de recevoir *ex post* des transferts lorsqu'ils font face à un choc négatif sur leur revenu.

Aussi, les recherches portant sur les interactions entre migration et climat soulignent l'absence de relation, voire même, l'existence d'une relation négative entre phénomènes climatiques extrêmes et mouvements migratoires de long terme. Kniveton et al. (2009) relient données migratoires et données pluviométriques dans les États mexicain de Zacatecas et de Durango. Leurs résultats suggèrent une corrélation inverse entre migration et pluviométrie. Autrement dit, plus les précipitations déclinent et moins le nombre de migrant est élevé. Ces résultats vont également dans le sens d'une étude menée au Burkina Faso. Les auteurs (Henry et al., 2004) insistent sur le manque de relation entre changement de régime de précipitations et départs en migration (tous types de migration confondus). Lorsque les différentes formes migratoires sont désagrégées, les migrations longues distances semblent moins corrélées aux conditions environnementales que les mouvements de courte distance.

Ces études mettent en évidence que les problèmes alimentaires pendant les épisodes de sè-

I.1 Transferts de fonds et risques climatiques : une revue de la littérature

cheresses impliquent une augmentation des prix et obligent les ménages à dépenser plus d'argent pour leurs besoins essentiels plutôt qu'à investir dans des migrations longues distance terriblement coûteuses, les contraignant alors à s'engager dans des migration courtes distances⁵. La migration de long terme, généralement associée à des envois de fonds, nécessite, quant à elle, un investissement préalable expliquant alors l'absence de mouvements migratoires sur de longues distances après l'occurrence d'un choc (Findley, 1994).

Findley (1994) propose, à ce titre, d'étudier les phénomènes migratoires au Mali et de les relier à la grande sécheresse de 1983-1985 et montre d'une part, que la persistance d'un épisode de sécheresse dans le temps est associée une augmentation des migrations de courtes distances permettant de diminuer les besoins de consommation du foyer et d'autre part, que l'essentiel des migrations longues distances ont été entreprises dès les premiers signes de la sécheresse (tableau I.2).

Tableau I.2 – Distribution de la migration par type avant et pendant la grande sécheresse au Mali

Type de migration	1982		1983-1985	
	Avant la sécheresse	Période de sécheresse	N	%
Court terme	222	25	584	63
Long terme	560	75	343	36
Total	782	100	927	100

Note : Les migrations de court-terme comprennent l'ensemble des mouvements de populations de moins de six mois. Les mouvements de long terme comprennent, quant à elles, les migrations de plus de six mois.

Source : Findley, 1994.

Les résultats de l'auteur montrent également qu'un grand nombre de familles dépendaient des transferts de fonds issus de la migration entre 1983 et 1985. En effet, 63% des familles interrogées ont révélé dépendre des transferts de fonds des migrants au cours de l'épisode de sécheresses des années 1983-1985. La plupart de ces ménages recevait des transferts de migrants établis en France (47%) et 16% seulement recevaient de l'argent des migrants établis dans divers pays de l'Afrique subsaharienne⁶.

5. Les migrations courtes distances peuvent prendre des formes très diverses et variées. Il peut s'agir du départ d'un individu vers une ville voisine afin de trouver un emploi, du départ de femmes et d'enfants dans d'autres foyers familiaux ou encore de départs des femmes en mariage.

6. Une étude menée par Gonin (1997) au Mali corrobore ces résultats. L'auteur propose de retracer, à partir d'histoires migratoires, le nombre de migrations internationales dans quatre villages du cercle de Kayes

Plusieurs études ont en évidence que les transferts de fonds sont motivés par des comportements complexes et divers de la part des migrants. Les transferts de fonds peuvent être envoyés lorsque les ménages restés dans la région d'origine font face à un choc négatif sur leur revenu ou au contraire, lorsque le climat économique dans la région d'origine est favorable à l'investissement (Azam et Gubert, 2005 ; Yang et Choi, 2005). Lucas et Stark (1985) montrent que la décision de transférer des fonds s'inscrit dans le cadre d'arrangements familiaux où la famille assume les coûts de la migration en échange de quoi, le(s) candidat(s) à la migration s'engage(nt) à verser des fonds. Les transferts de fonds résultent alors d'un investissement préalable et souvent coûteux dans la migration constituant une véritable barrière pour les population les plus pauvres. Aussi, nous présentons dans la section suivante les différentes théories relatives aux comportements de transferts de fonds et présentons deux modèles théoriques traitant spécifiquement de la réponse des envois de fonds aux chocs sur le revenu. Nous discutons, de plus, des contraintes méthodologiques posées par les tests empiriques de ces modèles.

2 Chocs sur le revenu et transferts de fonds : aspects théoriques et méthodologiques

2.1 Les comportements de transferts de fonds

2.1.1 Altruisme

Les montants ainsi que la stabilité des transferts envoyés par les migrants dépendent d'un certain nombre de facteurs socioéconomiques parmi lesquels figurent la capacité d'épargne du migrant, la durée de la migration (permanente, temporaire, saisonnière), sa destination ou encore le statut marital du migrant. Un critère déterminant est néanmoins celui de la motivation du migrant à rapatrier des fonds. Cette motivation est difficilement généralisable et dépend de conditions préalables à la migration et d'arrangements familiaux (Stark, 1991). La littérature distingue généralement trois comportements de transferts à savoir, l'altruisme pur, le simple intérêt personnel, les arrangements tacites avec la famille restée dans le pays d'origine.

entre 1939 et 1997. Entre 1990 et 1995, une vingtaine de départs en direction de pays étrangers ont été observés dans la région de Kayes contre un seul et unique pour l'année 1973 ou encore l'année 1894 marquées par de forts déficits pluviométriques. L'auteur met également en évidence que les premiers signes de sécheresses seraient apparus, dans les villages enquêtés, dès la fin des années 1960 ; décennie au cours de laquelle, la région a connu une forte vague d'émigration.

I.2 Chocs sur le revenu et transferts de fonds : aspects théoriques et méthodologiques

L'explication la plus répondue des transferts de fonds est donnée par l'existence de comportements altruistes. Le migrant envoie donc de l'argent à ses proches restés dans la région d'origine lorsque ceux-ci font face à un choc sur leur revenu et / ou leur consommation. Ainsi, l'utilité du migrant altruiste dépend de sa propre consommation mais également de celle de sa famille restée dans le pays d'origine (*d'altruisme unilatéral*). En retour, l'utilité de la famille peut également dépendre de celle du migrant. On parle alors *d'altruisme bilatéral*⁷.

Cette explication, dont les fondements ont été posés par Becker (1974), repose sur plusieurs hypothèses. Premièrement, le montant ainsi que la probabilité des transferts augmentent avec le revenu de l'émigré⁸. Ensuite, le montant et la fréquence des transferts est une fonction décroissante du revenu des proches dans la région d'origine (Becker, 1974 ; Funkhouser, 1995 ; de la Brière et al., 1997). Troisièmement, le montant diminue au fil du temps, à mesure que les liens familiaux se distendent où qu'au contraire, la famille rejoigne le migrant dans le pays d'accueil. Selon cette troisième hypothèse, le montant des transferts internationaux dépendent de façon croissante des intentions de retour du migrant. De plus, Funkhouser (1995) montre que ce montant de transferts dépend négativement du nombre de migrants originaires du même ménage. Enfin, sous la condition que les comportements de transferts des migrants sont guidés par l'altruisme, transferts privés et transferts publics peuvent alors être substituables. Barro (1974) met en évidence que l'aide publique versée aux ménages et les transferts de fonds sont négativement corrélés. Lorsqu'un ménage reçoit des aides publiques, sa probabilité de recevoir des transferts de fonds ainsi que les montants perçus diminuent.

2.1.2 Intérêts personnels

Plusieurs recherches empiriques ont toutefois mis en évidence que le motif d'altruisme était insuffisant et ne pouvait expliquer à lui seul les comportements de transferts. Ces comportements peuvent même être le résultat d'autres motifs qui s'opposent parfois même au concept d'altruisme. En effet, les comportements de transferts peuvent être guidés par un motif *d'échange* où le migrant « achète » un ensemble de services à la famille restée dans la région d'origine. Le migrant peut par exemple transférer des fonds à sa famille dans un but personnel en cherchant à surmonter sa propre contrainte financière et afin d'investir dans

7. Les montants de transferts dans le cas de l'altruisme bilatéral où l'utilité du migrant dépend de celle de la famille et inversement sont censés être inférieurs au cas de l'altruisme unilatéral (Stark, 1995).

8. Dans le cadre de comportements altruistes de la part du migrant, le montant de transferts de fonds reçus par la famille augmente en fonction de son degré d'altruisme. Celui-ci étant inobservable, Stark (1995) propose de retenir le revenu du migrant comme approximation du comportement altruiste.

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

son pays d'origine (Rapoport et Docquier, 2005). Ainsi, lorsque le migrant possède des biens dans son pays d'origine, ce dernier peut transférer des fonds à la famille afin de s'assurer de la bonne gestion de ces biens (OCDE, 2006). De même, un migrant peut envoyer de l'argent à sa famille afin qu'elle investisse pour lui lorsque le climat économique dans la région d'origine est favorable à l'investissement⁹. L'intention de retour dans son pays peut également pousser le migrant à transférer des fonds afin que sa famille investisse, pour lui, dans l'immobilier ou dans des actifs financiers. Sous l'hypothèse que les motifs des transferts sont guidés par l'intérêt personnel du migrant, le montant transféré augmente avec le revenu du migrant et la quantité de service demandée mais réagit de façon ambiguë à une hausse du revenu des membres de la famille (Hoddinott, 1994 ; Lucas et Stark, 1985).

Les arrangements pris par les ménages, en particulier au sein de la famille élargie, peuvent être considérés comme plus complexes dans la réalité, et plus équilibrés que dans le cas des deux extrêmes de l'altruisme pur et le simple intérêt personnel comme principaux moteurs des transferts de fonds. Lucas et Stark (1985) expliquent les motivations amenant à transférer des fonds en se servant d'un modèle dénommé « altruisme tempéré » ou « intérêt personnel bien compris ». La décision de transférer des fonds s'inscrit alors dans le cadre d'arrangements familiaux, ces transferts constituant un aspect endogène du processus migratoire.

La littérature distingue également des comportements de transferts où le migrant conserve ses droits de succession ou de retour en envoyant des fonds à sa famille (Hoddinott, 1994 ; Bernheim, Shleifer et Summers, 1985). Selon Hoddinott (1994), les migrants peuvent s'engager à verser un certain montant réguliers de transferts de fonds mais également être encouragés à verser des sommes supérieures à ce montant moyen (de référence) lorsque la famille offre au migrant différents actifs sous la forme d'héritage. Dans ce cas, les transferts peuvent être assimilés à une stratégie d'investissement (dans l'héritage) de la part du migrant mais également comme un moyen, pour la famille, de sécuriser et stabiliser les flux de transferts de fonds.

2.1.3 Contrat de co-assurance implicite

Les comportements de transferts peuvent également résulter d'arrangement au sein d'une même famille ou ménage est considéré comme un « contrat de co-assurance implicite ». La famille finance le coût initial du projet de migration, ce qui, dans la plupart des cas, représente une somme importante étant donné les coûts du déplacement et d'information.

9. Ces investissements regroupent, par exemple, les investissements technologiques ou l'achat et la construction de maisons.

I.2 Chocs sur le revenu et transferts de fonds : aspects théoriques et méthodologiques

Le migrant potentiel n'est alors pas en mesure de financer la totalité des coûts migratoires, ces derniers étant pris en charge, en partie ou dans leur totalité par la famille. Dans une deuxième phase du processus d'émigration, le migrant lui-même peut aussi jouer le rôle d'assureur pour les membres de sa famille restés au pays. Sous l'hypothèse que le migrant perçoit un salaire suffisamment élevé, il verse alors un certain montant de transferts de fonds donnant alors à la famille la possibilité d'accroître sa consommation et / ou de financer des projets d'investissement assortis de risques bien plus grands.

Le rôle d'assurance joué par les transferts de fonds a été mis en évidence dans plusieurs contextes comme au Botswana (Lucas et Stark, 1985), au Pérou (Cox, Eser et Jimenez, 1998) ou encore en Afrique de l'Ouest (Lambert, 1993 ; Gubert, 2002)¹⁰. Yang et Choi (2005) évaluent l'impact des chocs pluviométriques sur le revenu des ménages ruraux aux Philippines et montre que ces chocs contribuent à l'augmentation des envois de fonds. Près de 60% de la perte de revenu engendrée par les chocs pluviométriques sont compensées par les transferts de fonds lorsque les familles ont au moins un de leur membres résident à l'étranger. Les chocs sur le revenu n'ont cependant aucune incidence sur le montant de transferts de fonds perçus pour les ménages n'ayant pas investi préalablement dans la migration internationale.

Azam et Gubert (2005) montrent également que les transferts de fonds constituent un moyen d'assurance contre les chocs négatif sur la production agricole. Les auteurs trouvent, dans le cas de la région de Kayes au Mali, que les chocs négatifs sur le revenu agricole ont un effet positif sur les montants de transferts de fonds. Halliday (2006) montre que les transferts jouent un rôle d'assurance au Salvador envers les chocs agricoles négatifs. Ceux-ci ont un effet positif sur la probabilité d'un ménage de voir émigrer l'un de ses membres et entraînent une hausse des transferts de fonds. Miller et Paulson (2007) confirment ce résultat pour la Thaïlande où des chocs exogènes négatifs (précipitations) sur le revenu des familles restées dans la région d'origine ont un impact positif sur les transferts.

Le tableau I.2 illustre l'effet des différentes principales variables caractéristiques des migrants et de leurs familles restées dans la région d'origine selon les motifs de la migration.

10. Nous n'exposons, dans ce chapitre, que les résultats provenant d'études microéconomiques. Pour une revue de la littérature macroéconomique centrée sur la contracyclité des transferts de fonds avec les chocs climatiques, se référer au Chapitre 3, section 1.2.

Tableau I.3 – Réponse des transferts de fonds à différentes variables selon les différents motifs de la migration

Variables expl.	Motifs individuels			Arrangements familiaux	
	Altruisme	Échange	Héritage	Assurance	Investissement
Revenu du migrant	> 0	> 0	> 0	-	> 0
Éducation du migrant	-	< 0	-	-	> 0
Temps depuis l'arrivée du migr.	≤ 0	-	-	-	-
Distance de la famille	≤ 0	-	< 0	-	> 0
Taux de migration	< 0	-	U-inverse	-	-
Rev permanent de la famille	< 0	> 0 / < 0	-	-	> 0 / < 0
Chocs transitoires	> 0	> 0 / < 0	-	> 0	> 0
Actifs possédés par la famille	-	-	> 0	-	-

Note : Des signes négatifs indiquent que les variables ont un effet négatif sur les montants de transferts de fonds perçus par la famille. Inversement, des signes positifs indiquent un impact positif des variables. Les symboles "-" indiquent que les variables n'ont pas d'effet direct sur les transferts de fonds.

Source : Rapport et Docquier, 2005.

2.2 Réponse des transferts de fonds aux chocs sur le revenu

Nous présentons, dans cette section, deux modèles théoriques proposés par de la Brière et al. (1997) et Yang et Choi (2005). Ces deux modèles ont pour principal objectif de formaliser les liens entre montant de transferts de fonds et chocs sur le revenu dans le cadre de comportements altruistes de la part des migrants ainsi que dans le cadre d'arrangement entre le migrant et sa famille. Nous discutons, par ailleurs, des difficultés méthodologiques liées au test empirique de ces modèles¹¹.

2.2.1 Contrat d'assurance implicite (de la Brière et al., 1997)

Le modèle présenté dans cette section part de l'hypothèse que les transferts s'inscrivent dans le cadre d'un contrat implicite d'assurance entre le migrant et sa famille d'origine. L'établissement d'un contrat entre la famille (le principal) et le migrant (l'agent) dépend de la capacité des deux partis à établir un contrat migratoire. Ce contrat stipule que la famille, restée dans la région d'origine, assume une partie ou la totalité des coûts induits par la migration en échange de quoi le migrant s'engage à verser régulièrement des transferts en fonction de l'évolution du revenu du bénéficiaire.

De la Brière et al. (1997) proposent une modélisation théorique dans lequel un contrat implicite entre le migrant et sa famille détermine un niveau optimal de transfert. Le migrant (l'agent) joue alors le rôle d'assureur auprès de sa famille d'origine (le principal) contre toute forme de choc qui serait susceptible d'amputer le revenu de la famille. Y_f est le revenu dont dispose une famille averse au risque et Y_m le revenu perçu par le migrant dans la région d'accueil. Le revenu Y_f est associé à une probabilité $(1 - \pi)$. Lorsque le ménage resté dans la région d'origine subit un choc négatif ΔY_f ($\Delta Y_f > 0$) sur son revenu, il dispose alors d'un revenu $Y_c = Y_f - \Delta Y_f$. Y_c est associé à une probabilité π d'occurrence d'un choc négatif sur le revenu agricole. L'origine de ce choc peut être multiple, il peut être de type symétrique (variabilité climatique, invasion d'insecte, crise économique) ou asymétrique (décès, maladie). Lors de l'avènement d'un choc, la famille est contrainte à dépenser un montant supplémentaire à hauteur de ΔY_f .

La famille décide alors d'acheter une assurance auprès du migrant telle que ce dernier s'engage à verser un montant $R = a\Delta Y_f$ avec $(0 \leq a \leq 1)$ lors de l'occurrence d'un choc. En échange de ces transferts de fonds envoyés par le migrant, la famille s'engage à payer une

11. Pour une revue de la littérature détaillée des modèles examinant les liens entre gestion des risques et comportements de transferts de fonds, voir Rapoport et Docquier (2005).

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

somme C_m correspondant aux coûts de la migration ainsi que l'ensemble des coûts subis par la famille pour le compte du migrant tel que $C_m = ra\Delta Y_f$ ou r est le montant de la prime à payer par la famille tel que le contrat soit acceptable par les deux partis ($0 \leq r \leq 1$). Sous condition qu'un tel contrat s'établisse, la somme versée par la famille au migrant est au moins égale au montant espéré du dédommagement financier apporté par le migrant et au plus égale au montant du dédommagement en cas de choc, soit $a\Delta Y_f \geq C_m \geq \pi a\Delta Y_f$.

Le problème d'optimisation de la famille est donné par :

$$\max_a \pi U(Y_f - \Delta Y_f - C_m + R) + (1 - \pi)U(Y_f - C_m) \quad (\text{I.1})$$

Sous la contrainte d'utilité du migrant :

$$\pi V(Y_m + C_m - R) + (1 - \pi)V(Y_m + C_m) \geq V(Y_m) \quad (\text{I.2})$$

Où U et V forment respectivement les fonctions d'utilité de la famille et du migrant.

La résolution du modèle se déroule en deux étapes successives avec d'une part la détermination du montant de la prime r^* de façon à ce que le contrat d'assurance soit acceptable pour l'agent et d'autre part, la détermination du taux de dédommagement tel que le contrat soit acceptable pour le principal.

- *Résolution du problème de l'agent :*

En formulant l'hypothèse que les migrants potentiels provenant d'un même ménage entre en concurrence, l'équation (I.2) devient une égalité tel que :

$$\pi V(Y_m + C_m - R) + (1 - \pi)V(Y_m + C_m) = V(Y_m) \quad (\text{I.3})$$

Soit,

$$\pi V(Y_m + C_m - R) + (1 - \pi)V(Y_m + C_m) - V(Y_m) = 0 \quad (\text{I.4})$$

Un développement par le théorème de Taylor du second degré autour de Y_m donne l'équation suivante :

$$V'(Y_m)[(r - \pi)a\Delta Y_f] + \frac{1}{2}V''(Y_m)[\pi(ra\Delta Y_f - a\Delta Y_f)^2 + (1 - \pi)(ra\Delta Y_f)^2] = 0 \quad (\text{I.5})$$

I.2 Chocs sur le revenu et transferts de fonds : aspects théoriques et méthodologiques

En posant $k_m = -\frac{V''(Y_m)}{V'(Y_m)}$ le coefficient d'aversion pour le risque du migrant. En remplaçant celui-ci dans l'expression précédente nous obtenons :

$$k_m a \Delta Y_f r^2 - 2(1 + k_m a \Delta Y_f \pi) r + \pi(2 + k_m a \Delta Y_f) = 0 \quad (\text{I.6})$$

Cette équation admet la solution :

$$r^* = \pi + \frac{1}{k_m a \Delta Y_f} - \frac{\sqrt{1 - (1 - \pi)\pi(k_m a \Delta Y_f)^2}}{k_m a \Delta Y_f} \quad (\text{I.7})$$

Ainsi, la famille assume les coûts induits par la migration à hauteur de :

$$C_m = r^* a \Delta Y_f = \pi a \Delta Y_f + \frac{1}{k_m} - \frac{\sqrt{1 - (1 - \pi)\pi(k_m a \Delta Y_f)^2}}{k_m} \quad (\text{I.8})$$

- Résolution du problème du principal :

Le principal maximise son utilité en tenant compte de la contrainte de participation de l'agent. On peut alors écrire :

$$\max \pi U(Y_f - \Delta Y_f - C_m + R) + (1 - \pi)U(Y_f - C_m) \quad (\text{I.9})$$

Soit,

$$\max \pi U(Y_f - \Delta Y_f - r a \Delta Y_f + a \Delta Y_f) + (1 - \pi)U(Y_f - r a \Delta Y_f) \quad (\text{I.10})$$

Sous la contrainte :

$$r^* = \pi + \frac{1}{k_m a \Delta Y_f} - \frac{\sqrt{1 - (1 - \pi)\pi(k_m a \Delta Y_f)^2}}{k_m a \Delta Y_f} \quad (\text{I.11})$$

Afin de trouver le taux de dédommagement optimal a^* , l'expression de r est remplacée dans celle du programme du principal qui devient alors :

$$\max \pi U \left(Y_f + \Delta Y_f (-1 + (1 - \pi)a) \frac{1}{k_m} + \frac{\sqrt{A}}{k_m} \right) + (1 - \pi)U \left(Y_f - \pi a \Delta Y_f - \frac{1}{k_m} + \frac{\sqrt{A}}{k_m} \right) \quad (\text{I.12})$$

Avec $A = 1 - (1 - \pi)\pi(k_m a \Delta Y_f)^2$.

La condition du premier ordre suivi d'un développement de Taylor de premier ordre autour

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

de Y_f donne :

$$\left[\frac{ak_m \Delta Y_f}{\sqrt{A}} \right] U'(Y_f) + \left[-\Delta Y_f + \frac{ak_m \pi \Delta Y_f^2}{\sqrt{A}} + \frac{a \Delta Y_f}{\sqrt{A}} \right] U''(Y_f) \quad (\text{I.13})$$

Le coefficient d'aversion au risque de la famille est $k_f = -\frac{U''(Y_m)}{U'(Y_m)}$. En remplaçant de k_f dans l'équation précédente, le taux de dédommagement d'équilibre a^* est obtenu comme :

$$a^* = \frac{1}{\left[\pi k_m^2 \Delta Y_f^2 + 2 \Delta Y_f \pi k_m \left(1 + \frac{k_m}{k_f}\right) + \left(1 + \frac{k_m}{k_f}\right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (\text{I.14})$$

La résolution du modèle de De la Brière et al. (1997) permet d'aboutir à la conclusion que les montants transferts de fonds versés, une fois le contrat établi entre l'agent et le principal, dépendent de l'aversion au risque de ces derniers ainsi que de la l'incidence et de la probabilité d'occurrence des chocs sur le revenu. La fonction de transferts de fonds peut ainsi être réécrite sous sa forme réduite :

$$R = a^* \Delta Y_f = R(\pi, \Delta Y_f, k_m, k_f) \quad (\text{I.15})$$

Il découle de la résolution de ce modèle une série de propositions sur les liens encadrant la relation entre chocs sur le revenu et transferts de fonds. Une première proposition indique que les transferts envoyés par les migrants R varient positivement par rapport au choc ΔY_f soit, $\frac{\delta R}{\delta \Delta Y_f} > 0$. Ainsi, si l'ampleur du choc augmente, le soutien financier apporté par les migrants (déjà envoyés à l'étranger) augmente. Toutefois, l'augmentation de la gravité du choc conduit la famille à choisir un contrat pour un taux de dédommagement plus faible. Si les transferts de fonds envoyés par les migrants restent une fonction positive du choc, cela implique qu'un ménage subissant un choc supportera les coûts de la migration de l'un de ses membres pour un montant de transferts plus faible qu'en l'absence de choc. Cette relation implique que $\frac{\delta a}{\delta \Delta Y_f} > -1$. Une seconde proposition indique que la prime d'assurance demandée par le migrant est une fonction positive de son niveau d'aversion pour le risque. Ainsi, plus le niveau d'aversion pour le risque du migrant augmente et plus le niveau de transfert diminue ($\frac{\delta R}{\delta k_m} < 0$). En formulant l'hypothèse que $\frac{k_m}{\delta Y_m} < 0$ alors la part des transferts envoyés par les migrants à leur famille, affectée par un choc négatif, augmente avec l'augmentation de Y_m . Enfin, selon la troisième proposition, le taux de dédommagement s'accroît avec le degré d'aversion pour le risque de la famille. L'aversion pour le risque étant décroissante avec le revenu, plus les familles sont pauvres, et plus les montants de transferts

1.2 Chocs sur le revenu et transferts de fonds : aspects théoriques et méthodologiques

qu'elles reçoivent de la part des migrants en cas de choc sont élevés.

2.2.2 Stratégie de lissage de la consommation (Yang et Choi, 2005)

Le modèle proposé par de la Brière et al. (1997) a fait l'objet d'extensions récentes visant à tenir compte de l'influence des chocs dans le temps sur les montants de transferts de fonds perçus par les ménages. Yang et Choi (2005) proposent d'étudier l'impact des chocs pluviométriques sur le montant de transferts de fonds perçus par les ménages ruraux aux Philippines. Les auteurs cherchent alors à valider l'hypothèse que les chocs négatifs, à travers l'occurrence de chocs pluviométriques calculés comme la différence entre les totaux pluviométriques annuels, contribuent à l'augmentation des envois de fonds. Un modèle théorique, basé sur une allocation efficace au sens de Pareto des risques entre les individus composant un ménage, est mobilisé et testé.

Ce modèle formule deux principales hypothèses. La première est qu'il n'existe aucune inégalité entre les membres d'un même ménage mais également que la consommation de ces derniers n'est affectée par aucun choc idiosyncratique. Les auteurs cherchent, en outre, à éliminer l'influence des caractéristiques inobservées et invariantes dans le temps des ménages sur la probabilité que ces derniers reçoivent des transferts de fonds. Aussi, le modèle théorique proposé tient compte du temps et plus spécifiquement de l'influence des chocs sur les variations de revenu afin d'éliminer toute forme de causalité inverse entre les transferts de fonds et revenu.

Ce modèle considère que les ménages i sont composés de deux individus, soit $i \in \{1, 2\}$. Les deux membres disposent d'un emploi, l'un travaillant dans la région d'origine et l'autre à l'étranger, et tous deux ont la possibilité de transférer des fonds. Les individus perçoivent un revenu incertain à chaque période t dénoté, $y_{s_t}^i$, où s_t est l'état de la nature ($s_t \in S$). L'utilité à la période t de chacun des membres du ménage est donnée par $U_i(c_{s_t}^i)$ où $c_{s_t}^i$ représente la consommation du membre i du ménage. La fonction d'utilité est supposée séparable dans le temps et dérivable deux fois tel que $U_i' > 0$ et $U_i'' < 0$. L'allocation des risques, optimale au sens de Pareto entre les membres du ménage, donnée dans l'équation (I.16), impose que le ratio des utilités marginales entre les membres du ménages pour tous les états de la nature soit égal à une constante :

$$\frac{U_1'(c_{s_t}^1)}{U_2'(c_{s_t}^2)} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (\text{I.16})$$

Où ω_1 et ω_2 représentent les poids parétiens attachés aux membres 1 et 2. Les utilités marginales des membres du ménage dépendent alors l'une de l'autre et leur niveaux de consom-

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

mation évoluent conjointement. L'utilité des ménage suit la fonction d'aversion au risque, absolue et constante, suivante :

$$U_i(c_{st}^i) = \frac{-e^{\Theta c_{st}^i}}{\Theta} \quad (\text{I.17})$$

La relation entre la consommation de chacun des membres i du ménage est obtenue par la formule suivante, où \bar{c}_{st} représente la répartition de la consommation moyenne entre les membres du ménage :

$$c_{st}^i = \bar{c}_{st} + \frac{\ln \omega_i - 1/2(\ln \omega_1 + \ln \omega_2)}{\Theta} \quad (\text{I.18})$$

Dans ce modèle, les individus font face à un risque de baisse du niveau de consommation. Aussi, un partage efficace des risques implique, dans ce cadre théorique, que le niveau de consommation dépende seulement du niveau de consommation moyen dans le ménage \bar{c}_{st} et d'un effet déterminé par les poids parétiens attachés aux individus du ménage. Comme ce dernier terme est une constante, les variations de la consommation de chaque individu dépend uniquement des variations dans \bar{c}_{st} . L'utilité des ménage dépendant uniquement de leur niveau de consommation des individus, celle-ci est égale à la somme du revenu y_{st}^i et des flux entrants de transferts de fonds r_{st}^i ¹² :

$$c_{st}^i = y_{st}^i + r_{st}^i \quad (\text{I.19})$$

En remplaçant l'équation I.19 dans I.18, nous pouvons écrire :

$$r_{st}^i = -y_{st}^i + \bar{c}_{st} + \frac{\ln \omega_i - 1/2(\ln \omega_1 + \ln \omega_2)}{\Theta} \quad (\text{I.20})$$

Les auteurs proposent de tester le modèle dans l'équation I.20 en séparant le revenu des individus du ménage entre sa composante permanente \bar{y}^i et sa composante transitoire z_{st}^i tel que,

$$y_{st}^i = \bar{y}^i + z_{st}^i \quad (\text{I.21})$$

Où la composante transitoire du revenu z_{st}^i dépend de l'état du monde S_t . Les poids parétiens et la composante permanente du revenu sont captées par un effet fixe ϕ_i . Le niveau de consommation moyen du ménage est représenté par un effet temporel Φ_t . ε_{it} représente la composante aléatoire centrée autour de zéro.

$$r_{st}^i = -z_{st}^i + \phi_i + \Phi_t + \varepsilon_{it} \quad (\text{I.22})$$

12. Cette hypothèse, selon laquelle la totalité des transferts de fonds est consommée, est discutée et analysée dans le deuxième chapitre.

I.2 Chocs sur le revenu et transferts de fonds : aspects théoriques et méthodologiques

Yang et Choi (2005) testent ce modèle afin de vérifier si les variations du revenu des ménages agricoles aux Philippines entraînent une variation des transferts de fonds dans le sens opposé. Les auteurs utilisent les chocs pluviométriques comme variable instrumentale du revenu et trouvent que 60% de la baisse du revenu lié à un choc pluviométrique est remplacée par des transferts de fonds des migrants établis à l'étranger. Le recours aux chocs pluviométriques afin d'instrumenter les chocs sur le revenu s'explique, avant tout, par les problèmes d'endogénéité des transferts de fonds qui ont fait l'objet de nombreuses discussions de la part des études empiriques.

2.3 Tests empiriques et contraintes méthodologiques

2.3.1 Endogénéité des transferts de fonds et méthode des variables instrumentales

La littérature empirique et théorique a mis en évidence l'existence de problèmes méthodologiques tels que l'endogénéité et les biais de sélection au sein des comportements de transferts de fonds. Ces difficultés méthodologiques viennent compliquer l'analyse des relations causales entre les différents déterminants et conséquences microéconomiques et macroéconomiques des transferts de fonds.

Nombre de caractéristiques influençant les décisions de transferts entre le migrant et sa famille restée dans la région d'origine sont inobservables (capacité du migrant à transférer des fonds, aversion pour le risque...). Une première difficulté adressée par la littérature concerne les problèmes de causalité inverse entre les montants de transferts de fonds perçus par ménages et les chocs subits par ces derniers. Une seconde difficulté est liée à l'omission de variables explicatives (inobservables) pouvant contribuer à biaiser les résultats des tests empiriques. À titre d'exemple, une bonne politique économique, constituant une variable inobservable, peut contribuer à réduire la pauvreté et contribuer à l'augmentation des transferts de fonds lorsque les comportements de transferts sont motivés par l'intérêt personnel du migrant. Dans ce cas, transferts de fonds et pauvreté seraient négativement corrélés sans qu'aucune relation n'existe en réalité (Taylor et Mora, 2006). Enfin, des biais d'endogénéité peuvent également provenir de la simultanéité lorsqu'au moins une des variables explicative dans le modèle est déterminée simultanément à la variable dépendante. Ce biais lié à la simultanéité entre les régresseurs et la variable dépendante peut être observé lorsque la capacité à migrer des ménages influence simultanément l'envoi de membres à l'étranger et une augmentation du revenu ou, inversement, lorsque un choc négatif sur le revenu conduit à une baisse du revenu et à une augmentation simultanée des départs en migration.

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

Différentes méthodes, dont le choix repose sur la la disponibilité et la qualité des données à la disposition du chercheur, peuvent être mobilisées afin de corriger l'endogénéité des transferts de fonds. Selon McKenzie et Sasin (2007), l'approche la plus commune afin de traiter les problèmes d'endogénéité consiste à intégrer dans le cadre de régression linéaire un ensemble de variables de contrôle et d'ignorer les problèmes liés à l'endogénéité des transferts de fonds. Lorsque des biais d'endogénéité important sont toutefois observés, un modèle de sélection comme celui d'Heckman peut être envisagé.

La procédure d'Heckman a notamment été employé par Gubert (2002) afin de vérifier si les transferts de fonds sont expliqués par des stratégies d'assurance contre les chocs. L'auteur utilise des données en coupe transversale portant sur la région de Kayes au Mali et estime successivement la décision de transfert via un modèle probit puis les montants transférés par les moindres carrés ordinaires. Les biais résultant de l'endogénéité dans la décision de transférer sont corrigés par l'introduction de l'inverse du ratio de Mills.

Une solution également envisagée afin de pallier aux problème d'endogénéité des transferts de fonds consiste à utiliser la méthode des variables instrumentales. Le choix des variables instrumentales dans un système de plusieurs équations nécessite que celles-ci ne soient pas corrélée avec la variable dépendante (les transferts de fonds) mais corrélées avec le ou les régresseur(s) endogène(s) dans le modèle. Choisir une ou plusieurs « bonne(s) » variable(s) instrumentale(s) peut s'avérer être, dans la pratique, un exercice délicat. Supposons, par exemple, que le revenu agricole d'un ménage ainsi que le montant de transferts de fonds qu'il perçoit soient conjointement déterminés par un ensemble de variables inobservés tel que la qualité du réseau migratoire, ou l'état de la nature. Dans ce cas, les variables inobservées, omises du modèle, se retrouvent dans les termes de l'erreur qui est alors corrélé au revenu agricole des ménages. L'estimateur des moindres carrés ordinaires est alors biaisé en raison de la violation de l'hypothèse d'indépendance entre les variables explicatives du modèle et le terme de l'erreur. La technique des variables instrumentale nécessite dans ce cas d'identifier au moins une variable exogène non corrélée aux montants de transferts de fonds et directement corrélée au revenu agricole des ménages. L'estimateur à variables instrumentales permet de scinder la variable explicative du revenu agricole en deux parties, l'une corrélée avec les termes de l'erreur et une autre qui ne l'est pas, puis d'estimer à l'aide de cette deuxième partie l'impact du revenu agricole sur les montants de transferts de fonds perçus par le ménage.

Dans la pratique, le choix de « bonnes » variables instrumentales repose sur une connaissance approfondie des mécanismes économiques et institutionnels expliquant les variables

I.2 Chocs sur le revenu et transferts de fonds : aspects théoriques et méthodologiques

indépendantes d'un modèle (Angrist et Krueger, 2001). Une solution consiste, dès lors, à choisir comme instrument une variable explicative des chocs sur le revenu tel que les chocs naturels ou les crises économiques majeures. Yang et Martinez (2006) prennent en compte le biais d'endogénéité entre transferts et le niveau de pauvreté des ménages ruraux aux Philippines en instrumentant les transferts de fonds par les taux de dépréciation entre les monnaies dans les pays d'accueil et le pays d'origine. Les auteurs montrent ainsi que la crise asiatique de 1997 qui a conduit à une forte dépréciation du Peso Philippin a permis aux familles des migrants de recevoir en monnaie locale plus de transferts des migrants ayant, en retour, des effets positifs sur l'éducation des enfants. Munshi (2003) utilise des données pluviométriques comme instruments du développement de réseaux migratoires au Mexique afin d'évaluer l'impact de ces derniers sur la probabilité des individus à trouver un emploi à l'étranger. Yang et Choi (2005) évaluent la réponse des transferts de fonds perçus par les ménages agricoles aux Philippines à un choc transitoire sur le revenu en instrumentant ce dernier par des données pluviométriques provenant de stations météorologiques.

2.3.2 Les difficultés liées à la mesure et à l'absence de données

Une façon de contourner les biais posés par l'endogénéité des transferts de fonds consiste à utiliser des données de panel incluant, par définition, des observations répétées sur un même ménage sur deux ou plusieurs périodes de temps (Yang et Choi, 2005). Le recours aux données de panel permet d'éliminer les problèmes d'endogénéité de la migration et des transferts de fonds en tenant compte des variations des variables entre plusieurs points du temps. Le manque de données harmonisées et régulières sur les migrations internationales et les transferts de fonds constituent toutefois un véritable frein aux contributions empiriques en la matière. Ce manque de données est lié d'une part, à la part importante qu'occupent les transferts de fonds informels au sein des flux globaux de transferts de fonds gravitant entre les pays et d'autre part, au manque de suivi temporel des populations.

Les transferts de fonds issus de la migration gravitent entre les pays via deux types de canaux. Les migrants peuvent envoyer ces fonds via un circuit dit *formel* ou *informel*. L'absence d'un cadre général de réglementation des envois de fonds a conduit à partir des années 2000 un certain nombre d'organismes à s'intéresser davantage à ce secteur d'activité et à renforcer un environnement formel accessible. Le développement d'organismes internationaux et notamment de la *Western Union*, leader du marché mondial des transferts de fonds, vise en grande partie à accentuer les contrôles de la part des législateurs afin d'inciter les agents effectuant des transferts informels à s'engager sur la voie du marché officiel / formel.

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

Les canaux formels concernent les opérateurs spécialisés dans les transferts financiers tels que la *Western Union*. Les transferts peuvent également être effectués par voie postale, par les banques commerciales et les bureaux de change. Ratha (2005) donne un descriptif du procédé des envois de fonds s'effectuant en trois étapes. Dans un premier temps, le migrant passe un ordre de virement par chèque, mandat ou carte de crédit / débit. Dans un deuxième temps, l'agent dans le pays d'accueil chargé d'effectuer le transfert donne à l'agent dans le pays récipiendaire l'ordre de délivrer le transfert. Enfin, le paiement est effectué auprès du bénéficiaire par l'agent dans le pays récepteur.

Les transferts de fonds ont un coût de transaction incluant le prix payé par le migrant et une commission de change pour livrer le transfert au bénéficiaire dans la monnaie locale. Ce coût diminue en fonction du montant transféré du fait d'un coût minimum souvent élevé. Freund et Spatafora (2008) estiment le coût des transferts de fonds internationaux par les canaux formels à 13% des sommes transférées. Toutefois, une distinction peut être opérée concernant le coût des transferts des pays du Nord vers les pays du Sud et les montants envoyés entre les pays en développement généralement plus élevés en raison du faible développement financier de ces pays et de fortes commissions de change aux deux extrémités du transfert (Ratha et Shaw, 2007).

Les transferts de fonds vers l'Afrique subsaharienne se caractérisent par des coûts relativement élevés. Selon la Banque Mondiale (2006), le coût des transferts de fonds entre l'Europe et l'Afrique de l'Ouest est dix fois plus élevé que celui entre les États-Unis et les Philippines. Ce coût représente 10% du montant total envoyé entre un pays d'Afrique subsaharienne et un pays de l'OCDE. Sarr (2008) note que des différences importantes existent également entre les pays ouest-africains eux-mêmes et que les coûts des envois de fonds restent très élevés. Le coût des envois de fonds vers l'Afrique est donc variable d'un pays européen à un autre mais également d'un pays africain à l'autre et ce, malgré l'augmentation des opérateurs de transferts d'argent.

Ainsi, plus des deux-tiers des transferts formels vers l'Afrique de l'Ouest sont réalisés par une seule source, ce qui maintient les frais de virement à un niveau relativement élevé. Dans le cas du Sénégal, le coût des envois de fonds, pourtant bien inférieur à celui de nombre de pays africains, représentent plus de 8% de leur montant total (Sarr, 2008). Les coûts des envois de fonds vers les pays en développement conduisent les migrants à recourir aux transferts informels. Les transferts gravitant par le canal du secteur informel représentent une quantité importante de ces flux financiers, variable d'un pays à l'autre et d'une région à une autre. Les pays d'Afrique subsaharienne se positionnent, à ce titre, en tête des pays

I.2 Chocs sur le revenu et transferts de fonds : aspects théoriques et méthodologiques

récepteurs de transferts de fonds informels.

Les canaux informels sont généralement moins coûteux que les canaux formels. Selon Freund et Spatafora (2008), leur coût varie généralement entre 1% et 5% du montant transféré. Une étude du FMI (FMI, 2005) montre que le développement du secteur informel est d'autant plus important que la capacité financière des pays est limitée comblant ainsi une importante lacune. Ainsi, le migrant effectue un calcul dans le choix du canal emprunté afin de transférer. L'accessibilité (proximité, facilité d'utilisation, montants maximums et minimums autorisés...) ainsi que la rapidité, la sûreté et la fiabilité des services proposés influent avec le coût du transfert sur les choix s'offrant au migrant (Freund et Spatafora, 2005). En Afrique de l'Ouest, comme dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne, une quantité importante de transferts de fonds transite par le canal informel sous la forme de devise ou de biens de consommation. Malgré des coûts ayant diminué depuis l'apparition de banques et sociétés spécialisées à la fin des années 1990, ils restent élevés si bien qu'un nombre important d'individus ont recours aux « porteurs de valises ». Au Mali, on estime que trois quarts des envois de l'extérieur continuent en conséquence d'emprunter des canaux informels (Pérouse de Montclos, 2012).

Les transferts de fonds gravitant par des canaux informels sont difficilement quantifiables et les enquêtes réalisées auprès des ménages dans les pays d'origines apportent alors une source d'information utile afin de donner une image plus précise des montants de transferts perçus aussi bien sous forme de devises que de biens de consommation. Ces enquêtes posent toutefois en retour des problèmes de représentativité. Elles tendent parfois à minimiser les transferts des expatriés revenus passer leur retraite ou financer des projets collectifs dans leur région de naissance et comporte des biais de déclaration concernant le montant des transferts perçus sous la forme de biens de consommation ou de biens durables (Naiditch, 2009). Par ailleurs, ces enquêtes sont coûteuses si bien que le suivi temporel des populations n'est que rarement assuré. De nombreuses études portant sur les pays d'Afrique subsaharienne sont soumises à ce type de limite étant donné la faible disponibilité des données d'enquêtes qui se résument très souvent à un seul passage : « l'absence de régularité et surtout de standardisation des méthodes d'enquêtes rend difficile les comparaisons temporelles » (Razafindrakoto, 2003).

3 Variabilité des précipitations et transferts de fonds : le cas du Mali

3.1 Présentation de la méthodologie d'estimation

L'impact des chocs négatifs sur les montants de transferts perçus est analysé à partir d'une fonction de production standard où le problème d'un ménage averse au risque consiste à choisir un niveau de transfert de fonds qui permettra de maximiser l'utilité espérée de la richesse finale à la fin de la période de production, sous contraintes de production liées aux chocs pluviométriques et en supposant que la fonction d'utilité est indépendante des états de la nature :

$$R_h = R(x_h^H, x_h^c, x_h^i, x_h^e, \bar{P}, \delta', \gamma', \xi', \zeta') + \varepsilon_h \quad (\text{I.23})$$

Où R_h est le montant de transferts de fonds reçu ; x_h^H est un vecteur des caractéristiques des exploitations agricoles (âge, niveau d'éducation, taux de dépendance du ménage) ; x_h^c est un vecteur des variables explicatives des actifs possédés par les exploitations agricoles (nombre de têtes de bétail, la superficie cultivée et le niveau de technologie adopté fonction du niveau d'équipement) ; x_h^i est le vecteur comprenant les revenus des exploitations (revenu agricole, revenu de la vente de bétail) ; x_h^e est le vecteur des variables explicatives du niveau d'intégration au marché et du niveau de diversification des sources de revenu des exploitations agricoles. \bar{P} regroupe les chocs pluviométriques calculés comme la déviation des précipitations en *mm* par rapport à la moyenne historique. δ', γ', ξ' et ζ' sont les vecteurs des paramètres à estimer et ε_h est le vecteur des termes de l'erreur. Les ménages perçoivent un montant de transfert R_1 plutôt qu'un montant R_0 (avec $R_1 > R_0$) si l'utilité espérée de R_1 est supérieure à R_0 :

$$E[U(R_1)] > E[U(R_0)] \quad (\text{I.24})$$

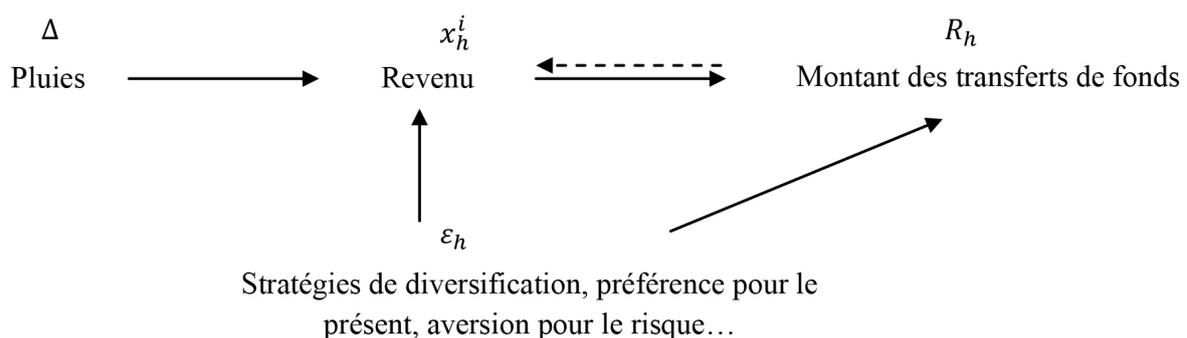
Plusieurs études ont montré que transferts de fonds et revenu des ménages sont endogènes dans la mesure où les transferts peuvent affecter l'offre de travail (Yang et Choi, 2005 ; Azam et Gubet, 2005 ; Clarke et Wallsten, 2003). En effet, les ménages disposant d'un revenu instable ou d'actifs risqués sont plus susceptibles de s'engager dans la migration afin de diversifier les risques. En conséquence, ces mêmes ménages auront plus de chances de percevoir des transferts de fonds (ou un montant plus élevé) suite à l'occurrence d'un choc sur le revenu. De plus, si les transferts de fonds augmentent alors que les autres sources de revenu s'effondrent suite à l'occurrence d'un choc externe ou de conditions économiques dégradées, l'offre de travail agricole de travail peut diminuer conformément à la notion *d'aléa*

I.3 Variabilité des précipitations et transferts de fonds : le cas du Mali

moral mise en avant par la littérature portant sur les transferts de fonds (Massey et al., 1994). En plus de cette potentielle relation de causalité inverse entre chocs sur le revenu et transferts de fonds, une relation d'endogénéité pourrait apparaître lorsque l'un des régresseurs est corrélé aux termes des erreurs.

La figure I.3, illustre un cas simplifié dans lequel le terme de l'erreur ε_h comprend tous les facteurs autres que l'influence du niveau de revenu agricole sur les montants de transferts de fonds reçus. Ces autres facteurs (notés z_h) comprennent, par exemple, l'ensemble de caractéristiques inobservables des ménages (crise dans un secteur particulier, préférence pour le présent, aptitudes particulières...) et des chocs idiosyncratiques non mesurables. Ces variables omises affectant à la fois la variable indépendante et les variables explicatives du modèle, les termes de l'erreur ε_h sont corrélés aux régresseurs x_h^i . Cette corrélation peut biaiser positivement l'influence des variables indépendantes du modèle sur les transferts de fonds puisque $R_h = \beta x_h^i + \varepsilon_h$. En effet, les erreurs de mesure ou encore l'omission de variables augmentent la corrélation entre x_h^i et ε_h qui résulte en un effet direct de βx_h^i sur R_h et un effet indirect via ε_h affectant x_h^i et impactant en retour R_h . Les estimateurs dans le cadre d'une régression par les MCO seraient alors biaisés en combinant ces deux effets ce qui donnerait dans notre cas $\hat{\beta} > \beta$.

Figure I.3 – Relation d'endogénéité entre le revenu et les transferts de fonds



Aussi, les chocs pluviométriques sont utilisés comme instruments pour le revenu agricole compte tenu du risque d'endogénéité de cette variable. La méthode des variables instrumentales permet d'estimer des paramètres sans biais lorsqu'une variable explicative est endogène, condition sous laquelle les estimateurs des MCO sont biaisés. Formellement, \bar{P} est appelé *instrument* ou *variable instrumentale* pour le régresseur endogène x_h^i si (i) \bar{P} est non

corrélé au terme de l'erreur ε_h et (ii) \bar{P} est corrélé avec le régresseur x_h^i .

Nous utilisons la méthode des doubles moindres carrés (DML)¹³ afin d'estimer l'équation (I.25) où le régresseur endogène (le revenu agricole des ménages) est instrumenté par deux chocs pluviométriques¹⁴ :

$$R_h = \alpha + \delta' x_h^H + \gamma' x_h^c + \xi' x_h^i + \zeta' x_h^e + \varepsilon_h \quad (\text{I.25})$$

L'estimateur DMC est obtenu en utilisant tous les instruments simultanément dans la régression de première étape estimée par les MCO. Par définition, l'estimateur MCO construit une combinaison linéaire des instruments les plus corrélés à x_h^i . Sous l'hypothèse que tous les instruments sont exogènes, cette procédure permet de retenir les variations exogènes des valeurs prédites de x_h^i . La régression de première étape est donnée par :

$$x_h^i = \phi + \beta' x_h^H + \eta' x_h^c + \psi' x_h^e + \theta' \bar{P} + v_h \quad (\text{I.26})$$

Les chocs pluviométriques comme variables instrumentales du revenu ont été utilisés dans plusieurs études portant sur les déterminants des transferts de fonds afin de pallier aux biais d'engodénéité et de trouver des variations de revenus qui seraient aléatoires (Yang et Choi, 2005). La pluviométrie à l'avantage d'être exogène et influence directement le revenu tiré de l'exploitation agricole et indirectement les transferts de fonds. Aussi, le vecteur de variables \bar{P} semble *a priori* être de bons instruments du revenu¹⁵.

3.2 Données

Les données d'enquêtes proviennent de l'enquête ménage RuralStruc réalisée au début de l'année 2008 et couvrant la saison agricole 2006/2007 sur quatre zones rurales du Mali (Cercle de Koutiala, Cercle de Macina, Cercle de Tominian et Cercle de Diéma). RuralStruc

13. *Two Stage Least Squares* (2SLS).

14. La méthode d'estimation dans le cadre des modèles avec instruments dépend du critère d'identification du modèle (Gujarati, 2004). Trois cas de figure peuvent être distingués : (i) Si le modèle est sous-identifiable, il n'y a pas d'estimation possible. (ii) Si le modèle est exactement identifié, on peut appliquer un simple estimateur à variable instrumentale ou les doubles moindres carrés. (iii) Si le modèle est sur-identifié, on applique les doubles moindres carrés. La condition de validité ($E(z'\varepsilon) = 0$) et de pertinence ($\text{rang}(z'x) = K$) du ou des instruments, où x est le vecteur des régresseurs endogènes corrélés avec les termes de l'erreur, z est le vecteur des instruments $1 \times L$ et $\text{rang}(z'z) = L$, imposent un nombre au moins égal d'instrument que d'explicatives endogènes. Si $L = K$, le modèle est exactement identifié et si $L > K$, le modèle est sur-identifié.

15. Nous discutons et testons la validité et la pertinence de ce choix dans la section 3.4 de ce chapitre.

I.3 Variabilité des précipitations et transferts de fonds : le cas du Mali

est un programme d'étude et de recherche mis en œuvre par la Banque mondiale (2006-2009), en collaboration avec la coopération française, le Fonds International pour le Développement Agricole (FIDA) et la Direction de Développement et de Coopération (DDC). L'objectif du programme est de proposer une analyse renouvelée sur les conséquences des processus de libéralisation et d'intégration économique sur l'agriculture et le secteur rural des pays en développement. Le programme repose sur un dispositif comparatif regroupant sept pays (Mexique, Nicaragua, Maroc, Sénégal, Mali, Kenya et Madagascar) correspondant à des stades différents du processus de libéralisation et d'intégration économique.

610 exploitations agricoles familiales (EAF) ont été enquêtées dans le cadre de l'enquête RuralStruc au Mali, regroupant 1530 ménages dans la zone du vieux bassin cotonnier (Cercle de Koutiala), la zone Office du Niger (Cercle de Macina), la zone sahélienne de production de céréales sèche (Cercle de Tominian) et la partie Nord de la région de Kayes (Cercle de Diéma)¹⁶. L'exploitation agricole familiale (EAF) est l'unité de base la plus fréquemment utilisée pour analyser les systèmes productifs agricoles au Mali car c'est à ce niveau que sont exercées les activités principales collectives qui doivent permettre au groupe de subvenir à ses principaux besoins. Les individus et les ménages qui constituent une exploitation familiale mènent souvent des activités individuelles en dehors ou non de l'agriculture. Les produits ou revenus tirés de ces activités sont gérés au niveau individuel ou du ménage mais une partie est souvent utilisée pour le bien être de l'ensemble du groupe que constitue l'exploitation familiale. Toutefois, la notion d'exploitation agricole familiale répondant au concept traditionnel « terres travail capital » évolue de plus en plus en fonction des opportunités d'emplois extérieurs des individus. Avec la migration des membres des ménages à la recherche de revenus complémentaires, la notion d'exploitation agricole familiale se modifie en faveur d'une combinaison entre « terres travail capital et migrations de travail » (Faye et al., 2006).

Seules les EAF ayant au moins un de leurs membres en cours de migration au moment de l'enquête ont été considérées dans l'analyse¹⁷. Nous distinguons, parmi ces EAF, celles ayant au moins un de leurs membres à l'étranger (migration de long terme) de celles ayant des migrants installés temporairement dans les villes voisines (migration de court terme)¹⁸. Sont

16. Le rapport d'enquête RuralStruc-Mali propose une présentation détaillée des modalités d'échantillonnage et de la représentativité des données. Le rapport est accessible à l'adresse suivante : http://siteresources.worldbank.org/AFRICAEXT/Resources/RURALSTRUC-MALI_Phase2.pdf

17. Ce choix est expliqué par le faible nombre d'EAF ne possédant aucun migrant recevant pourtant des transferts de fonds. Ces EAF représentent 13% de l'échantillon.

18. Dans l'enquête RuralStruc, ce sont les chefs d'EAF ou des ménages qui ont qualifié la migration de court terme ou de long terme en relation avec les objectifs fixés au moment du départ. Des données concernant la

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

concernées par les migrations de long terme, les EAF ayant au moins un membre en cours de migration pour une période supérieure à 15 mois. 226 EAF (225 EAF après nettoyage) sont concernées par les migrations de long terme. Les migrations de court terme regroupent les EAF ayant au moins un membre ayant migré au cours de la saison agricole 2006/2007 pour une période inférieure à 15 mois et qui ne possède aucun migrant de long terme. La migration de court terme concerne 282 individus et 188 EAF. 65 EAF ayant à la fois des migrants de court terme et de long terme, la catégorie des EAF ne contenant uniquement des migrants de court terme concerne donc 123 EAF (122 EAF après nettoyage)¹⁹.

Il est important de noter que peu d'individus migrants se sont déplacés en dehors du pays (migration dans les pays voisins) sur une durée inférieure à 12 mois. Ils représentent 6.25% des EAF concernées par des migrations de court terme (soit 18 EAF). Étant donné cette durée d'absence, comprise entre 2 et 9 mois (6.72 mois en moyenne), les EAF concernées sont laissées dans la catégorie des EAF avec migrant de court terme. De même, seulement 12 individus (provenant de 5 EAF différentes) sont concernées par des migrations de longues durées dans les mêmes communes. Les 5 EAF concernées ont été placées dans la catégorie des EAF caractérisées par des migrations de long terme.

Les variables explicatives du modèle dans les équations (I.19) et (I.20) comprennent l'âge du chef de l'EAF, son niveau d'éducation (prenant la valeur de 0 si aucun parcours scolaire n'a été suivi et de 1 pour un niveau primaire ou plus) ainsi que le taux de dépendance calculé comme le nombre d'inactifs sur le nombre d'actifs économiques dans l'EAF. Une variable dichotomique renvoie au degré d'intégration au marché des EAF prenant la valeur de 0 pour les exploitations de subsistance peu orientées et peu intégrées au marché pratiquant fortement l'autoconsommation et de 1 pour les exploitations caractérisées par un degré d'intégration au marché intermédiaire ou élevé. L'intégration au marché est plus élevée dans les zones telles que Macina et Koutiala qui ont bénéficié d'une intervention forte de l'État pour développer la production agricole avec la mise en place de filières administrées (riz avant la libéralisation et coton). À l'inverse, les exploitations familiales de Tominian et Diéma sont les moins intégrées aux marchés agricoles avec des niveaux de commercialisation inférieurs à 20%.

durée de la migration, la présence ou non des membres au moment de l'enquête ainsi que le lieu de la migration permettent toutefois de contrôler les éventuels biais déclaratifs. Certaines migrations déclarées comme saisonnières se sont prolongées au-delà de 15 mois et ont été incluses dans les migrations de long terme.

19. Se référer aux tableaux A.1, A.2 et A.3 en annexe pour plus de détails concernant les destinations ainsi que la temporalité et les gains de la migration des EAF enquêtées dans le cadre du programme RuralStruc-Mali portant sur la saison agricole 2006/2007.

I.3 Variabilité des précipitations et transferts de fonds : le cas du Mali

Une variable indicatrice reflète également le niveau d'équipement global de l'EAF. Cette variable prend la valeur de 0 lorsque l'EAF dispose d'un équipement traditionnel caractérisé par une faible utilisation d'engrais et le recours à une traction animale. Les ménages ayant recours à un niveau général d'équipement plus moderne domine largement notre échantillon et regroupent les ménages ayant accès ou disposant d'une traction motorisée et recourant fréquemment aux engrais organiques et chimiques. Les données utilisées regroupent également la superficie disponible (en *Ha*)²⁰ et le nombre de têtes de bétail possédées, mesuré en Unité de Bétail Tropical (UBT).

Une variable dichotomique est également incluse comme variable permettant de contrôler l'importance du revenu total des EAF. Cette variable prend la valeur de 0 lorsque la part du revenu issue de la production agricole dans le revenu total est supérieur à 75% et de 1 dans le cas contraire. Les revenus issus des transferts de fonds et de la revente de bétail (décapitalisation) sont mesurés en \$ PPP entre juin 2006 et décembre 2007. Le revenu agricole par tête (\$ PPP) comprend les revenus issus de la production agricole ainsi que la valeur des biens d'autoconsommation produits et consommés également exprimés en \$ PPP entre mai 2006 et juin 2007.

Deux mesures des chocs pluviométriques sont prises en compte. Une première variable de choc dénotée $\Delta \bar{P}_{2007-2006}$ est la différence entre les totaux pluviométriques de la saison sèche de l'année 2007 et ceux de 2006. La variable $\Delta \bar{P}_{2006-2005}$ est la différence entre les totaux pluviométriques de la saison humide de 2006 et de 2005²¹. Ces deux mesures des chocs pluviométriques nous permettent de tenir compte des effets retardés des chocs sur les transferts de fonds. La littérature a mis en évidence qu'un délai de deux ans peut être observé entre l'occurrence d'un choc et la réponse des transferts de fonds. Mishra (2005) montre, dans le cas des îles Caraïbes, qu'une baisse de 1% du PIB causée par un choc climatique résulte en une augmentation de 3% avec un retard de deux ans²². Ce délai de deux ans peut avoir

20. La superficie disponible est définie comme la superficie agricole utile à la disposition des exploitations pour une mise en valeur ; elle comprend la superficie appropriée (y compris les jachères) de laquelle est déduite la superficie prêtée ou louée à un tiers et à laquelle est additionnée la superficie empruntée ou louée par les membres de l'exploitation à un tiers.

21. Les données pluviométriques sont croisées avec les villages enquêtés et l'affectation des stations est opérée grâce à la méthode des distances orthodromiques (annexe A.5). Il est important de noter qu'après calcul des chocs, les déficits pluviométriques sont positifs et inversement en cas de hausse de la pluviométrie. Ainsi, tout déficit pluviométrique correspond à une hausse d'un choc ayant un impact potentiellement négatif sur le revenu agricole. Les données de stations pluviométriques en *mm* proviennent du Centre de Prédiction du Climat CPC (NOAA NCEP CPC EVE) et sont disponibles en ligne à l'adresse suivante : <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP/.CPC/.EVE/outline.html>.

22. Nous montrons, à ce titre, dans la chapitre III, section 3.1 que les transferts de fonds répondent positivement aux chocs pluviométriques avec un retard de deux ans les pays d'Afrique de l'Ouest les plus vulnérables

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

plusieurs explications. Premièrement, l'asymétrie d'information entre le migrant et sa famille peut contribuer à augmenter les délais entre l'occurrence d'un choc et la perception de transferts de fonds. Des comportements stratégiques de la famille peuvent également expliquer ces délais lorsque celle-ci recourt à d'autres formes de compensation (vente d'actifs, crédit...) afin de faire face aux chocs ou alors adopte des comportements attentistes en compensant une perte de revenu à la suite d'un choc par une bonne récolte l'année suivante.

Nous présentons, dans la section suivante, les résultats de notre estimation portant sur l'impact des chocs pluviométriques sur les montants de transferts de fonds envoyés par les migrants à leurs familles. Une limite peut être toutefois adressée à cette étude empirique. En effet, nous ne disposons que de données en coupe transversale pour la saison agricole 2006/2007. La littérature empirique a mis en avant qu'en l'absence de données répétées (données de panel), l'analyse des impacts du revenu des ménages sur les transferts de fonds peut faire l'objet d'une relation de causalité inverse introduisant un biais dans l'interprétation des résultats (Paulson, 2000 ; Yang et Choi, 2005). L'impact estimé des chocs peut être biaisé dans les analyses en coupe transversale parce que la probabilité qu'un ménage subisse un choc pourrait être corrélée à certaines de ses caractéristiques inobservables. Nous contrôlons donc les biais d'endogénéité des transferts de fonds en instrumentant le revenu agricole par deux chocs pluviométriques.

à la variabilité des précipitations.

I.3 Variabilité des précipitations et transferts de fonds : le cas du Mali

Tableau I.4 – Statistiques descriptives

Variables	Court terme		Long terme	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Age HH	54.84	13.75	58.04	14.13
Dépendance	1.01	.58	1.12	0.62
Sup. cultivée (<i>Ha</i>)	10.08	6.40	15.13	16.92
UBT	7.83	9.53	10.66	17.11
Vente UBT (\$ PPP) ^b	1.93	2.98	1.03	2.39
$\Delta \bar{P}_{2007-2006}$	-0.68	0.88	0.10	1.16
$\Delta \bar{P}_{2006-2005}$	1.52	2.11	1.12	1.69
Revenu agricole par tête (\$ PPP) ^b	5.02	0.87	5.04	0.78
Transferts de fonds par tête (\$ PPP) ^b	2.02	1.70	2.88	2.05
Éducation du chef du ménage ^a				
Pas d'éducation	92	.	188	.
Primaire	30	.	37	.
Niveau d'équipement de l'EAF ^a				
Traditionnel	43	.	63	.
Moderne	79	.	162	.
Intégration au marché ^a				
Subsistance	58	.	123	.
Orienté vers le marché	64	.	102	.
Revenu agr / Rev. Total ^a				
> 75%	91	.	138	.
< 75%	31	.	87	.
Obs.	122		225	

^a La fréquence des variables indicatrices est reportée. ^b Variables exprimées en log.

Source : Enquête RuralStruc-Mali, 2008. Calculs de l'auteur.

3.3 Résultats

Cette section décrit l'impact des chocs pluviométriques sur le revenu agricole (et quantités d'autoconsommation) des EAF. Nous présentons par la suite l'impact du revenu agricole, instrumenté par les chocs pluviométriques sur les montants de transferts de fonds perçus. Les résultats sont analysés en fonction du type de migration entrepris en distinguant les EAF ayant au moins un membre en migration de long terme des EAF caractérisés par des migrations de court terme.

3.3.1 Régression de première étape

Les résultats issus de la régression de première étape dans l'équation I.26 sont présentés dans le tableau I.5 pour les EAF impliquées dans des migrations de court terme (première colonne) et pour les EAF ayant au moins un membre en migration de long terme, établi pour une longue durée ou définitivement à l'étranger (deuxième colonne). Les écarts-types des variables instrumentales sont calculés à partir d'une procédure de bootstrapping afin de corriger et tenir compte des variations et biais liés au regroupement géographique (concentration et corrélation spatiale) des stations pluviométriques (Yang et Choi, 2005).

Les coefficients attachés aux variables explicatives des chocs pluviométriques $\Delta \bar{P}_{2007-2006}$ et $\Delta \bar{P}_{2006-2005}$ sont fortement significatifs (au seuil de 1%) et négatifs pour les deux spécifications. Ils se révèlent toutefois plus élevés pour les familles ayant au moins un de leur membre engagé dans des migrations de court terme. Ce résultat suggère alors un impact plus élevé des chocs pluviométriques sur le revenu des ménages impliqués dans des migrations de court terme. Ce premier constat constitue une première indication de la validité des chocs pluviométriques comme instruments du revenu agricole des EAF enquêtées. Nous discutons plus en détail dans la section suivante de la validité et de la pertinence de ces variables comme instruments du revenu.

Les résultats issus de la régression de première étape donnent d'autres indications notables sur les variables agissant sur le revenu des exploitants agricoles. Nous notons que le taux de dépendance à un effet négatif sur le revenu agricole conformément à la littérature précédente mais que cet effet ne varie que très peu entre les deux sous groupes identifiés. De même, si le nombre d'UBT possédés n'a aucune incidence significative sur le revenu des EAF, la revente de bétail à, *a contrario*, un effet positif (au seuil de 5%) sur le revenu agricole pour les deux sous échantillons avec un coefficient plus élevé pour la catégorie des ménages disposant de migrants de long terme. Ce résultat suggère alors un forme de complémentarité

I.3 Variabilité des précipitations et transferts de fonds : le cas du Mali

entre les différentes sources de revenus alternatives conformément aux hypothèses traditionnelles de la *Nouvelle Économie des Migration de Travail*.

Les variables indicatrices relatives au degré d'intégration des EAF sont fortement significatives. Par référence aux exploitations de subsistance, le passage vers des niveaux d'intégration au marché plus élevés a un impact fortement significatif et positif sur le revenu agricole. Ainsi, pour la catégorie des EAF intégrées au marché, les coefficients associés sont significatifs au seuil de 1% et respectivement de 0.774 et 0.430 pour les EAF avec migration de court terme et les EAF caractérisées par des migrations de long terme. La part expliquée du revenu par cette variable, bien que fortement significative, est plus faible pour la catégorie des EAF disposant d'une bonne intégration au marché et caractérisées par des migrations de long terme. En effet, le coefficient estimé est de 0.774 alors que le coefficient pour les ménages disposant de migrants de court terme est plus faible (0.430). Ce résultat semble donc indiquer, conformément aux résultats précédent de la littérature portant sur les effets des migrations sur *l'aléa moral* (Azam et Gubert, 2005), que la migration peut avoir des effets contre productifs sur le degré d'implication des exploitants agricoles dans leur secteur d'activité principal.

Nous notons également que le niveau de technologie a un effet positif et significatif sur le revenu tiré de la production, aussi bien pour les EAF engagées dans des migrations de long terme que pour celles ayant un ou plusieurs membre(s) engagé(s) dans des migrations de court terme. Les coefficients estimés sont positifs et significatifs au seuil de 5% pour les EAF caractérisées par des migrations de long terme et au seuil de 1% pour les EAF caractérisées par des migrations de court terme (respectivement 0.253 et 0.276).

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

Tableau I.5 – Impact des chocs pluviométriques sur le revenu agricole : Estimation par les MCO, première étape de la méthode des variables instrumentales.

	(1)	(2)
	Court Terme	Long Terme
Age HH	-0.000 (0.002)	0.000 (0.003)
Dépendance	-0.187*** (0.047)	-0.142** (0.070)
UBT	0.001 (0.003)	0.001 (0.003)
Sup. cultivée	0.039*** (0.006)	0.012*** (0.003)
Vente UBT (\$ PPP)	0.032** (0.016)	0.042** (0.022)
c	-0.252*** (0.042)	-0.140*** (0.050)
$\Delta \bar{P}_{2006-2005}$	-0.201*** (0.041)	-0.106*** (0.029)
Éducation	<i>Aucune (Réf.)</i>	
Niveau primaire	0.076 (0.094)	0.341 (0.236)
Équipement	<i>Traditionnel (Réf.)</i>	
Équipt moderne	0.276*** (0.086)	0.253** (0.0105)
Type de l'EAF	<i>Subsistance (Réf.)</i>	
Orientation marché	0.774*** (0.091)	0.430*** (0.103)
Rev. Agr./ Rev.Tot.	<i>> 75% (Réf.)</i>	
<75%	0.025 (0.080)	0.164 (0.173)
Constante	4.646*** (0.177)	4.774*** (0.228)
N	122	225
R ² centré	0.473	0.343
F – stat.	12.86	9.22

Écart-types calculés avec technique de bootstrap (1000 répétitions). Toute augmentation des variables $\Delta \bar{P}_{2007-2006}$ et $\Delta \bar{P}_{2006-2005}$ correspond à une hausse des déficits pluviométriques. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

3.3.2 Estimation de la régression avec variables instrumentales

Le tableau I.6 montre les résultats issus de l'estimation de la régression de deuxième étape. Les spécifications (1) et (2) sont estimées à partir de la méthode des Doubles Moindres Carrés (DMC) et les spécifications (3) et (4), à partir du maximum de vraisemblance à information limitée (LIML). Ce dernier estimateur s'avère plus robuste lorsque des instruments faiblement faibles sont inclus dans la régression (Stock et Yogo, 2002 et 2005)²³.

Les résultats présentés dans le tableau I.6 montrent que les chocs sur le revenu agricole, instrumenté par les chocs pluviométriques, a des effets différenciés sur les montants de transferts de fonds perçus selon les caractéristiques migratoires des EAF. Les résultats issus de l'estimation par les Doubles Moindres Carrés (DMC) montrent que les chocs négatifs sur le revenu agricole des EAF possédant un ou plusieurs migrant(s) de court terme a un effet négatif mais faiblement significatif (au seuil de 10% seulement) sur le montant des transferts de fonds. Toutefois, lorsque nous considérons les ménages ayant au moins un de leur membre impliqué dans une migration de long terme, le coefficient associé au revenu instrumenté par les chocs pluviométriques devient significatif au seuil de 5% avec un coefficient estimé de -1.251 . Une comparaison avec les résultats issus de la régression LIML montre que le coefficient est légèrement plus élevé (-1.434) et que l'écart-type est un peu plus large bien que celui-ci ne semble pas augmenter de façon disproportionnée ce qui constitue donc une indication supplémentaire de la validité des chocs pluviométriques comme instruments du revenu agricole.

Le degré d'intégration joue également un rôle négatif sur les montants de transferts de fonds reçus par les EAF. Cet effet négatif sur les montants de transfert indique que ces derniers concernent plutôt les EAF pratiquant une économie de subsistance et caractérisées par un revenu plus faible. Ainsi, les transferts de fonds réagissent positivement aux chocs négatifs sur le revenu et négativement au niveau du revenu des EAF enquêtées. Ce résultat appuyant l'hypothèse de comportements altruistes entre le migrant et sa famille à l'origine des envois de fonds est toutefois atténué par un ensemble d'observations indiquant que les ménages les plus diversifiés et les mieux équipés tendent à recevoir des montants de transferts de fonds plus importants.

En effet, le niveau d'équipement agricole (le passage d'un niveau d'équipement traditionnel à un niveau d'équipement moderne) ainsi que la superficie disponible ont un impact

23. Les intervalles de confiances données par l'estimateur LIML peuvent toutefois être très élevés lorsque l'instrument est faiblement explicatif (Dufour, 1997).

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

positif sur le montant de transferts de fonds perçus par les exploitations engagées dans des migrations de long terme. Bien que ce résultat n'invalide pas le rôle des transferts dans le cadre de comportements *altruistes* de la part des migrants, il suggère que les EAF les mieux équipées sont également ceux qui ont accès à une part plus importante de transferts. Le sens de la causalité pourrait toutefois être remis en question premièrement parce que les EAF peuvent utiliser les transferts de fonds afin d'investir dans des actifs productifs. Deuxièmement, parce que ce résultat pourrait être lié à un effet richesse qui impliquerait que les ménages les mieux équipés sont en réalité les plus riches et que eux seuls disposent de la capacité à assurer les coûts liés à l'envoi d'un membre à l'étranger. Dans ces deux cas, la relation entre actifs et transferts de fonds serait soumise à un biais de causalité inverse, les montants de transferts expliquant en réalité le nombre et la qualité des actifs possédés par les EAF et non l'inverse.

I.3 Variabilité des précipitations et transferts de fonds : le cas du Mali

Tableau I.6 – Résultats de la régression de deuxième étape.

	DMC		LIML	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	CT	LT	CT	LT
Revenu agr. (\$ PPP)^a	-0.712*	-1.251**	-0.776*	-1.434**
	(0.379)	(0.560)	(0.421)	(0.610)
Age HH	0.004	0.014	0.004	0.014
	(0.005)	(0.010)	(0.005)	(0.010)
Dépendance	-0.291***	-0.299	-0.292***	-0.324
	(0.110)	(0.224)	(0.113)	(0.234)
UBT	-0.010	0.006	-0.012	0.006
	(0.017)	(0.009)	(0.015)	(0.009)
Sup. cultivée	0.015	0.026**	0.014	0.028***
	(0.014)	(0.010)	(0.014)	(0.011)
Vente UBT (\$ PPP)	-0.100**	0.068	-0.103**	0.071
	(0.035)	(0.048)	(0.046)	(0.063)
Éducation	<i>Aucune (Réf.)</i>			
Niveau primaire	0.102	0.584	0.101	0.655
	(0.268)	(0.738)	(0.272)	(0.769)
Équipement	<i>Traditionnel (Réf.)</i>			
Moderne	0.280	0.733**	0.302	0.770**
	(0.326)	(0.334)	(0.345)	(0.349)
Type de l'EAF	<i>Subsistance (Réf.)</i>			
Orientation marché	-1.065***	-1.369***	-1.066***	-1.279***
	(0.254)	(0.406)	(0.254)	(0.431)
Rev. Agr./ Rev.Tot.	<i>> 75% (Réf.)</i>			
< 75%	1.238***	-0.450	1.243***	-0.453
	(0.355)	(0.335)	(0.357)	(0.353)
Constante	7.399***	8.349***	7.081***	9.180***
	(1.911)	(2.632)	(1.988)	(2.859)
<i>N</i>	122	225	122	225
<i>R</i> ² centré	0.463	0.135	0.590	0.128
<i>F – stat.</i>	6.681	9.149	6.680	8.579
Sargan <i>stat</i>	0.463	2.757	0.463	2.662
Cragg-Donald <i>F – stat</i>	15.19	13.50	15.19	13.50
Anderson <i>LM – stat</i>	26.59***	25.42***	26.59***	25.42***

^aVariable instrumentée

CT : Court terme, LT : Long terme

Écarts-types entre parenthèses. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

3.4 Robustesse

3.4.1 Validité et pertinence des instruments

La robustesse des résultats présentés est toutefois soumise à la validité et à la pertinence du choix des variables instrumentales. A ce titre, la régression de première étape apporte une première indication sur la pertinence de choix étant donné la forte significativité des chocs pluviométriques sur le revenu agricole. Les estimations *LIML* fournissent des résultats allant dans ce sens étant donné le faible écart constaté entre les écarts-types des différentes spécifications. De plus, le test de Cragg-Donald (appuyé par la statistique d'Anderson) permet de ne pas rejeter l'hypothèse nulle de non faiblesse des instruments. La statistique de Sargan (test de sur-identification du modèle) qui formule sous l'hypothèse nulle que les instruments sont valides, c'est-à-dire non corrélés aux termes de l'erreur, n'est pas rejetée au seuil de 10%.

Nous testons également l'hypothèse selon laquelle le revenu agricole des ménages peut être considéré comme un régresseur endogène à partir du test de Durbin-Wu-Hausman (DWH). Le test du χ^2 de Durbin-Wu-Hausman est un test d'endogénéité équivalent au test d'Hausman. L'hypothèse nulle est qu'une estimation par les moindres carrés ordinaires fournit des estimateurs consistants. Ainsi, ce test devrait être interprété comme un test des conséquences de l'emploi de différentes méthodes d'estimation sur une même équation. Un rejet de l'hypothèse nulle indique que l'effet du ou des régresseur(s) endogène(s) sur les estimateurs est important et que la technique des variable instrumentale est requise (Baum, Schaffer et Stillman, 2002). Les statistiques du χ^2 de DWH confirment la nécessité de recourir à la technique des variables instrumentales afin de tester le modèle dans les équations I.19 et I.20 étant donné le rejet de l'hypothèse nulle au seuil de 1% d'exogénéité du revenu agricole comme indiqué dans le tableau I.7.

Tableau I.7 – Test d'endogénéité du revenu agricole.

	Long Terme	
F-stat de Wu-Hausman :	33.53424 $F(1,215)$	P-value = 0.00000
Test du χ^2 de DWH :	30.35881 $\chi^2(1)$	P-value = 0.00000
	Court Terme	
F-stat de Wu-Hausman :	6.48106 $F(1,112)$	P-value = 0.01226
Test du χ^2 de DWH :	6.67355 $\chi^2(1)$	P-value = 0.00979

3.4.2 Tests d'hypothèses

Nous vérifions, dans cette section, que les hypothèses de base du modèle de régression linéaire à variable instrumentale sont respectées, à savoir, l'homoscédasticité, la normalité des résidus et l'absence de multicolinéarité entre les variables. Les estimations par la méthode des variables instrumentales peuvent être non biaisée mais non efficace en présence d'hétéroscédasticité des résidus. Un test d'homoscédasticité dans le cas de régresseur endogène est donc nécessaire. Nous utilisons Le test de Pagan et Hall (1983) appliqué aux modèles DMC afin de détecter la présence ou non d'hétéroscédasticité des erreurs dans le modèle (tableaux I.8 et I.9). Une première série du test de Pagan et Hall (1983) teste la présence d'hétéroscédasticité dans la régression IV (régression de deuxième étape) sans tenir compte de la présence d'hétéroscédasticité ailleurs dans le système d'équation²⁴. Le test indique que l'hypothèse nulle d'homoscédasticité des résidus est acceptée et que la variance du terme d'erreur est donc constant :

Tableau I.8 – Test d'hétéroscédasticité à partir de la régression IV.

Long Terme		
Test de Pagan et Hall (1983) :	7.515 χ^2 (9)	P-value = 0.5837
Hypothèse de normalité des résidus :	9.888 χ^2 (9)	P-value = 0.3596
Court Terme		
Test de Pagan et Hall (1983) :	8.162 χ^2 (9)	P-value = 0.5179
Hypothèse de normalité des résidus :	5.953 χ^2 (9)	P-value = 0.7446

Les tests présentés ci-dessus ne sont valides qu'en présence d'homoscédasticité dans la régression IV. Ces tests peuvent être biaisés en présence d'hétéroscédasticité dans les autres équations structurelles du système (régression de première étape). Aussi, le test de Pagan et Hall (1983) peut corriger ce biais en tenant compte de la valeur ajustée du régresseur endogène à partir de l'équation de première étape. Les test ainsi effectués viennent confirmer l'absence d'hétéroscédasticité des résidus.

Nous testons l'hypothèse de normalité des résidus à partir du test du *Skewness* (ou asymétrie) et du *Kurtosis* (ou aplatissement) ainsi que du test de Jarque et Bera sous l'hypothèse

24. Nous effectuons un premier test formulant l'hypothèse que le terme de l'erreur dans la régression IV est distribué selon une loi normale et un autre test ne tenant pas compte de cette hypothèse.

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

Tableau I.9 – Test d'hétéroscédasticité (valeur ajustée).

Long Terme		
Test de Pagan et Hall (1983) :	0.166 χ^2 (1)	P-value = 0.6833
Hypothèse de normalité des résidus :	0.292 χ^2 (1)	P-value = 0.5889
Court Terme		
Test de Pagan et Hall (1983) :	2.469 χ^2 (1)	P-value = 0.1161
Hypothèse de normalité des résidus :	1.652 χ^2 (1)	P-value = 0.1986

nulle que les résidus sont normaux. Le test joint de Jarque et Bera indique une *p-value* de 0.105. L'hypothèse nulle de normalité des résidus n'est donc pas rejetée (*p-value* supérieure à 10%).

Nous vérifions également l'absence de colinéarité entre les variables dans le système d'équation I.25 et I.26. Les résultats du diagnostic de colinéarité présentés en annexe A.4 indiquent l'absence de colinéarité entre les variable du modèle. En effet, les Facteurs d'Inflation de la Variance (VIF) sont tous inférieurs à 2 (VIF moyen = 1.33), les tolérances sont également élevées et toutes supérieures à 50% et l'indice de condition maximum (ou nombre de condition) est égal à 18.48.

Conclusion

En raison de sa forte variabilité, le climat a toujours exercé un impact sur les populations et leurs conditions de vie. Les migrations liées à l'environnement forment alors un phénomène des plus anciens ; en témoignent de nombreux récits antiques et contemporains. En 1759, Voltaire mentionnait déjà, dans son œuvre *Candide*, des flux de réfugiés importants suite au tremblement de terre qui a détruit Lisbonne quatre ans plus tôt. Ce n'est pourtant que très récemment que la relation entre environnement et migration a été pour la première fois clairement évoquée. Dans les années 1990, les migrations environnementales suscitent un intérêt grandissant au sein de la communauté internationale en même temps que la prise de conscience des conséquences économiques des catastrophes climatiques.

Le Sahel constitue, à ce titre, une région des plus étudiées étant donné la forte dépendance des populations rurales aux aléas climatiques. La migration constitue un moyen d'adaptation au risque totalement ancrée dans ces sociétés. La relation entre départs en migration et événements climatiques semble toutefois complexe et ne peut être résumée à une vision mécanique allant vers l'augmentation du nombre de migrants suite à l'occurrence d'une catastrophe naturelle. La complexité des interactions migration-climat a été mise en évidence après la période de grande sécheresse qui a frappé l'ensemble des pays sahéliens. Plusieurs études ont alors montré que la migration peut être appréhendée comme un processus, une stratégie de gestion des risques élaborée à l'échelle des ménages et que deux types de migrations peuvent être distinguées : une migration assimilable à une stratégie de survie, d'urgence, comme moyen de réponse aux chocs *ex post* et une migration *ex ante* qui s'apparente davantage à une forme d'investissement de la part des ménages.

Ce deuxième type de migration donne généralement lieu à des migrations de longues durées et sur de longues distances associées aux envois de fonds des migrants vers leurs familles restées dans la région d'origine. Les transferts de fonds constituent, dans un contexte d'imperfection des marchés du crédit et de l'assurance, un moyen d'assurance informel privilégié contre les risques climatiques. Une littérature empirique abondante a émergé à partir du milieu des années 1980 afin d'analyser les principaux déterminants des envois de fonds des migrants. Cette littérature impulsée par la « Nouvelle Économie des Migrations de Travail » a montré que les transferts de fonds étaient principalement motivés par des comportements altruistes de la part des migrants, ces derniers augmentant les montants de transferts de fonds lorsque leurs familles subissent un choc négatif sur leur revenu. Une littérature plus

Chapitre I. Les transferts de fonds comme réponses aux chocs pluviométriques : une application au Mali

récente a toutefois démontré que le motif d'altruisme était insuffisant et ne pouvait expliquer à lui seul la complexité des comportements de transferts. Ces comportements peuvent être le résultat d'autres motifs qui s'opposent parfois même au concept d'altruisme lorsque les migrants cherchent, par exemple, à transférer des fonds à leurs familles dans un but personnel afin d'investir dans le pays d'origine.

Nous avons montré, dans ce premier chapitre, que les transferts de fonds envoyés par les migrants à leurs familles dans les zones rurales du Mali augmentent lorsque ces derniers font face à un choc négatif sur leur revenu. Afin d'adresser spécifiquement la question de la réponse des transferts de fonds aux chocs pluviométriques, ceux-ci ont servi d'instruments pour le revenu agricole de 350 exploitations agricoles dans la zone du vieux bassin cotonnier (Cercle de Koutiala), la zone Office du Niger (Cercle de Macina), la zone sahélienne de production de céréales sèche (Cercle de Tominian) et la partie Nord de la région de Kayes (Cercle de Diéma). Nos résultats montrent que les différences entre les totaux pluviométriques des saisons sèches entre 2007 et 2006 et humides entre 2006 et 2005 constituent de bons instruments du revenu agricole des EAF enquêtées dans les zones rurales du Mali. Les chocs négatifs sur le revenu conduisent alors à une hausse des transferts de fonds pour les exploitations agricoles qui ont au moins un migrant établi à l'étranger. La réponse des transferts de fonds aux chocs sur le revenu est toutefois peu significative et plus faible au regard des exploitations caractérisées par des migrations de court terme.

Nos résultats confirment donc l'hypothèse que les montants de transferts de fonds résultent de comportements altruistes de la part des migrants sans toutefois invalider l'existence de stratégies d'investissement de leur part. En effet, nous trouvons que la qualité et le niveau d'actifs possédés par les exploitations agricoles ont un effet significatif sur les montants de transferts de fonds reçus. Ce résultat doit toutefois être interprété avec précaution car il pourrait être indirectement expliqué par le niveau de revenu des ménages résultant, alors, en une causalité inversée entre montant de transferts de fonds et le niveau d'équipement agricole des exploitations.

Ce résultat nous conduit à explorer plus en détail la relation entre le niveau d'équipement et les montants de transferts reçus par les familles dans leur région d'origine. Aussi, nous examinons, dans le chapitre suivant, l'impact de la variabilité des précipitations sur la sécurité alimentaire des ménages agricoles au Mali ainsi que l'impact des transferts de fonds sur leur capacité à assurer leur sécurité alimentaire à travers l'accumulation d'équipements agricoles.

Bibliographie

- [1] Adams, R.H., Alderman, H. *et al.* (1992). 'Sources of income inequality in rural Pakistan : a decomposition analysis.' *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54(4) :591–608.
- [2] Angrist, J. et Kugler, A. (2001). 'Protective or counter-productive ? european labor market institutions and the effect of immigrants on EU natives.' Working Paper 8660, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [3] Asiimwe, J.B. et Mpuga, P. (2007). 'Implications of rainfall shocks for household income and consumption in Uganda.' Research Paper RP_168, African Economic Research Consortium.
- [4] Azam, J.P. et Gubert, F. (2005). 'Those in Kayes. the impact of remittances on their recipients in Africa.' *Revue Économique*, 56(6) :1331–1358.
- [5] Bagachwa, M.S., Bryceson, D., Jamal, V. *et al.* (1997). 'The rural informal sector in Tanzania.' *Farewell to farms : de-agrarianisation and employment in Africa.*, pages 137–154.
- [6] Barrett, C.B. et Reardon, T. (2000). 'Asset, activity, and income diversification among african agriculturalists : Some practical issues.' Working Paper 14734, Cornell University, Department of Applied Economics and Management.
- [7] Barro, R.J. (1974). 'Are government bonds net wealth ?' *Journal of Political Economy*, 82(6) :1095–1117.

Bibliographie

- [8] Baum, C.F., Schaffer, M.E., et Stillman, S. (2002). 'Instrumental variables and GMM : estimation and testing.' Boston College Working Papers in Economics 545, Boston College Department of Economics.
- [9] Becker, G.S. (1974). 'A theory of social interactions.' *Journal of Political Economy*, 82(6) :1063–93.
- [10] Bernheim, B.D., Shleifer, A., et Summers, L.H. (1985). 'The strategic bequest motive.' *The Journal of Political Economy*, 93(6) :1045–1076.
- [11] Clarke, G. et Wallsten, S. (2003). 'Has the internet increased trade ? evidence from developed and developing countries.' Working paper 100, Regulation2point0.
- [12] Coulibaly, D. (1982). 'Les migrations voltaïques. tome 1. importance et ambivalence de la migration voltaïque.' *Population*, 37(4) :963–964.
- [13] Cox, D., Eser, Z., et Jimenez, E. (1998). 'Motives for private transfers over the life cycle : An analytical framework and evidence for Peru.' *Journal of Development Economics*, 55(1) :57–80.
- [14] de la Brière, B., de Janvry, A., Lambert, S., et Sadoulet, E. (1997). 'Why do migrants remit ?' Discussion paper 37, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- [15] Deaton, A. (1991). 'Saving and liquidity constraints.' *Econometrica*, 59(5) :1221–48.
- [16] Dercon, S. (2002). 'Income risk, coping strategies, and safety nets.' *World Bank Research Observer*, 17(2) :141–166.
- [17] — (2004). 'Growth and shocks : evidence from rural Ethiopia.' *Journal of Development Economics*, 74(2) :309–329.
- [18] Dercon, S. et Krishnan, P. (1996). 'Income portfolios in rural Ethiopia and Tanzania : choices and constraints.' *The Journal of Development Studies*, 32(6) :850–875.
- [19] — (1998). *Changes in poverty in rural Ethiopia 1989-1995 : measurement, robustness tests and decomposition*. Centre for the Study of African Economies, Institute of Economics and Statistics, University of Oxford.
- [20] Docquier, F., Faye, O., et Pestieau, P. (2008). 'Is migration a good substitute for education subsidies ?' *Journal of Development Economics*, 86(2) :263–276.

- [21] Dufour, J.M. (1997). 'Some impossibility theorems in econometrics with applications to structural and dynamic models.' *Econometrica : Journal of the Econometric Society*, pages 1365–1387.
- [22] Fafchamps, M. et Gubert, F. (2007). 'The formation of risk sharing networks.' *Journal of Development Economics*, 83(2) :326–350.
- [23] Fafchamps, M. et Lund, S. (2003). 'Risk-sharing networks in rural Philippines.' *Journal of Development Economics*, 71(2) :261–287.
- [24] Fafchamps, M., Udry, C., et Czukas, K. (1998). 'Drought and saving in west africa : are livestock a buffer stock ?' *Journal of Development economics*, 55(2) :273–305.
- [25] Findley, S.E. (1994). 'Does drought increase migration ? a study of migration from rural Mali during the 1983-1985 drought.' *International Migration Review*, 28(3) :539.
- [26] Freund, C. et Spatafora, N. (2005). 'Remittances : transaction costs, determinants, and informal flows.' Policy Research Working Paper Series 3704, The World Bank.
- [27] — (2008). 'Remittances, transaction costs, and informality.' *Journal of Development Economics*, 86(2) :356–366.
- [28] Funkhouser, E. (1995). 'Remittances from international migration : A comparison of El Salvador and Nicaragua.' *The Review of Economics and Statistics*, 77(1) :137–46.
- [29] Gubert, F. (2002). 'Do migrants insure those who stay behind ? evidence from the Kayes area (Western Mali).' *Oxford Development Studies*, 30(3) :267–287.
- [30] — (2007). 'Migration and development : Mixed evidence from western Mali.' *Development*, 50(4) :94–100.
- [31] — (2010). 'Transferts de fonds des migrants, pauvreté et inégalités au Mali.' *Revue économique*, 61(6) :1023–1050.
- [32] Gujarati, D. et Porter, D.C. (2004). 'Basic econometrics (ed.) mcgraw-hill.'
- [33] Haggblade, S., Hazell, P.B.R., et Reardon, T. (2009). 'Transforming the rural nonfarm economy : Opportunities and threats in the developing world.' Issue briefs 58, International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Bibliographie

- [34] Halliday, T. (2006). 'Migration, risk, and liquidity constraints in El Salvador.' *Economic Development and Cultural Change*, 54(4) :893–925.
- [35] Hampshire, K. (2002). 'Fulani on the move : Seasonal economic migration in the sahel as a social process.' *The Journal of Development Studies*, 38(5) :15–36.
- [36] Hausman, J., Stock, J.H., et Yogo, M. (2005). 'Asymptotic properties of the Hahn-Hausman test for weak-instruments.' *Economics Letters*, 89(3) :333–342.
- [37] Henry, S., Schoumaker, B., et Beauchemin, C. (2004). 'The impact of rainfall on the first out-migration : A multi-level event-history analysis in Burkina Faso.' *Population and Environment*, 25(5).
- [38] Hoddinott, J. (1994). 'A model of migration and remittances applied to western Kenya.' *Oxford Economic Papers*, 46(3) :459–76.
- [39] Key, N., Sadoulet, E., et de Janvry, A. (2000). 'Transactions costs and agricultural household supply response.' *American Journal of Agricultural Economics*, 82(2) :245–259.
- [40] Kijima, Y., Matsumoto, T., et Yamano, T. (2006). 'Nonfarm employment, agricultural shocks, and poverty dynamics : evidence from rural Uganda.' *Agricultural Economics*, 35(3) :459–467.
- [41] Kniveton, D.R., Layberry, R., Williams, C.J.R., et Peck, M. (2009). 'Trends in the start of the wet season over Africa.' *International Journal of Climatology*, 29(9) :1216–1225.
- [42] Kochar, A. (1999). 'Smoothing consumption by smoothing income : Hours-of-work responses to idiosyncratic agricultural shocks in rural India.' *The Review of Economics and Statistics*, 81(1) :50–61.
- [43] Krishnan, P. et Dercon, S. (1995). 'Income portfolios in rural Ethiopia and Tanzania : choices and constraints.' CSAE Working Paper Series 1995-12, Centre for the Study of African Economies, University of Oxford.
- [44] Lambert, S. (1993). 'Migration as a risk-sharing decision : Evidence from Côte d'Ivoire.' Working Paper 93-01, DELTA (Ecole normale supérieure).
- [45] Lopez-Feldman, A., Mora, J., et Taylor, J.E. (2006). 'Does natural resource extraction mitigate poverty and inequality ? evidence from rural Mexico.' 2006 Annual meeting,

July 23-26, Long Beach, CA 21362, American Agricultural Economics Association (New Name 2008 : Agricultural and Applied Economics Association).

- [46] Lucas, R.E.B. et Stark, O. (1985). 'Motivations to remit : Evidence from Botswana.' *Journal of Political Economy*, 93(5) :901-18.
- [47] Maggi, J., Sarr, D., Amadei, N., Cattacin, S., Losi, N., de Guchteneire, P., et Pécoud, A. (2008). 'Louga, sénégal : Représentations autour de la migration auprès d'une communauté d'origine.' *Rapport de Recherche Projet ?Mémoires Audiovisuelles de la Migration Sénégalaise*.
- [48] Martinez, C. et Yang, D. (2007). 'Remittances and poverty in migrants' home areas : Evidence from the Philippines.' *International Migration, Remittances and the Brain Drain*, World Bank and Palgrave Macmillan, New York.
- [49] Massey, D.S., Arango, J., Hugo, G., Kouaouci, A., Pellegrino, A., et Taylor, J.E. (1994). 'An evaluation of international migration theory : The North American case.' *Population and Development Review*, 20(4) :699.
- [50] McKenzie, D. et Sasin, M.J. (2007). 'Migration, remittances, poverty, and human capital : conceptual and empirical challenges.' Policy Research Working Paper Series 4272, The World Bank.
- [51] Miller, D. et Paulson, A. (2000). 'Informal insurance and moral hazard : Gambling and remittances in Thailand.' Econometric Society World Congress 2000 Contributed Papers 1463, Econometric Society.
- [52] Miller, D.L. et Paulson, A. (2007). 'Risk taking and the quality of informal insurance : gambling and remittances in Thailand.' Working Paper Series WP-07-01, Federal Reserve Bank of Chicago.
- [53] Minvielle, J. (1985). 'Paysans migrants du Fouto Toro (vallée du Sénégal).' *Collection travaux et document de l'ORSTOM (ISSN 0371-6023, (191))*.
- [54] Miotti, L., Mouhoud, E.M., et Oudinet, J. (2009). 'Migrations and determinants of remittances to southern mediterranean countries : When history matters!' Post-print, HAL.

Bibliographie

- [55] Mora, J. et Taylor, J.E. (2006). 'Determinants of migration, destination, and sector choice : Disentangling individual, household, and community effects.' *International migration, remittances, and the brain drain*, pages 21–52.
- [56] Morduch, J. (1994). 'Poverty and vulnerability.' *American Economic Review*, 84(2) :221–225.
- [57] Munshi, K. (2003). 'Networks in the modern economy : Mexican migrants in the U.S. labor market.' *The Quarterly Journal of Economics*, 118(2) :549–599.
- [58] Naiditch, C. (2009). *Trois essais sur les transferts de fonds des migrants*. Ph.D. thesis, Université Panthéon-Sorbonne-Paris I.
- [59] OECD (2006). *International Migration Outlook 2006*. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.
- [60] Otsuka, K. et Yamano, T. (2006). 'Introduction to the special issue on the role of non-farm income in poverty reduction : evidence from Asia and East Africa.' *Agricultural Economics*, 35(3) :393–397.
- [61] Pagan, A.R., Hall, A.D., et Trivedi, P.K. (1983). 'Assessing the variability of inflation.' *Review of Economic Studies*, 50(4) :585–96.
- [62] Paulson, A. (2000). 'Insurance motives for migration : Evidence from Thailand.' *Manuscript, Kellogg Graduate School of Management, Northwestern University*.
- [63] Paulson, A.L. (1994). *Insurance motives for migration : Evidence from Thailand*. Ph.D. thesis, University of Chicago, Department of Economics.
- [64] Paxson, C.H. (1992). 'Using weather variability to estimate the response of savings to transitory income in Thailand.' *American Economic Review*, 82(1) :15–33.
- [65] PNUD (2008). 'HDR 2007/2008 - fighting climate change : Human solidarity in a divided world.' Human development report (1990 to present), Human Development Report Office (HDRO), United Nations Development Programme (UNDP).
- [66] Pérouse de Montclos, M.A. (2012). 'Humanitarian action in developing countries : Who evaluates who?' *Evaluation and Program Planning*, 35(1) :154–160.
- [67] Rahmato, D. (1991). 'Rural women in Ethiopia : Problems and prospects.' *Gender issues in Ethiopia*, pages 31–45.

- [68] Rapoport, H. et Docquier, F. (2005). 'The Economics of migrants' remittances.' IZA Discussion Paper 1531, Institute for the Study of Labor (IZA).
- [69] Ratha, D. (2005). 'Demand for World Bank lending.' *Economic Systems*, 29(4) :408–421.
- [70] Ratha, D. et Shaw, W. (2007). *South-South migration and remittances*. 102. World Bank Publications.
- [71] Razafindrakoto, M. et Roubau, F. (2005). 'Les multiples facettes de pauvreté dans un pays en développement. le cas de la capitale malgache.' *Economie et statistique*, (383) :131–155.
- [72] Reardon, T. (1997). 'Using evidence of household income diversification to inform study of the rural nonfarm labor market in Africa.' *World Development*, 25(5) :735–747.
- [73] Reardon, T. et Taylor, J.E. (1996). 'Agroclimatic shock, income inequality, and poverty : Evidence from Burkina Faso.' *World Development*, 24(5) :901–914.
- [74] Rosenzweig, M.R. et Binswanger, H.P. (1993). 'Wealth, weather risk and the composition and profitability of agricultural investments.' *Economic Journal*, 103(416) :56–78.
- [75] Rosenzweig, M.R. et Stark, O. (1989). 'Consumption smoothing, migration, and marriage : Evidence from rural India.' *Journal of Political Economy*, 97(4) :905–26.
- [76] Sakurai, T. et Reardon, T. (1997). 'Potential demand for drought insurance in Burkina Faso and its determinants.' *American Journal of Agricultural Economics*, 79(4) :1193–1207.
- [77] Stark, O. (1991). *The migration of labor*. Blackwell Oxford.
- [78] — (1995). 'Return and dynamics : The path of labor migration when workers differ in their skills and information is asymmetric.' *The scandinavian journal of economics*, pages 55–71.
- [79] Stark, O. et Levhari, D. (1982). 'On migration and risk in LDCs.' *Economic Development and Cultural Change*, 31(1) :191–196.
- [80] Stark, O. et Lucas, R.E.B. (1988). 'Migration, remittances, and the family.' *Economic Development and Cultural Change*, 36(3).
- [81] Stock, J.H. et Yogo, M. (2002). 'Testing for weak instruments in linear IV regression.' NBER Technical Working Paper 0284, National Bureau of Economic Research, Inc.

Bibliographie

- [82] Todaro, M.P. (1969). 'A model for labor migration and urban unemployment in less developed countries.' *American Economic Review*, 59(1) :138–48.
- [83] Townsend, R.M. (1994). 'Risk and insurance in village India.' *Econometrica*, 62(3) :539–91.
- [84] Udry, C. (1994). 'Risk and insurance in a rural credit market : An empirical investigation in northern Nigeria.' *Review of Economic Studies*, 61(3) :495–526.
- [85] Woldenhanna, T. et Oskam, A. (2001). 'Income diversification and entry barriers : evidence from the Tigray region of northern Ethiopia.' *Food Policy*, 26(4) :351–365.
- [86] Yang, D. (2008). 'International migration, remittances and household investment : Evidence from Philippine migrants' exchange rate shocks.' *Economic Journal*, 118(528) :591–630.
- [87] Yang, D. et Choi, H. (2005). 'Are remittances insurance ? evidence from rainfall shocks in the Philippines.' Working Papers 535, Research Seminar in International Economics, University of Michigan.
- [88] Yunez-Naude, A. et Edward Taylor, J. (2001). 'The determinants of nonfarm activities and incomes of rural households in Mexico, with emphasis on education.' *World Development*, 29(3) :561–572.

Chapitre II

Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Introduction

Le Mali, pays sahélien enclavé au cœur de l'Afrique de l'Ouest, connaît une situation d'insécurité alimentaire chronique et de vulnérabilité aux aléas climatiques. Cette situation est renforcée, exacerbée par la pauvreté généralisée de la population et la faiblesse des aménagements dans le secteur agricole, de l'élevage et de la pêche (CFSVA, 2005). Différentes contributions ont montré que la situation alimentaire tendue, préoccupante dans la zone agropastorale, s'est étendue au sud du pays à partir des années 2000 suite à l'alternance de bonnes et de mauvaises récoltes. Selon Coulibaly (2009), la vulnérabilité des ménages agricoles dans le sud du Mali résulte d'une combinaison de facteurs liés à la démographie et à l'évolution des systèmes de culture et d'élevage. Bruijn et al. (2005) insistent sur la crise de la filière coton depuis les années 2000 comme facteur explicatif de la tension s'exerçant sur la situation alimentaire des ménages agricoles ainsi que de leur vulnérabilité accrue aux fluctuations des précipitations. « La dynamique agraire actuelle en zone cotonnière conduit à une situation de crise, où l'alimentation des troupeaux bovins et l'entretien de la fertilité des sols ne sont plus assurés. Le modèle agraire d'une intégration agriculture élevage basée sur le recyclage des résidus est viable dans les zones du Sud et de transition, mais il se révèle insuffisant dans les zones les plus saturées » (Coulibaly, 2009). Dans ce contexte de crise, la sécurité alimentaire peut se révéler tendue et les exploitations agricoles de petites tailles fortement vulnérables aux fluctuations de la pluviométrie.

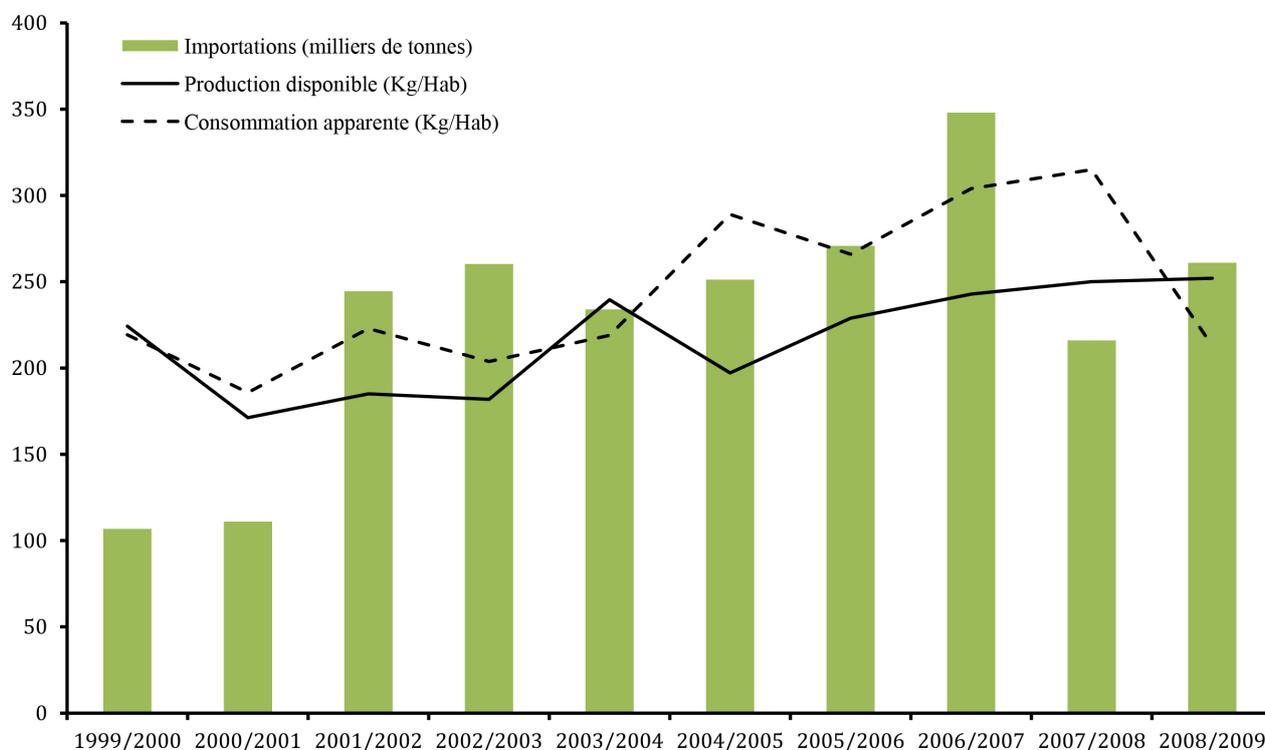
Le pays semble toutefois assurer une sécurité alimentaire au regard des différents bilans céréaliers rassemblés entre 1999 et 2009 (figure II.1)¹. En effet, nous assistons à partir de la récolte 2003/2004 à une progression de la consommation apparente (inférieure à la norme de consommation alimentaire au cours de la campagne 2000/2001)². Nous constatons également que la production disponible est inférieure à la norme de consommation entre 2000/2001 et 2002/2003 ainsi qu'en 2004/2005. Cette insuffisance de l'offre peut être en grande partie imputée aux conditions climatiques comme ce fut le cas lors de la campagne 2002/2003 du fait des déficits pluviométriques ou encore à l'arrêt précoce de la saison des pluies de 2005

1. Afin de rendre compte de l'évolution de la disponibilité alimentaire de première nécessité au Mali, nous avons représenté sous forme de graphique les bilans céréaliers du Mali entre les campagnes 1999/2000 et 2008/2009 provenant du Centre Régional Agrhymet (<http://www.agrhymet.ne/bilancerealier.html>).

2. La consommation apparente est égale à la production alimentaire disponible à laquelle on ajoute la variation de stock et la solde des importations et exportations. La norme de consommation est définie comme le seuil de consommation minimal à partir duquel un individu ne bénéficie pas d'un apport nutritionnel suffisant. Ce seuil est fixé au Mali à 202 Kg/hab/an (CILSS, 1996).

(PNUD-ODHD, 2010). Les importations céréalières dont les volumes dépendent essentiellement de l'offre nationale ont fortement augmenté depuis les années 2000 passant de 110 milliers de tonnes en 2000 à 261 milliers de tonnes en 2008/2009 avec un pic de 348 milliers de tonnes atteint lors de la campagne 2006/2007. Elles contribuent ainsi à soutenir la consommation en compensant les déficits de production.

Figure II.1 – Évolution de la production disponible, de la consommation apparente et des importations céréalières au Mali entre 1999 et 2009



Source : Centre Régional Agrhymet

Cette dépendance vis-à-vis des importations afin d'alimenter les marchés locaux a fait l'objet de nombreuses études mettant en évidence les risques liés à l'inflation alimentaire importée ainsi que les déterminants structurels de cette insécurité alimentaire (CILSS, 2004 ; Nkang et al., 2013 ; Abbott, 2009 ; Boccanfuso et Savard, 2008). Entre 1998 et 2008, le prix moyen du riz au producteur a augmenté de 49% et les prix à la consommation du riz local et du riz importé ont progressé respectivement de 33% et 29%. Le prix à la consommation a notamment augmenté suite aux mauvaises récoltes entre 2003 et 2005 pour atteindre en 2005 le

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

pic de 366 FCFA/kg. Les prix à la consommation et au producteur du mil et du sorgho ont également été impactés par les mauvaises années agricoles de 2002/2003 et 2004/2005³. À titre d'exemple, le prix à la consommation du sorgho s'élevait à 243 FCFA/kg au mois de septembre 2005 contre 173 FCFA/kg en septembre 2001. Ainsi, la production agricole intérieure constitue un préalable essentiel pour assurer la sécurité alimentaire. Cette dernière est toutefois également déterminée par l'accès économique des populations aux aliments. La migration de travail ainsi que la diversification des sources de revenus forment alors les principales réponses des unités productives à ces conditions (Bruijn et al., 2005)⁴.

Nous concentrons donc, dans ce chapitre, notre analyse sur les conséquences des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire et la productivité agricole des ménages au Mali. Une attention considérable a été apportée aux effets des transferts de fonds sur la pauvreté monétaire dans les pays en développement (Gupta et al., 2009 ; Adams et Page, 2005 ; Adams, 2004). Toutefois, l'effet des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire reste un champ de recherche ouvert. Peu d'efforts politiques ont été réalisés afin d'utiliser leur potentiel de développement et d'accroître la sécurité alimentaire des ménages agricoles. En effet, l'insuffisance de résultats empiriques sur les effets des transferts issus de la migration sur la sécurité alimentaire explique le manque de politiques incitatives pouvant encourager l'utilisation des transferts afin d'encourager et stimuler la production agricole et donc la disponibilité alimentaire (Ratha et Shaw, 2007 ; Maphosa, 2007).

Comme nous l'avons montré dans le chapitre précédent, les chocs pluviométriques ont un impact négatif sur les revenus des exploitants agricoles du Mali favorisant alors la perception de transferts de fonds. L'augmentation des transferts de fonds peut avoir un impact nutritionnel positif si ceux-ci contribuent positivement au revenu du ménage et à l'accès économique aux aliments (Taylor et al., 2003). Cependant, les impacts des transferts de fonds peuvent se révéler négatifs étant donné que la migration peut contribuer à diminuer la disponibilité alimentaire en raison de la baisse de l'offre de travail. Cet effet négatif des transferts de fonds sur la productivité agricole peut de plus être exacerbé lorsque les ménages dépendent fortement de ces flux financiers et/ou lorsque les revenus agricoles escomptés sont faibles en raison de chocs chroniques sur les revenus tirés de l'exploitation. Azam et

3. Contrairement au riz, le mil et le sorgho constituent les principaux produits de base de l'alimentation dans le milieu rural malien et sont historiquement cultivés pour la consommation familiale. Les prix de ces produits vivriers dépendent alors étroitement de la production nationale et des politiques commerciales menées par les pays de la région.

4. Je participe, dans le cadre de mes activités de recherche, au programme VUPOL (Vulnérabilités et politiques publiques, Fonds de Solidarité prioritaire au Mali, 2010-2012) qui confirme l'importance de dynamiques migratoires nouvelles dans l'ancien bassin cotonnier du Mali (Koutiala).

Gubert (2005) ont montré, dans une étude portant sur la région de Kayes au Mali, que les transferts de fonds, en devenant une composante permanente du budget des ménages bénéficiaires, peuvent pousser les ménages agricoles à réduire leurs efforts de production. Des flux de transferts importants et réguliers peuvent conduire les ménages bénéficiaires à augmenter leur temps de loisir au détriment de leur temps de travail ou à se détourner de leur activité principale (Ratha, 2006).

Nous analysons, à partir d'un modèle logistique à *odds partiellement proportionnels*, l'effet des fluctuations des précipitations et des différentes stratégies d'adaptation mobilisées par les ménages sur la sécurité alimentaire. Nous considérons que les actifs possédés par un ménage donné définissent son potentiel à assurer et à maintenir un niveau minimal d'accès aux aliments face aux impacts négatifs exercés par l'irrégularité et les fluctuations des pluies. Plus précisément, nous identifions à partir de l'enquête ménage CFSVA (2005) menée sur l'ensemble du territoire malien plusieurs seuils reflétant le niveau d'exposition des ménages aux fluctuations des précipitations en tenant compte de leur potentiel d'adaptation et notamment de l'effet exercé par les transferts de fonds. Nos résultats montrent que les ménages percevant des transferts de fonds ont davantage de chances d'être en sécurité alimentaire pour un niveau de variabilité des précipitations donné. Nous identifions également un seuil de pauvreté déterminé par le niveau d'équipement agricole possédé par les ménages afin de distinguer les ménages en insécurité alimentaire « structurelle » des ménages en situation d'insécurité alimentaire « transitoire » ou « chronique ». Nos résultats indiquent alors que l'effet positif joué par les transferts de fonds sur la sécurité alimentaire passe en partie par le canal de l'investissement en équipements agricoles. Toutefois, l'utilisation des transferts de fonds reste fortement dépendante du degré d'exposition des ménages aux irrégularités des pluies. En effet, plus la variabilité des pluies augmente et plus le rôle positif des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire passe directement par le canal de la consommation alimentaire.

1 Transferts de fonds et sécurité alimentaire

1.1 Les définitions de la sécurité alimentaire

1.1.1 Concept et définition

La sécurité alimentaire est un concept qui a évolué au fil du temps. Selon Owens et Hodinott (1999), près de 200 définitions et 450 indicateurs de sécurité alimentaire peuvent être recensés. Dans les années 1970, les définitions de la sécurité alimentaire étaient axées sur la suffisance des approvisionnements alimentaires à des échelles globales (niveaux national et mondial). La recherche préconisait que l'augmentation des capacités de production agricole était la principale stratégie pour les nations d'atteindre la sécurité alimentaire. Cette vision de la sécurité alimentaire en termes de déclin de la disponibilité alimentaire s'inscrit dans le prolongement de l'analyse malthusienne de la croissance démographique. Dans son Essai sur le principe de population, Malthus (1992 [1798]) développe l'idée selon laquelle les famines sont la conséquence de l'excès de la croissance démographique par rapport à la croissance de la production agricole. Les famines interviendraient alors comme un régulateur naturel de la croissance démographique. Dans l'analyse standard découlant de cette approche, les famines sont la conséquence d'un déclin brutal de la disponibilité alimentaire, suite à un ou plusieurs chocs exogènes et compte tenu du volume de la population. Ce point de vue axé uniquement sur les variables de production alimentaire (côté de l'offre) n'accorde que peu de place aux variables telles que le revenu des individus ainsi qu'à leur pouvoir d'achat.

A partir des années 1980, les débats portant sur la sécurité alimentaire se sont concentrés sur cette nouvelle dimension, passant d'une échelle globale à celle des ménages. Sen (1981) estime qu'une approche se concentrant sur des variables prenant en compte la capacité des individus à accéder aux aliments plutôt que les seules forces agissant négativement sur la production permettrait d'appréhender les famines dans leur diversité dans la mesure où certaines d'entre-elles peuvent survenir sans qu'il y ait nécessairement un déclin de la disponibilité alimentaire. Cette approche s'inscrit dans une démarche plus multidimensionnelle en analysant les causes des famines en termes de droits d'accès des populations aux biens alimentaires. Sur la base de ces évolutions conceptuelles, la Banque Mondiale (1986) définit la sécurité alimentaire comme un « accès sécurisé, à tout moment, à une nourriture en quantité suffisante pour mener une vie saine ». En 2002, la FAO donne un sens plus large à cette définition. La sécurité alimentaire est atteinte lorsque les populations ont la capacité physique,

sociale et économique, à tout moment, d'accéder à une quantité de nourriture assurant les besoins alimentaires ainsi que les préférences de chacun pour mener une vie saine. Selon une définition donnée par le CILSS (2004), l'insécurité alimentaire désigne la situation des populations qui sont en deçà du seuil requis pour s'alimenter à partir de leur propre production et/ou de leur revenu annuel et qui sont obligées de consommer leur épargne, parfois de vendre leurs moyens de production ou de solliciter la solidarité (CILSS, 2004).

Ainsi, l'insécurité alimentaire regroupe l'ensemble des situations où les individus souffrent ou risquent de souffrir des manifestations de la faim (Ouédraogo, 2007) et renvoie à quatre déterminants que sont la disponibilité des aliments, la stabilité de la production, l'accessibilité géographique et économique des aliments ainsi que leur utilisation biologique optimale. L'insécurité alimentaire peut être chronique ou transitoire. Une situation d'insécurité alimentaire chronique caractérise les individus et les groupes d'individus dont l'accès aux aliments se situe en deçà de la norme requise et ce de façon permanente. Les personnes souffrant d'une insécurité alimentaire chronique connaissent des fluctuations importantes dans la gravité de cette insécurité si bien qu'ils ne peuvent satisfaire leurs besoins nutritionnels de manière continue. L'insécurité alimentaire est généralement qualifiée de « transitoire » lorsqu'elle exprime une réduction temporaire dans la consommation d'aliments requis. Ainsi, le concept d'insécurité alimentaire renvoie directement à ses déterminants structurels et conjoncturels. En insistant sur la capacité des ménages à satisfaire leurs besoins alimentaires à partir de leur propre production, la définition proposée par le CILSS (2004) soulève une problématique majeure. La satisfaction des besoins alimentaires de base dans les pays d'Afrique subsaharienne passe trop souvent par les importations de biens de première nécessité. Cette dépendance aux importations souligne l'incapacité structurelle des unités productrices à maintenir un certain niveau de production conforme aux besoins alimentaires des populations.

1.1.2 Les déterminants de l'insécurité alimentaire

Atteindre un niveau de sécurité alimentaire satisfaisant est nettement plus compliqué que de simplement produire plus de nourriture. Outre la production alimentaire, la disponibilité des aliments ainsi que leur accessibilité économique forment des préalables essentiels pour assurer la sécurité alimentaire. Fortement influencée par des facteurs sociaux, culturels, politiques, économiques et environnementaux, la disponibilité alimentaire dépend étroitement des quantités produites, de la distribution et du commerce. L'accès économique aux aliments est lié au prix des aliments et au pouvoir d'achat des consommateurs. Les facteurs sociaux

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

et économiques sont les principaux déterminants de la sécurité alimentaire, en particulier à court terme. Toutefois, dans le contexte sahélien, les facteurs environnementaux tel que la variabilité et l'irrégularité des pluies constituent un risque essentiel pesant sur la disponibilité ainsi que sur l'accès économique des populations aux aliments.

Le risque d'insécurité alimentaire peut être expliqué par la faible capacité des ménages à maintenir un certain niveau ainsi qu'une certaine qualité de consommation alimentaire et/ou par leur faible capacité d'adaptation aux différents chocs qu'ils subissent. Ces chocs peuvent toucher tous les ménages situés dans une localité (on parlera alors de chocs communs ou covariants) ou seulement une partie des ménages résidant dans cette localité (on parlera de chocs idiosyncratiques ou asymétriques). Ainsi, l'exposition au choc dépend étroitement de l'étendue de celui-ci. Cette distinction n'est pourtant pas toujours clairement définie au sein des études empiriques (Hoddinott et Quisumbing, 2003). A titre d'exemple, l'effet d'un aléa climatique sur les conditions de vie des ménages peut être différent selon un certain nombre de caractéristiques définissant la structure du ménage, selon leur dépendance aux pluies et le niveau initial de pauvreté et ce, alors que l'événement a été commun à tous les ménages dans une aire géographique donnée. A ce titre, Dercon et Hoddinott (2005) montrent la différence d'étendue des chocs par types de chocs dans un village éthiopien. Certains chocs affectent spécifiquement certains ménages alors que d'autres affectent communément tous les ménages du village. Selon les résultats des auteurs, les sécheresses forment le choc le plus covariant alors que les maladies et décès constituent des chocs spécifiques ou idiosyncratiques. Les chocs covariants peuvent être définis comme des chocs altérant les propriétés physiques et socioéconomiques d'un milieu dont dépend le niveau et la qualité de la consommation alimentaire de populations présentant des caractéristiques socioéconomiques communes.

Selon Hoddinott et Quisumbing (2003), les conséquences de ces chocs sur le niveau de consommation futur des ménages dépendent de la durée, de la vitesse, de la magnitude des chocs ainsi que des caractéristiques initiales et des capacités de réaction des individus. Un dernier facteur correspond à la nature permanente (et non transitoire) du choc. Les auteurs identifient différents types de chocs parmi lesquels des chocs transitoires (Figure II.2.a, II.2.b et II.2.c) et des chocs ayant des répercussions prolongées sur la consommation alimentaire (Figure II.2.d et II.2.e). Ces graphiques mettent en évidence que le risque d'insécurité alimentaire est à la fois fonction de la dynamique des aléas et de la capacité des individus à générer un revenu ou à maintenir leur niveau de productivité sur le long terme. Cette distinction entre impacts de court terme et impacts de long terme met en avant la complexité

associée à la prise en compte du temps (dynamique des chocs) dans l'évaluation des déterminants de l'insécurité alimentaire mais également des caractéristiques structurelles des unités productives à absorber ces chocs.

1.2 Le rôle des actifs dans l'accès aux aliments

1.2.1 Un rôle « tampon » sur la consommation alimentaire

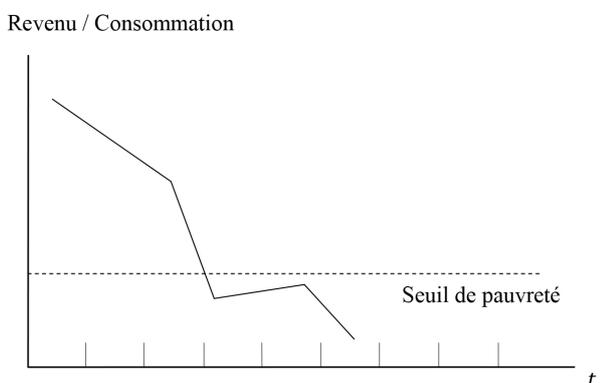
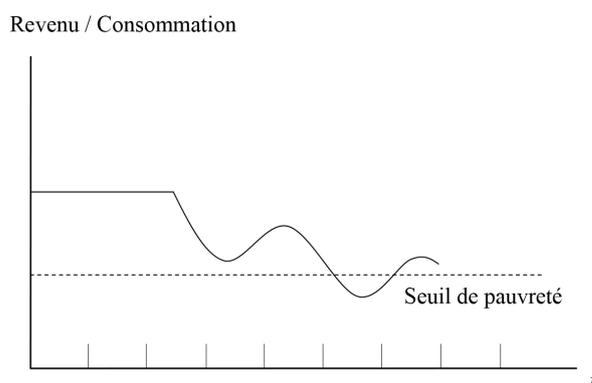
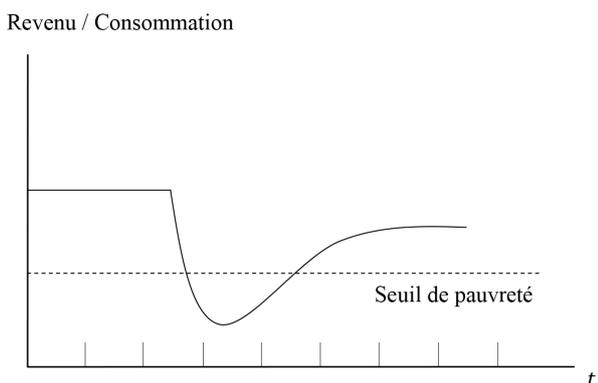
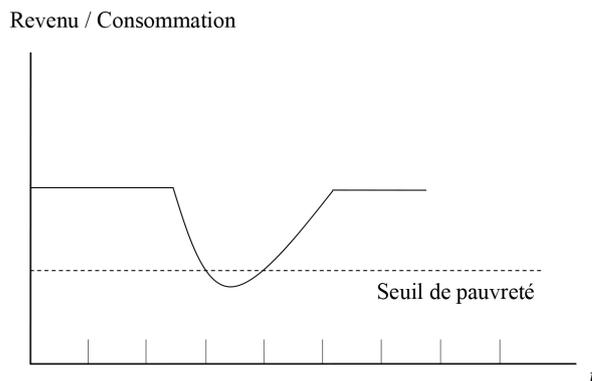
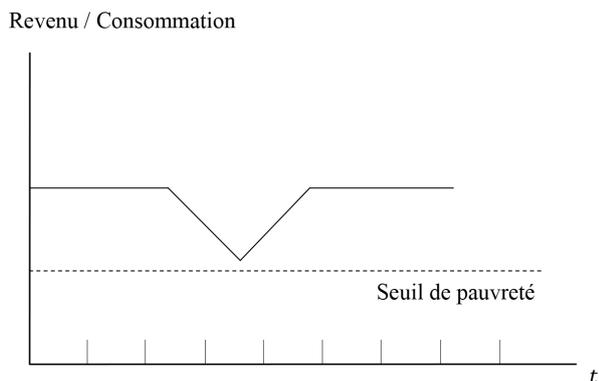
Les analyses portant sur l'évaluation de la capacité des ménages à faire face aux chocs ont connu un grand développement au cours de la dernière décennie dans la continuité des travaux portant sur la thématique de la vulnérabilité économique. De multiples analyses évaluent la capacité des ménages à absorber les chocs en fonction de la quantité et de la structure des actifs (*assets*) possédés.

Ce type d'approche permet premièrement, de mieux tenir compte des réponses des ménages qui peuvent constituer un portefeuille d'actifs par précaution ou adopter des mesures préventives afin de faire face aux risques. En effet, les méthodes d'analyse de la pauvreté s'appuyant sur les revenus présentent des limites liées aux difficultés de mesure de l'autoconsommation et de la revente des actifs qui couvrent dans les pays d'Afrique subsaharienne une partie importante des besoins nutritionnels en cas de choc négatif sur le revenu (Ligon et Schechter, 2004). Deuxièmement, l'avantage de tenir compte des actifs possédés par les ménages comme unité de mesure de la pauvreté tient au fait que cette mesure est moins volatile que les dépenses de consommation ou que le revenu agricole. Dès lors, les évaluations de la pauvreté par les actifs s'inscrivent dans une réflexion de long terme et visent à distinguer les éléments structurels des déterminants conjoncturels de la pauvreté.

L'approche par les actifs repose sur l'idée formulée par Chambers (1989) selon laquelle les ménages disposant d'une structure d'actifs importante (biens durables et d'équipements) ont une plus grande capacité à maintenir leur consommation suite à l'occurrence de chocs négatifs sur leur revenu. En effet, les ménages les mieux dotés en actifs peuvent en revendre une certaine quantité afin de limiter l'incidence négative des chocs sur leur consommation. Nombre d'auteurs ont montré que la revente d'actifs constitue une stratégie très répandue en Afrique subsaharienne (Fafchamps, Udry et Czukas, 1998 ; Rozeinzweig et Wolpin, 1993). A titre d'exemple, Fafchamps, Udry et Czukas (1998) montrent que la revente de bétail suite à l'occurrence d'un choc est une stratégie communément employée au Burkina Faso.

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Figure II.2 – Formes et incidences des chocs sur la consommation alimentaire



La revente d'actifs peut toutefois résulter en une baisse permanente de la consommation future. Ainsi, certains ménages préfèrent déstabiliser leur consommation afin de conserver leurs actifs (« *assets smoothing* ») à la suite d'un choc négatif. La probabilité de revendre des actifs dépend étroitement de la quantité d'actifs détenue par les ménages avant l'occurrence du choc (Gilligan et Hoddinott, 2006). Zimmerman et Carter (2003) montrent également que les ménages les plus pauvres disposant d'un portefeuille d'actifs moins rémunérateur préfèrent conserver leurs actifs en cas de choc. Berloff et Modena (2009) montrent que les ménages en Indonésie disposant d'une quantité d'actifs importante peuvent maintenir leur consommation alimentaire en cas de choc sur le revenu. Ce maintien de la consommation passe alors principalement par la revente d'actifs productifs. Lorsque les ménages ne possèdent que peu d'actifs, une stratégie souvent préférée consiste à faire migrer les membres du ménage les plus jeunes afin de maintenir un certain niveau de consommation. Cette baisse du nombre de personnes permet une répartition plus efficace de la consommation par tête entre les membres du foyer grâce au départ dans les villes voisines des membres les plus jeunes (migration, confiage des enfants).

La complexité associée à l'arbitrage entre lissage de la consommation et conservation des actifs en cas de chocs négatifs ont été récemment analysés par l'intermédiaire de modèles de « trappes à pauvreté », concept qui repose sur l'existence d'un seuil autour duquel les dynamiques d'accumulation d'actifs divergent. L'existence de mécanismes de trappes à pauvreté implique des comportements différents en fonction du niveau et du type d'actifs détenus par les ménages.

1.2.2 Comportement de consommation et seuil d'actifs critique

Carter et May (1999) et Carter et Barrett (2006) proposent une approche théorique innovante dans laquelle la relation entre actifs et revenus, non linéaire, reflète l'existence de mécanismes de trappes à pauvreté⁵. La pauvreté est alors considérée comme la conséquence d'une faible dotation en actifs productifs couplée aux contraintes pesant sur les ménages dans leur capacité à utiliser efficacement leurs ressources et à générer un revenu leur permettant de sortir de la pauvreté. Celle-ci est évaluée par l'intermédiaire d'un seuil mesuré par

5. L'apport majeur de la notion de trappes à pauvreté réside dans l'existence de seuils critiques autour desquels les dynamiques de pauvreté des individus bifurquent. L'existence de mécanismes de trappes à pauvreté et d'équilibres multiples ont notamment été mis en évidence par les pionniers de l'économie du développement dans un cadre macroéconomique, la théorie du Big-Push de Rosenstein-Rodan (1943) constituant un exemple de référence. À partir des années 1990, la notion de trappes à pauvreté a été étendue à un cadre d'analyse microéconomique à partir du constat de l'imperfection des marchés du travail et du crédit empêchant les populations les plus pauvres d'accéder aux activités les plus rémunératrices (Reardon, 1993).

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

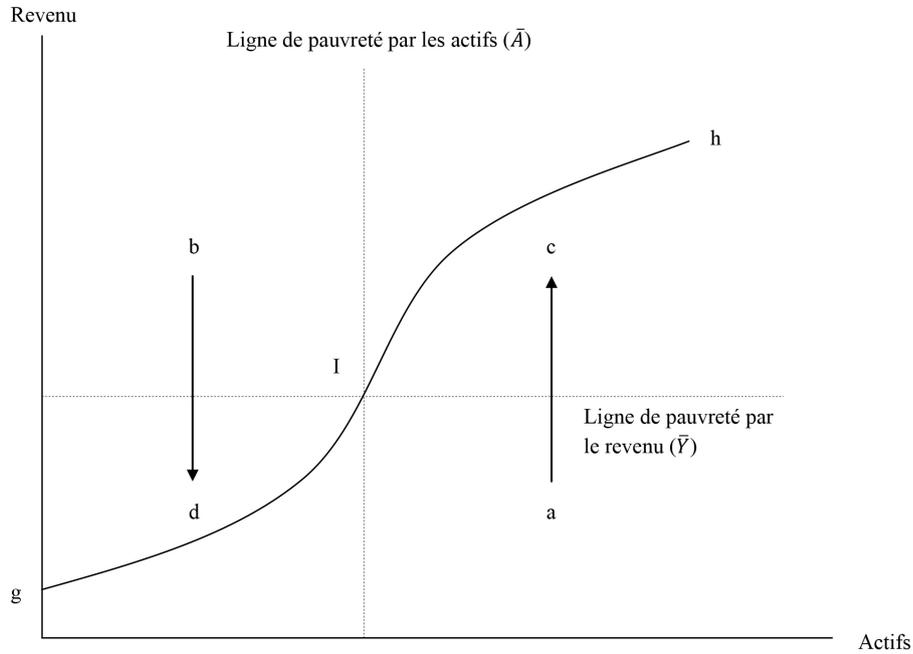
un niveau d'actif critique autour duquel les comportements de consommation et d'investissement bifurquent. En dessous de ce seuil, les ménages se retrouvent « piégés » dans une situation de pauvreté persistante. En revanche, les ménages possédant une quantité d'actifs supérieure au seuil critique peuvent investir dans des biens productifs ou revendre des actifs en cas de chocs afin de lisser leur consommation. L'existence d'un tel seuil implique notamment que les chocs transitoires peuvent avoir des conséquences négatives permanentes pour les ménages situés en dessous du seuil. Les autres ménages, situés au dessus du seuil critique peuvent au contraire absorber les chocs temporaires.

La figure II.3 illustre l'approche développée par Carter et May (1999). La ligne de pauvreté mesurée par les actifs (\bar{A}) peut être considérée comme le prolongement d'une ligne de pauvreté basée sur le revenu (\bar{y}) permettant de distinguer une pauvreté structurelle d'une pauvreté stochastique (ou conjoncturelle). Un ménage est identifié comme pauvre lorsque $y_h < \bar{y}$. La ligne horizontale indique alors le montant de revenu minimal requis séparant les ménages pauvres des autres. La ligne de pauvreté \bar{A} mesure le nombre d'actifs disponible minimal à partir duquel un ménage est en situation de pauvreté. Les actifs comprennent aussi bien les actifs tangibles (matériel agricole, terres, bétail...) que les actifs intangibles (capital social, capital humain...).

Les ménages au point a sont caractérisés par un revenu observé situé en deçà du seuil de pauvreté par le revenu (soit $y_h < \bar{y}$) mais dispose d'un niveau d'actif supérieur à \bar{A} . D'un autre côté, les ménages situés aux points b et c sont respectivement en situation de pauvreté stochastique et de pauvreté structurelle. Les ménages situés au point b sont repoussés vers une situation de pauvreté structurelle (vers le point d) alors que les ménages au point a sont attirés vers le point c en raison de rendements élevés des actifs. Ce processus est connu sous le nom de transition stochastique. Alternativement, un ménage se déplace d'un point c à d par un processus de transition structurelle suite à la perte d'actifs.

Chiwaula, Witt et Waibel (2011) étendent le cadre d'analyse développé par Carter et May (1999) et Carter et Barrett (2006) afin de proposer une mesure de la vulnérabilité incorporant le concept de pauvreté par les actifs (Figure II.4). L'avantage de cette approche est de tenir compte d'une part, de l'impact des risques sur la capacité des ménages à accumuler des actifs et de différencier, d'autre part, plusieurs formes de pauvreté. Les auteurs incorporent un risque sur le revenu espéré (ou structurel) du ménage mesuré par la variance du revenu. L'intégration d'un risque sur le revenu résulte alors en une variation stochastique autour du revenu espéré, $\hat{E}(I)$. Une première limite, basse, est obtenue en soustrayant l'écart-type du revenu au revenu structurel soit, $\hat{E}(Y) - \sqrt{\hat{V}(Y)}$.

Figure II.3 – Mesure de la pauvreté basée sur un indicateur synthétique d’actifs.



Source : Carter et May, 1999.

La deuxième limite, haute, correspond à l'écart-type du revenu additionné au revenu structurel tel que $\hat{E}(Y) + \sqrt{\hat{V}(Y)}$.

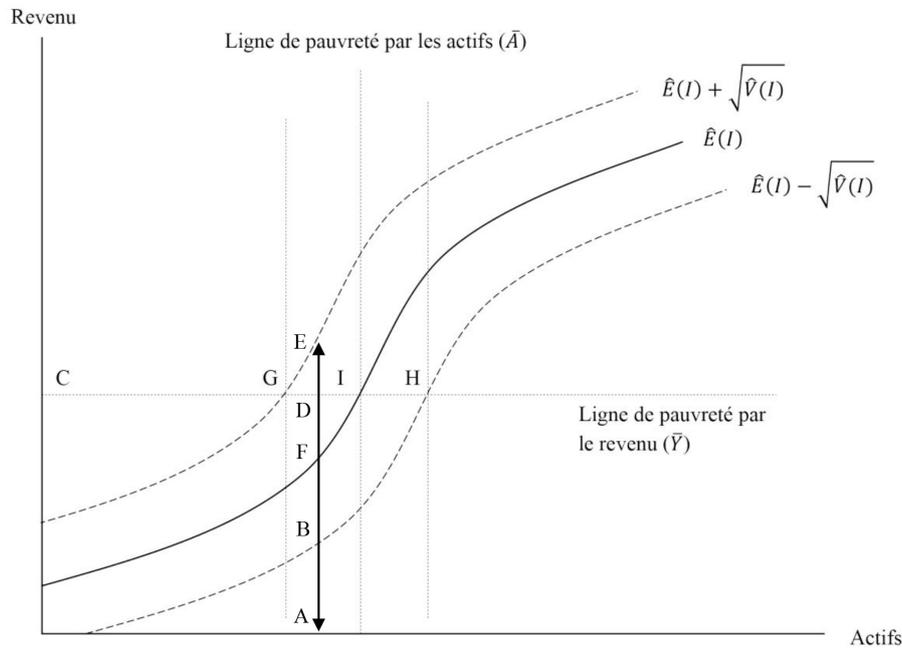
Le niveau d'actif possédé par un ménage détermine son revenu structurel. Pour une quantité d'actifs (en équivalent monétaire) égale à A , un ménage dispose d'un revenu structurel d'un montant F , inférieur à la ligne de pauvreté mesurée par le revenu (\bar{Y}). Au point F , le ménage est donc considéré comme étant en situation de pauvreté. La variation stochastique autour du revenu espéré implique que celui-ci peut varier entre E et B . Le revenu peut varier entre F et E en cas de choc positif et entre F et B en cas de choc négatif.

Graphiquement, le niveau de vulnérabilité à la pauvreté noté v_h , est donné en divisant DB par EB . Formellement, la vulnérabilité est mesurée comme la probabilité que le revenu d'un ménage I_h tombe sous le seuil de revenu critique \bar{Y} tel que :

$$v_h = \Pr(I_h \leq \bar{Y}) = \begin{cases} 0 & \text{si } \left[\hat{E}(Y) - \sqrt{\hat{V}(Y)} \right] \geq \bar{Y} \\ \frac{\bar{Y} - [\hat{E}(Y) - \sqrt{\hat{V}(Y)}]}{2\sqrt{\hat{V}(Y)}} & \text{si } \left[\hat{E}(Y) - \sqrt{\hat{V}(Y)} \right] < \bar{Y} < \left[\hat{E}(Y) + \sqrt{\hat{V}(Y)} \right] \\ 1 & \text{si } \left[\hat{E}(Y) + \sqrt{\hat{V}(Y)} \right] \leq \bar{Y} \end{cases} \quad (\text{II.1})$$

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Figure II.4 – Mesure de la vulnérabilité basée sur un indicateur synthétique d’actifs.



Source : Chivavala, Witt et Waibel, 2011.

Les auteurs définissent alors plusieurs configurations ou formes de pauvreté selon le niveau de vulnérabilité défini dans l’équation (II.1) et la quantité d’actifs possédée par les ménages. Une première configuration, donnée lorsque $v_h = 0$, correspond à une situation où le ménage n’est jamais pauvre. Graphiquement, cette configuration correspond à l’ensemble des points situés au dessus et à droite du point H où le revenu structurel du ménage amputé d’un choc négatif ($[\hat{E}(Y) - \sqrt{\hat{V}(Y)}]$), se situe à la fois au dessus du seuil de pauvreté par le revenu (\bar{Y}) et au dessus du seuil critique d’actifs (\bar{A}). Une deuxième configuration correspond à une situation de pauvreté structurelle pour $v_h = 1$. Dans ce cas, le revenu le plus élevé qu’il est possible d’atteindre, $[\hat{E}(Y) - \sqrt{\hat{V}(Y)}]$, se situe en deçà de la ligne de pauvreté par le revenu et du seuil critique d’actifs. Ces ménages se retrouvent dès lors piégés dans la pauvreté et ne disposent pas de la capacité d’en sortir même en présence d’un choc positif sur leur revenu.

Les auteurs distinguent de plus, deux configurations supplémentaires qui renvoient d’une part, à une situation de pauvreté transitoire structurelle et d’autre part, à une situation de pauvreté transitoire stochastique. Lorsque $0.5 < v_h < 1$, les ménages sont en situation de pauvreté transitoire structurelle. Autrement dit, la pauvreté transitoire et structurelle

concerne les ménages ayant plus de 50% de chances d'être pauvres en termes de revenu et qui possèdent un niveau d'actif inférieur au seuil critique (Entre les points G et I). Ces ménages ont toutefois, la capacité de sortir de la pauvreté à la suite d'un choc négatif sur le revenu en déstabilisant leur consommation. La pauvreté transitoire stochastique regroupe les ménages dont le revenu est inférieur au seuil critique \bar{Y} à la suite d'un choc négatif (Entre les points I et H). Ces ménages possèdent toutefois une quantité d'actif supérieure au seuil critique \bar{A} et peuvent revendre une certaine quantité d'actifs afin de sortir de la pauvreté.

1.2.3 Le rôle des stratégies de gestion des risques dans les décisions de consommation et d'investissement

La littérature adresse plusieurs limites à l'approche développée par May et Carter (1999) et Carter et Barrett (2006) ainsi qu'à ses extensions. Une première limite tient au fait que les chocs et aléas ne sont pas inclus autrement que par la variance du revenu. En effet, dans ce cadre d'analyse un choc positif sur le revenu sera égal à $\hat{E}(Y) + \sqrt{\hat{V}(Y)}$ et un choc négatif à $\hat{E}(Y) - \sqrt{\hat{V}(Y)}$. Une deuxième limite est liée à l'indicateur composite en équivalence monétaire permettant de calculer le seuil \bar{A} qui, une fois calculé, ne permet pas de comparer le rendement des actifs les uns par rapport aux autres et d'évaluer leur impact sur la capacité des ménages à faire face aux chocs.

La littérature montre également que les décisions de consommation et d'investissement en cas de choc dépendent plus largement des stratégies de gestion des risques mobilisées par les ménages ainsi que du portefeuille d'actifs possédé par les ménages, i.e., de la diversité, du rendement et de la nature des d'actifs. A titre d'exemple, la génération d'une source de revenu extra agricole via l'emploi non agricole, le petit commerce, ou via l'envoi d'un ou plusieurs membres d'un ménage en migration⁶ impacte les décisions de consommation et d'investissement en cas de choc négatif sur le revenu (Modena, 2007 ; Kochar, 1999). La question du rôle joué par ces sources de revenu extra agricoles sur les décisions d'investissement dans l'activité principale fait toutefois l'objet de débats.

Certaines études montrent que les ménages peuvent faire face aux chocs en s'appuyant sur leurs activités extra agricoles et de ce fait, réduire la variabilité de leur revenu et lisser leur consommation sans utiliser leur épargne et sans revendre leurs actifs productifs. Giesbert

6. On parle dans ce dernier cas de stratégie *ex situ*. Le terme *in situ* qualifie les stratégies de diversification du revenu n'impliquant pas de migration de court terme ou de long terme.

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

et Schindler (2012) montrent à ce titre que les ménages agricoles du Mozambique sont collectivement piégés dans le sous-développement et que cette situation s'explique par les caractéristiques structurelles des ménages agricoles. Les auteurs expliquent les dynamiques de pauvreté par les stratégies d'adaptation des ménages aux chocs et notamment aux sécheresses. Leurs résultats indiquent que les ménages caractérisés par une situation nutritionnelle déficitaire ayant un accès à des sources de revenus extra agricoles ont une capacité accrue à maintenir un stock d'actifs productifs dans le court terme.

D'autres études ont toutefois mis en évidence que le recours à des sources de revenus additionnelles (extra agricoles) peut provoquer un désintéressement vis-à-vis de l'activité principale et donc conduire à une baisse de l'offre de travail. Ces sources de revenus additionnelles deviennent alors une composante du revenu permanent et sont dépensées directement en consommation alimentaire et ne favorisent pas ou peu l'accumulation d'actifs productifs. Azam et Gubert (2005) ont montré à ce titre que les ménages agricoles de la région de Kayes au Mali utilisent les transferts de fonds issus de la migration afin de lisser leur consommation à la suite d'un choc négatif sur le revenu. Leurs résultats indiquent toutefois que la perception de transferts de fonds dans le cadre de stratégies d'assurance contre les chocs a des effets négatifs sur la productivité agricole.

1.3 L'influence des transferts de fonds sur la consommation alimentaire et la nutrition

1.3.1 L'effet positif des transferts de fonds sur la consommation alimentaire

L'influence des transferts de fonds sur la consommation alimentaire a fait l'objet de nombreuses études. Un nombre d'études toutefois plus restreint porte spécifiquement sur l'impact des transferts de fonds issus de la migration sur la nutrition et la sécurité alimentaire des ménages. Il est toutefois reconnu que la migration, internationale ou intranationale, peut influencer la consommation et la nutrition des ménages à travers plusieurs canaux. Les transferts de fonds peuvent avoir un impact positif et direct sur le revenu des ménages et donc sur leur consommation alimentaire ainsi que sur la variété et la qualité des aliments consommés. En contribuant directement au revenu des ménages, les transferts de fonds favorisent un meilleur accès économique aux aliments ainsi qu'aux services de santé. Les ménages peuvent ainsi faire face aux chocs et notamment, à l'augmentation soudaine des prix des aliments (Quartey et Blankson, 2008).

Selon une étude menée par Nyikahadzoi et al. (2013) au Mozambique, les ménages dont

II.1 Transferts de fonds et sécurité alimentaire

le chef est âgé sont particulièrement exposés au risque d'insécurité alimentaire comparativement aux ménages gérés par des individus plus jeunes. Les effets des transferts de fonds sont toutefois notables. En effet, les résultats des auteurs montrent que les transferts de fonds limitent la probabilité des ménages, ayant à leur tête un membre âgé, de tomber dans l'insécurité alimentaire alors que les transferts publics n'ont, quant à eux, aucun effet significatif.

Babatunde et Martinetti (2011) analysent l'impact des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire et la nutrition des ménages agricoles dans l'État du Kwara au Nigéria. Les résultats des auteurs montrent d'une part, que les ménages bénéficiant de transferts de fonds ont un meilleur accès aux aliments et soutiennent d'autre part, qu'une part importante des transferts de fonds est utilisée afin de lisser la consommation. Toutefois, les transferts de fonds n'ont aucun impact sur la diversité, la qualité de la diète ou encore sur le statut nutritionnel des enfants. À l'inverse, le revenu des ménages net des transferts de fonds a un impact positif et significatif sur ces indicateurs. Les transferts de fonds seraient ainsi dépensés en biens de première nécessité et n'auraient, dès lors, qu'un effet sur les quantités et non sur la qualité des aliments consommés.

Les transferts de fonds peuvent également contribuer positivement et indirectement au revenu des ménages et à leur consommation par relâchement des contraintes de liquidité et d'assurance et en favorisant l'investissement productif et donc la production agricole. Selon Ebeke et Combes (2013), l'impact des transferts de fonds sur la consommation alimentaire des ménages est indissociable de leurs effets indirects sur l'investissement productif et non productif. Les auteurs mentionnent, dans ce sens, l'étude menée par Mohapatra et al. (2009) sur le Burkina Faso et le Ghana où les ménages percevant des transferts de fonds disposent d'habitations de meilleure qualité et se révèlent moins exposés aux chocs naturels.

L'effet des transferts de fonds sur la consommation s'explique également par la capacité des ménages à conserver leurs actifs agricoles et à utiliser leur réserve de liquidité supplémentaire en période de crise alimentaire. Les transferts de fonds constituent alors, au niveau du ménage, un facteur de résilience contribuant à protéger et conserver les capacités productives à travers un investissement *ex ante* et un lissage du revenu *ex post* (Ebeke et Combes, 2013 ; Mohapatra et al., 2009 ; Halliday, 2006).

Mohapatra et al. (2009) montrent, à ce titre, que les ménages éthiopiens bénéficiant de transferts de fonds ont plus de chance de conserver leurs actifs, tel que le bétail, afin de faire face aux pénuries alimentaires où à l'augmentation du prix des aliments. Halliday (2006) trouve que l'augmentation des transferts de fonds à la suite du tremblement de terre au Salvador

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

en 2001 a permis aux ménages de lisser leur consommation et de limiter la perte ou la revente de leurs actifs. Ces évaluations soulignent dès lors, que l'influence des transferts de fonds sur les comportements de consommation et sur l'accès aux aliments est indissociable de la capacité des ménages à puiser dans leur épargne ou leurs actifs afin de faire face aux risques, les transferts de fonds pouvant être investis ou directement dépensés en biens de consommation à la suite d'un choc négatif sur le revenu.

1.3.2 L'utilisation des transferts de fonds : entre dépenses de consommation et investissements productifs

L'impact des transferts de fonds sur les dépenses de consommation courante et les décisions d'investissement des ménages fait l'objet d'importants débats. Nombre d'études ont montré qu'une partie importante de ces transferts de fonds sont dépensés en biens de consommation de première nécessité et ont par conséquent, un effet positif à court terme sur la consommation alimentaire (Chami et al., 2003). Une question centrale porte toutefois sur l'effet à long terme des transferts de fonds sur l'accès aux aliments. A savoir, si une partie de ces revenus tirés de la migration sont affectés aux investissements productifs favorisant, en retour, une accessibilité économique aux aliments accrue et une dépendance moindre aux transferts de fonds afin de maintenir un certain niveau de consommation.

Alors que la littérature théorique et empirique s'accorde sur le fort potentiel des transferts de fonds en matière de réduction de la pauvreté, la recherche est partagée entre une littérature *pessimiste* et une autre plus *optimiste* quant aux implications des transferts de fonds en matière de développement des économies locales. La littérature la plus pessimiste montre qu'une part importante des transferts de fonds est allouée aux dépenses de consommations courantes et qu'une part plus réduite est dépensée en investissements productifs ou est épargnée (Chami et al., 2003). Les transferts de fonds n'ont alors que des effets limités sur le développement local des économies.

Une vision plus optimiste montre quant à elle que les transferts de fonds sont utilisés à des fins d'investissement et que ce type de dépenses constitue un véritable moteur pour la croissance de nombreux pays en développement. En effet, dans un contexte d'imperfection des marchés financiers, la migration, à travers les envois de fonds, peut agir comme un substitut aux défaillances des marchés du crédit et de l'assurance et, par conséquent, avoir un effet positif sur l'investissement (Chiodi, Jaimovich et Montes-Rojas ; 2012).

Adams et al. (2008) montrent dans le cas du Ghana que les transferts de fonds ne semblent

II.1 Transferts de fonds et sécurité alimentaire

pas augmenter la propension marginale à consommer des ménages. Selon les auteurs, les transferts de fonds seraient assimilables à n'importe quelle autre source de revenus additionnels (Dons, emprunt familial ou usuaire) et ont un impact positif sur les dépenses d'investissements. Oslin (2004, 2007) montre que les transferts de fonds au Nigéria augmentent la probabilité d'investissement des ménages dans l'immobilier. Les résultats des auteurs montrent toutefois que la part des transferts provenant des pays africains et intra-nationaux alloués aux investissements est plus faible que pour les transferts de fonds reçus des pays hors-Afrique.

Les enquêtes ménages réalisées dans le cadre du Projet sur les Migration Africaines (*Africa Migration Project*, 2011) montrent qu'une part importante des envois de fonds provenant de l'étranger est utilisée pour l'achat de terres, l'immobilier et l'achat d'équipements agricoles au Burkina Faso et au Nigéria. La part des transferts de fonds dépensés en investissements productifs et non productifs reste plus faible au Burkina Faso. En 2010, cette part s'élevait à 36.4% au Burkina Faso contre 57% au Nigéria.

Daffé (2009) met également en évidence que l'utilisation des transferts de fonds dépend des pays considérés (Tableau II.1). Au Sénégal comme au Mali, les transferts de fonds sont prioritairement et majoritairement destinés à alimenter le budget des familles. L'auteur montre, à partir de l'enquête BAD (2007), que 98% des ménages sénégalais et 94% des ménages maliens, ayant reçu des transferts de fonds en 2007, ont utilisé ces sommes d'argent à des fins de consommation courante. Les dépenses en consommation courante se placent donc en première position suivies par les dépenses en santé et en éducation. Les résultats de l'enquête montrent toutefois qu'une part plus importante des transferts de fonds sont dépensés en investissements productifs au Mali. En effet, 46% des ménages maliens recevant des transferts de fonds en 2007, ont utilisé une partie de ces transferts pour des investissements productifs contre seulement 11% des ménages au Sénégal. De même, les résultats de l'enquête révèlent que seulement 5% des ménages ont utilisé des transferts de fonds afin de financer des projets sociaux au Sénégal contre 25% au Mali⁷.

La revue de la littérature non exhaustive réalisée au sein des précédentes sections montre que la question relative à l'utilisation productive des envois de fonds est discutable et peut varier selon les pays étudiés. Néanmoins, les preuves empiriques mentionnées ci-dessus

7. Selon Ndione et Lalou (2005), l'utilisation massive des transferts de fonds de la migration à des fins de consommation courante s'explique, au Sénégal, par la prédominance de stratégies de réduction des risques économiques relatifs au pouvoir d'achat et à l'emploi. Selon l'enquête ESAM II menée au Sénégal en 2001, 75% des ménages étaient bénéficiaires de transferts de fonds. En 2010, les transferts de fonds officiels représentaient 11.5% du PIB sénégalais (contre 5% au Mali).

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

suggèrent que l'utilisation des transferts de fonds pour des biens de consommation courants n'implique pas systématiquement que les envois de fonds sont improductifs. Premièrement, parce que l'augmentation ou le maintien des dépenses alimentaires peut entraîner des effets indirects pour les familles qui ne perçoivent pas de transferts de fonds. Deuxièmement, parce qu'une partie des dépenses non productives peut être bénéfique pour la formation de capital humain. Enfin, parce que les ménages percevant des transferts de fonds peuvent conserver leurs actifs en cas de chocs et accroître ainsi, leur capacité à faire face aux chocs dans le futur.

Tableau II.1 – Utilisation des transferts de fonds en % des ménages concernés.

Dépenses	Sénégal	Mali
Budget courant	98	94
Santé	81	87
Éducation	55	59
Logement familial	19	47
Logement individuel	14	29
Investissement prod.	11	46
Projet social	5	25

Source : BAD, 2007.

2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

2.1 Indicateur d'insécurité alimentaire

2.1.1 Calcul des scores d'insécurité alimentaire

Nous présentons, dans cette section, la méthodologie employée afin de construire un indicateur synthétique reflétant le niveau d'insécurité alimentaire des ménages enquêtés dans dans le cadre de l'enquête CFSVA - Mali (2005)⁸. La construction de ce type d'indicateur

8. Un indicateur composite d'insécurité alimentaire est également construit dans le cadre de l'enquête CFSVA-Mali (2005). Ce dernier repose sur l'agrégation de plusieurs variables via une Analyse en Composante Principale. Je n'ai pu dans le cadre de mes recherches accéder aux détails statistiques ayant permis l'élaboration de cet indicateur. Aussi, un indicateur d'insécurité alimentaire similaire est élaboré dans le cadre de cette thèse.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

comporte plusieurs avantages par rapport aux analyses tenant uniquement compte des dépenses de consommation dans l'évaluation de l'exposition des ménages et individus aux chocs.

Premièrement, les analyses de la vulnérabilité et de la pauvreté s'appuyant sur le revenu ou les dépenses de consommation comportent plusieurs limites liées notamment aux difficultés de mesure de l'autoconsommation qui couvre, dans les pays d'Afrique sub-saharienne, une partie importante des besoins nutritionnels des ménages et qui constitue une stratégie de lissage de la consommation lors de l'occurrence de chocs (Ligon et Schechter, 2004). Deuxièmement, l'augmentation du revenu ou des dépenses de consommation à travers les processus de gestion des risques *ex post* mobilisés par les ménages peut aboutir à une situation nutritionnelle dégradée si le prix des denrées alimentaires augmente. Enfin, les dépenses de consommation ne tiennent pas compte des stocks de denrées alimentaires formés par les populations qui peuvent ainsi lisser leur consommation future (Droy et Bidou, 2013).

Parmi les variables fréquemment utilisées dans l'évaluation du niveau d'insécurité alimentaire des populations figurent les denrées alimentaires récemment consommées, les stratégies d'adaptations mobilisées ou encore des *proxy* tel que la quantité de calories consommées, le revenu du ménage, les biens productifs possédés et la diversité de la diète (Maxwell et al., 2008). Ces différentes variables reflètent ainsi la consommation alimentaire des ménages mais également leur accessibilité économique aux aliments, déterminée par les stocks alimentaires et les équipements agricoles possédés.

La consommation alimentaire des ménages tient compte de la qualité du régime alimentaire mais aussi de sa diversité. Selon Hoddinott et Yohannes (2002) et Smith et Subandoro (2007), la diversité de la diète constitue un bon indicateur de la sécurité alimentaire des ménages parce qu'elle reflète à la fois la qualité nutritionnelle des aliments consommés et les quantités consommées. Certaines analyses tiennent également compte des types de cultures consommées et récoltées comme variables indicatrices de l'insécurité alimentaire car elles constituent un indicateur indirect du comportement des ménages (Demeke et al., 2009).

Les variables utilisées pour la construction de l'indicateur d'insécurité alimentaire sont présentées dans le tableau II.2. L'accès économique aux aliments est capté à travers la part des dépenses alimentaires dans les dépenses totales ainsi que par les dépenses totales mensuelles. La constitution de stocks de céréales par tête ainsi que la quantité de cultures destinées à l'autoconsommation sont incorporées dans le groupe de variables reflétant l'accessibilité économique aux aliments. Ces variables permettent de tenir compte de la capacité des

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

ménages à maintenir leur niveau de consommation en cas de crise alimentaire. Deux variables reflétant la consommation alimentaire issue de la production ainsi que de achats au cours des sept derniers jours précédant l'enquête sont ajoutés comme variables de contrôle. Le nombre d'UBT⁹ est également incorporé comme variable explicative de l'insécurité alimentaire car la possession de bétail conditionne la capacité à vendre (décapitalisation) pour générer des disponibilités financières nécessaires à l'achat de céréales et donc à la couverture des besoins alimentaires.

Tableau II.2 – Variables indicatrices de la consommation alimentaire et de l'accessibilité alimentaire des ménages .

Accessibilité aux aliments	Consommation alimentaire
1. Part des dépenses alimentaires sur les dépenses totales.	1. Fréquence de consommation des céréales.
2. Le nombre total de têtes de bétail par ménage en UBT.	2. Fréquence de consommation des tubercules.
3. Les stocks de céréales par personne au moment de l'enquête (kg).	3. Fréquence de consommation du niébé.
4. La production de cultures d'autoconsommation par tête (kg).	4. Fréquence de consommation de poisson séché.
5. Consommation issue des achats (7 derniers jours avant l'enquête).	5. Fréquence de consommation de lait et oeufs.
	6. Fréquence de consommation des fruits et légumes.
	7. Fréquence de consommation du sucre.
	8. Fréquence de consommation d'huile.

Les données présentées dans le tableau II.2 sont agrégées via une Analyse Factorielle (AF). Plus précisément, nous effectuons deux AF indépendamment sur le premier groupe de variables reflétant la qualité et la diversité des aliments consommés et sur le deuxième groupe de variables reflétant l'accessibilité économique des ménages aux aliments¹⁰. L'analyse factorielle est une méthode inférentielle qui vise à expliquer la matrice des covariances par un minimum, ou un petit nombre de variables non observables i.e., les facteurs m . L'AF cherche

9. Unité de Bétail Tropical.

10. Les techniques d'analyse de données multivariées sont couramment employées dans la construction d'indicateurs composites (Hair et al., 2006) et notamment dans l'élaboration d'indicateurs synthétiques d'insécurité alimentaire (Demeke et al., 2009 ; Qureshi, 2007).

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

une solution à la covariance entre les q variables mesurées en tentant d'expliquer la variance qui est commune entre les variables (au moins deux variables). Le modèle fait également l'hypothèse que chaque variable possède une variance unique représentant son propre apport au modèle. Ce dernier est donné par :

$$\begin{aligned}x_1 &= \alpha_{11}F_1 + \alpha_{12}F_2 + \dots + \alpha_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\x_2 &= \alpha_{21}F_1 + \alpha_{22}F_2 + \dots + \alpha_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\&\dots \\x_q &= \alpha_{q1}F_1 + \alpha_{q2}F_2 + \dots + \alpha_{qm}F_m + \varepsilon_q\end{aligned}\tag{II.2}$$

Où x_i avec $i = 1, \dots, q$ représente les variables observées standardisées (moyenne centrée autour de zéro et variance égale à un) ; $\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots, \alpha_{im}$ sont les coefficients de saturation factorielle (*Factors loading*). F_1, F_2, \dots, F_m sont les m facteurs communs non corrélés ; ε_i sont des facteurs spécifiques supposés indépendants et identiquement distribués avec une moyenne centrée autour de zéro.

Les résultats de chacune des AF sont présentés sans rotation de la matrice factorielle et avec rotation *varimax* afin de faciliter l'interprétation des coefficients de saturation factorielle (Tableaux II.3 et II.4)¹¹. Pour l'AF portant sur la consommation alimentaire, la statistique de Cronbach apparaît « acceptable » en l'absence de rotation et « discutable » après rotation de la matrice factorielle (α de Cronbach de 0.73 sans rotation et de 0.63 avec rotation). Le test de sphéricité de Bartlett, significatif ($\chi^2 = 1505,16$ et $p - value = 0.000$), indique que la matrice des données de l'échelle de mesure de la consommation alimentaire est factorisable¹². Concernant l'AF portant sur l'accessibilité économique aux aliments, la statistique de Cronbach (0.66), indique qu'il existe une solution factorielle statistiquement « moyenne » représentant les relations entre les variables en l'absence de rotation de la matrice factorielle. Toutefois, la cohérence interne du modèle devient plus faible après rotation. La statistique de Cronbach de 0.57 indique en effet, une cohérence « pauvre » du modèle. Le test de Bartlett du χ^2 est également significatif ($\chi^2 = 1236,78$ et $p - value = 0.000$).

11. Lorsque les coefficients de saturation factorielle mesurant les corrélations entre les variables et les facteurs sont difficiles à interpréter et/ou lorsque l'objectif d'une analyse factorielle est de réduire l'information disponible à un nombre limité de variables, une solution factorielle avec rotation peut être envisagée. Plusieurs méthodes de rotation existent avec des critères de maximisation différents (transformations obliques et orthogonales). Parmi les rotations orthogonales figurent notamment les méthodes *Varimax*, *Quartimax*, *Equamax*, *Parsimax*, *Orthomax*. La rotation *Varimax* est la plus utilisée afin de simplifier la matrice factorielle en faisant en sorte que chaque facteur ne soit corrélé qu'à une seule variable ou à un petit nombre de variables.

12. Une note technique portant sur l'évaluation de la cohérence interne des Analyses factorielles ainsi que sur le critère de choix des facteurs est donnée en annexe A.3.

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Afin de calculer l'indicateur composite de sécurité alimentaire, nous retenons, pour chaque Analyse Factorielle, le facteur expliquant la plus grande partie de la variance totale et calculons les scores factoriels affectés à chaque ménage. Nous nous appuyons, pour ce faire, sur le critère de sélection proposé par Kaiser ainsi que sur les *scree plots* qui représentent les valeurs propres de chaque facteur en ordonné en fonction des facteurs en abscisse¹³. Seuls les facteurs des AF sans rotation sont extraits et interprétés étant donné qu'ils possèdent un pouvoir explicatif plus élevé. Les AF réalisées avec rotation *Varimax* constituent alors une aide afin de déterminer la dimension représentée par les facteurs.

Les résultats de l'AF portant sur la consommation alimentaire des ménages montrent que le premier facteur explique 34% de la variance totale alors que le facteur suivant n'en n'explique, quant à lui, que 16%. Le premier facteur est fortement expliqué par les aliments tels que le riz ou le pain, aux prix élevés et de plus en plus préférés par les populations jeunes et urbaines (Reardon, 1993)¹⁴. La forte corrélation d'aliments tels que le sucre, l'huile, le poisson (frais et séché) et la viande suggère que ce premier facteur concerne essentiellement la consommation des ménages les plus riches qui est également la plus diversifiée. Le deuxième facteur renvoie, au contraire, à une consommation moins diversifiée, composée essentiellement des céréales de base en milieu rural tel que le Mil et le sorgho. Ces céréales jouent un rôle important pour la sécurité alimentaire de l'ensemble des pays d'Afrique de l'Ouest, notamment dans les zones où les revenus sont faibles et les conditions climatiques difficiles. Elles restent donc les principales sources d'énergie, de protéines, de vitamines et de sels minéraux pour les populations rurales les plus pauvres.

Les deux facteurs issus de l'AF portant sur l'accessibilité économique aux aliments expriment une différence de dépendance au marché dans l'accès aux aliments. Le premier facteur explique une part élevée de la variance totale (59%) nous permettant alors de considérer qu'une solution unifactorielle est acceptable. Ce premier facteur représente les ménages dont l'accès aux aliments repose sur l'autoconsommation, la constitution de stocks et la production propre. Le deuxième facteur explique, quant à lui, 38% de la variance totale et s'avère fortement corrélé aux dépenses alimentaires. Il représente ainsi les ménages les plus exposés aux crises alimentaires et au faible approvisionnement des marchés.

Les scores factoriels sont obtenus à partir du facteur commun expliquant la plus grande part

13. Les facteurs dont les valeurs propres sont supérieures à l'unité ont été retenus conformément à la règle de sélection de Kaiser et la lecture des *scree plots*, présentés en annexe A.3.

14. Le prix relativement faible du riz d'importation a entraîné une hausse de la demande de riz bien que le prix du riz local reste élevé. Cette céréale reste toutefois, à l'instar du pain, un produit « luxueux » et peu consommé dans les zones rurales (voir annexe A.2).

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

de la variance dans chacun des modèles et sont calculés selon l'approche de Barteltt permettant d'estimer des scores non biaisés à partir des facteurs communs F_m en minimisant la somme au carré des facteurs spécifiques ε_i (Hershberger, 2005). Ils sont ensuite affectés à chaque ménage et permettent ainsi, de donner une image synthétique de leur niveau d'insécurité alimentaire.

Tableau II.3 – Résultats de l'Analyse Factorielle portant sur la consommation alimentaire.

	Sans rotation		Rotation <i>Varimax</i>
	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 1
Maïs	0.09	0.55	-0.12
Riz	0.61	-0.43	0.76
Mil	-0.18	0.41	-0.08
Tubercules	0.23	0.12	0.02
Pain	0.54	0.23	0.14
Poisson séché	0.15	0.13	-0.09
Poisson frais	0.50	-0.43	0.80
Gros ruminant	0.42	0.09	0.13
Petit ruminant	0.37	-0.02	0.09
Oeufs	0.18	-0.06	0.09
Niébé	0.21	0.23	-0.01
Légumes	0.24	0.28	-0.01
Huile	0.59	0.12	0.24
Sucre	0.45	0.00	0.18
Fruit	0.29	0.12	0.07
Fonio	0.09	0.48	0.02
Semoule	0.13	-0.21	0.11
Sorgho	0.02	0.50	0.03
Lait	0.53	-0.11	0.26
Valeurs propres	2.44	1.25	1.49
Variance expliquée	0.34	0.16	0.17
α de Cronbach	0.73		0.63

Note : Seuls les facteurs ayant des valeurs propres supérieures à 1 sont retenus et présentés dans le tableau conformément à la règle de Kaiser.

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Tableau II.4 – Résultats de l'Analyse Factorielle portant sur l'accessibilité économique aux aliments.

	Sans rotation		Rotation <i>Varimax</i>	
	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 1	Facteur 2
Stocks de céréales	0.73	0.58	0.94	-0.06
Autoconsommation	0.77	0.56	0.95	-0.10
UBT	0.24	0.13	0.25	-0.06
Conso. issue des achats	-0.66	0.65	-0.05	0.93
Dépenses alim./Totales (7 derniers jours)	-0.37	0.04	-0.24	0.27
Valeurs propres	2.26	1.49	1.90	1.84
Variance expliquée	0.59	0.38	0.49	0.47
α de Cronbach	0.70		0.57	

Note : Seuls les facteurs ayant des valeurs propres supérieures à 1 sont retenus et présentés dans le tableau conformément à la règle de Kaiser.

2.1.2 Définition des classes d'insécurité alimentaire

Nous cherchons, dans cette section, à regrouper les individus ayant des modalités d'accès aux aliments et de consommation alimentaire similaires au sein de classes. Nombre d'études portant sur la sécurité alimentaire identifient deux classes correspondant à une situation d'insécurité alimentaire et à une situation inverse de sécurité alimentaire. Nous proposons, à partir des scores calculés dans la section précédente, d'identifier une classe supplémentaire correspondant à un niveau intermédiaire ou à risque. Nous recourons, pour ce faire, à une méthode de classification non-hiérarchique permettant de déterminer un nombre k ($k = 3$ dans notre cas) de partitions, bien-séparées en classes homogènes. Nous utilisons, pour ce faire, la méthode des k – médianes qui s'avère plus robuste aux points aberrants que la méthode généralement employée des k – moyennes¹⁵.

Les résultats de la classification hiérarchique permet de distinguer trois catégories de ménages selon leur accès économique aux aliments ainsi que leur consommation alimentaire. Un premier groupe (en insécurité alimentaire) est constitué des ménages caractérisés par une très faible consommation alimentaire associée à un faible accès économique aux aliments. Les ménages en situation de sécurité alimentaire sont, quant à eux, caractérisés par

15. Les méthodes de partitionnement se basent sur les similarités (ou dissimilarités) entre des individus. Nous utilisons la dissimilarité euclidienne (L_2) comme mesure de la distance entre les ménages affectés des scores d'accessibilité économique aux aliments et des scores de consommation calculés précédemment. Une limite adressée aux méthodes de classification par partitionnement concerne la définition du nombre de classe *ad hoc*. Aussi, nous vérifions la pertinence du nombre de classes choisi en effectuant une classification hiérarchique dont les résultats sont présentés en annexe (Annexe A.4)

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

un bon niveau d'accessibilité économique aux aliments ainsi qu'un score très élevé de l'indice de consommation alimentaire. La classe intermédiaire représente l'ensemble des ménages ayant un score très élevé de consommation alimentaire et un score très faible d'accessibilité économique aux aliments. Ces ménages sont considérés comme étant dans une situation à risque car un score d'accessibilité économique faible reflète la faible part de l'autoconsommation, des stocks alimentaires ou encore de la consommation issue de la production propre dans la capacité des ménages à assurer leur sécurité alimentaire.

La répartition des ménages au sein des trois classes d'insécurité alimentaire calculées via la méthode de classification par les médianes (*k – médianes*) est présentée par zone climatique dans la figure II.5. Les résultats de la classification non hiérarchique indiquent que 41.05% des ménages enquêtés dans les villages appartenant à l'ensemble climatique sahélien sont en situation de sécurité alimentaire. 21.25% des ménages sont dans une situation intermédiaire et 37.70% en situation d'insécurité alimentaire. Le niveau d'insécurité alimentaire apparaît donc élevé dans les régions sahéliennes caractérisées par une pluviométrie annuelle faible. Ces régions regroupent l'ensemble des localités enquêtées comprises entre les isohyètes annuelles 150 et 750 *mm* (climats sahéliens Nord et Sud). Cet ensemble climatique s'étend, du nord au sud, de la ville de Tessalit jusqu'à la ville de Ségou et comprend également la partie Nord de la région de Kayes ainsi que la région de Mopti¹⁶.

Les régions soudaniennes comprennent les localités se situant entre les isohyètes 750 *mm* et 1200 *mm*, soit les climats de type soudanien I, II et III (L'Hôte et al., 1996) ou « tropical pur » et « tropical de transition » selon la classification de Rodier (1964). Cette zone climatique, caractérisée par des pluies plus abondantes, s'étend sur la partie sud du pays avec une pluviométrie plus élevée dans l'extrême sud (au sud de la région de Sikasso). Les résultats de la classification non hiérarchique montrent que la situation alimentaire est globalement plus favorable malgré une présence relativement importante de ménages en situation d'insécurité alimentaire : 31.14% des ménages ont un niveau d'insécurité alimentaire élevé, 44.65% des ménages interrogés sont en situation de sécurité alimentaire, les autres ménages composant la catégorie des ménages à risque.

16. Les climats spécifiques aux zones du Delta du Niger ont été écartés de l'étude. Ce choix se justifie par les spécificités hydrographiques de cette zone inondable qui s'étend sur plus de 350 km entre les parallèles 17° et 13° Nord et les méridiens 2° 30' et 6° 30' Ouest (Maïga, Marie, Morand et al., 2007). et par une organisation humaine volontairement soumise aux aléas du fleuve (De Noray, 2003).

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

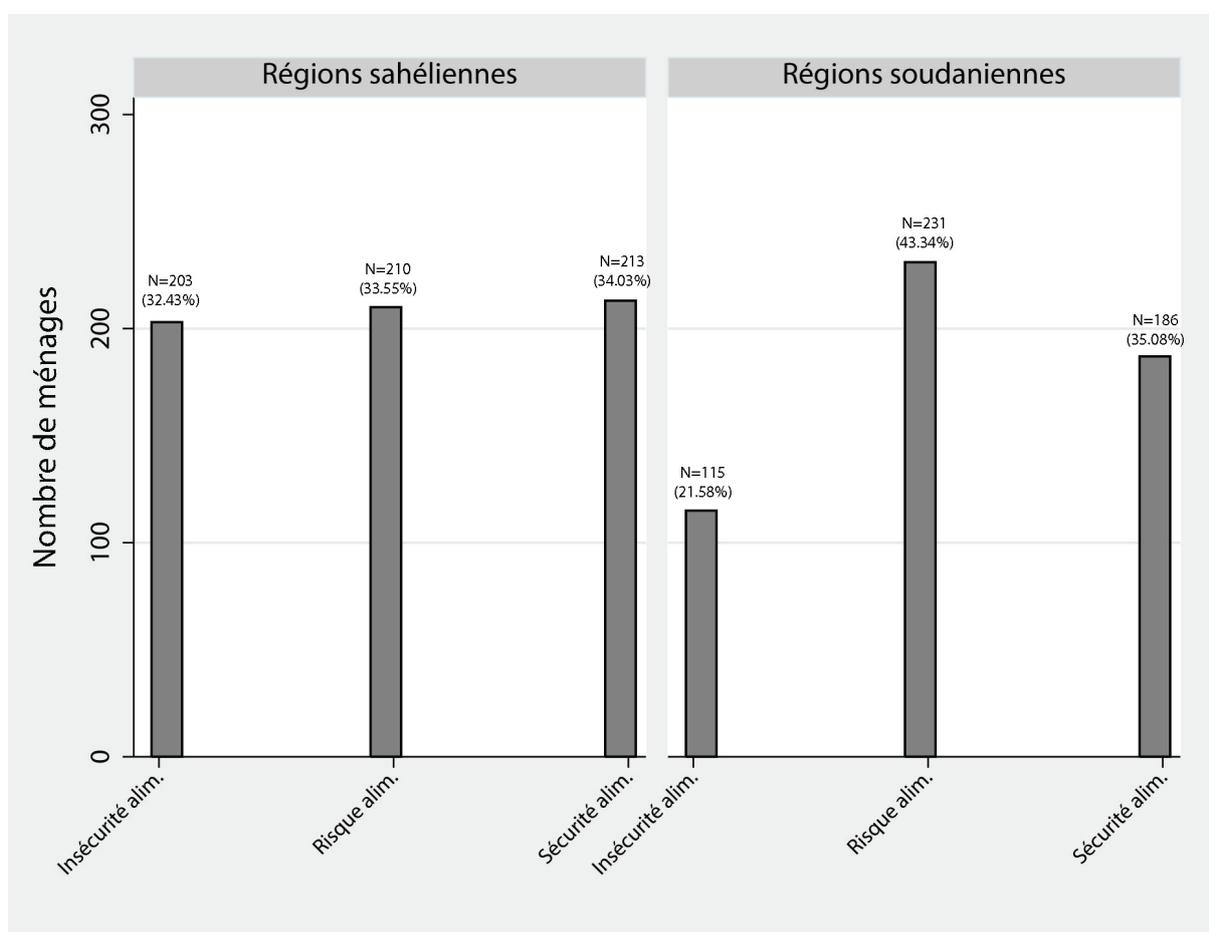
Tableau II.5 – Définition et caractéristiques des classes d’insécurité alimentaires.

Classes	Accès économique	Consommation alimentaire
Insécurité alimentaire		
<i>Moyenne</i>	-0.28	-1.17
Risque alimentaire		
<i>Moyenne</i>	0.11	-0.29
Sécurité alimentaire		
<i>Moyenne</i>	0.96	0.55
Total		
<i>Moyenne</i>	0.29	-0.24

Note : Un score d’insécurité alimentaire est calculé comme la somme des scores d’accessibilité économique et des scores de consommation alimentaire. Pour les ménages en insécurité alimentaire, ce score est en de -0.93 Concernant les ménages à risque et les ménages en sécurité alimentaire, les moyennes des scores sont respectivement de 0.14 et 1.20.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Figure II.5 – Répartition des ménages dans les classes d'insécurité alimentaire.



2.2 Modèle empirique

La nature de la variable mesurant le niveau d'insécurité alimentaire des ménages enquêtés nécessite de recourir aux modèles de choix discrets ordonnés. Contrairement aux modèles pour variables nominales (modèles multinomiaux), les modèles ordonnés reposent sur l'hypothèse *des lignes parallèles* qui imposent que l'effet d'une covariable soit identique entre toutes les catégories observées de la variable réponse. Plusieurs modèles tels que les modèles à *odds non proportionnels* ou à *odds partiellement proportionnels* ont toutefois été proposés afin de limiter les restrictions imposées par une telle hypothèse (McCullagh et Nelder, 1989 ; Clogg et Shihadeh, 1994 ; Peterson et Harrell, 1990 ; Fu, 1998 ; Williams, 2013). Nous présentons, dans la section suivante, ces différents modèles et estimons premièrement un modèle à *odds proportionnels* et testons l'hypothèse *des lignes parallèles* par le test de Brant (1990). Nos résultats montrent que plusieurs variables explicatives violent l'hypothèse nulle de proportionnalité. C'est pourquoi nous utilisons le modèle à *odds partiellement proportionnels* proposé par Peterson et Harrell (1990) qui présente l'avantage de dépasser les hypothèses restrictives des lignes parallèles.

2.2.1 Hypothèse des lignes parallèles

Soit la variable ordinaire mesurant le niveau d'insécurité alimentaire (notée Y_i) des $i = 1, \dots, N$ ménages enquêtés. Ces ménages sont répartis dans trois classes définies suivant le calcul du score de consommation alimentaire et d'accessibilité aux aliments des ménages agricoles enquêtés dans le cadre de l'enquête CFSVA-Mali (2005) :

$$Y_i = \begin{cases} \text{FI} & \text{si le ménage } i \text{ est en insécurité alimentaire.} \\ \text{FR} & \text{si le ménage } i \text{ présente un risque d'insécurité alimentaire.} \\ \text{FS} & \text{si le ménage } i \text{ est en sécurité alimentaire.} \end{cases} \quad (\text{II.3})$$

Nous modélisons la variable ordinaire Y_i selon l'appartenance de la variable continue Y_i^* à trois classes distinctes. La variable latente Y_i^* est inobservable et représente n'importe quelle grandeur socioéconomique susceptible d'influencer le passage d'une catégorie d'insécurité alimentaire à une autre. Les paramètres $\alpha_0, \dots, \alpha_3$ dénotent les seuils dans la distribution de Y_i^* avec $-\infty < Y_i^* < \infty$, $\alpha_0 = -\infty$ et $\alpha_3 = \infty$:

$$Y_i = \begin{cases} \text{FI} & \text{si } \alpha_0 \leq y_i^* < \alpha_1 \\ \text{FR} & \text{si } \alpha_1 \leq y_i^* < \alpha_2 \\ \text{FS} & \text{si } \alpha_2 \leq y_i^* < \alpha_3 \end{cases} \quad (\text{II.4})$$

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Où la variable Y_i^* est définie par :

$$Y_i^* = x_i' \beta + \epsilon_i \quad (\text{II.5})$$

Y_i^* dépend donc de x_i' , vecteur $p \times 1$ des variables explicatives des caractéristiques d'exposition et de capacité des ménages à faire face au risque d'insécurité alimentaire. Le vecteur des erreurs ϵ_i suit une loi logistique $\lambda(\epsilon_i = 1/1 + \epsilon_i^{-\epsilon_i})$ ayant pour moyenne 0 et pour variance $\frac{\pi^2}{3}$. Les probabilités associées aux modalités de la variable Y_i sont définies par :

$$\Pr(Y_i = j|x_i') = \lambda(\alpha_j - x_i' \beta) - \lambda(\alpha_{j-1} - x_i' \beta) \quad (\text{II.6})$$

Soit,

$$\Pr(Y_i = j|x_i') = \frac{1}{1 + \exp(x_i' \beta - \alpha_j)} - \frac{1}{1 + \exp(x_i' \beta - \alpha_{j-1})} \quad j = 1, \dots, 3. \quad (\text{II.7})$$

Les équations II.6 à II.7 impliquent que les *logits* de la variable Y_i sont linéaires en β ¹⁷. La fonction de log-vraisemblance du modèle peut être écrite en posant $Y_i^{(j)} = 1$ si $Y_i = j$ et $Y_i^{(j)} = 0$ dans le cas contraire :

$$L(\beta, \alpha, y, x') = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^3 Y_i^{(j)} \ln \Pr(Y_i = j|x_i') \quad (\text{II.8})$$

Les modèles logit ordonnés standards reposent sur l'hypothèse *des lignes parallèles*. Cette hypothèse restrictive impose que les paramètres β soient les mêmes pour chaque modalité de Y_i . Elle peut être violée lorsque l'effet d'une variable varie fortement d'une catégorie à une autre. Afin de vérifier l'hypothèse *des lignes parallèles*, nous estimons le modèle dans l'équation II.6 sur les régions sahéennes ainsi que sur les régions soudaniennes et effectuons le test de Brant (1990).

Les résultats du test de Brant (1990), présentés dans le tableau II.6, montrent que l'hypothèse des lignes parallèle est violée pour chacune des deux estimations effectuées. Les statistiques de tests significatives indiquent un rejet de l'hypothèse nulle des lignes parallèles pour la région sahéenne ainsi que la région soudanienne. Le détail du test de Brant (1990) par variable indique, de plus, les variables responsables de la violation de l'hypothèse nulle. Les variables relatives à l'éducation du chef de ménage ainsi qu'au nombre d'équipements agricoles possédés apparaissent responsables du non respect de l'hypothèse des régressions parallèles pour l'estimation portant sur la région sahéenne. Concernant l'estimation du

17. La constante est supposée nulle car elle ne peut être estimée en même temps que les seuils α_j .

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

modèle sur la région soudanienne, les variables relatives à l'éducation ainsi qu'à la variabilité inter-annuelle des précipitations invalident l'hypothèse nulle des lignes parallèles¹⁸. Le rejet quasi-systématique de l'hypothèse nulle par le test de Brant (1990) nous conduit à

Tableau II.6 – Test de Brant (1990)

Variables	Régions sahéliennes		Régions soudaniennes	
	Test (χ^2)	P-value	Test (χ^2)	P-value
Total	21.62	0.032	14.97	0.029
<i>Age</i>	0.19	0.665	0.22	0.639
<i>Éducation</i>	6.41	0.011	6.28	0.012
<i>Tx de dépendance</i>	1.73	0.188	0.08	0.778
<i>Malade chronique</i>	0.34	0.559	0.03	0.870
<i>Tx de migration</i>	0.03	0.861	0.28	0.596
<i>Transferts de fonds</i>	0.24	0.627	0.03	0.864
<i>Nbre de cultures</i>	0.32	0.573	0.00	0.944
<i>Accès au crédit</i>	0.05	0.831	0.42	0.518
<i>Vente de biens</i>	2.71	0.100	0.05	0.825
<i>Equipt Agr.</i>	0.08	0.775	0.03	0.870
<i>Equipt non agr.</i>	4.01	0.041	0.03	0.855
<i>Iinter</i>	0.06	0.802	3.98	0.046
<i>Intra</i>	0.01	0.905	0.26	0.609
<i>Nombre de chocs</i>	0.16	0.792	0.80	0.364
<i>Biophysique</i>	0.40	0.527	0.00	0.975
<i>Économique</i>	0.11	0.743	0.67	0.412
<i>Biophysique et soc.</i>	0.20	0.655	0.20	0.654

Sous h_0 les paramètres estimés sont les mêmes sur l'ensemble des modalités de réponse. Une statistique de test significative résulte en une violation de l'hypothèse nulle de régression parallèle.

l'extension des modèles à *odds proportionnels* aux modèles à *odds non proportionnels*. Ce type de modèle constitue une alternative afin de passer outre les restrictions imposées par l'hypothèse *des lignes parallèles* en introduisant la possibilité de faire varier l'effet des variables explicatives à travers les catégories de la variable réponse en permettant aux coefficients de la régression de dépendre de j tel que :

$$\Pr(Y_i = j|x'_i) = \lambda(\alpha_j - x'_i\beta_j) - \lambda(\alpha_{j-1} - x'_i\beta_j) \quad (\text{II.9})$$

18. Les variables explicatives du niveau d'insécurité alimentaire sont présentées dans la section suivante.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Le modèle à *odds non proportionnels* comporte toutefois certaines limites notées dès son apparition par McCullagh et Nelder (1989) et Brant (1990). En effet, le relâchement de l'hypothèse *des lignes parallèles* pour toutes les variables p du modèle nécessite l'estimation d'un nombre très important de paramètres notamment lorsque le nombre de modalités prises par Y_i est élevé (Williams, 2013). Le modèle tend alors à s'apparenter aux modèles multinomiaux en effaçant le caractère ordinal de la variable réponse (Clogg et Shihadeh, 1994). Lorsque le nombre d'observations par catégorie devient faible, le risque de probabilités estimées négatives augmente bien que leur somme soit égale à 1 par construction. Selon Long et Freese (2006), l'obtention de probabilités bornées entre zéro et un, soit $0 \leq \Pr(Y_i = j|x') \leq 1$, doit nécessairement passer par la condition $x'\beta_j - \alpha_j > x'\beta_{j-1} - \alpha_{j-1}$ pour toutes les configurations de x' possibles. Cette condition impose d'une part, le respect de la nature ordinale de la variable réponse soit $\alpha_j > \alpha_{j-1}$ et d'autre part, l'égalité des coefficients estimés entre les différentes modalités de réponse i.e., $\beta_j = \beta_{j-1}$. Une solution afin de passer outre l'hypothèse *des lignes parallèles* consiste, dès lors, à introduire un nouveau paramètre permettant de mesurer la déviation des coefficients estimés β par rapport à l'hypothèse de proportionnalité.

2.2.2 Modèle à odds partiellement proportionnels

Le modèle à *odds partiellement proportionnels* proposé par Peterson et Harrell (1990) permet de contraindre la relation entre les variables indépendantes et dépendantes satisfaisant l'hypothèse *des lignes parallèles* tout en permettant aux relations de varier entre les catégories. Cette opération est rendue possible par l'introduction d'un paramètre γ mesurant la déviation des β par rapport à la proportionnalité. Dans le modèle à *odds partiellement proportionnels* proposé par Peterson et Harrell (1990), les probabilités cumulatives sont définies de la façon suivante :

$$\Pr(Y_i \geq j|x') = \lambda(-\alpha_j - x'_i\beta - \tau'_i\gamma_j) \quad (\text{II.10})$$

Soit,

$$\Pr(Y_i \geq j|x') = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha_j - x'_i\beta - \tau'_i\gamma_j)} \quad j = 1, \dots, 3. \quad (\text{II.11})$$

Où x'_i est le vecteur $p \times 1$ des p variables explicatives et β est le vecteur $p \times 1$ des coefficients de la régression associés aux p variables dans x'_i . τ'_i est un vecteur $q \times 1$ (avec $q \leq p$) comprenant la valeur des i observations de certaines des variables explicatives p pour lesquelles l'hypothèse *des lignes parallèles* est relaxée conformément aux résultats du test de Brant (1990). γ_j

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

est un vecteur $q \times 1$ des coefficients de la régression associés aux q variables dans τ'_i tel que $\tau'_i \gamma_j$ est un incrément associé uniquement avec le $j^{\text{ième}}$ logit. Si $\gamma_j = 0$ pour tout j , alors ce modèle est équivalent au modèle à odds proportionnels. Lorsque les variables ne respectent pas l'hypothèse *des lignes parallèles*, γ_j est alors différent de zéro, les éléments de γ_j étant dénotés par γ_{jl} avec $l = 1, \dots, q$. Une fois ces conditions posées, un test simultané d'hypothèse nulle des régressions parallèles est effectué afin de vérifier que le modèle final respecte l'hypothèse des régressions parallèles. La log-vraisemblance du modèle est :

$$L(\beta, \alpha, y, x', \tau', \gamma) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^3 Y_i^{(j)} \ln \Pr(Y_i = j | x'_i) \quad (\text{II.12})$$

Nous utilisons le logiciel Stata afin d'estimer le modèle à *odds partiellement proportionnels* proposé par Peterson et Harrell (1990). Ce modèle est accessible via le programme *GOLogit2* (Williams, 2006), extension du programme *GOLogit* (Fu, 1998).

2.2.3 Variables explicatives de l'insécurité alimentaire

L'enquête CFSVA - Mali (2005) comporte de nombreuses informations sur les actifs possédés par les ménages agricoles ainsi que sur les stratégies mobilisées par les ménages agricoles pour faire face au risque d'insécurité alimentaire. Les variables explicatives du niveau d'insécurité alimentaire choisies, et présentées dans le tableau II.3, regroupent les variables relatives aux chocs subis par les ménages, à leur capacité d'adaptation ainsi qu'aux actifs productifs et non productifs qu'ils possèdent¹⁹.

Parmi les différentes options d'adaptation possibles aux chocs, nous retenons les revenus mensuels des transferts de fonds issus de la migration²⁰ ainsi que la revente d'actifs productifs, de bétail, le nombre total de sources de crédits accessibles et le nombre total d'équipements agricoles et non agricoles²¹. Notons que le nombre total de têtes de bétail (mesuré en UBT) possédés par les ménages ainsi que la quantité des cultures d'autoconsommation (en Kg), ne sont pas intégrées parmi les variables explicatives. En effet, bien que ces variables

19. Se référer au rapport CFSVA-Mali (2005) pour tout détail relatif aux statistiques descriptives, au mode d'échantillonnage et à la représentativité des données. Le rapport est accessible à l'adresse suivante : <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp085442.pdf>

20. Les revenus en FCFA issus des transferts de fonds sont exprimés en log.

21. Les bœufs de labour ont été intégrés comme faisant partie des actifs agricoles. Ainsi, les équipements agricoles regroupent le nombre de charrues, charrettes, tracteurs et les bœufs de labour. Les actifs non agricoles regroupent, les lits, les radios, télévisions, la qualité de l'habitat (qualité des matériaux) ainsi que la possession d'une motocyclette et d'un vélo.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

jouent un rôle déterminant sur le potentiel d'adaptation des ménages (Dercon, 2005) celles-ci ont été directement intégrées dans le calcul du score d'insécurité alimentaire.

Les variables relatives au capital humain comprennent l'âge du chef du ménage, son éducation, le taux de dépendance du ménage, le taux de migration et la présence d'un membre du ménage souffrant d'une maladie chronique. Cette dernière variable ainsi que le taux de dépendance permettent notamment de contrôler l'exposition des ménages à l'insécurité alimentaire par l'existence d'un choc de nature idiosyncratique²². Le taux de migration est également intégré comme variable indépendante afin de contrôler l'impact des migrations courtes distances sur la sécurité alimentaire.

Les variables explicatives comprennent également des variables de chocs externes relatives aux caractéristiques d'exposition des ménages. Celles-ci sont de plusieurs natures et de sources diverses. Une première série de données extraites de l'enquête CFSVA - Mali (2005) relate les chocs biophysiques et socioéconomiques subis par les ménages au cours de l'année précédent l'enquête²³. La variable de choc prend la valeur de 0 en l'absence de choc déclaré et de 1 dans le cas contraire. Les données sur les chocs recensées dans le cadre de l'enquête CFSVA - Mali (2005) sont basées sur la déclaration des ménages. Aussi, toute mesure de l'incidence de ces chocs sur l'appartenance à une classe d'insécurité alimentaire pourrait souffrir d'un biais déclaratif notamment si les ménages les plus engagés dans un secteur d'activité ont une propension plus importante à déclarer avoir subi un choc. De plus, ces données portent exclusivement sur la notion de choc et n'introduisent aucune dimension relative à l'instabilité des précipitations.

Nous utilisons donc également des données de stations sur les précipitations mensuelles provenant du Centre de Prévision du Climat (CPC)²⁴ afin de calculer deux indicateurs de variabilité des précipitations. Ces indicateurs sont calculés à partir de totaux pluviométriques mensuels disponibles sur 16 stations météorologiques réparties sur l'ensemble du territoire malien entre 1982 et 2011. Le premier indicateur de variabilité inter-annuelle des précipitations (I_{inter}) est obtenu à partir de l'indice défini par Nicholson et al. (1988) calculé pour

22. Le taux de dépendance est calculé comme la part de la population inactive dans le ménage rapportée à la taille totale du ménage. La population inactive comprend tous les membres d'un ménages âgés de moins de 15 ans et de plus de 65 ans.

23. Les chocs biophysique regroupent les inondations, sécheresses, invasions acridiennes, ensablement et températures extrêmes. Les chocs socioéconomiques comprennent, quant à eux, la hausse des prix à la consommation et la baisse des prix à la production.

24. NOAA NCEP CPC EVE (<http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP/.CPC/.EVE/outline.html>).

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

chaque année entre 2002 et 2005²⁵. L'indicateur de variabilité inter-annuelle (I_{inter}) calculé comme l'écart-type entre 2002 et 2005 de l'indice pluviométrique (P) proposé par Nicholson et al. (1989) :

$$P = \frac{X_i - \bar{X}_n}{\sigma_n} \quad (\text{II.13})$$

Avec $i = 2002, \dots, 2005$; \bar{X}_n et σ_n sont respectivement la moyenne et l'écart-type historique des pluies en mm entre 1985 et 2009. L'indicateur de variabilité intra-annuelle I_{intra} utilisé est basé sur l'indicateur de saisonnalité de la pluviométrie proposé par Walsh et Lawler (1981). Il repose sur les différences entre les quantités de précipitations mensuelles et une situation de référence où les précipitations sont réparties de façon uniforme durant l'année :

$$I_i = \frac{1}{X_i} \cdot \sum_{k=1}^{12} \left| X_k - \frac{X_i}{12} \right| \quad (\text{II.14})$$

X_k est la hauteur des pluies en mm de chaque mois k . L'indicateur de variabilité intra-annuelle est obtenu comme :

$$I_{intra} = \sum_{i=2002}^{2005} \frac{I_i - \bar{I}}{\sigma} \quad (\text{II.15})$$

Avec \bar{I} , la moyenne des indicateurs de saisonnalité entre 2002 et 2005 et σ , l'écart-type entre 2002 et 2005.

Les données sur les précipitations sont affectées aux ménages enquêtés en fonction de la station météorologique géographiquement la plus proche de leur village. Ce croisement est effectué en utilisant la méthode des distances orthodromiques²⁶ qui repose sur l'utilisation des coordonnées géographiques (longitudes et latitudes) des villages et des stations météorologiques.

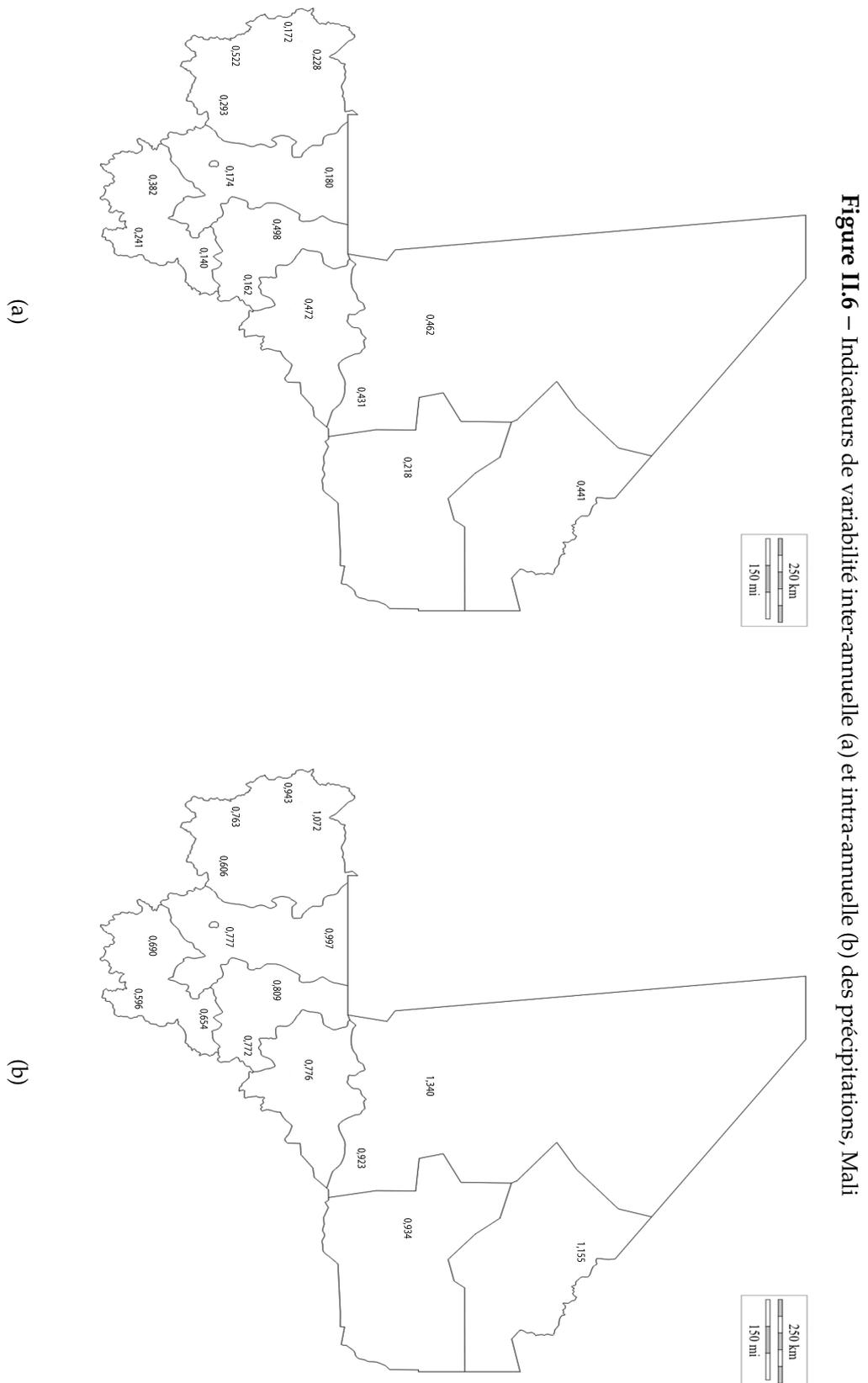
25. Le calcul d'un indicateur de variabilité des précipitations entre 2002 et 2005 est justifié par la nécessité de tenir compte des effets retardés de court terme des chocs pluviométriques sur les conditions de vie des ménages agricoles. Ce recul temporel de deux à trois années est fondé sur les résultats de la littérature empirique (Mohapatra, 2009; Mishra, 2005) ainsi que sur les résultats du premier chapitre de cette thèse montrant que les chocs pluviométriques avec un décalage d'une et deux années constituent de bons instruments pour le revenu agricole des ménages maliens.

26. Méthodologie présentée en annexe A.5.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Tableau II.7 – Description des variables explicatives

Variables	Description
<i>Age</i>	Age du chef de ménage.
<i>Tx de dépendance</i>	Membres dont l'âge est > 65 ans et < 15 ans sur la taille totale du ménage.
<i>Tx de migration</i>	Nombre de membres en cours de migration rapporté à la taille totale du ménage.
<i>Malade chronique</i>	1 lorsque un malade chronique est présent dans le ménage et 0 dans le cas contraire.
<i>Éducation</i>	1 si le chef du ménage sait lire et écrire et 0 dans le cas contraire.
<i>Transferts de fonds</i>	logarithme du revenu en FCFA des transferts de fonds.
<i>Nbre de cultures</i>	Nombre de cultures différentes exploitées par le ménage.
<i>Accès au crédit</i>	1 si le ménage ne dispose pas de source de crédit et 0 dans le cas contraire.
<i>Vente de biens</i>	1 lorsque les ménages ont revendu des actifs ou du bétail et de 0 dans le cas contraire.
<i>Equipt Agr.</i>	Nombre total d'équipements agricole possédés.
<i>Equipt non agr.</i>	Nombre total d'équipements non agricoles possédés (biens durables).
<i>I_{inter}</i>	Indicateur de variabilité inter-annuelle des précipitations.
<i>I_{intra}</i>	Indicateur de variabilité intra-annuelle des précipitations.
<i>Types de chocs</i>	1 = Biophysique ; 2 = Socioéconomique ; 3 = Biophys. et économique ; 0 = Pas de choc.



2.3 Résultats

2.3.1 Estimation des coefficients

Nous présentons dans cette section les coefficients estimés du modèle logit à *odds partiellement proportionnelles* dans l'équation II.11 et comparons les résultats ainsi obtenus sur chacune des régions climatiques (région sahéliennes et régions soudaniennes). L'interprétation des résultats concernant les coefficients estimés β , présentés dans le tableau II.8, est équivalente à celle d'un logit binaire où les chances d'appartenance aux catégories 1 à j sont calculées comparativement aux catégories $j + 1$. Autrement dit, un coefficient β négatif et significatif traduit alors l'effet négatif d'une variable sur la sécurité alimentaire (ou positif sur l'insécurité alimentaire) alors qu'un coefficient positif indique, à l'inverse, qu'une variable augmente les chances d'appartenance à la catégorie des ménages en sécurité alimentaire.

Les paramètres γ estimés expriment la déviation par rapport à la proportionnalité des β entre chaque modalité j prise par la variable réponse²⁷. Si les coefficients γ sont égaux à zéro, alors l'hypothèse des lignes parallèles est maintenu et l'effet des coefficients β est identique pour chaque modalité de la variable réponse. A l'inverse, lorsqu'un paramètre γ est significativement différent de zéro, l'effet des β estimés est différent entre les catégories. Un nouveau coefficient β^* peut alors être calculé afin de mesurer les chances de passer de la catégorie « Risque alimentaire » à la catégorie « Sécurité alimentaire ». Le coefficient β^* est calculé comme la somme entre le coefficient β et le coefficient γ correspondant.

L'analyse des coefficients estimés montre des résultats très différents entre les deux régions climatiques. Premièrement, la variabilité inter-annuelle et intra-annuelle des précipitations ont des conséquences négatives sur la sécurité alimentaire dans les régions soudaniennes avec des coefficients estimés élevés de -1.523 pour l'indicateur de variabilité inter-annuelle et -2.618 pour la variabilité intra-annuelle tous deux significatifs au seuil de 1%. L'estimation portant sur l'ensemble sahélien révèle que seul le coefficient associé à la variabilité inter-annuelle (-2.032) est significativement différent de zéro au seuil de 1%. Les chocs biophysiques exercent un effet significatif et négatif uniquement pour l'ensemble sahélien alors que les ménages dans les régions soudaniennes apparaissent plutôt affectés par les chocs externes d'origine économique.

27. En l'absence de paramétrisation γ , c'est à dire dans le cadre d'un modèle logit ordonné généralisé, 34 coefficients auraient été estimés pour chacune des régions climatiques. La paramétrisation gamma permet de relâcher l'hypothèse de proportionnalité des odds pour les variables échouant au test de Brant (1990). Le modèle dans l'équation II.11 estime ainsi 18 coefficients pour les régions sahéliennes et 19 coefficients pour les régions soudaniennes.

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Tableau II.8 – Résultats du modèle Logit à odds partiellement proportionnels.

	Régions sahéliennes		Régions soudaniennes	
Estimation des paramètres β				
Capital humain				
<i>Age</i>	-0.004	(0.006)	-0.005	(0.006)
<i>Éducation</i>	1.012*	(0.538)	1.495**	(0.665)
<i>Tx de dépendance</i>	0.848**	(0.412)	-0.904	(0.644)
<i>Malade chronique</i>	0.261	(0.182)	-0.678***	(0.182)
<i>Tx de migration</i>	1.295**	(0.641)	-0.126	(0.831)
Actifs / Potentiel d'adaptation				
<i>Transferts de fonds</i>	0.050	(0.143)	0.508***	(0.131)
<i>Nbre de cultures</i>	-0.067	(0.043)	0.045	(0.049)
<i>Accès au crédit</i>	0.757***	(0.188)	0.496***	(0.184)
<i>Vente de biens</i>	0.079	(0.198)	0.466**	(0.196)
<i>Equipt agr.</i>	0.540***	(0.093)	0.409***	(0.099)
<i>Equipt non agr.</i>	0.274***	(0.073)	0.277***	(0.068)
Variabilité des précipitations				
<i>Iinter</i>	-2.032***	(0.569)	-1.523**	(0.702)
<i>Iintra</i>	-0.313	(0.331)	-2.618***	(0.698)
Chocs externes déclarés				
<i>Biophysique</i>	-0.912***	(0.226)	-0.105	(0.230)
<i>Économique</i>	-0.005	(0.306)	-0.648**	(0.258)
<i>Biophysique et éco</i>	-0.152	(0.185)	0.065	(0.292)
Estimation des paramètres γ				
<i>Iinter</i>			-0.561**	(0.280)
<i>Éducation</i>	-1.591***	(0.617)	-1.920***	(0.729)
<i>Equipt non agr.</i>	0.154**	(0.073)		
Coefficients β^*				
<i>Iinter</i>			-0.348	(0.238)
<i>Éducation</i>	0.576	(0.423)	0.414	(0.415)
<i>Equipt non agr.</i>	0.428***	(0.073)		
Statistiques de tests				
<i>N</i>		616		529
χ^2		226.53		123.63
<i>prob > χ^2</i>		0.000		0.000
Pseudo R^2 de Cox et Snell		0.261		0.293

Les écarts-types sont entre parenthèses.

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Concernant les variables indicatrices du potentiel d'adaptation des ménages, l'analyse des coefficients estimés révèle que les ménages ayant accès au crédit voient leur chance de tomber dans l'insécurité alimentaire reculer avec un coefficient estimé de 0.757 pour les régions sahéliennes et de 0.496 pour les régions soudaniennes (significatifs au seuil de 1%). La revente de biens d'équipements et de bétail augmente les chances de sécurité uniquement dans la zone soudanienne avec un coefficient $\beta = 0.466$ significatif au seuil de 5%. La migration a également des effets différenciés entre les deux ensembles estimés. Si le taux de migration augmente les chances d'être en sécurité alimentaire dans la zone sahélienne, il se révèle non significatif sur la zone soudanienne où l'effet positif joué par la migration sur la sécurité alimentaire s'exprime à travers les envois de fonds avec un coefficient $\beta = 0.508$ significatif au seuil de 1%.

2.3.2 Effets marginaux

L'interprétation des résultats des modèles logistiques à partir des effets marginaux est souvent préférée car ces derniers permettent d'interpréter directement l'effet d'une variation d'une unité de la variable indépendante sur la probabilité d'appartenance à chacune des modalités prises par la variable réponse et sont donc plus simples à interpréter que les coefficients estimés (Newman, et. al., 1990).

Nous calculons donc les effets marginaux du modèle dans l'équation II.11 obtenus à partir de la méthodologie proposée par Chamberlain (1989). Celle-ci permet de calculer la moyenne des effets marginaux individuels ("*Average Marginal Effect*"), c'est à dire pour chaque observation des variables explicatives. Cette méthodologie s'avère plus pertinente que le calcul d'effets marginaux au point moyen ("*Marginal effects at the mean*") lorsque des régresseurs dichotomiques sont intégrés au modèle (Greene, 1997 ; Gelbach, 1999 ; Bartus, 2005). En effet, l'effet marginal calculé pour une valeur moyenne d'une explicative binaire se réfère à des observations inexistantes. Les tableaux II.9 et II.10 reportent les résultats des effets marginaux sur chacun des deux ensembles climatiques. A l'exception du taux de dépendance, la taille des effets marginaux est généralement plus importante pour les deux catégories extrêmes, soit la catégorie des ménages en situation d'insécurité alimentaire et en sécurité alimentaire. Dans la section précédente les coefficients estimés du modèle dans l'équation (II.11), donnent le sens ou la direction des effets des explicatives sur l'appartenance à la $j^{\text{ième}}$ catégorie conditionnellement à $j + 1$. Le calcul de la moyenne des effets marginaux permet d'obtenir la variation en points de pourcentage de la $\Pr(Y = j|x)$ lorsque l'on fait varier une variable explicative d'une unité (variable continue) ou de 0 à 1 (variable binaire).

Les ménages situés dans les régions sahéliennes sont fortement exposés aux chocs d'origine biophysiques. En effet, les ménages ayant déclaré avoir subi un choc d'origine biophysique ont 28.1% de chances supplémentaires d'être en insécurité alimentaire. *A contrario*, les chocs d'origine économiques ne sont pas significatifs. La variabilité inter-annuelle des précipitations exerce également un

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

impact sur la probabilité de passage entre la catégorie des ménages en sécurité alimentaire (-39.7%) et celle des ménages en sécurité alimentaire (+38.5%) alors que l'indicateur de variabilité intra-annuelle s'avère non significatif pour chaque catégorie prise par la variable réponse.

L'accès au crédit ainsi que le taux de migration constituent les principaux facteurs augmentant les chances des ménages de satisfaire leur sécurité alimentaire avec des effets marginaux de 14.7% (significatif au seuil de 1%) pour l'accès au crédit et de 25.2% (significatif au seuil de 5%) pour le taux de migration. L'effet des équipements agricoles et non agricoles, bien que positif sur la sécurité alimentaire, reste moins élevé que celui du taux de migration et de l'accès au crédit.

L'estimation des effets marginaux sur l'ensemble soudanien montre des tendances différentes. Premièrement, les chocs d'origines économiques ont une influence négative sur la sécurité alimentaire avec un effet marginal de -12.8% alors que les chocs biophysiques n'ont, quant à eux, aucun impact. Deuxièmement, l'estimation des effets marginaux confirme la forte exposition des ménages à la variabilité annuelle et saisonnière des pluies. Les coefficients associés aux indicateurs de variabilité inter et intra-annuelles des précipitations montrent respectivement (i), une augmentation des chances de tomber dans l'insécurité alimentaire de 20.7% et 39.2% et (ii), une augmentation de la probabilité d'appartenance à la catégorie des ménages à risque de 11.5% et 17.4%.

Selon Bruijn et al. (2005), « La question toute entière de l'adaptation à la variabilité climatique ne peut trouver de réponse sans référence au développement de la production de coton et à la vulnérabilité de certains exploitants agricoles au développement de la filière ». Delarue et al. (2009) montre que les ménages cotonniers dans la région de Sikasso sont relativement plus pauvres que les ménages non cotonniers contrairement aux attentes de la CMDT²⁸. La crise de la filière depuis les années 2000, a fragilisé l'ensemble de la zone où nombre de petites unités agricoles font face au risque d'insécurité alimentaire. La capacité des unités agricoles à conserver leurs équipements constitue une des principales causes de pauvreté et d'accès à la nourriture dans un contexte de forte dépendance aux fluctuations de la pluviométrie (Nikiéma, 1999). En effet, les caractéristiques structurelles des petites unités de productions ne permettent pas de faire face à une productivité des terres ayant atteint leurs limites en particulier dans l'ancien bassin cotonnier (Koutiala). L'agriculture extensive ainsi que la diversification des sources de revenus (agricole et non agricole) constitue alors les principales stratégies d'adaptation des producteurs.

À ce titre, nos résultats montrent que la diversification du revenu à travers la perception d'envois de fonds et la décapitalisation des actifs jouent un rôle central sur la sécurité alimentaire des ménages agricoles dans la zone soudanienne. L'effet marginal associé à la revente d'actifs productifs et de bétail suite à l'occurrence d'un choc augmente les chances de sécurité alimentaire de 10.5%. Les montants de transferts de fonds perçus par les ménages ont également un effet positif sur la sécurité

28. Compagnie malienne pour le développement du textile.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

alimentaire. Nous observons que les coefficients associés à l'effet marginal des transferts de fonds sont significatifs (au seuil de 1%) pour toutes les modalités prisés par la variable réponse. Les transferts de fonds augmentent ainsi les chances d'être en sécurité alimentaire de 10.7%. Ils diminuent le risque d'insécurité alimentaire de 6.9% et de 3.8% pour les ménages en situation de risque alimentaire.

Nos résultats vont dans le sens des précédents travaux empiriques. En effet, Harrower et Hoddinnott (2004) montrent que les chocs covariants ont un impact important sur la consommation alimentaire des ménages dans la zone lacustre du Mali et que ces derniers lissent leur consommation inter-temporelle via le recours à des mécanismes d'assurance traditionnels (crédit et dons) mais également via la perception de transferts de fonds notamment pour les ménages les plus pauvres en termes d'actifs. Gubert (2001) confirme également l'impact positif des transferts de fonds perçus par les ménages dans la région de Kayes au Mali sur leur consommation alimentaire à la suite de chocs négatifs sur le revenu.

Notre étude s'inscrit dans le prolongement de ces travaux en évaluant plus précisément l'impact des chocs pluviométriques sur la sécurité alimentaire des ménages au Mali. Nous montrons notamment que les chocs pluviométriques, mesurés par la variabilité inter-annuelle mais également intra-annuelle des précipitations, ont une incidence importante sur la sécurité alimentaire des ménages ruraux au Mali et ce, notamment dans les régions soudaniennes pourtant caractérisées par un climat plus humide. Nos résultats confirment également le rôle central joué par les différentes stratégies de gestion des risques sur la sécurité alimentaire des ménages. Nous observons, à ce titre, des différences importantes dans le type de stratégies mobilisées entre les deux régions climatiques étudiées en mettant en évidence d'une part, le rôle prépondérant de l'accès au crédit dans les régions sahéliennes et d'autre part, le rôle des actifs agricoles et non agricoles ainsi que des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire dans les régions du sud du pays caractérisées par un climat soudano-sahélien et soudano-guinéen.

Une question soulevée par la littérature économique spécifiquement centrée autour de l'impact des transferts de fonds demeure. L'effet positif des transferts de fonds issus de la migration sur la consommation alimentaire passe-t-il directement par l'achat de denrées alimentaires sur le marché ou bien, indirectement, en favorisant l'accumulation d'actifs productifs ? Dans le deuxième cas, les transferts de fonds auraient un impact positif sur l'accessibilité économique des ménages à travers l'augmentation de leur productivité agricole et/ou de leur capacité à revendre ces actifs afin de se prémunir des effets négatifs des chocs pluviométriques.

Aussi, nous évaluons, dans les sections suivantes, l'impact des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahéliennes et soudano-guinéennes du Mali. Nous cherchons à identifier, dans un premier temps, des effets de seuils à partir desquels les ménages tomberaient dans l'insécurité alimentaire en tenant compte des actifs possédés ainsi que des montants de transferts de

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

fonds perçus par les ménages et discutons, dans un deuxième temps, de l'effet des transferts de fonds sur la capacité des ménages à accumuler des actifs agricoles.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Tableau II.9 – Moyenne des effets marginaux, régions sahéliennes

	Insécurité alimentaire	Risque alimentaire	Sécurité alimentaire
<i>Age</i>	0.000 (0.001)	0.000 (0.000)	-0.000 (0.001)
<i>Éducation</i>	-0.151** (0.058)	0.249*** (0.076)	-0.098 (0.062)
<i>Tx de dépendance</i>	-0.180 (0.111)	-0.005 (0.015)	0.185 (0.114)
<i>Malade chronique</i>	-0.050 (0.033)	-0.003 (0.005)	0.054 (0.037)
<i>tx de migration</i>	-0.245** (0.122)	-0.007 (0.021)	0.252** (0.125)
<i>Transferts de fonds</i>	-0.009 (0.027)	-0.000 (0.001)	0.009 (0.028)
<i>Nombre de cultures</i>	0.019** (0.008)	0.000 (0.001)	-0.020** (0.008)
<i>Accès au crédit</i>	-0.143*** (0.035)	-0.004 (0.011)	0.147*** (0.036)
<i>Equipt agr.</i>	-0.102*** (0.018)	-0.003 (0.008)	0.105*** (0.018)
<i>Equipt non agr.</i>	-0.052*** (0.013)	-0.031** (0.013)	0.083*** (0.014)
<i>Vente de biens</i>	0.002 (0.040)	0.000 (0.000)	-0.002 (0.041)
<i>Iinter</i>	0.385*** (0.125)	0.011 (0.033)	-0.397*** (0.132)
<i>Iintra</i>	-0.059 (0.063)	-0.001 (0.005)	0.061 (0.064)
<i>Biophysiques</i>	0.281*** (0.043)	0.012 (0.021)	-0.294*** (0.045)
<i>Économiques</i>	0.001 (0.058)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.059)
<i>Biophysique et éco</i>	0.029 (0.063)	-0.000 (0.005)	-0.028 (0.059)

Les écarts-types sont entre parenthèses.

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Tableau II.10 – Moyenne des effets marginaux, régions soudaniennes

	Insécurité alimentaire	Risque alimentaire	Sécurité alimentaire
<i>Age</i>	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)	0.001 (0.001)
<i>Éducation</i>	-0.138*** (0.035)	0.191*** (0.078)	-0.053 (0.073)
<i>Tx de dépendance</i>	-0.129 (0.090)	-0.064 (0.047)	0.193 (0.135)
<i>Malade chronique</i>	-0.006 (0.025)	-0.003 (0.012)	0.009 (0.038)
<i>Tx de migration</i>	0.018 (0.119)	0.008 (0.059)	-0.027 (0.178)
<i>Transferts de fonds</i>	-0.069*** (0.018)	-0.038*** (0.012)	0.107*** (0.027)
<i>Nombre de cultures</i>	-0.006 (0.006)	-0.003 (0.003)	0.009 (0.010)
<i>Accès au crédit</i>	-0.074** (0.028)	-0.028** (0.011)	0.099*** (0.037)
<i>Equipt agr.</i>	-0.052*** (0.015)	-0.029*** (0.010)	0.082*** (0.023)
<i>Equipt non agr.</i>	-0.036*** (0.009)	-0.020*** (0.006)	0.056*** (0.014)
<i>Vente de biens</i>	-0.059** (0.024)	-0.045 (0.033)	0.105** (0.052)
<i>Iinter</i>	0.207** (0.095)	0.115** (0.053)	-0.323** (0.149)
<i>Iintra</i>	0.392*** (0.099)	0.174*** (0.079)	-0.567*** (0.150)
<i>Biophysiques</i>	0.015 (0.033)	0.007 (0.014)	-0.022 (0.048)
<i>Économiques</i>	0.103** (0.045)	0.024** (0.010)	-0.128*** (0.046)
<i>Biophysique et éco</i>	-0.009 (0.040)	-0.004 (0.023)	0.014 (0.063)

Les écarts-types sont entre parenthèses.

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

2.3.3 Effet des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire dans les régions soudaniennes

Dans cette section, nous nous concentrons sur l'incidence des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire des ménages agricoles dans les régions soudaniennes du Mali tout en tenant compte de leurs caractéristiques structurelles. Pour ce faire, nous calculons les valeurs prises par les probabilités estimées pour différentes valeurs d'une ou plusieurs variable(s) explicative(s) en restreignant notre analyse à l'espace géographique regroupant les climats soudanien I, II et III conformément à la typologie de L'Hôte et al. (1996). Le tableau II.11 présente six scénarios, le scénario (1) servant de scénario de référence. Chaque scénario représente un ménage hypothétique ayant les caractéristiques présentées dans le tableau II.11. Les probabilités estimées dans le scénario de référence ou scénario (1) sont calculées en prenant la moyenne des variables continues et le mode des variables *dummy* comme valeurs de références. Dans le deuxième scénario (2), les variables d'actifs sont laissées à leur niveau

Tableau II.11 – Scénarios

Variables	Scénarios				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>I_{inter}</i>	0,298	0,523			
<i>I_{intra}</i>	0,740	1,071			
<i>Tx de dépendance</i>	0,508	0,508	0	0,508	
<i>Malade chronique</i>	0		0		
<i>Éducation</i>	0		1		
<i>Tx de migration</i>	0,072		0,800	0,072	
<i>Transferts de fonds</i>	0.146			4.22	0.146
<i>Vente actifs</i>	0			1	0
<i>Accès au crédit</i>	1				
<i>Nbre de cultures</i>	2,723				10
<i>Equipt agr.</i>	4,179				6
<i>Equipt non agr.</i>	3,371				7
<i>Biophysiques</i>	0	1			
<i>Économique</i>	0	1			
<i>Biophysique et éco</i>	0	1			

Note : Le scénario (1) est le scénario de référence où les variables explicatives continues sont maintenues à leurs valeurs moyennes et les variables binaires à leur valeurs modales.

de référence mais toutes les variables de chocs ainsi que les indicateurs de variabilité des précipitations sont fixés à leur niveau maximal. Ce scénario correspond alors à celui d'une forte exposition des ménages aux chocs d'origines biophysiques et socioéconomiques ainsi qu'aux fluctuations de la pluviométrie. Le troisième scénario (3) permet d'évaluer l'effet de l'investissement en capital humain

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

sur la sécurité alimentaire des ménages en posant toutes les variables relatives au capital humain à leur niveau le plus élevé, toutes les autres variables étant laissés identiques au scénario précédent (2). Dans le scénario (4), les transferts de fonds ainsi que la revente d'actifs et l'accès au crédit sont fixés à leur niveau maximal. Ce scénario constitue ainsi celui de la diversification des sources de revenu. Enfin, dans le dernier scénario (5), le nombre d'actifs agricoles et non agricoles possédés est fixé au maximum afin de capter leur effet sur la sécurité alimentaire.

Les probabilités estimées pour chaque scénario sont présentées dans le tableau II.12. celles-ci révèlent, pour le scénario (2), l'incidence fortement négative des fluctuations pluviométriques sur la sécurité alimentaire des ménages de la zone sud du Mali. Pour des valeurs élevées des indicateurs de variabilité des précipitations, la probabilité de tomber dans l'insécurité alimentaire augmente fortement, de l'ordre de 72 points de pourcentage. Les probabilités estimées pour toutes les autres $j + 1$ catégories ne sont pas significatives au seuil de 5%. Une comparaison avec les scénarios (3), (4) et (5) montre des modalités différentes de répartition entre les catégories alimentaires en fonction des types d'actifs. Premièrement nous constatons, d'après le scénario (3), que l'impact du capital humain mesuré par la présence ou non d'un membre malade dans le ménage ainsi que par l'éducation du chef de ménage, le taux de migration ou encore le taux dépendance ne semble montrer aucun impact significatif sur la sécurité alimentaire en présence d'une variabilité importante des précipitations. Par comparaison avec le scénario (2), la probabilité d'être en insécurité alimentaire recule de 6,95 points de pourcentage et la proportion des ménages à risque augmente significativement (14.25%). *A contrario*, les actifs tangibles possédés par les ménages exercent un effet considérable sur la sécurité alimentaire (5). Lorsque les actifs tangibles agricoles et non agricoles sont fixés à leurs valeurs maximales, la probabilité estimée d'appartenance à la catégorie des ménages en insécurité alimentaire diminue considérablement (50.70%). Les stratégies de diversification des sources de revenus capturées dans le scénario (4) expliquent une baisse importante, comparable aux résultats donnés par le scénario (5) de la probabilité de tomber dans l'insécurité alimentaire et correspondant à une diminution de 39.65 points de pourcentage.

Tableau II.12 – Probabilités estimées

Probabilités estimées	Scénarios				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Insécurité alimentaire	15,14%**	87,17%**	80,22%**	47,52%**	50,70%**
Risque alimentaire	44,65%**	9,45%**	14,25%**	31,69%**	36,91%**
Sécurité alimentaire	40,22%**	3,38%	5,54%	20,80%**	12,39%**

Note : Le calcul des intervalles de confiance est opéré par Bootstrapping (méthode des percentiles) avec 1500 répétitions.

** $p < 0,05$.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Afin d'évaluer l'effet des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire des ménages, nous identifions différents seuils d'exposition à la variabilité des précipitations en tenant compte de l'influence des transferts de fonds sur la probabilité de passage d'une catégorie d'insécurité alimentaire à une autre. Pour ce faire, nous calculons les valeurs prédites par le modèle à *odds partiellement proportionnels* sur les régions soudaniennes dans le cas où les indicateurs de variabilité des précipitations I_{inter} et I_{intra} varient de leur valeur minimale à leur valeur maximale pour des valeurs fixes et constantes prises par les autres explicatives du modèle.

Le calcul des probabilités prédites selon les valeurs prises par les indicateurs de variabilité des précipitations (figures II.7 et II.8) nous permet d'apprécier l'effet positif des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire. Cet effet positif est constaté, premièrement, sur un niveau de probabilité plus faible de tomber dans l'insécurité alimentaire ainsi que sur le maintien de l'intervalle de probabilité de cette catégorie à des niveaux faibles voire quasi-nuls lorsque le niveau de variabilité des précipitations augmente. La figure II.7.a représente l'évolution des $\Pr(Y = j)$ suivant les valeurs prises par la variable I_{inter} lorsque la valeur des transferts de fonds est fixée à zéro.

Nous constatons que la probabilité d'appartenance à la catégorie des ménages en insécurité alimentaire augmente progressivement et vient croiser la probabilité d'appartenir à la catégorie des ménages en sécurité alimentaire pour une valeur $\bar{s} = I_{inter} = 1.8$. \bar{s} correspond à un seuil à partir duquel la probabilité de tomber dans l'insécurité alimentaire excède la probabilité d'être en sécurité alimentaire lorsque toutes les variables sont fixées à leurs valeurs moyennes, à l'exception des transferts de fonds fixés à zéro. Lorsque les transferts de fonds sont fixés à leur valeur maximale (figure II.7.b), la probabilité d'être en sécurité alimentaire augmente fortement. La probabilité d'appartenir à la catégorie « Insécurité alimentaire » devient, quant à elle, plus faible et son intervalle de probabilité quasiment nul si bien qu'aucun seuil critique \bar{s} n'est observé.

Les figures II.8.a et II.8.b montrent également que les transferts de fonds atténuent l'effet négatif de la variabilité intra-annuelle des précipitations sur la sécurité alimentaire. En effet, la figure II.8.a indique qu'en l'absence de transferts de fonds, la probabilité prédite d'appartenance à la catégorie des ménages en insécurité alimentaire est sensible aux valeurs prises par l'indicateur de variabilité inter-annuelle des précipitations (I_{intra}). Pour une variabilité intra-annuelle faible des précipitations ($I_{intra} = -0.2$), $\Pr(Y = \text{Insécurité alimentaire}) = 0.1$. Cette probabilité augmente fortement lorsque l'indicateur de variabilité inter-annuelle prend des valeurs élevées : $\Pr(Y = \text{Insécurité alimentaire}) = 0.4$ lorsque $I_{intra} = 0.28$. La probabilité d'appartenance à la catégorie des ménages en insécurité alimentaire suit une tendance inverse et quasi symétrique si bien que nous constatons un croisement des deux probabilités prédites lorsque $\bar{s} = I_{intra} = 0.03$. Lorsque la valeur prise par la variable des transferts de fonds est fixée à sa valeur maximale (figure II.8.b), nous constatons une augmentation de la probabilité d'appartenir à la catégorie des ménages en sécurité alimentaire. Cette probabilité décroît au fur et à mesure que l'indicateur de variabilité intra-annuelle des pluies augmente venant ainsi

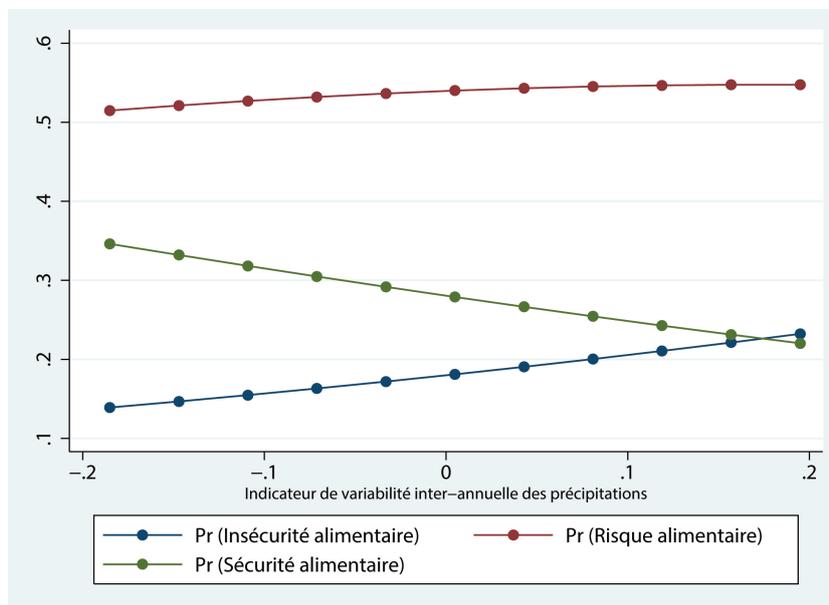
Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

« augmenter » la probabilité de tomber dans une situation à risque. La probabilité d'appartenance à la catégorie des ménages en insécurité alimentaire devient alors faible et son intervalle, contenu par l'effet positif des transferts de fonds sur la sécurité alimentaire.

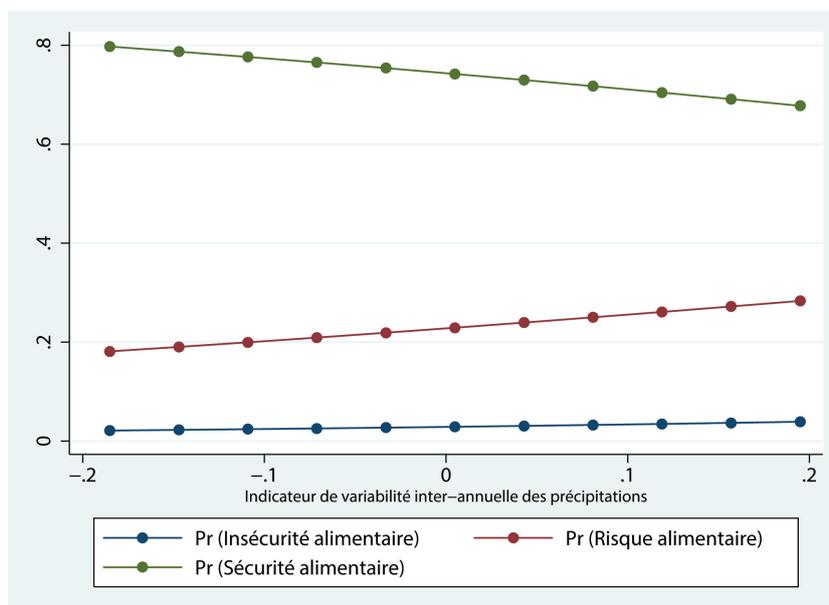
Ces résultats indiquent que les transferts de fonds jouent un rôle important sur la vulnérabilité alimentaire des ménages agricoles dans le sud du Mali. Ces revenus tirés de la migration permettent non seulement aux ménages de lisser leur consommation face à l'occurrence de chocs négatifs sur le revenu (Gubert, 2000) mais ils constituent également un moyen efficace de maintenir un certain niveau de sécurité alimentaire dans un environnement marqué par une forte instabilité des précipitations. Toutefois, la question de l'impact des transferts de fonds sur la capacité d'accumulation de capital reste en suspens et nous amène à questionner l'incidence des transferts de fonds sur la capacité des agents à produire eux même plutôt qu'à utiliser cette source de revenu extérieur pour une consommation de base. La littérature théorique et empirique montre qu'une part importante des transferts est allouée à la consommation plutôt qu'aux investissements productifs notamment lorsque les ménages font face à des chocs (Maimbo et Ratha, 2005 ; Martin et al., 2002). Dans un contexte de forte vulnérabilité aux aléas climatique, les transferts de fonds pourraient permettre aux ménages d'accroître leur capacité à faire face aux chocs futurs si une part suffisante était dépensée en biens productifs ou en permettant aux ménages de maintenir leur stocks d'actifs productifs en période de stress. Ainsi, les transferts limiteraient les effets négatifs liés à la sous-accumulation de capital productif et favoriseraient une moindre dépendance vis-à-vis des transferts eux-mêmes afin de maintenir un certain niveau d'accès aux aliments.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Figure II.7 – Probabilités prédites selon la valeur de l'indicateur de variabilité inter-annuelle des précipitations



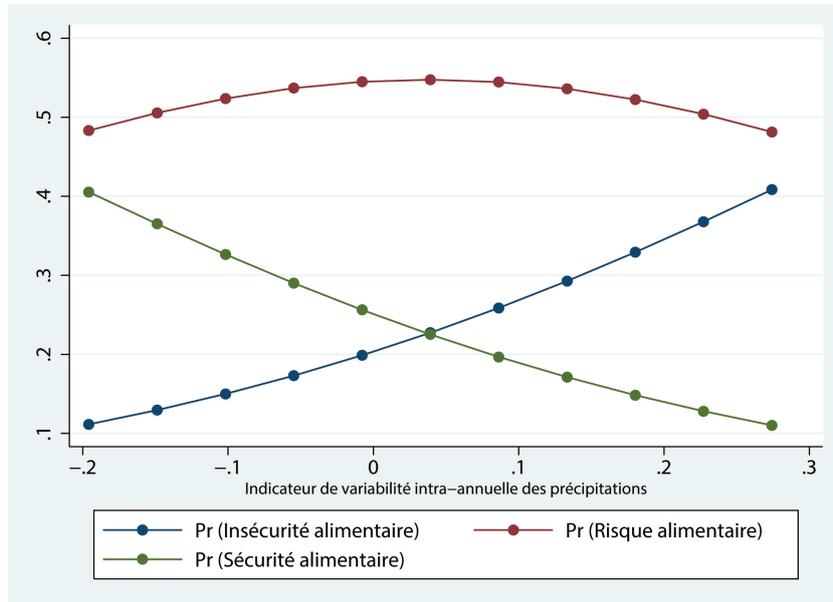
(a) Les ménages ne reçoivent pas de transferts de fonds



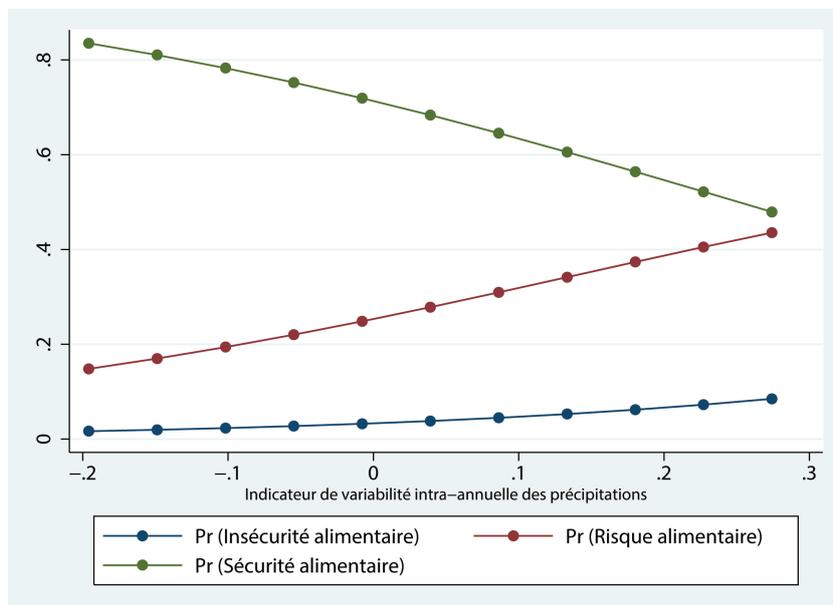
(b) Les ménages reçoivent des transferts de fonds

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Figure II.8 – Probabilités prédites selon la valeur de l'indicateur de variabilité intra-annuelle des précipitations



(a) Les ménages ne reçoivent pas de transferts de fonds



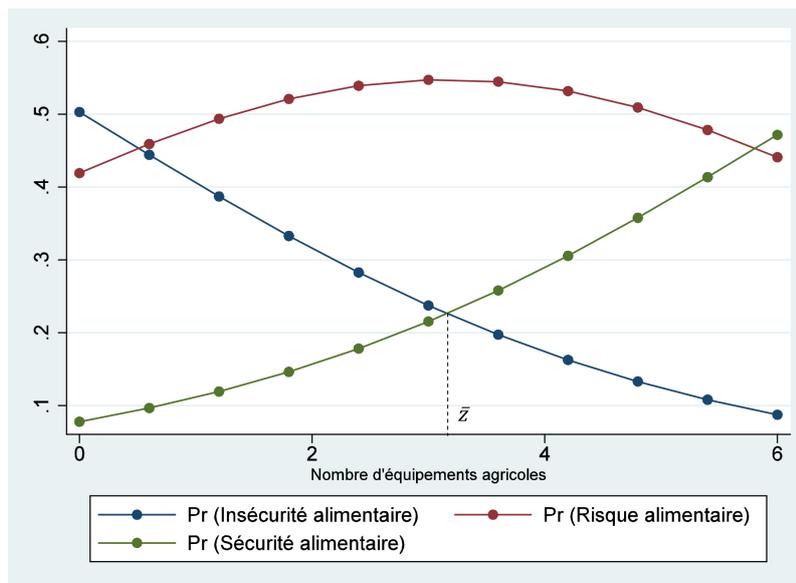
(b) Les ménages reçoivent des transferts de fonds

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

2.3.4 Effet des transferts de fonds sur l'accumulation d'actifs agricoles

La figure II.9 représente les probabilités prédites du modèle à *odds partiellement proportionnels* selon le nombre de biens d'équipements agricoles possédés par le ménage en maintenant toutes les autres variables à leur niveau moyen. Les variables *muettes* prennent également une valeur moyenne en fonction de leur fréquence ce qui permet de neutraliser leur effet sur la probabilité d'appartenance à une catégorie donnée d'insécurité alimentaire. Nous observons, à partir de la figure II.9, un croisement entre la probabilité prédite de la catégorie des ménages en insécurité alimentaire et celle des ménages en situation de sécurité alimentaire pour un seuil correspondant à trois équipements agricoles possédés. Ce niveau d'équipement agricole critique ($\bar{z} = 3$) correspond à un seuil de pauvreté en dessous duquel un ménage ne dispose pas des capacités de productions nécessaires afin d'assurer sa sécurité alimentaire.

Figure II.9 – Probabilités prédites selon le nombre d'équipements agricoles



Nous définissons alors trois configurations possibles à partir desquelles nous distinguons :

- (1) Les ménages en situation de pauvreté structurelle. Cette catégorie regroupe alors les ménages disposant d'un nombre d'équipements agricoles (z_h) strictement inférieur au seuil de pauvreté, soit $z_h < \bar{z}$;
- (2) La catégorie des ménages en situation d'insécurité alimentaire transitoire qui regroupe les ménages en situation d'insécurité alimentaire et en situation de risque alimentaire qui disposent d'un nombre d'équipements agricoles supérieur ou égal à la valeur critique \bar{z} ;
- (3) Une troisième catégorie regroupant les ménages en situation de sécurité alimentaire structurelle, soit les ménages disposant d'un nombre d'actif supérieur ou égal à la valeur critique

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

\bar{z} .

Comme la variable dépendante ne peut prendre que trois valeurs distinctes, il est nécessaire d'utiliser un modèle de choix discret afin d'analyser les déterminants structurels (en termes d'actifs) de l'insécurité alimentaire. Nous utilisons un modèle logit multinomial à cet effet. La variable dépendante du modèle peut prendre l'une des trois valeurs discrètes m indiquant l'état de pauvreté d'un ménage suivant le nombre d'équipements agricoles possédés ainsi que sa situation nutritionnelle. La probabilité (Pr) qu'un ménage i soit dans un état m particulier de pauvreté est modélisée comme une fonction de variables explicatives x_i tel que :

$$\Pr(m|x_i) = \frac{\exp(x_i\beta_m)}{\sum_{m=1}^3 \exp(x_i\beta_m)} \quad m = 1, \dots, 3. \quad (\text{II.16})$$

X_i est le vecteur des explicatives comprenant les caractéristiques des ménages i et β les paramètres correspondant. La catégorie de référence ($m = 4$) est donnée pour les ménages en situation de sécurité alimentaire structurelle, soit les ménages en situation de sécurité alimentaire disposant d'un nombre d'équipements agricoles supérieur au seuil critique. Les variables explicatives comprennent les indicateurs de variabilité des précipitations I_{inter} et I_{intra} , la perception de transferts de fonds (1 = oui et 0 = non), la revente d'actifs et de bétail (1 = oui et 0 = non), l'accès au crédit (1 = oui et 0 = non), les chocs déclarés par les ménage (1 = Choc biophysique, 2 = Choc socioéconomique et 3 = Choc biophysique et socioéconomique) ainsi que le nombre de culture et les caractéristiques du ménage comprenant le taux de dépendance, l'âge du chef de ménage, le taux de migration et l'éducation du chef du ménage²⁹.

Le calcul des effets marginaux à partir du modèle dans l'équation II.16 (tableau II.13) montre que la probabilité de tomber sous le seuil de pauvreté mesuré par les équipements agricoles est sensible aux fluctuations des précipitations ainsi qu'aux chocs d'origines socioéconomiques. Ces derniers augmentent la probabilité de tomber sous le seuil de pauvreté \bar{z} de 16.7% et n'ont aucune incidence de probabilité de passage vers la catégorie des ménages en situation d'insécurité alimentaire transitoire. L'effet marginal d'une hausse de l'indicateur de variabilité inter-annuelle des précipitations entraîne une diminution de la probabilité d'être en sécurité alimentaire « structurelle » de 51.6% et une augmentation des chances de tomber sous le seuil de pauvreté de 33.3%. La variabilité intra-annuelle des précipitations a un effet important sur la probabilité de passage entre les différentes modalités de la variable réponse. L'effet marginal d'une hausse de l'indicateur entraîne une baisse de 64.2% de la probabilité d'être en sécurité alimentaire ainsi qu'une hausse des probabilités de tomber dans l'insécurité alimentaire transitoire (+36.1%) ainsi que sous le seuil de d'équipements agricoles (+28.8%).

Les résultats obtenus nous permettent également de distinguer les variables ayant un effet positif

29. Les équipements non agricoles ont été enlevés des variables explicatives pour cause de causalité inverse.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

sur la sécurité alimentaire et sur l'accumulation d'équipements agricoles des variables, dont l'impact positif sur la sécurité alimentaire n'implique aucun effet sur le nombre d'équipements agricoles possédés. L'accès au crédit constitue, à cet égard, la seule variable ayant à la fois un effet sur l'accumulation de matériel agricole et sur la sécurité alimentaire. Le calcul de l'effet marginal montre qu'une variation à la hausse de la variable résulte en une hausse de 13.0% de la probabilité qu'un ménage soit en situation de sécurité alimentaire structurelle. Cet effet correspond, en retour, à une baisse de la probabilité d'appartenance à la catégorie des ménages en insécurité alimentaire structurelle de 13.4%. Les effets marginaux calculés pour les deux autres catégories n'étant pas significatifs, l'effet positif de l'accès au crédit sur la sécurité alimentaire implique également que sa variation à la hausse augmente la probabilité qu'un ménage passe au dessus du seuil de pauvreté \bar{z} .

Les transferts de fonds n'ont, quant à eux, aucun effet sur l'accumulation d'actifs agricoles. La variation d'une unité de la variable n'implique qu'une augmentation (baisse) de la probabilité de passage entre les catégories des ménages en sécurité alimentaire structurelle et en insécurité alimentaire transitoire. Le calcul des effets marginaux montre qu'une hausse d'une unité de la variable relative aux transferts de fonds augmente la probabilité de passage vers la sécurité alimentaire de 11.4% et une baisse de la probabilité d'insécurité alimentaire transitoire de 11.7%. Ce résultat nous permet de conclure que les transferts de fonds exercent des effets positifs sur la sécurité alimentaire des ménages au Mali et que celui-ci passe essentiellement par l'achat de denrées alimentaires sur le marché et non par le canal de l'investissement et de l'accumulation d'un capital productif.

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Tableau II.13 – Résultats du modèle logit multinomial, effets marginaux.

	Pauvreté structurelle	Insécurité alim. transitoire	Sécurité alim. structurelle
<i>I_{inter}</i>	0.333** (0.152)	0.183 (0.182)	-0.516*** (0.139)
<i>I_{intra}</i>	0.288** (0.146)	0.361** (0.167)	-0.642*** (0.167)
<i>Tx de dépendance</i>	0.117 (0.148)	-0.360** (0.162)	0.243 (0.165)
<i>Tx de migration</i>	-0.001 (0.200)	0.130 (0.213)	-0.129 (0.203)
<i>Vente de biens</i>	-0.114** (0.055)	-0.040 (0.069)	0.154** (0.074)
<i>Accès au crédit</i>	-0.134*** (0.046)	0.004 (0.048)	0.130*** (0.042)
<i>Malade chronique</i>	0.003 (0.044)	-0.050 (0.048)	0.047 (0.044)
<i>Age</i>	-0.006*** (0.001)	0.003** (0.001)	0.002* (0.001)
<i>Education</i>	0.039 (0.086)	-0.038 (0.092)	-0.0014 (0.079)
<i>Transferts de fonds</i>	0.003 (0.036)	-0.117*** (0.044)	0.114*** (0.032)
<i>Nbre de cultures</i>	-0.020* (0.012)	-0.002 (0.012)	0.023** (0.011)
<i>Chocs biophys.</i>	0.089* (0.049)	-0.068 (0.059)	-0.021 (0.053)
<i>Choc Socioéco</i>	0.148** (0.065)	0.004 (0.067)	-0.152*** (0.053)
<i>Chocs bio et socioéco</i>	0.128** (0.057)	-0.044 (0.076)	-0.084 (0.074)

Statistiques de test

<i>N</i>	529
χ^2	124.4
<i>prob</i> > χ^2	0.0000
Pseudo <i>R</i> ²	0.1720

Note : L'hypothèse nulle d'indépendance des classes (IIA) est respectée d'après les tests d'Hausman et de Hsiao (1985). Pseudo *R*² de McFadden. Les écarts-types sont entre parenthèses. *** *p*<0.01, ** *p*<0.05, * *p*<0.1

2.4 Validité et robustesse

2.4.1 Tests de spécification

Dans cette section, nous discutons de la qualité d'ajustement et de la validité du modèle à *odds partiellement proportionnels*. Les tests effectués, énumérés dans le tableau II.14, nous permettent d'évaluer si le modèle spécifié est bien inappropriée et ne conduit pas à des conclusions erronées. Le test du χ^2 de Wald est un test de la qualité de l'ajustement global du modèle. Il teste l'hypothèse nulle selon laquelle tous les coefficients du modèle sont simultanément égaux à zéro, c'est à dire n'ayant aucun effet sur la variable dépendante. Ce test est la contrepartie non linéaire de la F-statistique du modèle de régression linéaire. Les *p-values*, significatives au seuil de 1% pour chacune des estimations indiquent que l'hypothèse nulle est fortement rejetée, c'est à dire qu'au moins l'un des coefficients du modèle a un impact sur l'insécurité alimentaire.

Le test de liaison vérifie que la forme fonctionnelle du modèle est appropriée. Ce test est la contrepartie non linéaire du test de Ramsey (1969) pour les modèles de régression linéaire. Si le modèle est correctement défini, aucune fonction non linéaire des variables explicatives (telles que la fonction quadratique) ne doit être significative lorsqu'elle est ajoutée au modèle. Les fonctions non linéaires des variables explicatives sont représentées par la variable \hat{a}^2 . Nous concluons que la forme fonctionnelle du modèle est correctement spécifiée car la variable \hat{a}^2 est non significative pour chaque modalité j , c'est à dire, pour des *p-values* non significatives.

Les termes α sont les paramètres de seuils estimés le long de la variable latente inobservée reflétant le niveau d'insécurité alimentaire (Y_i^*). Avec trois modalités prises par la variable dépendante du modèle, deux seuils sont estimés et testés. Chacun de ces seuils est significatif au seuil de 1%. Autrement dit, les trois catégories sont bien de nature ordinales et correctement placées le long de la variable continue inobservée. Ce résultat montre de plus, que la distinction entre trois catégories d'insécurité alimentaire est justifiée dans le modèle.

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Tableau II.14 – Tests de spécification du modèle

	Résultats (<i>p-value</i>)	
	Régions sahéliennes	Régions soudaniennes
Test du χ^2 de Wald	0,000	0,000
Test de spécification du modèle \hat{a}^2		
<i>Insécurité alimentaire</i>	0,264	0,452
<i>Risque alimentaire</i>	0,785	0,612
<i>Sécurité alimentaire</i>	0,867	0,687
Paramètres de seuils α		
1. α_1	0,001	0,000
2. α_2	0,000	0,000

2.4.2 Multicolinéarité

Les causalités supposées par la structure du modèle peuvent être fortement remises en question en présence de multicolinéarité des variables explicatives, c'est-à-dire, en cas d'interdépendance (de corrélation) entre variables explicatives. Nous cherchons, dans cette section, à évaluer tout risque de biais des paramètres estimés lié à la présence de multicolinéarité entre les variables explicatives. Selon Baltagi (2008), la présence de nombreuses variables *dummy* et d'un nombre important de variables au sein d'un modèle peut être la cause d'un tel phénomène.

La présence de multicolinéarité entre les variables du modèle dans l'équation II.10 pourrait être accentuée par une forte corrélation entre les actifs possédés par les ménages (capital humain, terres cultivées, équipements agricoles), les montants de transferts de fonds et les variables *dummy* reflétant les stratégies mobilisées afin de faire face aux chocs (vente de biens, accès au crédit) mais également par l'inclusion de variables muettes relatives aux chocs déclarés d'origine biophysique et économique (la modalité des individus ayant déclaré avoir subi les deux types chocs augmente les risques de multicolinéarité).

Schaefer (1979) a montré que la présence de colinéarité entre les variables explicatives peut entraîner des biais dans l'estimation des β tout aussi important dans les modèles logistiques qu'au sein des régressions par les MCO. Lorsque la colinéarité entre les variables est importante, la variance des paramètres estimés augmente fortement si bien que certaines variables peuvent apparaître à tort fortement significatives ou *a contrario*, non significatives.

Le tableau des corrélations de Pearson entre les variables explicatives du modèle³⁰ montre une cor-

30. Le tableau des corrélations est présenté en annexe A.6.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

relation relativement élevée entre les variables relatives au nombre d'équipements agricoles et non agricoles possédés par les ménages (0,48) indiquant alors une potentielle source de colinéarité entre ces deux variables. Les niveaux de tolérance (TOL) et facteurs d'inflation de la variance (VIF) présentés dans le tableau II.5³¹ semblent confirmer l'absence de relation de colinéarité entre les explicatives du modèle. Les tolérances sont élevées et les VIF faibles (Gujarati, 2003).

Toutefois, les outils de diagnostic classiques ne permettent pas d'identifier les relations de « dépendances proches » ou encore d'évaluer la portée exacte de ce phénomène sur les résultats obtenus et ce, notamment dans le cas d'associations linéaires complexes entre les variables explicatives. Deuxièmement, le calcul des VIFs ne tient pas compte de l'existence d'une éventuelle relation de colinéarité entre les régresseurs et la constante ceux-ci étant calculés après que les valeurs des variables explicatives aient été « centrées ». Belsley, Kuh et Welsch (1980) proposent un diagnostic de colinéarité poussé qui consiste à calculer deux types d'indicateurs dénommés respectivement « indices de conditionnement » (*condition numbers*) et « proportions de décomposition des variances » (*variance decomposition proportions*)³².

Le diagnostic est opéré suivant la règle proposée par Erkel-Rousse (1995)³³. Les indices de conditionnement, présentant une valeur supérieure à 20³⁴ et présentant sur les lignes correspondant à ces indices un indice de proportion de décomposition des variances environ supérieur à 0,5 ou 0,6, ont des vecteurs impliqués dans des relations de quasi-colinéarité. Plus la somme des proportions de décomposition des variances est proche de 1 et plus le diagnostic est préoccupant pour la précision des coefficients de régression. En outre, cette somme étant fixée, la précision des coefficients est d'autant plus faible que les proportions de décomposition des variances les plus élevées sont situées dans les lignes les plus basses du tableau pour des indices de conditionnement élevés.

31. L'indicateur de tolérance est déterminé à partir du coefficient de détermination (R^2) de la régression d'une variable explicative sur l'ensemble des variables explicatives. La tolérance (TOL) est calculée comme : $TOL = 1 - R^2_{X_1, \dots, X_k}$. Les variables explicatives sont orthogonales lorsque TOL tend vers 1 et parfaitement colinéaires lorsque TOL tend vers 0. Selon Gujarati (2003), la présence de corrélation entre les variables n'est pas problématique tant que $TOL > 0,2$ ou que le facteur d'inflation de la variance ($VIF = 1/TOL$) n'excède pas 10.

32. L'index de conditionnement (CI) est donné par la relation $CI_k = \lambda_{max}/\lambda_k$ où $k = 1, 2, \dots, p$ et λ_k est une valeur propre associée aux p covariables caractérisant les propriétés essentielles et les relations numériques à l'intérieur d'une matrice. La proportion de décomposition de la variance (π) pour le $j^{ième}$ composant régressé associé à la $k^{ième}$ composante est définie par $\pi_{kj} = \phi_{kj}/\phi_j$ où $\phi_{kj} = v_{kj}^2/\lambda_k$. v_k est le vecteur propre associé à la valeur propre λ_k .

33. L'estimation des indices de conditionnement et des proportions de décomposition des variances doit être réalisée une fois que les variables explicatives ont été normées à 1 (Erkel-Rousse, 1995).

34. Selon Belsley, Kuh et Welsch (1980) et Erkel-Rousse (1995) des indices de conditionnement supérieurs à 30 correspondent à un cas de colinéarité aiguë dans le modèle. La valeur critique à partir de laquelle l'indicateur de conditionnement reflète une multicolinéarité problématique se révèle toutefois difficile à estimer. Si le seuil critique de 30 est communément admis, des valeurs comprises entre 10 et 20 reflètent un problème de multicolinéarité potentiellement mineur (Belsley, 1991a). Toutefois, des indices compris entre 20 et 30 méritent une attention particulière lorsque les indices de décomposition de la variance sont élevés.

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Nous constatons à partir du tableau II.16 une absence de relation de dépendance *proche* entre les variables explicatives. L'indice de conditionnement maximal appelé nombre de conditionnement est égal à 21.94 et seule la constante est caractérisée par un indice de décomposition de la variance excédant le seuil de 0,5 sur la ligne correspondante. Nous concluons donc à l'absence de relation de colinéarité ou de quasi colinéarité entre les variables du modèle.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Tableau II.15 – Facteur d'inflation de la variance et tolérance

Variables	Régions sahéliennes			Régions soudaniennes		
	VIF	TOL	R ²	VIF	TOL	R ²
<i>I_{inter}</i>	1.28	0.7833	0.2167	1.42	0.7064	0.2936
<i>I_{intra}</i>	1.26	0.7962	0.2038	1.23	0.8157	0.1843
<i>Tx de dépendance</i>	1.03	0.9723	0.0277	1.06	0.9471	0.0529
<i>Tx de migration</i>	1.11	0.8972	0.1028	1.08	0.9278	0.0722
<i>Vente de biens</i>	1.28	0.7813	0.2187	1.19	0.8408	0.1592
<i>Accès au crédit</i>	1.31	0.7625	0.2375	1.07	0.9313	0.0687
<i>Nbre de cultures</i>	1.10	0.9068	0.0932	1.17	0.8524	0.1476
<i>Malade chronique</i>	1.08	0.9298	0.0702	1.08	0.9272	0.0728
<i>Age</i>	1.18	0.8443	0.1557	1.15	0.8686	0.1314
<i>Éducation</i>	1.08	0.9296	0.0704	1.10	0.9076	0.0924
<i>Transferts de fonds</i>	1.13	0.8876	0.1124	1.13	0.8834	0.1166
<i>Equipements agricoles</i>	1.55	0.6452	0.3548	1.47	0.6790	0.3210
<i>Equipements non agricoles</i>	1.49	0.6697	0.3303	1.41	0.7106	0.2894
<i>Chocs biophysiques</i>	1.97	0.5070	0.4930	1.50	0.6687	0.3313
<i>Chocs socioéconomiques</i>	1.53	0.6552	0.3448	1.63	0.6119	0.3881
<i>Chocs bio et socioéco</i>	1.76	0.5685	0.4315	1.44	0.6941	0.3059
	VIF moy. : 1.32			VIF moy. : 1.26		

Note : Le diagnostic de multicolinéarité est réalisé via le programme Collin sous le logiciel STATA.

Tableau II.16 – Indice de conditionnement et proportions de décomposition de la variance

IC	Proportions de décomposition de la variance										
	Const.	I_{inter}	I_{intra}	Tx de dép.	Tx de migr.	Vente de biens	Accès crédit	Malade chronique	Age	Éducation	Transf. de fonds
1.00
2.48
2.61	.	.	0.31	.	.	.	.	.	.	.	.
2.77	.	0.32	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2.79
2.87	0.49	.
3.29	.	.	0.32	.	.	.	.	.	.	.	.
3.37	0.61	.	.	.	.	.
3.64	0.80	.	.	0.89	.	.	.
3.79	0.57	.	.	.	.
4.46
5.17
5.82
7.63
11.14	.	.	.	0.50	.	.	.	.	0.45	.	.
13.04	0.34	.	.
21.94	0.98	.	.	0.36	.	.	.	.	.	.	.

Les proportions de décomposition de la variance inférieures à 0.30 ne sont pas représentées.

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Indice de conditionnement et proportions de décomposition de la variance (Suite)

IC	Proportions de décomposition de la variance							Nb
	Equipt		Chocs		Chocs		soc. bio. et soc. cult.	
	agr.	non agr.	bio.	soc.	bio.	soc.		
1.00
2.48
2.61
2.77
2.79
2.87
3.29
3.37
3.64
3.79
4.46
5.17	0.58
5.82
7.63	.	0.52	0.30	.	.	.	.	.
11.14
13.04	0.68	.	.	.	.	.	.	.
21.94

Les proportions de décomposition de la variance inférieures à 0.30 ne sont pas représentées.

Conclusion

L'enquête CFSVA menée au Mali en 2005 révèle une situation alimentaire tendue dans l'ensemble du pays. Ces tensions alimentaires sont observées aussi bien dans la partie sahélienne du pays, caractérisée par des isohyètes annuelles comprises entre 150 et 750 *mm* que dans la partie sud du pays plus humide et favorable à l'agriculture (pluviométrie annuelle comprise entre 750 et 1200 *mm*).

Parmi les 626 ménages ruraux enquêtés dans la zone sahélienne, 32.43% sont touchés par l'insécurité alimentaire, 33.55% sont caractérisés par un risque alimentaire et 34.03% sont en situation de sécurité alimentaire. La situation alimentaire dans la zone soudanienne est caractérisée par la prédominance des ménages en situation à risque. Ceux-ci représentent 43.34% des ménages enquêtés dans la zone (533 ménages ruraux). L'insécurité alimentaire concerne une part plus faible des ménages (21.58%) et 35.08% des ménages sont en sécurité alimentaire. Cette situation à risque, dans la partie sud du pays, peut être expliquée premièrement par la variabilité de la pluviométrie et notamment par une variabilité saisonnière importante des pluies (arrêt précoce de la saison des pluies en 2005) et, deuxièmement, par une situation économique marquée par la crise de la filière coton qui, depuis les années 2000, a fragilisé nombre de petits exploitants agricoles.

L'estimation des effets marginaux à partir du modèle logit à *odds partiellement proportionnels* sur l'ensemble soudanien montre que les chocs d'origines économiques ont une influence négative sur la sécurité alimentaire avec un effet marginal de -12.8% alors que les chocs biophysiques n'ont, quant à eux, aucun impact. Les coefficients associés aux indicateurs de variabilité inter-annuelle et intra-annuelle des précipitations indiquent que les chances qu'un ménage tombe dans l'insécurité alimentaire augmente respectivement de 20.7% et 39.2%.

Les résultats des estimations économétriques effectuées dans ce chapitre montrent également que les transferts de fonds ont joué un rôle central sur la sécurité alimentaire des ménages ruraux dans la partie sud du Mali en 2005. La diversification du revenu à travers la perception d'envois de fonds et la décapitalisation des actifs jouent un rôle central sur la sécurité alimentaire des ménages agricoles dans la zone soudanienne. La revente d'actifs productifs et de bétail suite à l'occurrence d'un choc augmente les chances de sécurité alimentaire de 10.5%. Les montants de transferts de fonds perçus par les ménages ont également un effet positif sur la sécurité alimentaire, ceux-ci augmentant les chances d'être en sécurité alimentaire de 10.7%.

Une question centrale adressée par littérature économique concerne l'impact des transferts de fonds sur la pauvreté. Cette littérature peut être séparée entre les études portant spécifiquement sur le rôle des transferts de fonds sur la consommation alimentaire et les études portant plus spécifiquement sur une mesure de la pauvreté basée sur les actifs. Nos résultats montrent, à ce titre, que les transferts de fonds ont un effet important sur la pauvreté des ménages lorsque celle-ci est mesurée par leur accès aux aliments et leur consommation alimentaire. A l'inverse, nous trouvons que les transferts

II.2 Une application aux régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

n'ont aucun effet sur la pauvreté lorsque celle-ci est mesurée par les équipements agricoles possédés par les ménages. Autrement dit, les transferts de fonds ont un rôle d'ajustement de la consommation alimentaire en cas de choc transitoire sur le revenu mais ils n'ont aucun effet sur la capacité des ménages à sortir de la pauvreté lorsque celle-ci est structurelle.

Les résultats obtenus dans ce chapitre nous permettent de formuler trois observations principales :

- i) Les transferts de fonds jouent un rôle sur la pauvreté lorsque celle-ci est mesurée par la consommation et l'accès économique aux aliments et la consommation alimentaire mais pas sur la pauvreté mesurée par les équipements agricoles ;
- ii) Les ménages les mieux équipés utilisent les transferts de fonds afin de lisser leur consommation alimentaire en cas de choc transitoire alors que les ménages structurellement pauvres privilégient l'accès au crédit afin d'acquérir une quantité d'équipements suffisante afin d'assurer leur sécurité alimentaire ;
- iii) Une part importante des transferts de fonds est allouée à l'achat de biens alimentaires sur les marchés et pose alors la question de l'utilisation des transferts à des fins d'investissements productifs.

Il apparaît donc, au total, que les transferts de fonds ont des effets contrastés sur la pauvreté des ménages. En effet, s'ils permettent de réduire le risque d'insécurité alimentaire, ils n'ont en revanche, aucun effet sur le niveau de pauvreté des ménages lorsque celui-ci est mesuré par les actifs possédés. Autrement dit, les transferts de fonds n'exercent qu'un effet à court terme sur la vulnérabilité des ménages. Dans le chapitre suivant, nous cherchons à vérifier si ces effets contrastés des transferts de fonds perdurent au niveau macroéconomique.

Chapitre II. Transferts de fonds, variabilité des précipitations et sécurité alimentaire dans les régions soudano-sahélienne et soudano-guinéenne du Mali

Bibliographie

- [1] Abbott, P. (2009). 'Development dimensions of high food prices.' OECD Food, Agriculture and Fisheries Paper 18, OECD Publishing.
- [2] Adams, R. et Page, J. (2005). 'Do international migration and remittances reduce poverty in developing countries?' *World Development*, 33(10) :1645–1669.
- [3] Adams, R.H.J. (2004). 'Remittances and poverty in Guatemala.' Policy Research Working Paper Series 3418, The World Bank.
- [4] Adams Jr, R., Cuecuecha, A., et Page, J. (2008). 'Remittances, consumption and investment in Ghana.' *World Bank Policy Research Working Paper Series, Vol.*
- [5] Azam, J.P. et Gubert, F. (2005). 'Those in Kayes. the impact of remittances on their recipients in Africa.' *Revue économique*, 56(6) :1331–1358.
- [6] Babatunde, R. et Martinetti, E. (2011). 'Impacts of migrant remittances on food security and nutrition of farming households in Kwara State, Nigeria.' *Shocks in Developing Countries.*
- [7] Baltagi, B. (2008). *Econometric analysis of panel data*. Wiley.com.
- [8] Bartus, T. (2005). 'Estimation of marginal effects using margeff.' *Stata Journal*, 5(3) :309–329.
- [9] Belsey, D.W., Kuh, E., et Welsch, R.E. (1980). 'Regression diagnostics.' *Statistica Neerlandica*, 34(3) :161–164.
- [10] Berloff, G. et Modena, F. (2009). 'Income shocks, coping strategies, and consumption smoothing. an application to Indonesian data.' Department of Economics Working Paper 0901, Department of Economics, University of Trento, Italia.

Bibliographie

- [11] Bidou, J.E. et Droy, I. (2013). 'De la vulnérabilité individuelle aux syndromes de vulnérabilité : quelles mesures ?' *Revue Tiers Monde*, (1) :123–142.
- [12] Boccanfuso, D. et Savard, L. (2008). 'The food crisis and its impacts on poverty in Senegal and Mali : Crossed destinies.' Cahiers de recherche 08-20, Département d'Économie de la Faculté d'administration à l'Université de Sherbrooke.
- [13] Brant, R. (1990). 'Assessing proportionality in the proportional odds model for ordinal logistic regression.' *Biometrics*, 46(4).
- [14] Bruijn, M.d., Kaag, M., Til, A.v., et Dijk, J.v. (2005). *Sahelian pathways. Climate and society in Central and South Mali*. African Studies Centre, Leiden.
- [15] Carter, M. et Barrett, C. (2006). 'The economics of poverty traps and persistent poverty : An asset-based approach.' *The Journal of Development Studies*, 42(2) :178–199.
- [16] Carter, M.R. et May, J. (1999). 'Poverty, livelihood and class in rural south Africa.' *World Development*, 27(1) :1–20.
- [17] Chamberlain, G. (1980). 'Analysis of covariance with qualitative data, the review of economic studies.' *Econometrics Issue*, 1.
- [18] Chambers, R. (1989). 'Editorial introduction : Vulnerability, coping and policy.' *IDS Bulletin*, 20(2) :1–7.
- [19] Chami, R., Fullenkamp, C., et Jahjah, S. (2003). *Are immigrant remittance flows a source of capital for development*. International Monetary Fund.
- [20] Chatterjee, S., Hadi, A.S., et Price, B. (2000). *Regression Analysis by Example*. Wiley.
- [21] Chiodi, V., Jaimovich, E., et Montes-Rojas, G. (2012). 'Migration, remittances and capital accumulation : Evidence from rural Mexico.' *Journal of Development Studies*, 48(8) :1139–1155.
- [22] Chiwaula, L.S., Witt, R., et Waibel, H. (2011). 'An asset-based approach to vulnerability : The case of small-scale fishing areas in Cameroon and Nigeria.' *The Journal of Development Studies*, 47(2) :338–353.
- [23] CILSS (1997). 'Vingt ans de prévention des crises alimentaires au Sahel. bilan et perspectives.' Working paper, Ouagadougou.
- [24] Clogg, C.C. et Shihadeh, E.S. (1994). *Statistical models for ordinal variables*. Sage Publications.

- [25] Coulibaly, D. (2009). 'Macroeconomic determinants of migrants' remittances : New evidence from a panel VAR.' Technical Report 09007, Université Panthéon-Sorbonne (Paris 1), Centre d'Economie de la Sorbonne.
- [26] Delarue, J., Mesplé-Somps, S., Naudet, J.D., et Robilliard, A. (2009). 'The Sikasso paradox : Does cotton reduce poverty ?' *Document de travail dial*, (2009/09).
- [27] Demeke, A.B. et Zeller, M. (2009). 'Using panel data to estimate the effect of rainfall shocks on smallholders food security and vulnerability in rural ethiopia.' Research in Development Economics and Policy (Discussion Paper Series) 57994, Universitaet Hohenheim, Department of Agricultural Economics and Social Sciences in the Tropics and Subtropics.
- [28] Dercon, S., Hoddinott, J., et Woldehanna, T. (2005). 'Shocks and consumption in 15 Ethiopian villages, 1999–2004.' *Journal of African Economies*, 14(4) :559–585.
- [29] Dunteman, G.H. (1989). *Principal Components Analysis*. Sage Publications.
- [30] Ebeke, C. et Combes, J.L. (2013). 'Do remittances dampen the effect of natural disasters on output growth volatility in developing countries ?' *Applied Economics*, 45(16) :2241–2254.
- [31] Erkel-Rousse, H. 'Détection de la multicollinéarité dans un modèle linéaire ordinaire : quelques éléments pour un usage averti des indicateurs de belsley, kuh et welsch.' *Revue de Statistique Appliquée*, 43(4) :19–42.
- [32] Fafchamps, M., Udry, C., et Czukas, K. (1998). 'Drought and saving in West Africa : are livestock a buffer stock ?' *Journal of Development Economics*, 55(2) :273–305.
- [33] Fu, V.K. (1998). 'GOLOGIT : Stata module to estimate generalized ordered logit models.'
- [34] Gelbach, J.B. (1999). 'Probitiv : Stata module to perform instrumental variables probit.'
- [35] Gilligan, D.O. et Hoddinott, J. (2006). 'Is there persistence in the impact of emergency food aid ? evidence on consumption, food security, and assets in rural Ethiopia.' FCND discussion paper 209, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- [36] Godfrey, L.G. (1991). *Misspecification Tests in Econometrics : The Lagrange Multiplier Principle and Other Approaches*. Cambridge University Press.
- [37] Greene, W.H. (1996). 'Marginal effects in the bivariate Probit model.' Working Paper 96-11, New York University, Leonard N. Stern School of Business, Department of Economics.
- [38] — (1997). 'FIML estimation of sample selection models for count data.' Working Paper 97-02, New York University, Leonard N. Stern School of Business, Department of Economics.

Bibliographie

- [39] Gubert, F. (2000). *Migration et Gestion Collective des Risques. L'exemple de la région de Kayes*. Ph.D. thesis, PhD thesis, Université de Clermont-Ferrand I.
- [40] Gujarati, D.N. (2003). *Basic econometrics*. McGraw Hill.
- [41] Gupta, S., Pattillo, Catherine, A., et Wagh, S. (2009). 'Effect of remittances on poverty and financial development in Sub-Saharan Africa.' *World Development*, 37(1) :104–115.
- [42] Halliday, T. (2006). 'Migration, risk, and liquidity constraints in El Salvador.' *Economic Development and Cultural Change*, 54(4) :893–925.
- [43] Harrower, S. et Hoddinott, J. (2004). 'Consumption soothing and vulnerability in the Zone Lacustre, Mali.' FCND discussion paper 175, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- [44] Hoddinott, J. (2006). 'Shocks and their consequences across and within households in rural Zimbabwe.' *The Journal of Development Studies*, 42(2) :301–321.
- [45] Hoddinott, J. et Quisumbing, M.A.R. (2003). *Methods for microeconomic risk and vulnerability assessments*. World Bank, Social Protection.
- [46] Hoddinott, J. et Yohannes, Y. (2002). 'Dietary diversity as a food security indicator.' FCND discussion paper 136, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- [47] Lalou, R. et Ndione, B. (2005). 'Stratégies migratoires et recompositions des solidarités dans un contexte de crise. l'exemple du Sénégal urbain.' *Familles au Nord, familles au Sud*, pages 449–479.
- [48] L'Hôte, Y., Dubreuil, P., et Lérique, J. (1996). 'Carte des types de climats en Afrique noire à l'ouest du Congo : rappels et extension aux régimes hydrologiques.' In : Chevallier Pierre (ed.), Pouyaud Bernard (ed.). *L'hydrologie tropicale : géosciences et outil pour le développement : mélanges à la mémoire de Jean Rodier*. Wallingford : AISH, pages 55–65.
- [49] Ligon, E. et Schechter, L. (2004). 'Evaluating different approaches to estimating vulnerability.' Social Protection Discussion Paper 30159, The World Bank.
- [50] Long, J.S. et Freese, J. (2006). 'Regression models for categorical dependent variables using Stata.' *Stata Press books*.
- [51] Maimbo, S.M. et Ratha, D. (2004). *Remittances : Development Impact And Future Prospects*. World Bank Publications.
- [52] Malthus, T.R. (1992). *Malthus : An Essay on the Principle of Population*. Cambridge University Press.

- [53] Maphosa, F. (2007). 'Remittances and development : the impact of migration to south Africa on rural livelihoods in southern Zimbabwe.' *Development Southern Africa*, 24(1) :123–136.
- [54] Martin, P., Martin, S., et Weil, P. (2002). 'Best practice options : Mali.' *International Migration*, 40(3) :87–102.
- [55] Maxwell, D., Caldwell, R., et Langworthy, M. (2008). 'Measuring food insecurity : Can an indicator based on localized coping behaviors be used to compare across contexts?' *Food Policy*, 33(6) :533–540.
- [56] Maxwell, S. (1996). 'Food security : a post-modern perspective.' *Food Policy*, 21(2) :155–170.
- [57] McCullagh, P. et Nelder, J.A. (1989). *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall/CRC.
- [58] Nakelse, T. et Ouédraogo, A. (2011). 'Food insecurity and vulnerability in rural Burkina Faso : An approach using a stereotype logistic regression model.' SSRN Scholarly Paper ID 1766227, Social Science Research Network, Rochester, NY.
- [59] Newman, S.J., Struyk, R., Wright, P., et Rice, M. (1990). 'Overwhelming odds : caregiving and the risk of institutionalization.' *Journal of gerontology*, 45(5) :S173–183.
- [60] Nicholson, S.E. (1989). 'Long term changes in African rainfall.' *Weather*, 44(2) :46–56.
- [61] Nkang, N.M., Udom, D.S., et Abang, S.O. 'Staple food policy and supply response in Nigeria : A case of cassava.' *International journal of food, agriculture and environment*, 4(2).
- [62] Nyikahadzoi, K., Siziba, S., Mango, N., Zamasiya, B., et Adekunhle, A.A. (2013). 'The impact of integrated agricultural research for development on collective marketing among smallholder farmers of southern Africa.' *Asian Journal of Agriculture and rural Development*, 3(5) :321–336.
- [63] ODHD / PNUD (2010). 'Crise alimentaire : enjeux et opportunités pour le développement du secteur agricole.' Technical report, Rapport mondial sur le développement humain durable.
- [64] Ouédraogo, D., Kaboré, M., et Kienou, B. (2007). 'Insécurité alimentaire, vulnérabilité et pauvreté en milieu rural au Burkina Faso : une approche en termes de consommation d'énergie.' *Mondes en développement*, 140(4) :65–84.
- [65] Owens, T. et Hoddinott, J. (1999). 'Investing in development or investing in relief : Quantifying the poverty tradeoffs using Zimbabwe household panel data.' CSAE Working Paper Series 1999-04, Centre for the Study of African Economies, University of Oxford.
- [66] Peterson, B. et Harrell, F.E. (1990). 'Partial proportional odds models for ordinal response variables.' *Applied Statistics*, pages 205–217.

Bibliographie

- [67] Quartey, P. et Blankson, T. (2008). 'Household savings in Ghana : does policy matter ?' In 'The economy of Ghana : analytical perspectives on stability, growth and poverty,' .
- [68] Qureshi, S. (2007). 'Creating an index to measure food security : identifying the components and determinants and testing usefulness.' *Heller School for Social Policy and Management, Brandeis University*.
- [69] Ratha, D. (2006). 'Leveraging remittances for development.' *Proceedings*, pages 173–185.
- [70] Ratha, D. et Mohapatra, S. (2009). 'Remittances and development.' *Wiley-Blackwell Encyclopedia of Globalization*.
- [71] Ratha, D. et Shaw, W. (2007). *South-south Migration and Remittances*. World Bank Publications.
- [72] Reardon, T. (1993). 'Cereals demand in the sahel and potential impacts of regional cereals protection.' *World Development*, 21(1) :17–35.
- [73] Reutlinger, S. (1986). 'Poverty and hunger : Issues and options for food security in developing countries. a world bank policy study.' Technical report, The World Bank, Washington, DC.
- [74] Rosenstein-Rodan, P.N. (1943). 'Problems of industrialisation of eastern and south-eastern Europe.' *The Economic Journal*, 53(210/211) :202–211.
- [75] Rosenzweig, M.R. et Wolpin, K.I. (1993). 'Credit market constraints, consumption smoothing, and the accumulation of durable production assets in low-income countries : Investment in Bullocks in India.' *Journal of Political Economy*, 101(2) :223–44.
- [76] Roy, A. (2010). 'L'initiative riz au Mali : une réponse politique à l'insécurité alimentaire ?' *Politique africaine*, 119(3) :87–105.
- [77] Schaeffer, R.L. (1979). *Multicollinearity and logistic regression*. University of Michigan.
- [78] Sen, A. (1981). 'Ingredients of famine analysis : Availability and entitlements.' *The Quarterly Journal of Economics*, 96(3) :433–64.
- [79] Smith, L.C. et Subandoro, A. (2007). 'Measuring food security using household expenditure surveys.' Food security in practice technical guide series 3, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- [80] Taylor, J.E., Rozelle, S., et de Brauw, A. (2003). 'Migration and incomes in source communities : A new economics of migration perspective from China.' *Economic Development and Cultural Change*, 52(1) :75–101.

- [81] Walsh, R.P.D. et Lawler, D.M. (1981). 'Rainfall seasonality : Description, spatial patterns and change through time.' *Weather*, 36(7) :201–208.
- [82] Williams, R. (2013). 'Gologit2 : Stata module to estimate generalized logistic regression models for ordinal dependent variables.'
- [83] Yang, D. et Choi, H. (2005). 'Are remittances insurance? evidence from rainfall shocks in the Philippines.' Working Paper 535, Research Seminar in International Economics, University of Michigan.
- [84] Zimmerman, F.J. et Carter, M.R. (2003). 'Asset smoothing, consumption smoothing and the reproduction of inequality under risk and subsistence constraints.' *Journal of Development Economics*, 71(2) :233–260.

Bibliographie

Chapitre III

Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

Introduction

La variabilité climatique est un phénomène profondément ancré dans les sociétés d'Afrique de l'Ouest. La période humide des années 1930-1960, la grande sécheresse des années 1970 et 1980 ainsi que la relative recrudescence des précipitations au cours des années 1990 ont clairement illustré le rôle joué par le climat sur les conditions de vies de ces sociétés. Les migrations de travail font également partie intégrante du mode de vie des populations agricoles dans les pays d'Afrique de l'ouest. La migration est de plus en plus étudiée comme moyen d'adaptation aux fluctuations climatiques. Depuis le milieu des années 1980, elle est appréhendée comme un outil de gestion des risques mobilisée par nombre de ménages dans les Pays en Développement. Cette stratégie de gestion des risques climatiques est multiforme, elle se traduit par différents types de mouvements migratoires. Elle peut résulter en mouvements saisonniers, permanents, elle peut être intranationale ou encore internationale.

Les transferts de fonds issus de la migration occupent une place importante en constituant « le lien » entre les familles restées dans la région d'origine et leurs membres en cours de migration. Sur le plan microéconomique nous avons montré, dans les chapitres précédents, que les transferts de fonds augmentent en cas de chocs négatifs sur le revenu agricole des exploitations agricoles familiales au Mali. Les chocs pluviométriques ont été, à ce titre, utilisés comme instrument du revenu agricole, mettant alors en évidence le lien entre transferts de fonds et chocs pluviométriques. Nous avons également montré le rôle joué par ces transferts sur la capacité des ménages à faire face au risque d'insécurité alimentaire notamment dans les régions du Mali les plus exposées aux aléas climatiques. Nous nous concentrons dans ce chapitre, sur les impacts macroéconomiques des transferts de fonds en accordant une place prédominante à la dimension temporelle.

Les transferts de fonds issus des migrants établis à l'étranger n'ont cessé d'augmenter ces dernières années dans nombre de Pays en Développement si bien qu'ils sont devenus une source de revenu indispensable pour nombre d'États. Entre 1996 et 2009, les données de la Banque Mondiale (WDI, 2012) montrent que l'Afrique de l'ouest capte 30% des envois de fonds officiels dirigés vers l'ensemble de l'Afrique subsaharienne. En 1996, la part des transferts de fonds dans le PIB régional s'élevait à 2,1% contre 4,3% en 2009. Ces transferts de fonds gravitant par le canal des banques ne représentent toutefois qu'une partie de la totalité des envois de fonds perçus par les familles restées dans la région d'origine. Une grande partie de ces envois est informelle et difficilement quantifiable d'une année sur l'autre.

L'une des caractéristiques majeures de ces flux financiers est leur stabilité et leur nature contra-cyclique (FMI, 2005). Comme ils font partie intégrante de stratégies de gestion des risques mobilisés par les ménages, ils permettent à ces derniers de mieux faire face à l'occurrence de chocs de diverses natures. Parmi ces différents types de chocs, les facteurs climatiques occupent une place importante et une littérature croissante s'est développée depuis les années 1990 sur la relation

transferts de fonds et événements climatiques. D'un côté, certaines études d'ordre microéconomiques se concentrent sur les motifs ainsi que sur l'utilisation faite par les ménages de ces transferts de fonds. D'un autre côté, une littérature plus macroéconomique se concentre sur les implications économiques des transferts de fonds sur les économies nationales.

Ce chapitre emprunte cette deuxième voie tout en s'appuyant sur les résultats issus des deux premiers chapitres ainsi que de la littérature microéconomique analysant les comportements de transferts des agents. Plus précisément, nous cherchons à analyser d'une part, l'incidence des fluctuations de précipitations au cours de la période récente sur les performances macroéconomiques des pays d'Afrique de l'ouest et d'autre part, les conséquences à court terme des transferts de fonds associés aux fluctuations de la pluviométrie sur les performances économiques des pays d'Afrique de l'ouest. Si les bienfaits des transferts sur le niveau de pauvreté des ménages agricoles sont largement reconnus par les études empiriques et théoriques d'ordre microéconomique, leurs répercussions macroéconomiques demeurent plus contrastées. L'une des incertitudes majeures concernant l'impact macroéconomique des transferts provient de l'utilisation faite par leurs bénéficiaires. Selon que les transferts sont investis ou consommés, localement ou non, leurs implications macroéconomiques diffèrent.

Ainsi, les transferts peuvent avoir des retombées économiques favorables si ceux-ci contribuent directement à des investissements productifs ou indirectement si les dépenses de consommation sont affectées à des biens et services produits localement. Ces effets positifs passent alors par une stimulation de la demande ou de la consommation et n'ont que des effets de court terme et que peu ou pas d'effets d'entraînement sur l'ensemble des performances économiques (FMI, 2005). Lorsque la demande supplémentaire introduite par les transferts dépasse les capacités de productions locales, ils peuvent stimuler les importations de biens agricoles ne contribuant que faiblement aux capacités productives des économies. Ce phénomène est observé lorsque les transferts de fonds favorisent l'adoption de nouvelles habitudes de consommation ou lorsqu'ils permettent de maintenir un niveau de consommation essentiel (Jovičić et Mitrović, 2006).

La littérature microéconomique portant sur les déterminants des envois de fonds met en évidence que ces derniers sont envoyés aux familles restées dans la région d'origine afin d'assurer un certain niveau de revenu et de consommation en cas de choc et dans un tel contexte, les capacités productives des pays receveurs peuvent être affaiblies. Or, les chocs climatiques ont un impact important à la baisse sur l'offre agricole des pays en développement. Selon Loaysa et al. (2009), les sécheresses ont un impact significatif sur le PIB agricole des pays en développement entre l'année de l'occurrence du choc et l'année suivante. Ainsi, toute satisfaction de la demande par l'importation de biens de consommations (favorisée par la perception de transferts de fonds) alors que les capacités productives sont en baisse ou tout aux mieux stagnante (car sujette à l'occurrence de chocs exogènes), peut renforcer la dégradation de la balance commerciale (Bugamelli et Paterno, 2008 ; Glytsos, 1993) ainsi

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

qu'une dépendance aux transferts de fonds afin de maintenir un niveau de consommation minimum. La nature contracyclique des transferts peut de plus poser des problèmes d'incitation renforçant les effets négatifs mentionnés ci-dessus. En effet, la perception de transferts peut diminuer le besoin de travailler du bénéficiaire freinant alors l'activité économique. La question que nous posons ici est donc celle de la dépendance des pays d'Afrique de l'Ouest vis-à-vis de ces flux financiers. Les transferts de fonds constituent-ils un moyen efficace afin de se prémunir contre les fluctuations de précipitations ou forment-ils une source de vulnérabilité cachée au plan macroéconomique ?

Nous répondons à ce questionnement en mobilisant un modèle à Vecteurs Autorégressifs sur données de panel en distinguant deux types de pays : les pays caractérisés par un régime climatique sahélien et les pays caractérisés par un climat de type soudanien. L'originalité de cette recherche réside dans la méthodologie employée et dans l'utilisation de données pluviométriques afin de quantifier la réponse des transferts aux chocs. Le recours à un modèle à Vecteur Autorégressifs en Panel (PVAR) permet à la fois d'analyser la réactivité des transferts face aux chocs sur les précipitations mais également de quantifier leurs effets sur les performances économiques des pays d'Afrique de l'ouest.

Après une première section consacrée à une revue de la littérature empirique portant sur les déterminants et conséquences des envois de fonds ainsi que sur l'incidence des chocs climatiques sur les performances macroéconomiques des pays en développement, nous présentons le cadre méthodologique retenu afin de quantifier l'impact des précipitations sur les transferts ainsi leurs implications macroéconomiques en termes de maintien de la consommation et de financement des importations (section 2). La section 3 de ce chapitre présente les résultats obtenus.

1 Revue de la littérature

1.1 Chocs climatiques et fluctuations de PIB

Une littérature récente identifie plusieurs conditions jouant sur l'incidence des catastrophes naturelles sur les économies (Kahn, 2005). Parmi ces principaux facteurs figurent le niveau de développement, la taille des pays ou encore les facteurs institutionnels et politiques. Les catastrophes naturelles sont appréhendées comme indissociables de leurs conséquences économiques. En considérant l'événement naturel non pas comme une donnée purement exogène mais comme directement liée aux dommages causés, cette littérature empirique identifie les déterminants structurels des conséquences négatives des chocs.

1.1.1 Court terme

La variabilité climatique des pays d'Afrique occidentale a un impact négatif sur leur stabilité macroéconomique. Cet impact négatif est imputable à leur forte dépendance à l'égard des conditions climatiques. Comme l'agriculture (en particulier l'agriculture pluviale) constitue la principale source de nourriture et la principale source de revenu, la variabilité de la pluviométrie a des conséquences importantes sur la production agricole. Les rendements céréaliers sont étroitement corrélés au régime des précipitations qui contribue fortement à la baisse des revenus agricoles ainsi qu'à leur volatilité. Ainsi, tout écart important à la normale climatologique des précipitations constitue un extrême climatique (Goubanova, 2007)¹ dont les impacts socioéconomiques peuvent varier grandement d'une région à l'autre (Ogallo et al., 2000) pour plusieurs raisons.

Premièrement, selon les statistiques de la Banque Mondiale (WDI, 2012), le secteur agricole représente, en moyenne, 31% des richesses produites par l'ensemble des pays d'Afrique de l'ouest entre 2003 et 2006. Cette moyenne cache cependant une forte hétérogénéité. A titre d'exemple, l'agriculture représentait 37% du PIB malien sur l'ensemble de la période 2003-2006 et respectivement 40%, 42% et 32% du PIB du Niger, du Togo ainsi que du Burkina Faso. La part de l'agriculture dans le PIB de la Mauritanie (22%), de la Côte d'Ivoire (24%) et de la Guinée (18%) est en revanche plus faible (Tableau III.1). Deuxièmement, l'Afrique de l'ouest est également fortement exposée aux chocs économiques externes tels que les chocs touchant les termes de l'échange ou l'Aide Publique au Développement (APD). Le climat peut alors jouer un rôle aggravant si les pays sont structurellement incapables de faire face à d'autres types de chocs externes.

1. Un tel événement climatique est dit « simple » par opposition aux événements climatiques « complexes » impliquant plusieurs variables (à l'instar d'une sécheresse expliquée entre autres par les précipitations, le taux d'humidité des sols, les températures...).

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

Tableau III.1 – PIB et agriculture en Afrique de l'Ouest

Pays/région	PIB par tête (\$ US)	Population rural	PIB agr. / PIB (%)
Pays côtiers			
Bénin	323	60	32
Ghana	278	53	37
Guinée	400	67	18
Côte d'Ivoire	560	55	24
Togo	240	60	42
Sahel			
Burkina Faso	250	82	32
Mali	282	70	37
Mauritanie	446	60	22
Niger	166	83	40
Sénégal	489	58	17
Guinée-Bissau	134	70	61

Source : Banque Mondiale, WDI (2012).

Une littérature récente met l'accent sur l'impact des différents types de chocs afin d'évaluer la part de chacun sur la volatilité du PIB des pays en développement à partir d'une modélisation VAR (modèles à Vecteurs Autorégressifs). Ces évaluations forment un nouveau champ de recherche et les résultats proposés sont souvent ambigus (Fomby et al., 2009). Toutefois, il est maintenant reconnu que le niveau de développement, ainsi que les caractéristiques structurelles et le degré d'exposition aux chocs économiques jouent un grand rôle sur la capacité de ces pays à absorber les extrêmes climatiques (Raddatz, 2009 ; Fomby et al., 2009 ; Heger, Julca et Paddison, 2008).

Raddatz (2007) trouve sur la base d'une modélisation VAR en Panel (PVAR) que les catastrophes climatiques constituent un facteur explicatif important de la volatilité du PIB de 40 pays classés par la Banque Mondiale comme pays à faible revenu. Selon l'auteur, la variance conditionnelle des chocs externes explique 11% de la variance totale du PIB. Les chocs climatiques qui regroupent les phénomènes de sécheresses, d'inondations, de températures extrêmes ainsi que les cyclones expliquent 14% de la fraction de la variance du PIB expliquée par la totalité des chocs externes. Les chocs climatiques se positionnent en troisième position derrière les chocs sur les termes de l'échange (première position) ainsi que les chocs sur l'Aide Publique au Développement (deuxième position). L'auteur conclut que les pays les plus pauvres sont également les plus vulnérables aux chocs climatiques et que les coûts engendrés par ce type de catastrophe sont observables l'année suivant l'occurrence du choc. Ainsi l'impact des catastrophes climatiques est important et significatif. En effet, un événement climatique négatif résulte en une baisse de 2% du PIB un an après le choc. Selon les calculs de l'auteur, l'impact d'un choc de type climatique disparaît totalement cinq années après son occurrence.

Loayza et al. (2009), étendent l'analyse de l'impact des chocs climatiques sur les économies en développement sur la base d'un modèle GMM en panel (Méthode des Moments Généralisés). Les auteurs trouvent des impacts différents en fonction du type de choc climatique considéré et du secteur spécifié. Ainsi, le même type de choc peut avoir des répercussions différentes selon le secteur économique appréhendé. Lorsqu'elles sont modérées, les inondations ont des impacts favorables sur le PIB car elles favorisent un accroissement de l'offre d'eau, ce qui permet d'irriguer les terres et d'accroître leur productivité. Les sécheresses ont, au contraire, un impact systématiquement négatif. Les auteurs montrent que les catastrophes fortement covariantes (à l'instar des sécheresses) ont des conséquences invariablement négatives et quasi immédiates pour les pays les plus pauvres.

Noy (2009) propose d'évaluer l'incidence des chocs (mesurés par les dégâts matériels causés et par le nombre d'individus affectés ou décédés) sur le PIB des pays en développement et des pays développés. Les résultats montrent que l'incidence des chocs sur le PIB est significative dès lors que ceux-ci sont mesurés par approximation des dommages matériels causés. Lorsque le choc est approximé par le nombre d'individus affectés ou décédés, les impacts macroéconomiques ne sont plus significatifs.

1.1.2 Moyen-long terme

Si un consensus semble émerger concernant l'impact négatif des chocs climatiques sur le court terme, les études se focalisant sur leurs conséquences dans le moyen-long terme proposent des résultats moins concluants et parfois même contradictoires. La littérature portant sur les effets à moyen long terme des catastrophes climatiques sur la croissance peut être séparée en deux courants principaux. Un premier courant considère que l'occurrence de catastrophes climatiques conduit à une augmentation des investissements en capital humain en encourageant, après l'occurrence du choc, l'accroissement des facteurs de production sur le long terme (Okuyama, 2003 ; Skidmore et Toya, 2002). Okuyama (2003) modélise l'effet productivité à partir du modèle néoclassique de Solow-Swan (1956)² :

$$y = f(k) \quad (\text{III.1})$$

Où $y = Y/L$ et $k = K/L$. Y est la production totale, K représente le stock de capital et L l'offre de travail. En notant s , le taux d'épargne constant, δ le taux de dépréciation du capital (également constant) et n le taux de croissance de la population, la variation du stock de capital par tête dans le temps ($\dot{k} = \partial k / \partial t$) s'écrit :

$$\dot{k} = s.f(k) - (n + \delta).k \quad (\text{III.2})$$

A l'équilibre ($\dot{k} = 0$), on obtient :

$$s.f(k^*) = (n + \delta).k^* \quad (\text{III.3})$$

2. Voir Okuyama (2003) pour une présentation du modèle avec progrès technologique.

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

Avec k^* , le niveau d'équilibre du niveau d'accumulation de capital.

Les auteurs supposent que l'occurrence d'un choc climatique affecte le stock de capital qui passe alors de son niveau d'équilibre k^* à un niveau k_d avec $k_d < k^*$ et n'a aucune incidence sur l'offre de travail. Suite au choc, la production d'équilibre y^* passe au niveau y_d ($y_d < y^*$). Les auteurs envisagent le processus de reconstruction comme le retour de k_d vers son niveau d'équilibre (k^*) accompagné d'un taux d'épargne de « reconstruction » dénoté s_r qui croît à un rythme plus élevé que s , le taux d'épargne d'origine. Selon les auteurs, ce rythme de croissance plus élevé s'explique premièrement, par une allocation des ressources à la reconstitution du capital endommagé plus importante à la suite d'un choc et deuxièmement, par l'effet positif qu'exerce l'Aide au Développement sur l'accumulation de capital physique. Ainsi, l'économie connaît une courte période pendant laquelle le taux de croissance de l'épargne (s_r) est plus élevé. Comme $s_r > s$, le taux de croissance de k est plus élevé en période de reconstruction, participant en retour à tendre vers le niveau de production d'équilibre.

Des études récentes (Raddatz, 2009 ; Noy et Nualsri, 2007) montrent que les impacts macroéconomiques des chocs climatiques sur le long terme sont négatifs mais moins importants en comparaison des impacts qu'ils exercent à court terme. Raddatz (2009) montre ainsi que le PIB par tête des Pays en Développement subit une baisse de 0,6% sur le long terme suite à un seul et unique choc climatique. Toutefois, 90% des conséquences macroéconomiques de ce choc climatique affectent l'économie l'année suivant son occurrence. Selon Skidmore et Toya (2002), l'occurrence de catastrophes naturelles encourage l'adoption de nouvelles technologies qui, par conséquence, conduit à un accroissement des facteurs de production sur le long terme selon un processus de destruction créatrice. Les auteurs testent, sur la base d'une fonction de production de type Cobb Douglas, l'impact des chocs climatiques sur la croissance de long terme de 89 pays. Leurs résultats indiquent que l'investissement en capital humain ainsi que l'augmentation des facteurs de production sont positivement corrélées à l'occurrence de chocs climatiques.

Cette hypothèse de destruction créatrice a toutefois été remise en question par les modèles de croissance endogènes (Cuaresma et al., 2008 et Hallegatte et Dumas, 2009). Selon ces études, les catastrophes climatiques n'impliquent aucune conséquence positive sur la croissance de long terme. Selon Hallegatte et Dumas (2009), l'effet productivité lié aux tentatives de reconstruction suite à l'occurrence d'une catastrophe naturelle peut aboutir sur des situations de trappes à pauvreté. En effet, si le potentiel de reconstruction est faible (dans le cas des pays en développement), un pays peut se retrouver dans un état de reconstruction perpétuel. Cet effet de trappe, peut être renforcé par plusieurs facteurs. Premièrement, l'occurrence d'une catastrophe peut aboutir à la migration de la force de travail provoquant ainsi une perte de capital humain. Deuxièmement, une situation à risque peut créer une situation défavorable à l'investissement productif. Autrement dit, même si aucune catastrophe n'a lieu, un univers risqué ne favorise aucune stratégie de long terme et aucun investissement productif.

III.1 Revue de la littérature

Le tableau tableau III.2 permet de confronter les différents résultats proposés par cette littérature empirique grandissante.

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

Tableau III.2 – *Survey* de la littérature empirique portant sur l'évaluation des chocs naturels sur le PIB

Articles	Résultats	Preuves empiriques
Raddatz (2007)	Les chocs climatiques et humanitaires ont un impact négatif sur le PIB. Les chocs géologiques ne sont pas significatifs (Court terme).	Climatiques : -2% du PIB/tête. Humanitaires : -4% du PIB/tête. Géologiques : -
Loayza et al. (2009)	Les catastrophes ont des effets différents sur les secteurs économiques. Les Pays les plus pauvres sont les plus exposés.	Sècheresses : -0,606% du PIB. Inondations : +0,996% du PIB. Tremblements de terres et cyclones : -
Noy (2009)	Les catastrophes naturelles ont un effet négatif sur la croissance des PED lorsqu'elles sont mesurées par des propriétés physiques et non par le nombre de populations affectées.	-9,7% du PIB. (Effet cumulatif : -11,7% du PIB)
Hochrainer (2009)	Les catastrophes naturelles ont un impact négatif sur le PIB.	-0,5% après un an et -4% après 5 ans.
Skidmore et Toya (2002)	Les évènements climatiques ont un effet positif sur la croissance à long terme. Les évènements géologiques ont un effet négatif.	Climatiques : +0,42% du PIB. Géologiques : -0,32% du PIB.
Raddatz (2009)	Identique à Raddatz (2007) mais dans le moyen long terme.	Climatiques : -0,6% du PIB/tête. Géologiques : -

1.2 Impacts macroéconomiques des transferts de fonds

L'analyse des impacts des transferts de fonds sur les économies en développement a fait l'objet de nombreuses analyses microéconomiques sous l'impulsion de la « Nouvelle Économie des Migrations de Travail » depuis les années 1980. Depuis les années 1990, la recherche accorde une importance croissante aux conséquences macroéconomiques des transferts issus de la migration. Cette littérature grandissante se concentre particulièrement sur les liens entre transferts de fonds et taux de change ainsi que sur l'incidence des transferts de fonds sur l'épargne domestique, les dynamiques d'investissement ou encore sur la stabilité de la croissance.

1.2.1 La nature contra-cyclique des transferts de fonds

La réponse globale des envois de fonds à la conjoncture économique du pays est également une question d'importance. Ces flux sont envoyés volontairement et visent à améliorer les conditions de vie de membres de la famille restés dans le pays d'origine. Ainsi, ces flux peuvent augmenter en réponse à la détérioration des conditions de vie dans le pays d'origine (i.e. nature contra-cyclique des transferts de fonds). Dans ce cas, ces flux ont un effet stabilisateur en période de crise.

S'il est maintenant reconnu que les transferts de fonds ont un effet positif sur le bien être des ménages (Gupta et al., 2009), leur déterminants et conséquences macroéconomiques suscitent de nombreux questionnements. Malgré un large panel d'études théoriques (voir Rapoport et Docquier, 2005), « les études empiriques restent en retrait et se sont plus spécifiquement axées sur les interactions entre croissance inégalité et pauvreté, laissant le champ de la stabilité macroéconomique sous investi » (Bugamelli et Paterno, 2008). Selon l'hypothèse formulée par le Fonds Monétaire International (2005), « la relative stabilité ainsi que la nature contra cyclique des transferts de fonds suggèrent que les pays ayant accès à un montant significatif de transferts de fonds devraient être moins exposés aux conséquences négatives des fluctuations de PIB, de consommation ou d'investissement » (FMI, 2005). Plusieurs études empiriques ont cherché à démontrer cette hypothèse. Ebeke (2011) évalue le rôle d'assurance joué par les transferts de fonds contre différents types de chocs en utilisant une mesure de la nature cyclique des transferts vis à vis du PIB. Ses résultats indiquent que la moitié de son échantillon de pays est caractérisée par une relation contra cyclique particulièrement prononcée dans les années 1990. Gupta et al. (2009) testent la nature contra cyclique des transferts de fonds vis à vis du PIB des pays d'Afrique subsaharienne. Les résultats indiquent une relation contra cyclique marquée entre 1996 et 2006 et pro cyclique entre 1980 et 1995. Bien que les résultats de Gupta et al. (2009) et Ebeke (2011) semblent proches, la majorité des études offrent des résultats contrastés en fonction des régions et des pays appréhendés. Neagu et Schiff (2009) trouvent, en estimant des coefficients de corrélation, une relation contra-cyclique pour 70% des pays composant leur échantillon (116 pays au total). Sayan (2006) utilise un filtre Hodrick-Prescott afin de calculer des coefficients de corrélation entre les composantes cycliques des transferts de fonds et du PIB de 12 pays. L'auteur montre que la relation est contra cyclique au regard de la totalité de l'échantillon. Toutefois, l'analyse menée par pays montrent que seuls le Bangladesh et l'Inde sont caractérisés par une telle relation alors que les autres pays de l'échantillon sont marqués par une relation pro ou acyclique (c'est particulièrement le cas du Sénégal et de la Côte d'Ivoire).

En théorie, l'effet stabilisateur des transferts de fonds se justifie par l'hypothèse que ces derniers sont guidés par des comportements altruistes. Sous cette hypothèse, les transferts de fonds sont contra-cycliques car les migrants tendent à envoyer davantage lorsque l'économie d'origine subit ou a subi un choc négatif. Un autre point de vue théorique affirme que les transferts de fonds sont une forme d'investissement. Ainsi, les migrants enverraient une part de leur revenu épargné afin de financer

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

l'achat de biens durables, d'actifs réels ou financiers et/ou d'investissement dans leur pays d'origine. Selon cette approche théorique dite du portefeuille d'actif, les envois de fonds des migrants sont motivés par un intérêt personnel et tendent à augmenter lorsque le climat économique dans la région d'origine est favorable. Dans ce cas, les transferts sont supposés être pro cycliques (El Sakka et McNabb, 1999).

Selon Agarwal et Horowitz (2002), les faits empiriques jouent majoritairement en faveur de la thèse de transferts de fonds liées à des comportements altruistes. Toutefois, ces différentes études possèdent certaines limites méthodologiques liées notamment à l'utilisation de techniques statistiques (coefficients de corrélation) qui ne peuvent rendre compte de causalités multiples qui nécessitent de fait des analyses de sensibilité basées sur des modélisations économétriques (Forbes et Rigobon, 2002).

1.2.2 L'effet d'entraînement des transferts de fonds

Les transferts de fonds peuvent impacter la croissance par le biais de leurs effets d'entraînements ou d'un effet multiplicateur sur les économies. Cet effet multiplicateur sur le revenu national peut être exercé uniquement dans un contexte où la demande peut être satisfaite par l'offre ; autrement dit, si la demande supplémentaire liée à la perception des envois de fonds peut être satisfaite par la production intérieure. Il faut donc qu'une partie de ces transferts soit injectée dans l'économie sous forme d'investissements productifs. En effet, le fait que les transferts de fonds ne soient pas générés par la production domestique contribue fortement à limiter leur effet multiplicateur (Daffé, 2009). Ainsi, selon que ces transferts seront dépensés ou investis, ils n'exerceront pas la même influence sur la production.

Les études empiriques au niveau microéconomiques visant à évaluer les comportements de dépense des transferts peuvent être divisées en deux catégories. Une première série d'étude montre que les transferts permettent de favoriser les investissements productifs alors que d'autres recherches montrent systématiquement que les transferts de fonds permettent aux ménages de maintenir leur consommation via un processus de lissage intertemporel. Adams (2002 et 1998) montre que les ménages pakistanais recevant des transferts de fonds internationaux ont une plus grande propension à épargner que les ménages percevant une rente. Selon Taylor (1999), les transferts de fonds font office d'assurance contre les risques associés aux nouvelles activités productives. Selon Lucas (1985), les transferts de fonds ont une tendance à diminuer l'offre de travail ainsi que la production de céréales à court terme dans les pays d'Afrique subsaharienne alors qu'à long terme, ils sont investis et favorisent alors la productivité céréalière ainsi que l'accumulation du bétail.

Toutefois, les transferts de fonds peuvent également stimuler la consommation de subsistance et non l'investissement si le revenu des ménages restés dans la région d'origine se situe en dessous d'un

certain seuil (Yang, 2003). Ces comportements sont vérifiés lorsque les ménages font face à une crise ou un choc faisant pression sur leur niveau de consommation préalable. Selon une enquête réalisée en 2007 au Mali, au Sénégal, au Maroc et aux Comores (BAD, 2007), seulement un ménage sur dix recevant des transferts de fonds utilise ces revenus pour des investissements productifs : « La priorité accordée à l'amélioration des conditions de vie de la famille du migrant montre à quel point les transferts migratoires sont nécessaires à la satisfaction des besoins élémentaires des ménages » (Daffé, 2009).

Ainsi, lorsque les ménages utilisent les transferts de fonds à des fins de consommation, une question majeure est de savoir sous quelles conditions toute demande supplémentaire induite par la perception de transferts de fonds peut-elle être satisfaite par la production intérieure. En effet, si la demande s'accroît sans que l'offre ne soit stimulée, toute augmentation des transferts de fonds conduit à importer davantage car la production interne n'est pas suffisante. Certaines recherches ont toutefois montré que la croissance peut être stimulée indirectement par les transferts de fonds même si ceux-ci sont affectés à la consommation. Ces effets positifs passent notamment par la production d'effets positifs des transferts dans le long terme. Medenou (2010) montre, à partir d'un VECM (modèle vectoriel à correction d'erreurs) que les transferts constituent un déterminant de la croissance à long terme au Bénin et ce, par le canal de la consommation. Selon l'auteur, les transferts de fonds permettent de réduire la dépendance des populations vis à vis de ces flux financiers. Autrement dit, plus les ménages perçoivent des transferts et plus ils sont dans la capacité de ne plus en dépendre.

Si les transferts de fonds ont un effet positif sur la réduction de la pauvreté par le biais du maintien des capacités à consommer, ils représentent un danger lorsque cette consommation passe par le canal des importations. Tout d'abord parce qu'il peut exister une forme d'interdépendance entre transferts de fonds et importations. Cette interdépendance peut contribuer à creuser les déficits de la balance commerciale (il s'agit de « l'effet boomerang »). De plus, lorsque les importations financées par les transferts de fonds concernent des biens de première nécessité, leur effet d'entraînement est faible. Ainsi, les transferts de fonds ne permettront pas, malgré leur effet positif sur la pauvreté, de limiter l'exposition de ces économies face aux chocs à venir.

Jovičić et Mitrović (2006) montrent que les transferts de fonds expliquent une grande partie des importations en Serbie. Les auteurs partent du constat que les envois de fonds ont augmenté plus rapidement que le PIB (respectivement 46% par an en moyenne contre 5%) et que le coefficient de corrélation entre les importations serbes et les envois de fonds par pays d'origine est très élevé (0,92). Les envois de fonds constituent une variable fortement endogène dans cette relation de telle sorte qu'il existe une interdépendance simultanée entre les deux variables. Afin d'étudier la relation de cause à effet entre les envois de fonds et les importations de biens de consommation tout en distinguant les effets à long terme des effets de court terme sur l'économie, les auteurs développent une modélisation VAR. Un indice mensuel du niveau de la production industrielle est inclus, comme fac-

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

teur exogène afin de représenter les fluctuations de l'économie. Les résultats issus du modèle VAR indiquent que le pourcentage de la variation des importations de biens de consommation attribuable aux transferts de fonds passe de 8% après un mois à 40% après 12 mois. Ainsi, le modèle VAR montre que le processus d'ajustement des importations de biens de consommation à l'arrivée de nouveaux flux de transferts de fonds est prononcé, bien que lent, ce qui vient de plus confirmer l'hypothèse de la formation de nouvelles habitudes de consommation suite à la perception d'envois de fonds.

Aussi, nous proposons de tester la relation existant entre précipitations et transferts de fonds dans les pays d'Afrique de l'Ouest en estimant un modèle VAR en panel et en procédant aux exercices usuels d'analyse des fonctions de réponse et de décomposition de la variance de l'erreur de prévision. Nous testons l'hypothèse selon laquelle les transferts de fonds n'ont que peu d'effets d'entraînement dans le court terme étant donné leur nature contra-cyclique et l'impact négatif des chocs pluviométriques sur l'offre interne. Ce faible effet d'entraînement s'explique par une augmentation des importations agricoles permettant aux ménages de lisser leur consommation dans le temps.

2 Modèle empirique

Nous utilisons une modélisation à vecteurs autorégressifs sur données de Panel (PVAR) afin d'analyser l'impact macroéconomique de la variabilité des précipitations ainsi que des transferts de fonds sur les économies d'Afrique de l'Ouest. Les modèles PVAR étendent l'analyse traditionnelle des vecteurs autoregressifs introduite par Sims (1980) aux données de panel et constituent un outil économétrique couramment utilisé lorsque l'analyse repose sur un faible nombre d'observations.

2.1 Spécification du modèle PVAR

Les analyses basées sur les PVAR offrent plusieurs avantages. Ils permettent d'introduire une hétérogénéité individuelle inobservable mais également d'améliorer les résultats asymptotiques (Gilchrist et Himmelberg, 1999). La modélisation VAR est un outil économétrique particulièrement adapté pour mesurer et utiliser en simulation l'ensemble des liaisons dynamiques à l'intérieur d'un groupe de variables donné. Bien que toutes les variables sont initialement considérées comme étant potentiellement endogènes, les modèles VAR permettent, moyennant l'introduction d'un nombre minimal de restrictions, d'identifier certains chocs structurels (Sims, 1980) et d'en dériver les effets sur les variables agrégées. Ce cadre méthodologique constitue donc un moyen performant afin d'analyser les causalités multiples ainsi que les effets d'entraînements entre transferts de fonds et performances économiques (Coulibaly, 2009).

Nous spécifions un modèle PVAR à cinq variables où $i = 1, \dots, N$ et $t = 0, 1, \dots, T$ donné par la forme

réduite suivante :

$$Y_{it} = \Gamma Y_{it} + u_i + \epsilon_{it} \quad (\text{III.4})$$

Où Y_{it} est un vecteur de variables $K \times 1$ comprenant la différence du log du PIB réel (PPA) par tête (Δy), la différence du log des transferts de fonds et compensations des employés par tête (Δr), la composante cyclique des précipitations annuelles en mm obtenue par filtrage de Kalman (Kp), la différence du log des importations agricoles totales par tête en \$US courant (Δimp) et la différence du log de la valeur ajoutée agricole par tête ($\Delta yagr$) en \$US constant. Γ est une matrice polynomiale $K \times K$ dans l'opérateur de retards, u_i est un vecteur d'effets spécifiques aux pays et ϵ_{it} est un vecteur d'erreur idiosyncratique. Le nombre de retard est choisi par la règle de minimisation du critère d'information d' Akaike (AIC) et du critère de Schwarz (SC). Étant donné les résultats des critères AIC et SC ainsi que la faible taille de notre échantillon, nous retenons deux retards.

Toutefois, l'estimation de ce modèle peut aboutir sur des résultats biaisés car les effets fixes sont corrélés aux régresseurs à cause des retards sur la variable dépendante (Arellano et Bond, 1991). Ce biais peut être contourné de plusieurs façon. A titre d'exemple, Love et Zicchino (2006) proposent de prendre en compte un effet fixe sans toutefois biaiser les coefficients estimés en effectuant une transformation de Helmert sur les variables intégrées au modèle. La procédure de Helmert (ou « Forward Mean-Difference ») permet d'estimer les coefficients par la méthode GMM tout en préservant l'orthogonalité entre les variables transformées (via transformation de Helmert) et les régresseurs (Arellano et Bover, 1995 ; Love et Zicchino, 2006). Comme l'importance du biais des effets fixes dépend négativement du nombre d'observations et non du nombre d'individus, nous estimons le modèle (III.1) par les MCO (« Moindres Carrés Ordinaires »). En effet, lorsque $N < 2T$, les estimateurs basés sur les systèmes GMM tendent à produire des estimations avec une variance plus élevée que par les MCO (Judson et Owen, 1999 ; Alvarez et Arellano, 2003).

Une fois les paramètres estimés, nous analysons les relations dynamiques du système par la décomposition de l'erreur de prévision de la variance (FEVD) et via les fonctions d'impulsions généralisées (GIRF). La décomposition de l'erreur de prévision de la variance permet de mesurer la sensibilité d'une variable vis-à-vis des chocs sur les autres variables du modèle. La décomposition de la variance représente le pourcentage de la variance de l'erreur commise lors de la prévision d'une variable en raison d'un choc spécifique à un horizon de temps spécifique. Partant de la décomposition des résidus en innovations « pures » ou orthogonales, nous calculons la contribution de chaque innovation à la variance totale de l'erreur de prévisions du processus y_{it} . De façon générale, on écrit la variance de l'erreur de prévision à un horizon j (dans notre cas $j = 10$) en fonction de la variance de l'erreur attribuée à chacune des variables. On effectue ensuite le rapport entre chacune de ces variances et la variance totale pour obtenir son poids relatif en pourcentage.

Les fonctions impulsionnelles représentent les réactions du système VAR à des chocs exogènes. Elles

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

sont donc fonctions des paramètres estimés du VAR. Une fonction impulsionnelle (ou fonction de réponse aux innovations) résume l'information concernant l'évolution d'une composante y_{it} qui intervient suite à une impulsion sur y_{it} à la date T en supposant que toutes les autres variables sont constantes pour t inférieur ou égal à T . Autrement dit, les réponses impulsionnelles décrivent la réaction d'une variable du système VAR aux innovations d'une autre variable du système sans provoquer de choc sur les autres variables.

A la suite des travaux de Sims (1980), l'analyse des relations dynamiques des modèles VAR a été traditionnellement conduite à partir de fonctions impulsionnelles orthogonales (OIRFs) au sein desquelles les chocs identifiés par le modèle sont orthogonalisés par la méthode de décomposition de Choleski avant que les fonctions IRFs ne soient calculées. Toutefois, les OIRFs sont sensibles au placement des variables dans le modèle VAR (Lütkepohl, 2005). En effet, la décomposition de Choleski produit une seule et unique matrice triangulaire inférieure et fait l'hypothèse que la première variable du système est faiblement exogène i.e. elle n'est impactée par les autres variables placées après dans la système sans effet contemporain (seulement avec leurs valeurs retardées). Étant donné que la variable des précipitations est totalement exogène au système car elle n'est soumise à aucune forme de causalité inversée avec les autres variables du modèle, nous utilisons des fonctions impulsionnelles généralisées (GIRFs) afin d'étudier les dynamiques des chocs dans le système. Pesaran et Shin (1998) ont proposé sur la base des travaux de Koop et al. (1996) une solution aux difficultés rencontrées lors de l'utilisation des OIRFs. En effet, les GIRFs ne nécessitent pas l'orthogonalisation des chocs et sont invariables à l'ordre de placement des variables dans le modèle VAR.

2.2 Données

La majorité des études empiriques évaluant l'impact du climat sur les variables macroéconomiques des pays en développement utilisent les Bases de Données du Centre de Recherche en Épidémiologie sur les catastrophes naturelles (EM-DAT)³. La base de données EM-DAT comprend des données sur l'occurrence et les effets de plus de 12 800 catastrophes déclarées dans le monde depuis 1900 compilées à partir d'un large éventail de sources. Les catastrophes sont divisées en deux catégories principales (technologiques et naturelles correspondant aux déterminants humains et naturels). La catégorie des catastrophes naturelles est divisée en cinq sous-groupes couvrant à leur tour douze types de catastrophes et plus de trente sous-types. Les catastrophes climatiques (type) comprennent les inondations, les sécheresses, les températures extrêmes et les tempêtes de vent (sous types). L'occurrence de catastrophes est approximée par l'intermédiaire d'une variable binaire d'une valeur égale à 1 en cas de choc et 0 en l'absence de choc.

La production de ce type de données comporte toutefois certaines limites (PNUD, 2004). Première-

3. Voir, entre autres, Raddatz (2007) ; Raddatz, (2009) ; Skidmore et Toya, (2002).

ment, ce type de données ne tient pas compte de la corrélation entre chocs (un choc causant un autre choc). Certains chocs, à l'instar des sécheresses posent également problème car ils tendent à se développer progressivement aussi bien dans le temps que dans l'espace. Ainsi, leur occurrence ainsi que leurs impacts économiques ne peuvent être approximés par une variable binaire. Une autre limite est liée au problème d'endogénéité inhérente à la production de ces données. En effet, une catastrophe est déclarée en fonction du nombre de personnes affectées par le dit choc au cours d'une année. Ainsi, la mesure du choc écarte les facteurs physiques en ne tenant compte que de la capacité ou de l'incapacité des individus à faire face au choc. Ces différentes limites renvoient à celles du concept de catastrophe qui n'accorde qu'une faible importance à la dimension temporelle. Aussi, nous proposons ici une toute autre approche reposant sur la prise en compte de données pluviométriques provenant de multiples stations météorologiques disséminées dans les différents pays composant notre étude.

Les données utilisées couvrent la période 1975-2009⁴ sur huit pays d'Afrique de l'ouest (Ghana, Togo, Mali, Niger, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Bénin, Sénégal). A l'exception de la variable pluviométrique, les séries sont exprimées en différence première du logarithme⁵. Le PIB réel par tête (PPA), la valeur ajoutée agricole par tête (\$US constant) ainsi que les importations agricoles par tête (\$US constant) et les transferts de fonds plus rémunérations des employés par tête sont extraits de la base de données de la Banque Mondiale (WDI, 2012).

Les envois de fonds des migrants sont composés des envois de fonds des travailleurs résidant à l'étranger, de la rémunération des salariés non résidents et des transferts de migrants. Selon la 6^e édition du Manuel de la balance des paiements du Fonds monétaire international (FMI 2010a), le poste « envois de fonds des travailleurs » comprend les transferts privés courants effectués par les travailleurs migrants considérés comme des résidents dans leur pays d'accueil à des bénéficiaires dans leurs pays d'origine. Lorsque les migrants séjournent dans le pays d'accueil pendant une période d'un an ou plus, ils sont considérés comme des résidents, quel que soit leur statut au regard des services de l'immigration. Lorsque les migrants séjournent dans le pays d'accueil pendant une période inférieure à un an, la totalité de leur revenu dans ce pays est en revanche classée dans la catégorie « rémunération des salariés »⁶.

Les déficits pluviométriques en *mm* sont calculés à partir des données provenant du Centre de re-

4. L'année 2010 n'a pas été incluse étant la baisse générale constatée dans les montants perçus de transferts de fonds dans l'ensemble des pays d'Afrique de l'ouest suite à la crise financière

5. Cette transformation est opérée afin d'obtenir des variables stationnaires. Les tests de racines unitaires sont présentés en section 2.3, tableau III.3.

6. L'estimation des flux informels constitue cependant le problème le plus épineux en matière de statistiques sur les envois de fonds. La réalisation d'enquêtes auprès des expéditeurs et des destinataires des envois de fonds peut permettre de mieux évaluer leur volume réel. Les enquêtes existantes auprès des ménages ne fournissent toutefois que des informations indicatives étant donné leur coût et les difficultés posées par le suivi des populations.

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

cherche sur le climat de l'Université d'East Anglia (CRU). Ces données sont mensuelles et couvrent toutes les surfaces terrestres (à l'exception de l'Antarctique) sur une grille carrée de 0.5° en latitude et longitude pour la période 1901-2012 (version TS3.10.01, Mitchell et Jones, 2005). Les séries temporelles de dix-neuf mille huit cents stations à l'origine de cette base de données ont été transformées en anomalies relatives à la moyenne 1961 - 1990 (normale climatologie), puis interpolées directement sur des observations en utilisant un algorithme de moyenne pondérée sur les huit stations les plus proches, et enfin corrigées par validation croisée, puis comparées avec d'autres jeux de données. Outre la fiabilité des données proposées par le CRU, celles-ci ont pour principal avantage d'avoir bénéficié de la même méthode pour la construction de toutes les séries temporelles sur une résolution spatiale plus élevée que l'ensemble des données qui existent sur la même période⁷.

La variabilité inter-annuelle des précipitations a été estimée à partir de la composante cyclique des précipitations en utilisant un filtre de Kalman (Harvey, 1989)⁸. Les modèles d'état tel que le filtre de Kalman ont l'avantage de rester valides en présence de séries non stationnaires ce qui n'est pas le cas du filtre Hodrick-Prescott (HP) traditionnellement employé dans la littérature. De plus, ce filtre statistique permet de relâcher l'hypothèse restrictive de distribution gaussienne des erreurs (Lemoine et Pelgrin, 2003).

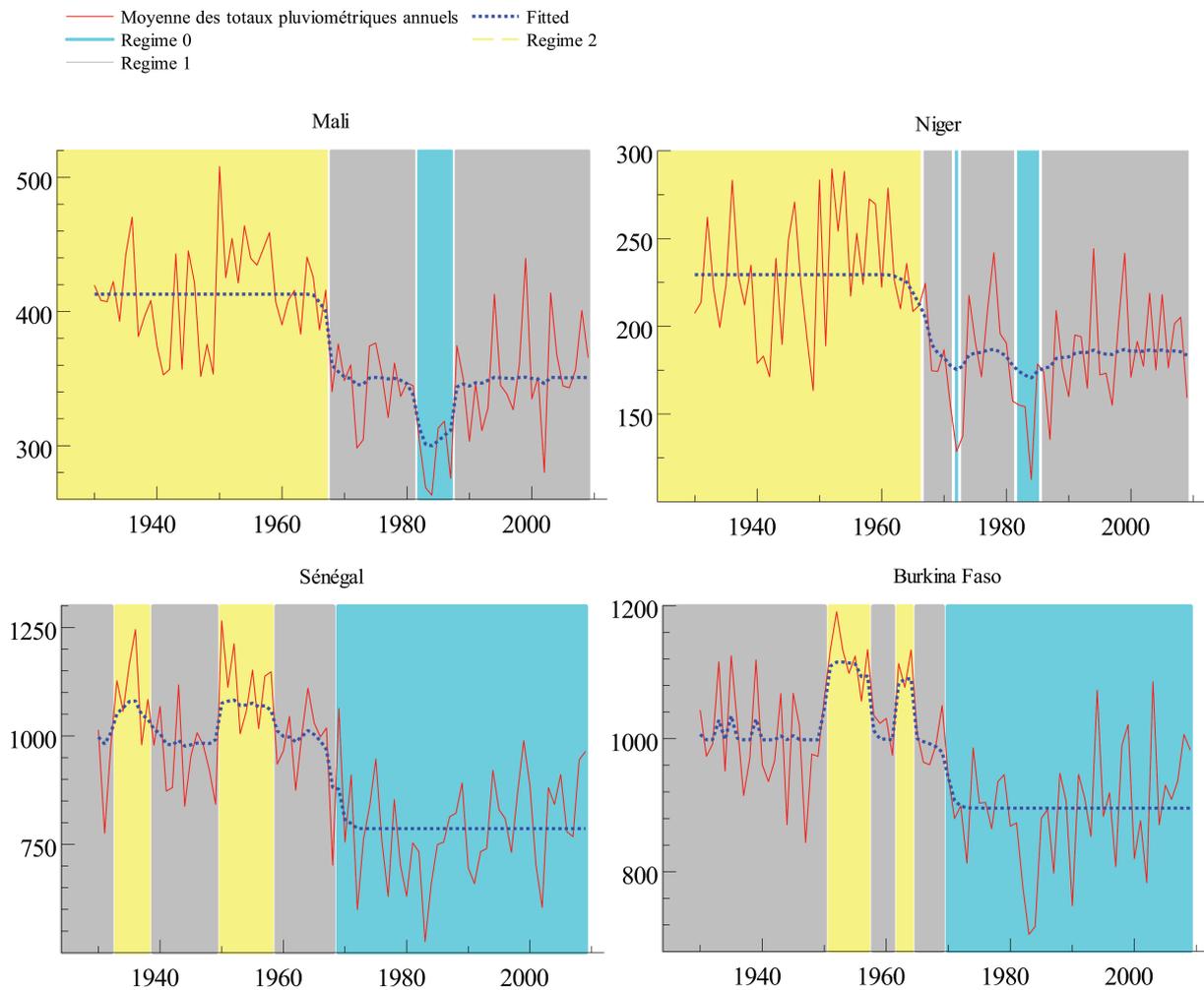
Les pays inclus dans l'analyse sont séparés en deux sous groupes à partir de l'analyse du régime pluviométrique de chacun des pays. L'analyse des régimes pluviométriques est effectuée à partir d'un modèle à changement de régime markoviens (Figure III.1)⁹. Le nombre de régime possibles est fixé à trois et permet de distinguer deux ensembles de pays. Un premier ensemble (Panel A) regroupe les pays caractérisés par un niveau élevé de précipitations soit les pays côtiers caractérisés par un climat de type soudano-guinéen recevant plus de 750 *mm* de pluies annuelles (Bénin, Togo, Côte d'Ivoire et Ghana). Ces pays montrent une pluviométrie moyenne depuis les années 1980-1990 (post grande sécheresses) proche du régime humide des années 1930-1960 ainsi qu'une période de forte instabilité au cours des années 1960 et début 1970 caractérisés par l'alternance de chocs de très court terme. Un deuxième ensemble (Panel B) regroupe les pays où les précipitations annuelles sont plus faibles, entre 150 *mm* et 750 *mm* en moyenne (Mali, Niger, Sénégal et Burkina Faso). Ces pays sont caractérisés par un régime pluviométrique faible depuis les années 1980. Malgré une reprise relative des précipitations amorcée au cours des années 1990, ce régime pluviométrique est loin d'atteindre celui des années 1940-1960 caractérisé par une pluviométrie inter-annuelle élevée.

7. Les données du CRU sont en accès libre : <http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/data/index-table.html>.

8. Les composantes cycliques et tendanciennes des séries sont présentées en annexe A.9, figure A.3 pour les composantes cycliques des précipitations et figure A.4 pour les composantes tendanciennes.

9. Voir annexe A.8 pour une présentation du modèle utilisé.

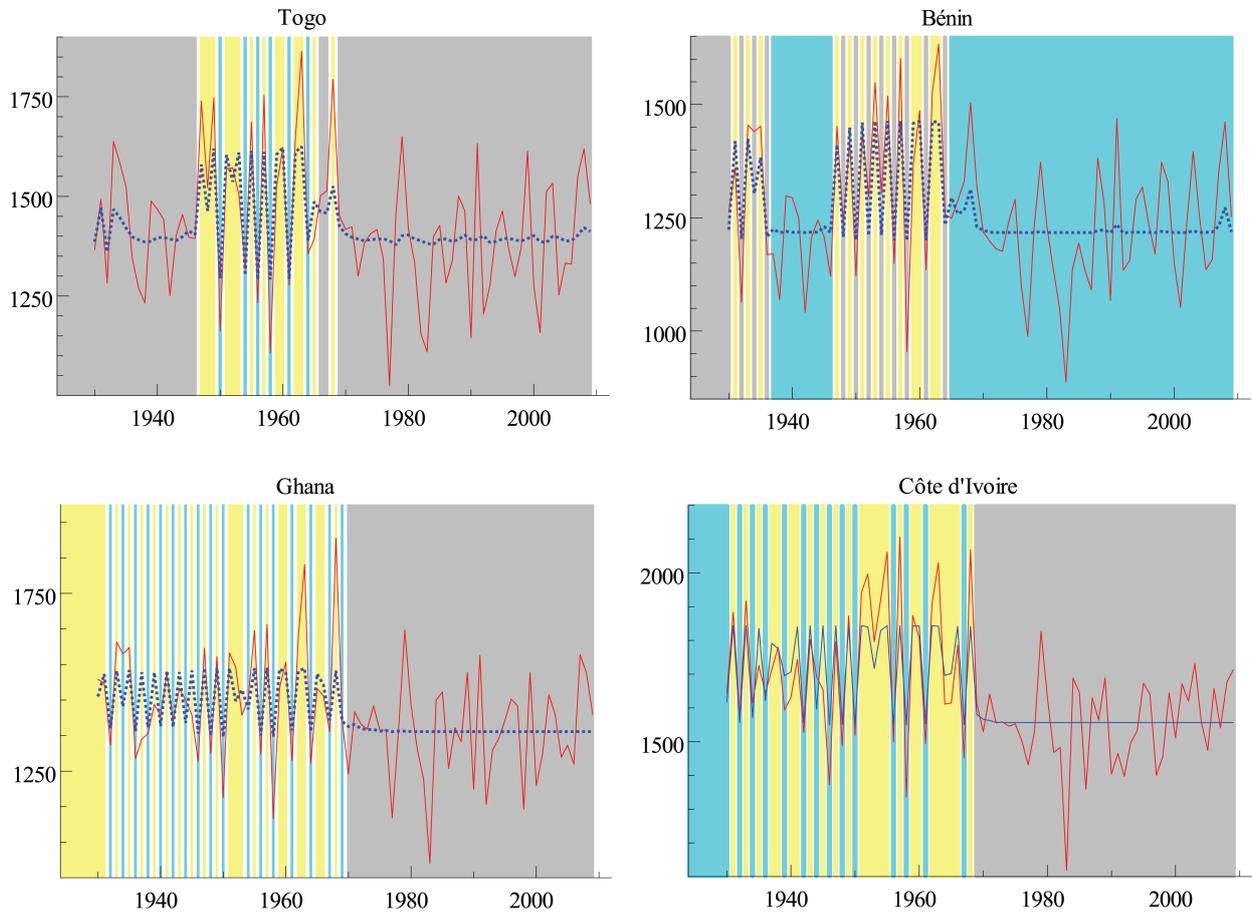
Figure III.1 – Précipitations modélisées à partir d'un modèle à changement de régime markovien.



2.3 Tests de racine unitaire et de cointegration sur données de panel

L'estimation des modèles VAR en panel nécessite de vérifier la stationnarité des variables incluses dans le système mais également d'identifier les sources éventuelles de non stationnarité (i.e. en moyenne et/ou en variance). L'élimination de la tendance au sein des séries ou le calcul de leurs différences premières constituent les deux recours permettant de conserver l'hypothèse de stationnarité des variables. Toutefois, ces deux méthodes sont en réalité des opérations opposées et l'élimination de la tendance d'une série temporelle sera pertinente si et seulement si elle est stationnaire autour de cette tendance. Nous procédons aux tests usuels de racines unitaires et de cointegration sur données de panels afin d'analyser les propriétés temporelles des séries. Les deux tests de racines unitaires utilisés sont les tests de Im, Pesaran et Shin (2003) et de Pesaran (2007). Afin de tester l'existence de

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique



relation de cointégration entre les séries, nous procédons au test de Westerlund (2007).

2.3.1 Tests de racine unitaire

Les tests de racine unitaire de première génération (Levin et Lin, 1992 ; Im, Pesaran et Shin, 2003 ; Maddala et Wu, 1999) traitent les individus du panel comme indépendants les uns des autres. Le théorème central-limite est appliqué afin de standardiser la somme des statistiques de tests individuelles. Le test de Im, Pesaran et Shin (2003) considère un modèle avec effets individuels basé sur une représentation générale du type ADF¹⁰ :

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + \epsilon_{i,t} \quad (\text{III.5})$$

10. Augmented Dickey Fuller.

$\epsilon_{i,t}$ est le terme des erreurs indépendantes dans la dimension individuelle $i = 1, \dots, N$. α_i représente l'effet individuel constant dans le temps¹¹. Le test de Im, Pesaran et Shin (2003) répond à une critique formulée à l'égard des tests formulant l'hypothèse d'homogénéité de la racine autorégressive ρ_i :

$$\begin{aligned} H_0 & : \rho_i = 0 \quad \forall i = 1, \dots, N \\ H_1 & : \rho_i < 0 \quad \forall i = 1, \dots, N_1 \\ & \quad \rho_i = 0 \quad \forall i = N_1 + 1, \dots, N \end{aligned}$$

Le test IPS distingue donc deux types d'individus. les individus $i = 1, \dots, N$ pour lesquels $y_{i,t}$ est stationnaire et les individus $i = N_1 + 1, \dots, N$ pour lesquels la variable $y_{i,t}$ est non stationnaire. La statistique du test est une moyenne de statistique ADF de chaque individu i et s'écrit :

$$\bar{t} = 1/N \sum_1^N t_i \quad (\text{III.6})$$

t_i est la statistique de Student associée à l'observation i .

Les tests de seconde génération (Moon et Perron, 2004 ; Pesaran, 2007) autorisent une corrélation contemporaine entre les erreurs individuelles. Cette corrélation contemporaine provient très souvent de dynamiques communes entre les variables. L'hypothèse d'indépendance entre les individus sous-jacente aux tests de première génération pourrait constituer une réelle limite dans le cadre de notre analyse. En effet, l'occurrence de chocs climatiques dans un pays donné peut avoir des conséquences macroéconomiques dans les pays voisins. Par exemple, un choc pluviométrique en Côte d'Ivoire¹² pourrait contribuer à réduire les montants perçus dans les pays récepteurs et affecter, en retour, les performances économiques de ces derniers. De plus, les chocs climatiques peuvent affecter négativement la production agricole d'un pays et exercer une contrainte sur les exportations vers les pays de la zone.

Nous utilisons le test d'indépendance de Pesaran (2004) qui a l'avantage d'être performant lorsque la taille du panel est faible ou élevée. Les résultats du test révèlent que l'hypothèse nulle d'indépendance entre les individus composant le panel est rejetée pour les variables des transferts de fonds ainsi que les précipitations au seuil de 5%. Aussi, nous effectuons le test de racine unitaire de Pesaran (2007) permettant de tenir compte de la dépendance entre individus.

Le test de Pesaran (2007) permet de tenir compte des interdépendances entre pays dans l'estimation

11. Cette représentation équivaut au modèle des tests ADF sans tendance et avec constante. Une représentation avec constante et tendance s'écrit : $\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \beta_i t \rho_i y_{i,t-1} + \epsilon_{i,t}$.

12. Pays majoritairement émetteur de transferts de fonds dans l'ensemble de la région.

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

des processus stochastique des séries sur la base d'un modèle CADF¹³ :

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (\text{III.7})$$

Où $\varepsilon_{i,t} = \gamma_i \theta_t + u_{i,t}$. θ_t est un facteur commun et $u_{i,t}$ est un bruit blanc. La statistique CIPS¹⁴ de Pesaran (2007) s'écrit :

$$CIPS = 1/N \sum_1^N t_i(N, T) \quad (\text{III.8})$$

t_i est la statistique des modèles CADF attribuée à chacun des individus i composant le panel. Le tableau III.3 résume les résultats issus des tests de racine unitaire de Im et al. (2003) et de Pesaran (2007). Le test de première génération indique que seule la série des précipitations (Kp) est stationnaire¹⁵. Le test de Pesaran confirme les résultats obtenus par le test de première génération. Enfin pour les variables non stationnaires en niveau les deux tests confirment leur stationnarité lorsqu'elles sont exprimées en différence première.

2.3.2 Tests de cointégration

Le recours à des variables exprimées en différence première dans une modélisation VAR peut résulter en une perte d'information de long terme en présence de relation de cointégration entre les variables du système. La cointégration peut être définie comme un co-mouvement systématique à long terme entre deux ou plusieurs variables économiques. Afin de mettre en évidence cette relation nous procédons aux tests de cointégration en panel développés par Westerlund (2007) qui autorisent les dépendances inter-individuelles. Le test de Westerlund (2007) teste l'absence de cointégration à partir du modèle à correction d'erreur suivant :

$$\Delta y_{i,t} = \delta'_i d_t + \alpha_i (y_{i,t-1} - \beta'_i x_{i,t-1}) + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{i,j} \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{p_i} \alpha_{i,j} \delta x_{i,t-j} + e_{i,t} \quad (\text{III.9})$$

Où $t = 1, \dots, T$ et $i = 1, \dots, N$.

α_i est la force de rappel vers l'équilibre de long terme $y_{i,t-1} - \beta'_i x_{i,t-1}$ suite à l'occurrence d'un choc. Autrement dit, le paramètre α_i détermine la vitesse à laquelle $\Delta y_{i,t}$ revient à l'équilibre. Si $\alpha_i < 0$, il y a correction d'erreur et $y_{i,t}$ et $x_{i,t}$ sont cointégrées $\delta_i = (\delta_{1i}, \delta_{2i})'$ représente le vecteur des paramètres associés aux composantes déterministes incluant une constante et une tendance linéaire. Pour $d_t = 0$, le modèle dans l'équation III.9 ne comporte aucun terme déterministe. Pour $d_t = 1$, $\Delta y_{i,t}$ est générée avec une constante. Enfin, pour $d_t = (1, t)'$, $\Delta y_{i,t}$ est générée avec une constante et une tendance.

13. Cross Sectionally Augmented Dickey-Fuller.

14. Cross Sectionally Augmented IPS.

15. Les tests de racine unitaire ont été menés sur cette même série sans filtrage de Kalman. Les résultats indiquent que la série reste stationnaire.

Tableau III.3 – Tests de racine unitaire

Variables	Im et al. (IPS)		Pesaran (CIPS)	
	Niveau	Différence 1ère	Niveau	Différence 1ère
<i>Kp</i>				
Tendance et constante	-5,80 (0.00)	.	-5.96 (0.00)	.
Constante	-5.89 (0.00)	.	-7.44 (0.00)	.
<i>r</i>				
Tendance et constante	-2.15 (0.02)	-4.66 (0.00)	-1.12 (0.132)	-4.89 (0.00)
Constante	-0.88 (0.98)	-4.51 (0.00)	-0.009 (0.49)	-6.43 (0.00)
<i>yagr</i>				
Tendance et constante	-3.73 (0.00)	.	-4.42 (0.00)	.
Constante	-1.73 (0.38)	-6.74 (0.00)	-1.86 (0.03)	-9.10 (0.00)
<i>y</i>				
Tendance et constante	-1.82 (0.21)	-5.55 (0.00)	-2.32 (0.01)	-6.65 (0.00)
Constante	1.22 (0.87)	-5.12 (0.00)	2.12 (0.98)	-8.10 (0.00)
<i>imp</i>				
Tendance et constante	-2.14 (0.04)	-6.62 (0.00)	-0.66 (0.25)	-3.73 (0.00)
Constante	-1.68 (0.42)	-6.29 (0.00)	-0.13 (0.44)	-5.25 (0.00)

Note : Les différents tests reposent sur l'hypothèse nulle de non stationnarité. Les probabilités associées aux *t*-statistiques sont reportées entre parenthèses.

Deux statistiques de tests sont distinguées. Les tests en panel, P_a et P_t où α_i est identique pour tout i . P_a et P_t testent l'hypothèse nulle h_0 d'absence de relation de cointégration contre $h_1 : \alpha_i = \alpha < 0$ ¹⁶. Les statistiques G_a et G_t ne requiert pas l'hypothèse d'égalité des paramètres α_i entre les différentes observations i du panel. Ainsi, G_a et G_t testent h_0 contre $h_1' : \alpha_i < 0$ pour au moins un individu i ¹⁷.

À partir des résultats présentés dans le tableau III.4, nous constatons que les deux statistiques de test confirment l'hypothèse nulle de non cointégration des séries. La non stationnarité des variables est donc attribuable à la présence de racines unitaire au sein du panel. Ainsi, les variables peuvent être rendues stationnaires par leur transformation en leur différence première. Le nombre de retard optimal est choisi sur la base du critère AIC et BIC¹⁸. Nous choisissons un nombre de retard $j = 2$. Le modèle PVAR apparait stable d'après le test de stabilité présenté en annexe A.10, figure A.5.

16. $P_t = \hat{\alpha}/SE(\hat{\alpha})$ et $P_a = T\hat{\alpha}$.

17. $G_t = 1/N \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i/SE(\hat{\alpha}_i)$ et $G_a = 1/N \sum_{i=1}^N T\hat{\alpha}_i/\hat{\alpha}_i(1)$. $SE(\hat{\alpha}_i)$ est l'écart type de $\hat{\alpha}_i$ et $\hat{\alpha}_i(1) = \hat{w}_{u_i}/\hat{w}_{y_i}$. \hat{w}_{u_i} et w_{y_i} sont les estimateurs de variance de long terme de Newey et West (1994).

18. Voir annexe A.10, tableau A.9

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

Tableau III.4 – Tests de cointégration

	Statistique	Valeur	Z-Value	P-value
<i>y</i>	G_a	-2.309	1.282	0.900
	G_t	-4.044	4.042	1.000
	P_a	-4.660	2.451	0.993
	P_t	-5.478	2.484	0.994
<i>ya.gr</i>	G_a	-2.878	-0.565	0.286
	G_t	-11.278	1.495	0.933
	P_a	-8.080	-1.183	0.119
	P_t	-10.507	0.617	0.731
<i>imp</i>	G_a	-2.007	2.263	0.988
	G_t	-7.745	2.739	0.997
	P_a	-5.604	1.448	0.926
	P_t	-7.883	1.591	0.944
<i>r</i>	G_a	-3.310	-1.967	0.025
	G_t	-6.416	3.207	0.999
	P_a	-5.871	1.165	0.878
	P_t	-7.917	1.579	0.943

Note : Le modèle est estimé avec une constante et sans tendance sous l'hypothèse nulle de non cointégration. Les P-values sont obtenues par bootstrapping avec 800 répétitions.

3 Résultats

Nous estimons les effets de la variabilité des précipitations ainsi que des chocs positifs sur les transferts de fonds sur un ensemble de variables macroéconomiques. Pour ce faire, nous employons une modélisation PVAR avec effets fixes estimés par les MCO. Nous calculons les fonctions impulsionnelles généralisées donnant la réponse des variables aux chocs sur j périodes. Afin d'analyser plus en profondeur l'effet des chocs positifs des transferts de fonds sur les importations agricoles, nous calculons les fonctions impulsionnelles orthogonalisées issues de l'estimation (par les MCO) du modèle PVAR avec les déficits pluviométriques comme variable exogène de conditionnement. Comme les variables sont exprimées en log, les GIRFs et OIRFs montrent les déviations des variables par rapport à la niveau de référence suite à un choc sur une autre variable du système. Ces déviations peuvent alors être interprétées directement en pourcentage (Raddatz, 2007). Nous rapportons également les résultats issus du calcul de la décomposition de la variance de l'erreur de prévisions. L'ensemble des résultats sont présentés sous forme de tableaux en annexe A.11.

3.1 Exposition aux chocs et réponse des transferts de fonds

3.1.1 Incidence des chocs pluviométriques sur le PIB et la valeur ajoutée agricole

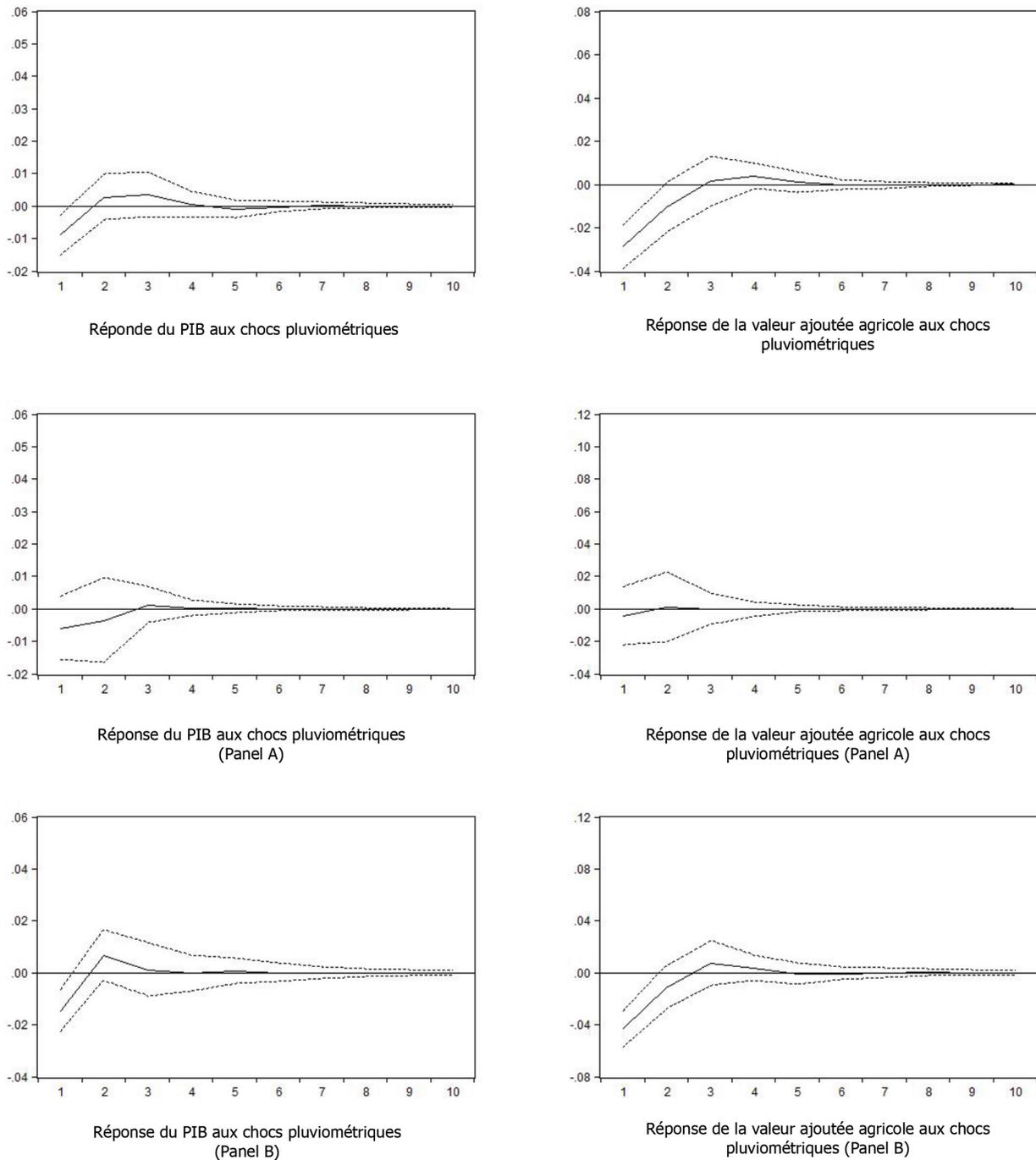
Nos résultats mettent en évidence que les déficits pluviométriques ont un impact négatif sur le PIB réel par tête ainsi que sur la valeur ajoutée agricole par tête dans les pays d'Afrique de l'Ouest. Toutefois, nous constatons d'après l'estimation du modèle PVAR avec effets fixes que les chocs pluviométriques dans les pays caractérisés par un climat de type soudano-guinéen (Panel A) ne sont pas significatifs. En effet, les résultats issus de l'étude de la décomposition de la variance pour les pays du Panel A indiquent que seulement 2.22% des innovations des précipitations expliquent les erreurs de prévisions du PIB. La valeur ajoutée agricole est également peu sensible aux chocs pluviométriques. Ces derniers ne contribuent que faiblement aux chocs sur la valeur ajoutée agricole (1.64%). L'estimation des fonctions impulsionnelles généralisées montre une absence de significativité des réponses du PIB ainsi que de la valeur ajoutée agricole à un choc (+1 écart-type) sur les déficits pluviométriques (Figure III.2).

A contrario, les pays Panel B, c'est-à-dire les pays d'Afrique de l'Ouest situés entre les limites nord et sud de la bande sahéenne, montrent un degré d'exposition très important aux chocs pluviométriques. La contribution des innovations des précipitations aux chocs sur le PIB augmente fortement en comparaison des résultats estimés sur le panel A (12.86% pour le Panel B contre seulement 2.2% pour le Panel A). La quasi totalité de la variance de l'erreur de prévision de la valeur ajoutée agricole est, quant à elle, expliquée par les innovations des précipitations. Ces dernières expliquent 38.10% de la variance de l'erreur de prévision de la valeur ajoutée agricole dans les pays sahéens (Panel B). Notons de plus, que contrairement aux résultats obtenus pour le panel A, les chocs sur la valeur ajoutée contribuent fortement aux chocs sur le PIB dans les pays composant le panel B. Cette contribution s'élève à 28.10% dans les pays sahéens contre 5.35% dans les pays au climat soudano-guinéen

Les fonctions de réponse confirment les résultats obtenus par la décomposition de la variance. Elles permettent également d'analyser la trajectoire suivie par une variable suite à un choc aléatoire sur une autre variable du modèle. Aussi, toute augmentation inattendue des déficits pluviométriques annuels entraîne une baisse immédiate de l'activité économique dans les pays sahéens (Figure III.2). Un choc d'un écart-type sur les déficits pluviométrique entraîne une baisse immédiate de la valeur ajoutée agricole ainsi que du PIB respectivement de -4.3% et -2.4%. La réponse du PIB montre un retour à la normale l'année suivant le choc alors que la réponse de la valeur ajoutée agricole montre une stabilisation complète deux années après l'occurrence du choc. Ce résultat met en avant la forte exposition des pays sahéens aux fluctuations des précipitations sur une production agricole peu diversifiée en raison de la mauvaise qualité des sols et ce, malgré une réserve de terre importante.

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

Figure III.2 – Réponses du PIB et de la valeur ajoutée agricole aux chocs sur les précipitations (modèle PVAR avec effets fixes)



Notes : Réponse du PIB par tête et de la valeur ajoutée agricole par tête à un choc d'un écart-type sur la variable des précipitations. Les lignes continues décrivent les fonctions IRFs estimées et les lignes en pointillés, les intervalles de confiances de 95% calculés par simulation de Monte Carlo avec 1200 répétitions.

3.1.2 La nature contracyclique des transferts fonds vis-à-vis des chocs pluviométriques

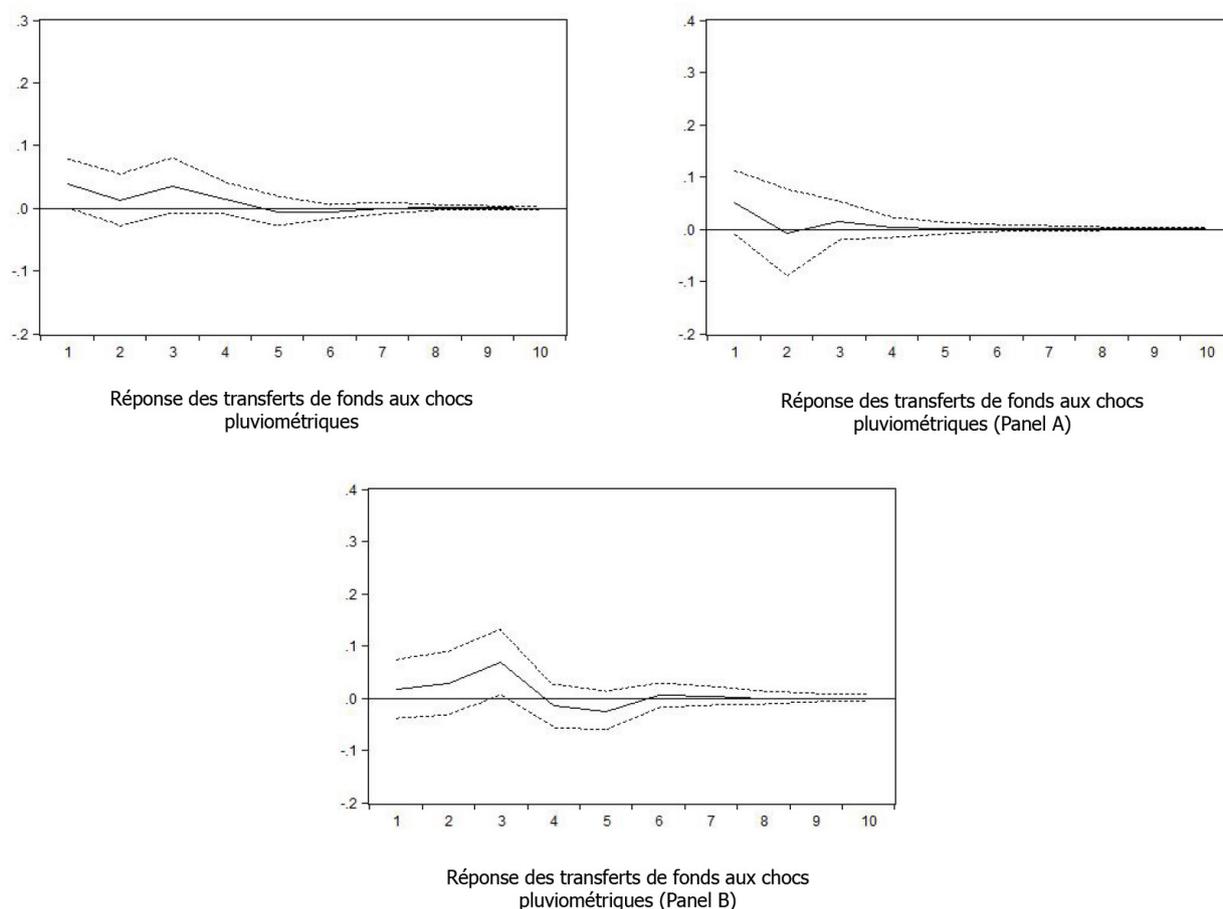
Nos résultats mettent en évidence une relation contracyclique entre les transferts de fonds et les chocs pluviométriques. Cette relation contracyclique appuie les thèses microéconomiques selon lesquelles les migrants transfèrent des fonds afin d'aider leur famille restées dans la région d'origine en cas de choc environnemental négatif (Gubert, 2002 ; Yang et Choi, 2005 ; Miller et Paulson, 2007). Les chocs pluviométriques ont toutefois des effets différenciés sur la dynamique des envois de fonds perçus en fonction des panels de pays considérés (Figure III.3).

Les résultats du modèle PVAR confirment également que les chocs pluviométriques ont un effet positif sur les envois de fonds dans les pays sahéliens de l'Afrique de l'ouest. La décomposition de la variance de l'erreur de prévisions indique que parmi toutes les variables du modèle dans l'équation (III.4), la variabilité des précipitations explique la plus grande part des fluctuations des transferts de fonds. Ainsi, 8.33% des fluctuations des envois de fonds dans les pays du panel B sont expliquées par les fluctuations de précipitations. Suite à un choc négatif sur les précipitations de pluie, les envois de fonds augmentent et atteignent un pic correspondant à une hausse de 6.8% deux ans après l'occurrence du choc. Ce décalage observé dans la réponse des envois de fonds aux chocs pluviométriques est conforme aux résultats de la littérature. Selon Attzs (2008), l'augmentation des départs en migration peut conduire à une augmentation des envois de fonds après l'occurrence d'une catastrophe naturelle mais avec un décalage. Mishra (2006) constate également que la diminution de un pour cent du PIB dans les Caraïbes est associée à une augmentation de trois pour cent des envois de fonds avec un décalage de deux ans. Mohapatra et al. (2012) montrent sur un large échantillon de 129 pays en développement que les transferts de fonds augmentent dans l'année suivant le choc dans les pays à forte émigration. Cette augmentation équivaut à un montant supplémentaire de 1 \$ US pour chaque 1\$ US de perte causé par un catastrophe. Sur une période de deux ans, les envois de fonds tendent à augmenter de 1.5 \$ US.

À l'inverse, les chocs pluviométriques dans les pays du Panel A n'ont pas d'impact significatif sur les flux d'envois de fonds. Ce résultat peut être expliqué par la vulnérabilité plus faible des pays côtiers aux fluctuations pluviométriques. Les envois de fonds jouent encore un rôle de compensation dans ces pays, mais principalement contre les chocs non climatiques tels que les chocs politiques, comme c'est le cas au Ghana (Quartey, 2006).

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

Figure III.3 – Réponse des transferts de fonds aux chocs sur les précipitations (modèle PVAR avec effets fixes)



Notes : Réponse des transferts de fonds par tête à un choc d'un écart-type sur la variable des précipitations. Les lignes continues décrivent les fonctions IRFs estimées et les lignes en pointillés, les intervalles de confiances de 95% calculés par simulation de Monte Carlo avec 1200 répétitions.

3.2 Impact macroéconomique des transferts de fonds

Dans la section précédente, nous avons montré que sur l'ensemble de la période 1980-2009, les transferts de fonds sont contra-cycliques vis-à-vis des chocs pluviométriques. Nous avons également montré que les précipitations ont un impact négatif sur la valeur ajoutée agricole et le PIB. La question que nous posons maintenant est celle des répercussions de la hausse des transferts suite à un choc pluviométrique. Autrement dit, est-ce que les transferts de fonds ont des effets d'entraînements à court terme sur les performances macroéconomiques ?

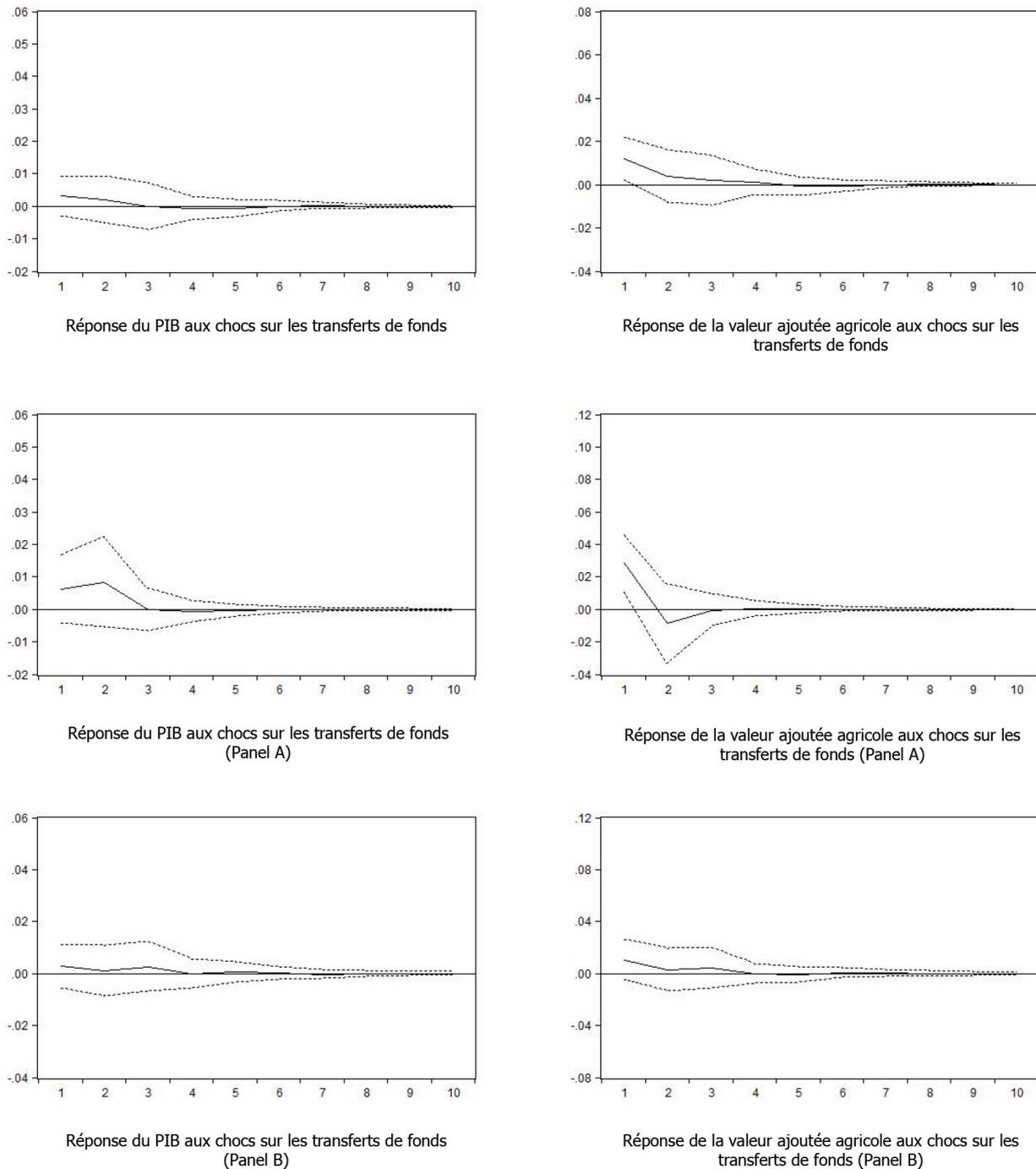
Selon l'OCDE (2006), « Savoir dans quelle mesure la demande supplémentaire induite par les transferts peut être satisfaite en étoffant la production intérieure constitue un facteur déterminant. Selon que l'offre intérieure réagira de manière plus ou moins souple face à l'accroissement de la demande, les transferts de fonds auront des conséquences positives sur l'emploi ou négatives sur l'inflation. Cette souplesse déterminera s'il y a lieu ou non d'importer davantage ».

Nos résultats montrent qu'une augmentation temporaire des envois de fonds a des effets macro économiques divers en fonction du panel de pays considéré. Les envois de fonds n'exercent aucun effet d'entraînement dans les pays du Panel B. En effet, dans ces pays, les envois de fonds ont un faible impact à court terme sur l'économie nationale. Ils n'expliquent que 3.86% des chocs sur la valeur ajoutée agricole et 1.05% des fluctuations de PIB. Les chocs positifs sur les transferts de fonds ont toutefois un impact sur la valeur ajoutée agricole des pays d'Afrique de l'ouest caractérisés par un climat plus humide (Panel A). Leur contribution à la variance du PIB réel et à la valeur ajoutée agricole atteint respectivement 6.27% et 14.40% et les fonctions IRFs indiquent qu'un choc positif sur les transferts entraîne une augmentation immédiate de 2.8% de la valeur ajoutée agricole des pays soudanien. La réponse du PIB étant, quant à elle, non significative.

Les résultats concernant les pays sahéliens vont dans le sens des précédents travaux montrant que les transferts de fonds peuvent avoir un effet négatif dans les économies les plus dépendantes aux transferts de fonds en contribuant à la diminution de l'offre de travail et une augmentation de la consommation en particulier de biens importés (Acosta et al., 2009 ; Makhoul et Mughal, 2011). Cet effet négatif des transferts de fonds peut être directement lié à leur contra-cyclicité vis à vis des chocs externes et, dans le cadre de cette recherche à la forte sensibilité de l'offre agricole des pays sahéliens aux fluctuations des précipitations. Ainsi, les transferts de fonds ne favorisent pas la reprise de l'activité agricole dans les pays les plus vulnérables aux chocs climatiques. Cette absence d'effet d'entraînement des transferts de fonds peut s'expliquer par un détournement des agents vis-à-vis de leur activité principale peu rémunératrice en période de stress. En effet, la perception de transferts en cas de choc négatif sur le revenu agricole peut encourager et favoriser l'adoption de stratégies de diversification non agricoles plutôt qu'un investissement productif dans le secteur concerné. Du côté de la demande, les ménages peuvent dépenser les transferts de fonds afin de maintenir un niveau minimal de consommation pendant les périodes de chocs et de sécheresses (Yang et Choi, 2005 ; Quisumbing et al., 2008).

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

Figure III.4 – Réponse du PIB et de la valeur ajoutée agricole aux chocs sur les transferts de fonds (modèle PVAR avec effets fixes)



Notes : Réponse du PIB par tête et de la valeur ajoutée agricole par tête à un choc d'un écart-type sur la variable des transferts de fonds par tête. Les lignes continues décrivent les fonctions IRFs estimées et les lignes en pointillés, les intervalles de confiances de 95% calculés par simulation de Monte Carlo avec 1200 répétitions.

Comme les transferts sont privés, leurs impacts macroéconomiques sont étroitement liés aux comportements des agents. Étant donné la nature contra-cyclique des transferts vis à vis des chocs pluviométriques ainsi que les conséquences négatives de ces derniers sur les capacités de production intérieures, les agents qui perçoivent des transferts de fonds peuvent alors se détourner de leur activité principale et/ou dépenser ces transferts afin de maintenir un niveau de consommation minimal en période de choc. D'un point de vue macroéconomique, ce maintien de la consommation peut alors passer par l'augmentation des importations et notamment des importations de biens de premières nécessités en l'absence d'effets d'entraînement suffisants des transferts de fonds.

Les transferts peuvent ainsi provoquer des déficits de la balance commerciale de leur pays de destination. Toutefois, la plupart des chercheurs ne partagent pas l'opinion selon laquelle ce sont les importations induites par les transferts qui sont à l'origine des problèmes de balance commerciale. La propension à importer peut aussi s'accroître par suite du développement de l'économie en général, d'un changement structurel dans la production des biens de consommation ou d'équipement, ou de la division internationale du travail.

Nos résultats confirment que les transferts de fonds contribuent fortement à l'augmentation des importations agricoles dans les pays les plus exposés aux fluctuations des précipitations. En effet, 20.55% des fluctuations des importations agricoles sont expliquées par les innovations des variables du modèle PVAR à effets fixes au regard des pays du Panel B. Les chocs positifs sur les transferts de fonds expliquent 14% de la variance des importations. Les résultats des fonctions impulsionnelles pour les pays sahéliens montrent qu'un choc positif sur les transferts a un impact sur le montant des importations et une complète stabilisation de la réponse est observée quatre années après l'occurrence du choc. L'effet immédiat d'un tel choc résulte en une hausse immédiate des importations agricoles de 10.4%. L'impact des chocs positifs sur les transferts de fonds sur les importations agricoles des pays du panel A est à contrario faible. Les innovations des transferts de fonds expliquent seulement 5.12% des fluctuations des importations pour les pays du Panel A. Bien que cette part de la variance expliquée soit la plus élevée parmi toutes les variables du modèle, les fonctions impulsionnelles montrent que la réponse des importations à un choc sur les transferts est non significative au seuil de 5%.

Nous nous concentrons, dans la section suivante, sur l'effet d'entraînement des transferts de fonds sur l'offre agricole ainsi que sur les importations agricoles dans les pays sahéliens. Nous proposons d'examiner, plus en profondeur, cette relation par l'intermédiaire d'un modèle VAR en panel permettant de tenir compte de la nature exogène des précipitations. Nous calculons également un indicateur standardisé des précipitations, outil couramment employé dans l'évaluation des sécheresses afin de tester la sensibilité des résultats obtenus.

3.3 Robustesse

3.3.1 Modèle PVAR avec variable exogène de conditionnement¹⁹

Réécrivons le modèle III.4 sous sa forme complète :

$$Y_{it} = A_1.Y_{it-1} + A_2.Y_{it-2} + \dots + A_p.Y_{it-p} + u_i + \epsilon_{it} \quad (\text{III.10})$$

Où $\Gamma = A_1 + A_2 + \dots + A_p$ et ϵ_{it} *i.i.d* $(0, \Sigma_\epsilon)$. Nous introduisons dans l'équation III.5 un vecteur de variables exogènes nommé z_{it} . z_{it} comprenant les déficits pluviométriques annuels exprimés en *mm* (Kp) obtenus par filtrage de Kalman ou un Indicateur Standardisé des Précipitations (SPI) dont la méthode de calcul est exposée dans la section suivante. Le vecteur de variables endogènes Y_{it} comprend désormais les quatre variables (Δr) , $(\Delta ya.gr)$, (Δy) et (Δimp) . Nous pouvons écrire :

$$Y_{it} = A_1(z_{it}).Y_{it-1} + A_2(z_{it}).Y_{it-2} + \dots + A_p(z_{it}).Y_{it-p} + u_i + \epsilon_{it} \quad (\text{III.11})$$

Les fonctionnelles linéaires liant les propriétés dynamiques collectées dans $A_w(\cdot)$ au vecteur z_{it} sont inconnues et peuvent être approximées par :

$$a_{w,sm}(z_{it}) \simeq \pi(z_{it}).\phi_{w,sm} \quad (\text{III.12})$$

Où $a_{w,sm}(z_{it})$ représente chaque coefficient scalaire dans la matrice de coefficients $A_w(\cdot)$ avec $w = 1, 2, \dots, p$; $s = 1, 2, \dots, K$ et $m = 1, 2, \dots, K$. $\pi(z_{it}) = [\pi_1(z_{it}), \pi_2(z_{it}), \dots, \pi_\tau(z_{it})]$ est le vecteur de polynômes multivarié dans le vecteur de variables exogènes z_{it} ²⁰. $\phi_{w,sm}$ est un vecteur de coefficients des polynômes de dimension $\tau \times 1$. Ainsi,

$$A_w(z_{it}) = \begin{bmatrix} \pi(z_{it}).\phi_{w,11} & \cdots & \pi(z_{it}).\phi_{w,1K} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \pi(z_{it}).\phi_{w,K1} & \cdots & \pi(z_{it}).\phi_{w,KK} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi'_{w,11} & \cdots & \phi'_{w,1K} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi'_{w,K1} & \cdots & \phi'_{w,KK} \end{bmatrix} . B = \Gamma . B \quad (\text{III.13})$$

B est une matrice de passage obtenue comme étant le produit tensoriel entre la matrice identité I_K et la transposée du vecteur de polynômes multivarié dans le vecteur z_{it} tel que $B = [I_K \otimes \pi'(z_{it})]$. Le

19. Je souhaite remercier Georgios Georgiadis (Université Johann Wolfgang Goethe de Francfort) pour m'avoir fourni une version récente des codes nécessaires à l'estimation du modèle PCHVARX sous le logiciel Matlab.

20. Dans le cadre d'une analyse bivariée, $\pi(z_{it}) = [\pi_1(z_{1i,t-1}) \otimes \pi_2(z_{2i,t-1})]$.

modèle dans l'équation III.3 peut maintenant être écrit comme suit :

$$Y_{it} = \sum_{w=1}^p \Gamma_w \cdot BY_{i,t-w} + u_i + \epsilon_{it} \quad (\text{III.14})$$

$$= \sum_{w=1}^p \Gamma_w \cdot x_{i,t-w} + u_i + \epsilon_{it} \quad (\text{III.15})$$

Selon Georgiadis (2012), le modèle dans l'équation III.15 peut être estimé par les MCO. Après estimation des coefficients collectés dans Γ , les coefficients de la matrice $A_w(\cdot)$ peuvent être calculés pour différentes valeurs prises par les variables du vecteur z_{it} . La représentation de la dynamique des chocs identifiés par le modèle est opéré par le calcul usuel des IRFs et FEVD. La représentation des dynamiques du système tient donc compte des valeurs prises par les variables exogènes. Pour ce faire, nous utilisons la décomposition de Cholesky permettant d'identifier les chocs en imposant une contrainte triangulaire sur la décomposition de l'erreur. Toutefois, elle crée potentiellement une asymétrie dans le système étant donné que l'ordre des variables détermine le chemin de propagation des chocs (Cf. *Supra*).

Dans la pratique, nous ordonnons donc les variables de la plus exogène à la plus endogène en nous appuyant sur les résultats du test de causalité de Granger proposé par Emirmahmuoglu et Kose (2011). Ce test possède plusieurs avantages. Premièrement, il permet de tenir compte de l'hétérogénéité dans le panel en procédant à une estimation pour chaque individu avec un nombre de retard différent pour chaque estimation basé sur le critère AIC. Une statistique de test de Fisher sur donnée de panel (λ) est ensuite obtenue en combinant les p-values correspondant aux statistiques de Wald calculées à partir des tests pour chaque individu. Deuxièmement, le test d' Emirmahmuoglu et Kose (2011) autorise la dépendance interindividuelle via une méthode de bootstrapping permettant de calculer la distribution des statistiques de Fischer aux seuils de 1%, 5% et 10% avec 5000 répétitions.

D'après les résultats du test de causalité de Granger d'Emirmahmuoglu et Kose (2011) présentés dans le tableau III.5, nous rejetons l'hypothèse nulle que les variables Δr et Δy ne causent pas Δimp au sens de Granger et sont donc positionnées avant Δimp dans le système d'équations. De plus, nous rejetons l'hypothèse nulle que la variable $\Delta yagr$ ne cause pas au sens de Granger Δy . Seul le sens de la causalité entre Δr et $\Delta yagr$ reste indéterminé. Nous formulons l'hypothèse que les transferts de fonds sont plus exogènes dans le modèle. Cette hypothèse est justifiée par la capacité des ménages à mobiliser des transferts de fonds à la suite des chocs pluviométriques mais à anticiper leurs conséquences sur l'offre interne. Aussi, la variable Δr est positionnée avant $\Delta yagr$ dans le modèle ce qui permet de tenir compte des effets immédiats et retardés des transferts de fonds sur les indicateurs macroéconomiques. L'ordre des variables retenu afin de satisfaire la condition de Cholesky est le

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

suivant²¹ :

$$\{\Delta r, \Delta yagr, \Delta y, \Delta imp\} \quad (III.16)$$

Une fois le modèle estimé, une procédure d'élimination séquentielle des régresseurs est effectuée selon la méthode proposée par Lütkepohl (2005). Les régresseurs contribuant le plus fortement à la réduction du critère AIC sont supprimés de façon séquentielle (un régresseur à chaque étape) jusqu'à ce qu'aucune réduction supplémentaire ne soit possible. Cette technique permet d'obtenir des fonctions IRFs plus précises et donc d'aboutir à une meilleur évaluation des effets des chocs dans le système.

Tableau III.5 – Test de causalité de Granger

Hypothèse nulle	λ	Valeurs critiques		
		CV 1%	CV 5%	CV 10%
$\Delta yagr \nrightarrow \Delta r$	21.656	37.505	30.994	27.037
$\Delta r \nrightarrow \Delta yagr$	36.183	42.577	30.962	26.976
$\Delta yagr \nrightarrow \Delta y$	50.416	39.363	31.076	27.248
$\Delta y \nrightarrow \Delta yagr$	32.632	38.063	30.524	26.972
$\Delta imp \nrightarrow \Delta y$	19.264	37.880	30.553	27.086
$\Delta y \nrightarrow \Delta imp$	34.323	48.015	34.476	29.418
$\Delta r \nrightarrow \Delta imp$	37.454	37.324	31.209	26.864
$\Delta imp \nrightarrow \Delta r$	12.091	40.477	31.510	27.298

3.3.2 Construction d'un Indicateur Standardisé des Précipitations (SPI)

L'Indice Standardisé des Précipitations (SPI), développé par McKee et al. (1993) est un outil couramment utilisé afin d'évaluer la fréquence ainsi que la force d'une sécheresse (ou d'une période anormalement humide) sur un pas de temps donné (résolution temporelle). Le SPI comporte plusieurs avantages comparativement à d'autres indicateurs tel que l'indice de sécheresse de Palmer (PDSI). Un premier avantage est que le SPI permet de comparer des événements de sécheresses dans différentes régions caractérisées par des climats différents (Edwards, 1997). Le SPI a également pour avantage de pouvoir être calculé sur différents horizons temporels ce qui permet de décrire des conditions de sécheresses multiples (météorologiques, agricoles et hydrologiques). Les sécheresses météorologiques et agricoles répondent aux anomalies des précipitations sur de faibles horizons temporels (entre un et six mois) alors que les sécheresses hydrologiques répondent, quant à elles, aux fluctuations des précipitations sur des horizons temporels plus importants (entre six et vingt quatre mois ou plus).

21. Aucun test de causalité n'est effectué sur la variable Kp , celle-ci étant purement exogène et donc soumise à aucun biais de causalité inverse.

Le calcul du SPI nécessite l'ajustement de séries longues de données de précipitations à la distribution Gamma qui, selon Edwards (1997) est la distribution qui représente le mieux l'évolution des séries de pluies. Chaque série temporelle est ajustée à la fonction de densité de probabilité Gamma :

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad \text{pour } x > 0 \quad (\text{III.17})$$

Où α est un paramètre de forme, β est un paramètre d'échelle et x est le montant total mensuel des précipitations ($\alpha > 0$ et $\beta > 0$). Pour $\alpha > 0$ la fonction Gamma $\Gamma(\alpha)$ est définie par :

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx \quad (\text{III.18})$$

Le calcul du SPI implique d'ajuster la fonction de densité de probabilité Gamma à une fréquence donné de la distribution des totaux pluviométriques pour un station donnée. Les paramètres α et β sont estimés pour chaque station et pour un ou plusieurs horizon(s) temporel(s) (1,2,3,6,12, 24 mois) et pour chaque mois de l'année. Selon Thorn (1996) le maximum de vraisemblance peut être utilisé afin d'estimer α et β :

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (\text{III.19})$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}} \quad (\text{III.20})$$

Où,

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (\text{III.21})$$

Avec n Le nombre d'observations. L'intégration de la fonction de densité de probabilité par rapport à x donne la fonction de distribution cumulative $G(x)$:

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\hat{\beta}^{\hat{\alpha}} \Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x x^{\hat{\alpha}-1} e^{-x/\hat{\beta}} dx \quad (\text{III.22})$$

La fonction incomplète de Gamma est obtenue en substituant t par $-\frac{x}{\hat{\beta}}$:

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x t^{\hat{\alpha}-1} e^{-t} dt \quad (\text{III.23})$$

Comme la fonction Gamma est indéfinie pour $x = 0$ et que certains mois peuvent avoir une pluviométrie nulle, la probabilité cumulative devient :

$$H(x) = q + (1 - q) G(x) \quad (\text{III.24})$$

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

Où $q = P(x = 0)$ est la probabilité d'un mois sans précipitation. La distribution de probabilité cumulative $H(x)$ est ensuite transformée en une variable aléatoire normale Z permettant d'obtenir le SPI (Edwards et McKee, 1997 ; Abramowitz et Stegun, 1965).

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad \text{pour } 0 < H(x) \leq 0.5 \quad (\text{III.25})$$

$$Z = SPI = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad \text{pour } 0.5 < H(x) < 1.0 \quad (\text{III.26})$$

Où,

$$t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{(H(x))^2} \right)} \quad \text{pour } 0 < H(x) \leq 0.5 \quad (\text{III.27})$$

$$t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{1 - (H(x))^2} \right)} \quad \text{pour } 0.5 < H(x) < 1.0 \quad (\text{III.28})$$

$$\begin{aligned} c_0 &= 2.5155 & c_1 &= 0.8028 & c_2 &= 0.0103 \\ d_1 &= 1.4327 & d_2 &= 0.1892 & d_3 &= 0.0013 \end{aligned}$$

Dans le cadre de cette analyse portant sur de grandes aires géographiques (échelle des pays), Les SPI sont appliqués indifféremment aux régions humides et sèches caractérisées par des climats différents. Nous calculons les SPI en utilisant le montant total des précipitations mensuelles (en *mm*) entre 1960 et 2010 pour plusieurs stations météorologiques sur un horizon temporel de 6 mois à partir des données issues du Centre de Recherche sur le Climat. Nous utilisons ensuite les moyennes des SPI obtenus aux niveaux nationaux comme variable de conditionnement dans le modèle PCHVARX dans l'équation III.15.

L'utilisation d'une résolution temporelle de six mois comporte deux principaux avantages. Premièrement, cette résolution temporelle permet de tenir compte des sécheresses agricoles qui constituent le principal déterminant des chocs sur le revenu agricole des ménages et donc des transferts de fonds. Deuxièmement, des problèmes peuvent être engendrés par le calcul de SPI sur des horizons temporels très courts (1,2,3 mois) et ce, notamment dans les régions où la saison des pluies est courte et unique dans l'année. Dans ce cas, les SPI peuvent prendre des valeurs anormalement élevées ou faibles (Lloyd-Hughes et Saunders, 2002) alors que des SPI calculés sur des pas de temps longs (12 à 24 mois) tendent à accentuer la durée des sécheresses. Selon Edwards (1997), plus l'horizon temporel choisi afin de calculer le SPI est élevé, plus la durée des sécheresses augmente et leur fréquence diminue car des sécheresses de long terme sont la résultante de plusieurs sécheresses de court terme.

3.3.3 Résultats

Les résultats issus du modèle PCHVARX (Figures III.6, III.7, III.8 et III.9) confirment les résultats précédents. En effet, les résultats issus de la décomposition de la variance avec la variable filtrée des précipitations placée comme variable exogène montrent que les chocs sur les transferts n'expliquent qu'une faible proportions de l'erreur de prévision de la variance de la valeur ajoutée agricole (7%) des pays du Panel B conformément aux estimations réalisées à partir du modèle PVAR dans l'équation III.4 (Figure III.6). Nous notons toutefois, que la contribution de ces chocs est identique quelque soit la valeur des déficits pluviométriques. Les résultats présentés dans la figure 7 soulignent également le faible entrainement des transferts de fonds sur la valeur ajoutée agricole lorsque les SPI sont placés comme variable exogène de conditionnement avec une erreur de prévision de la variance de 9%.

Ces résultats confirment donc qu'en l'absence de chocs pluviométriques, les transferts de fonds n'ont pas plus d'effets d'entrainement sur l'offre agricole qu'en présence de chocs. Les résultats issus du calcul des fonctions impulsionnelles confirment ce constat. En effet, les OIRFs montrent que la réponse de la valeur ajoutée dans les pays sahéliens est non significative et que cette réponse reste invariante suivant les différentes valeurs prises par les déficits pluviométriques et les SPI.

Les résultats issus de la décomposition de la variance dans le modèle PCHVARX sont particulièrement frappants à l'égard de la contribution des chocs positifs des transferts de fonds sur les importations agricoles. Le calcul de la décomposition de l'erreur de prévision de la variance indique que les chocs sur les transferts de fonds dans les pays sahéliens contribuent fortement à la variance des importations agricoles (Figures III.6 et III.7). Cette contribution est d'autant plus élevée que l'indicateur de variabilité des précipitations est fixée à ses valeurs extrêmes. Lorsque les déficits pluviométriques calculés à partir du filtre de Kalman sont importants ($K_p = -0.3$), les chocs sur les transferts de fonds expliquent près de 26% de la variance des importations agricoles dans les pays du Panel B. Cette contribution est alors plus faible pour des valeurs médianes des déficits pluviométriques (18%). Les résultats de l'erreur de prévisions de la variance lorsque les SPI sont placés comme variable exogène de conditionnement sont d'autant plus parlants. Les chocs positifs sur les transferts de fonds expliquent près de 40% des chocs sur les importations agricoles pour une valeur faible de l'indicateur correspondant à une situation de sécheresse modérée ($SPI = -1$) et 19% pour une valeur normale de l'indicateur soit $SPI = 0$ (Figure III.7). Les autres variables incluent dans le modèles n'expliquent, quant à elles, qu'une part marginale de l'erreur de prévision de la variance des importations et se révèlent peu sensibles aux déficits pluviométriques.

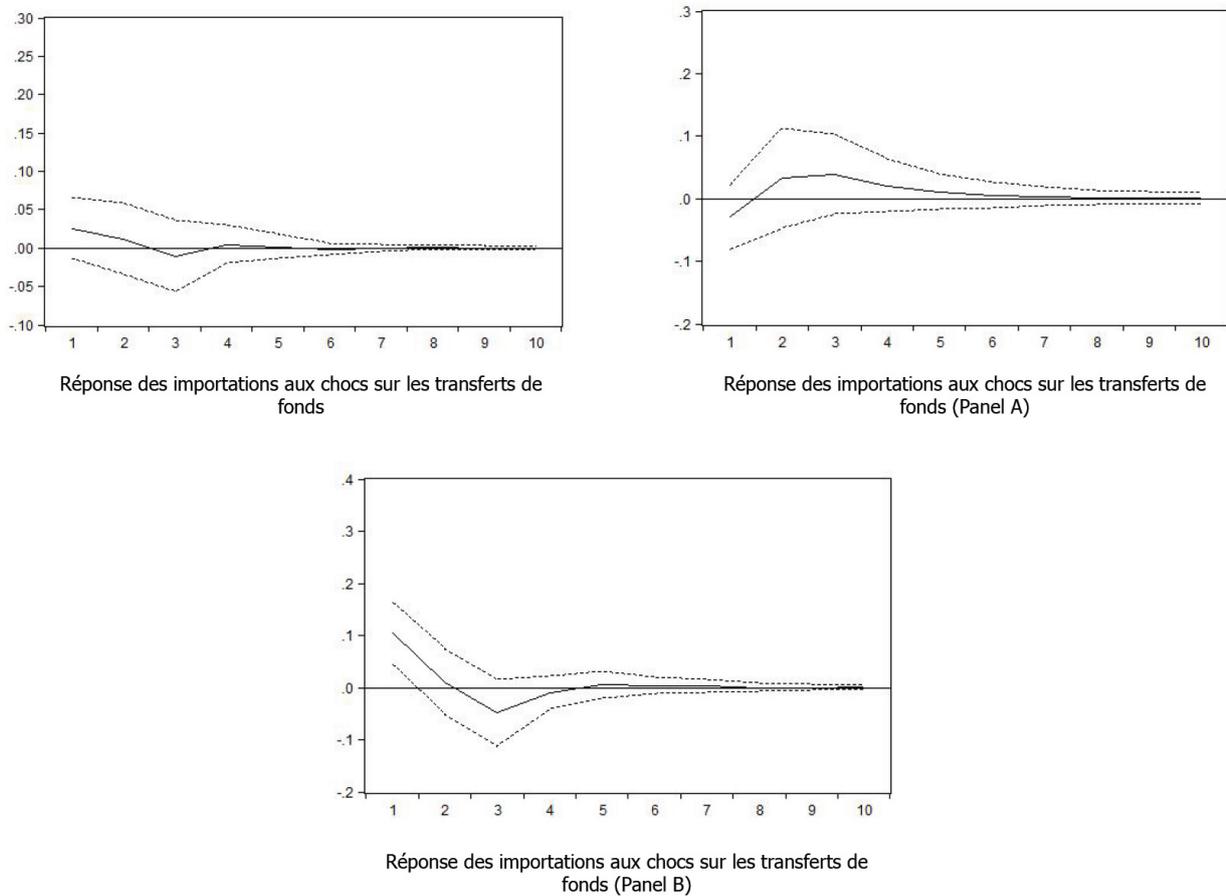
Les résultats issus des OIRFs calculées à partir du modèle PCHVARX confirment bien cette tendance ainsi que l'existence d'effets de seuils dans la réponse des importations aux chocs positifs sur les transferts de fonds (Figures III.8 et III.9). Lorsque $K_p = 0$, la réponse des importations agricoles aux chocs positifs sur les transferts de fonds est proche des résultats donnés par les GIRFs calculées à

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

partir du modèle PVAR dans l'équation III.4. Les importations augmentent immédiatement de 13.6% sous l'effet d'un choc positif sur les transferts de fonds et retournent à la normale l'année suivant le choc (Figure III.8). Toutefois, pour des valeurs faibles de l'indicateur correspondant donc à de forts déficits pluviométriques ($Kp = -0.2$), le choc positif sur les transferts de fonds a un effet persistant sur les importations agricoles. La réponse immédiate de 13.6% des importations reste élevée l'année suivant le choc (10.9%) puis retourne progressivement à la normale. Lorsque la pluviométrie est élevée ($Kp = +0.2$), la réponse immédiate des importations aux chocs sur les transferts de fonds (13.6%) diminue fortement et devient négative bien que non significative l'année suivant le choc (-0.49%) suggérant alors une forme de compensation inter-temporelle.

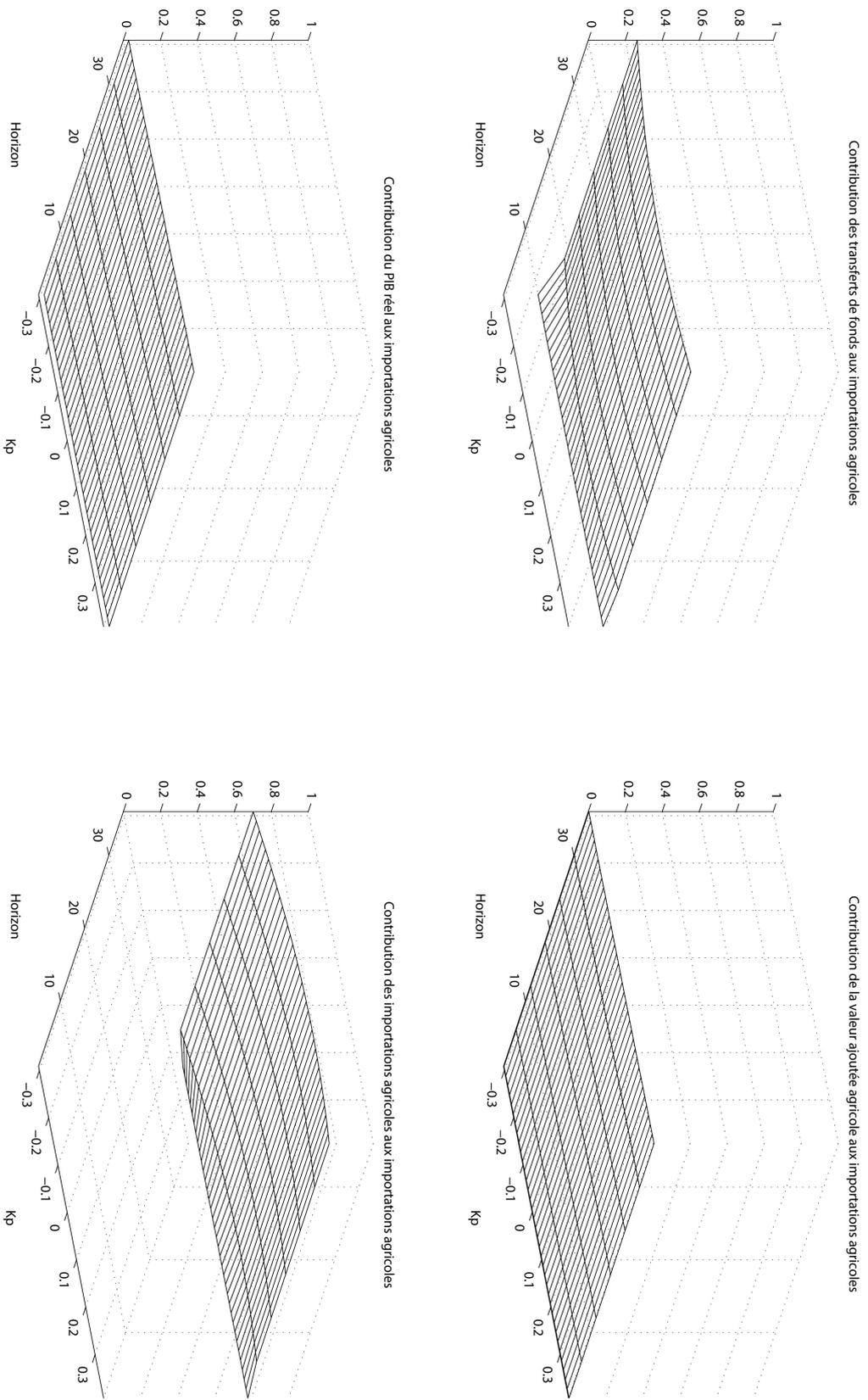
La figure III.9 présente les résultats des OIRFs calculées à partir du modèle PCHVARX en plaçant comme variable exogène de conditionnement les SPI calculés précédemment. Les fonctions impulsionnelles obtenues pour des valeurs normales et élevées des SPI sont très proches des résultats trouvés précédemment. Seule la réponse des importations agricoles aux chocs pluviométriques diffère lorsque l'indice pluviométrique est fixé à des valeurs faibles ($SPI = -1$). La réponse immédiate de 13.6% augmente l'année suivant le choc et atteint un pic de 20.05% avant de revenir progressivement à la normale pour une complète stabilisation cinq années après le choc. Ces résultats confirment que l'impact des transferts de fonds sur les importations agricoles est très sensible aux conditions pluviométriques dans les pays d'Afrique de l'Ouest caractérisés par un climat sahélien.

Figure III.5 – Réponse des importations aux chocs sur les transferts de fonds
(modèle PVAR avec effets fixes)



Notes : Réponse des importations agricoles par tête à un choc d'un écart-type sur la variable des transferts de fonds par tête. Les lignes continues décrivent les fonctions IRFs estimées et les lignes en pointillés, les intervalles de confiances de 95% calculés par simulation de Monte Carlo avec 1200 répétitions.

Figure III.6 – Décomposition de l'erreur de prévision de la variance selon le niveau de précipitations (Pays sahéliens)



Décomposition de l'erreur de prévision de la variance de précipitations (suite)

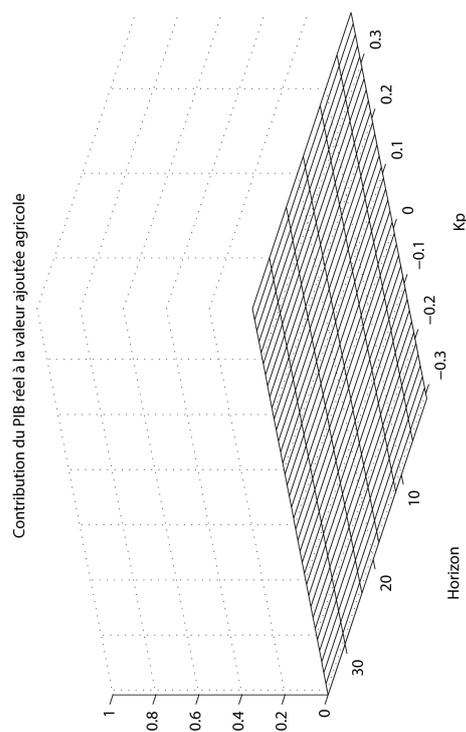
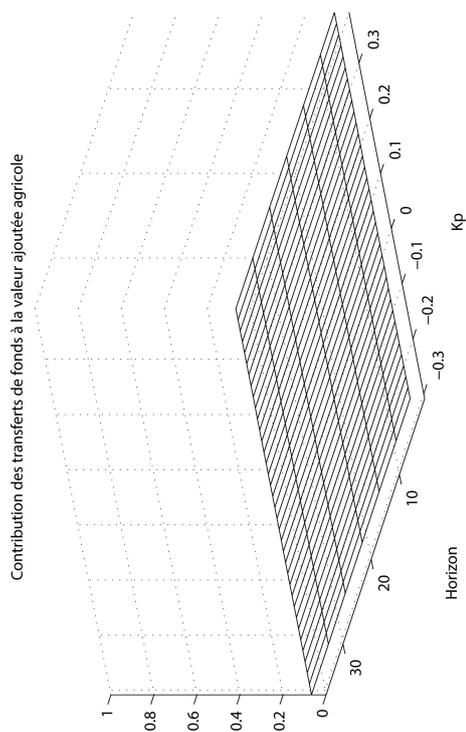
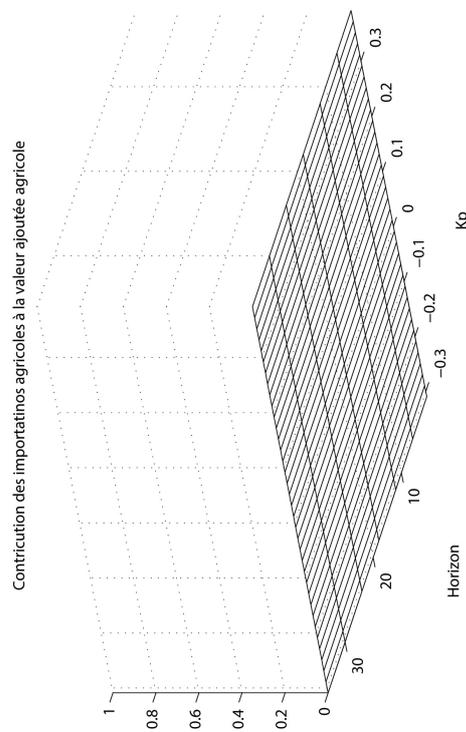
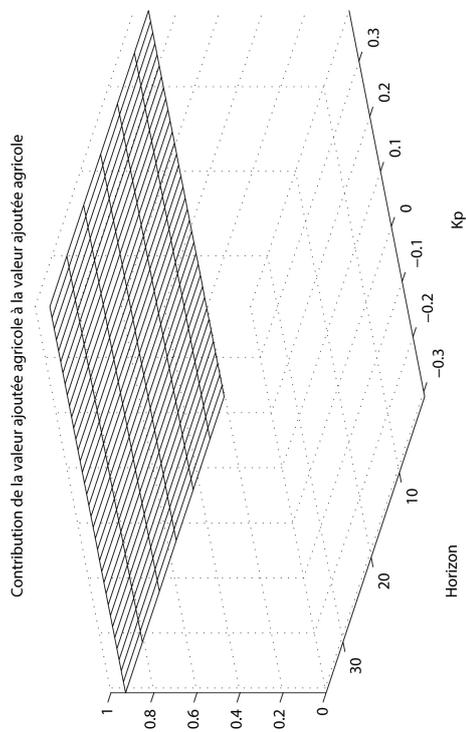
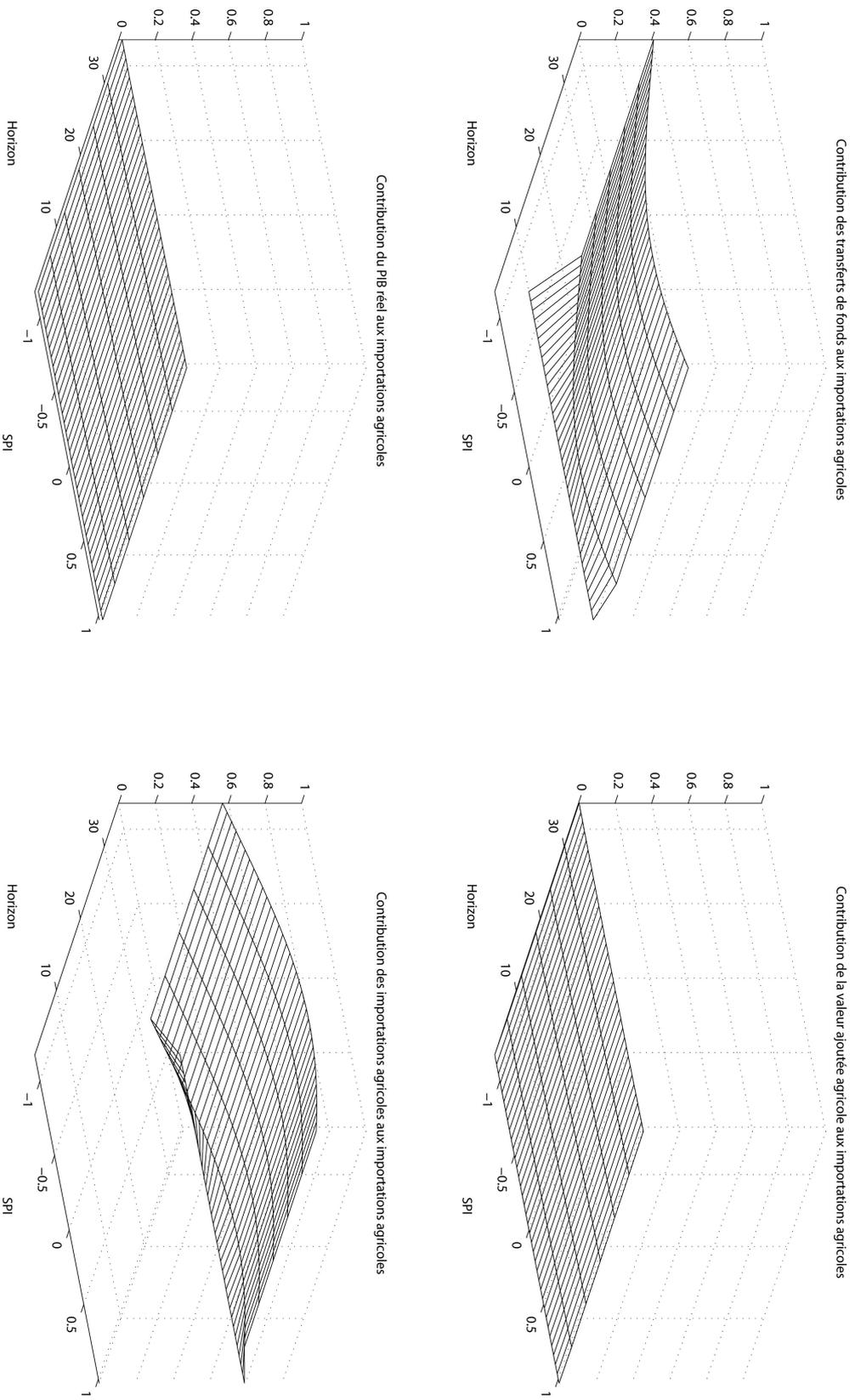


Figure III.7 – Décomposition de l'erreur de prévision de la variance selon l'Indice Standardisé des Précipitations (Pays sahéliens)



Décomposition de l'erreur de prévision de la variance selon l'Indice Standardisé des Précipitations (suite)

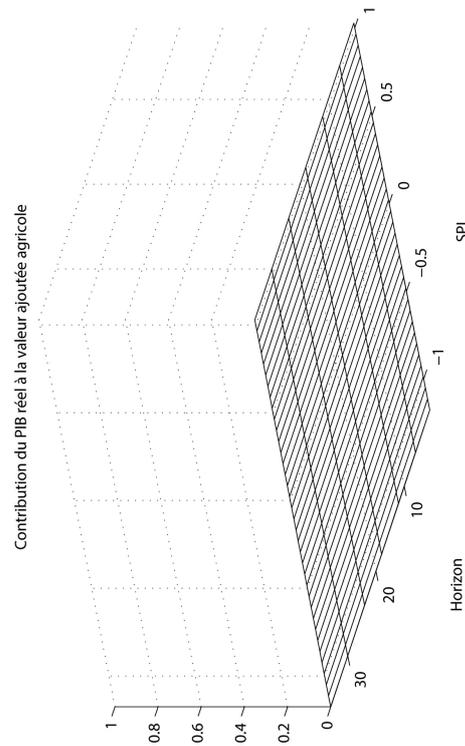
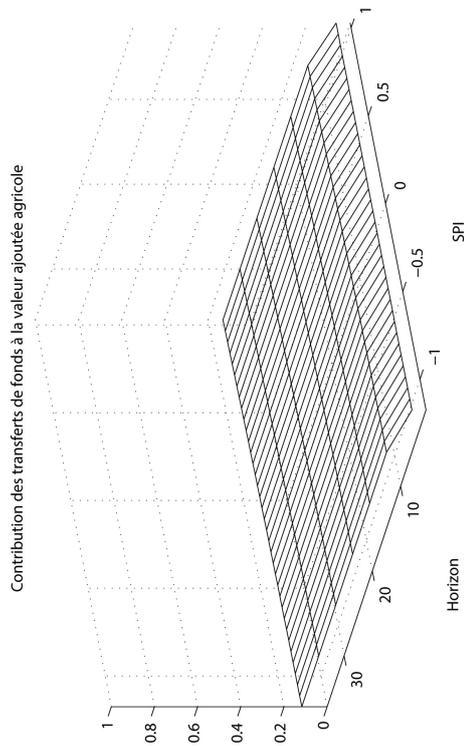
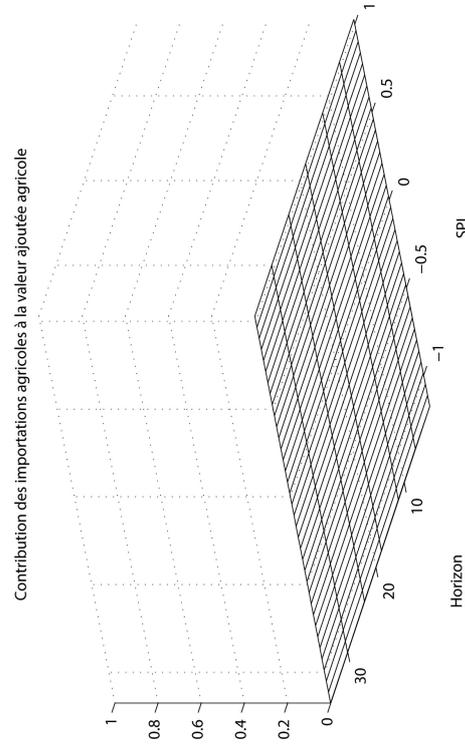
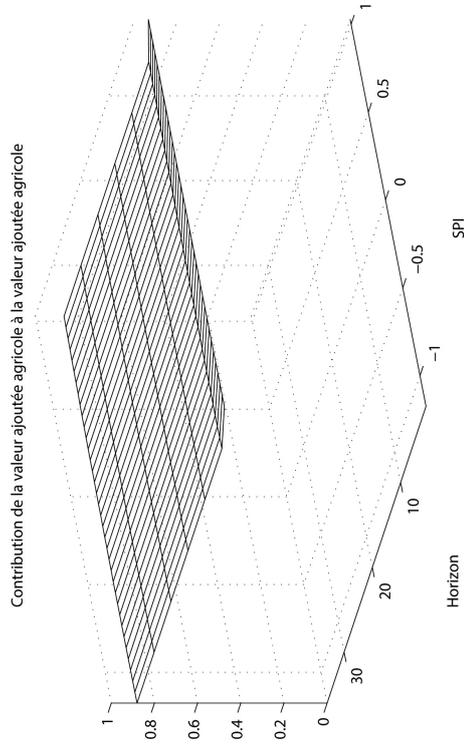
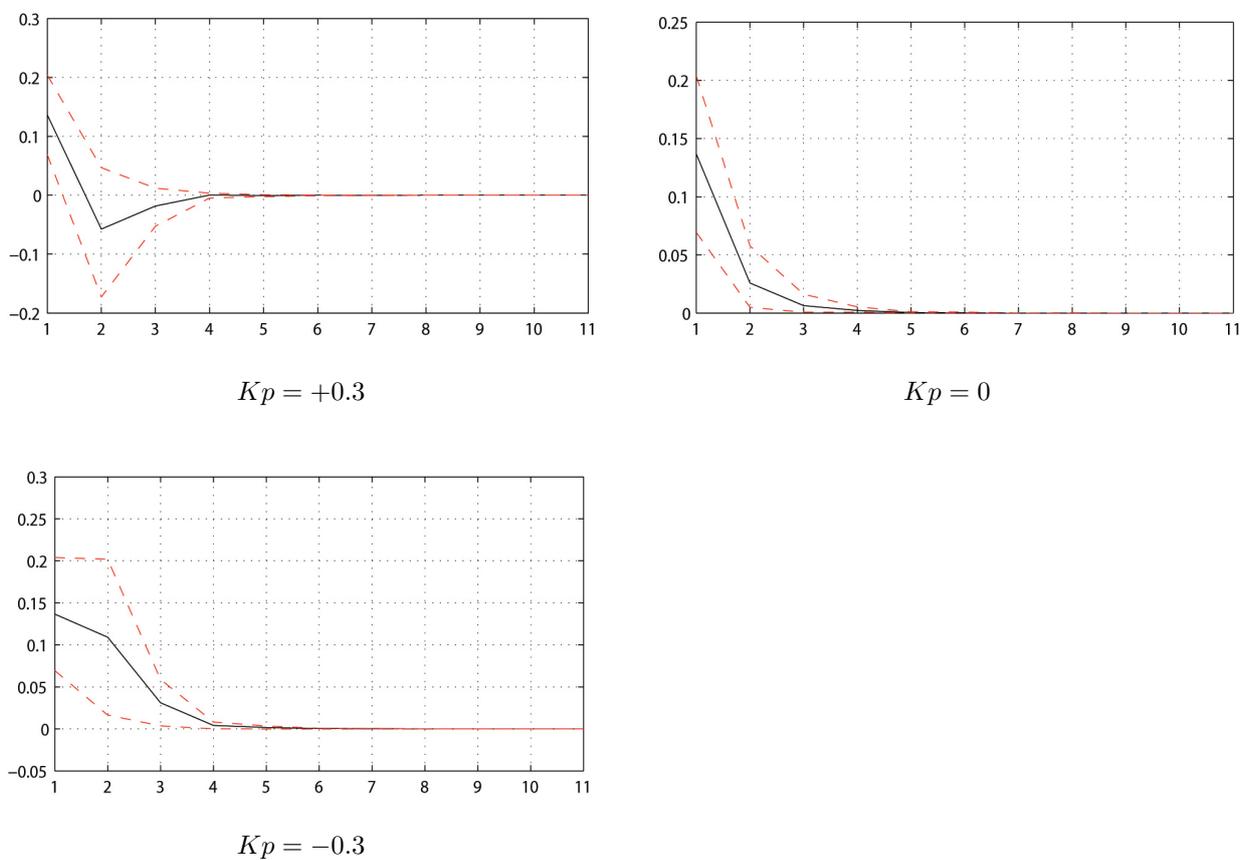


Figure III.8 – Réponses des importations agricoles aux chocs positifs sur les transferts de fonds pour des valeurs fixes des totaux pluviométriques annuels

(Pays sahéliens)



Notes : Réponse des importations agricoles par tête à un choc d'un écart-type sur la variable des transferts de fonds. Les lignes continues décrivent les fonctions IRFs estimées et les lignes en pointillés, les intervalles de confiance de 95% calculés analytiquement

Conclusion

La représentation des dynamiques suivies par les variables du modèle obtenue à partir de la simulation de chocs nous permet d'aboutir à la série de conclusions suivante :

- i) Les chocs négatifs pluviométriques entraînent une baisse de la production agricole et du PIB à court terme.
- ii) Les transferts sont contracycliques vis-à-vis des chocs pluviométriques et ont un impact positif sur la capacité des ménages à lisser leur consommation dans le temps.
- iii) Ce maintien de la consommation passe par une hausse des importations de biens de première nécessité, en l'absence de retombée positives des transferts sur l'appareil productif à court terme.
- iv) L'affaiblissement de la production locale après l'occurrence d'un choc négatif sur les précipitations peut créer une situation de dépendance vis-à-vis des transferts, afin de financer ce maintien de la consommation par les importations.

Nos résultats montrent que les chocs pluviométriques ont eu un impact macroéconomique significatif au cours de la période 1980 - 2009 dans les pays d'Afrique de l'Ouest. Le PIB par tête ainsi que les transferts de fonds s'avèrent sensibles à toute diminution des précipitations à court terme. Un choc pluviométrique entraîne une baisse immédiate de la valeur ajoutée agricole et du PIB ainsi qu'une hausse des transferts de fonds entre la première et la seconde année suivant l'occurrence du choc. Cette relation est plus marquée lorsque notre échantillon de pays est restreint à l'ensemble des pays d'Afrique de l'Ouest caractérisés par un climat de type sahélien. Malgré l'existence d'une relation contracyclique des transferts vis-à-vis des précipitations, nous montrons que les envois de fonds des migrants établis à l'étranger peuvent avoir des conséquences macroéconomiques néfastes sur l'économie.

En effet, les transferts de fonds peuvent déboucher sur une situation de dépendance accrue des économies régionales. D'un point de vue microéconomique, l'effet négatif des transferts de fonds s'exprime par la dépendance de certains ménages à cette source de revenu. Lorsque les transferts de fonds sont dépensés afin de subvenir aux besoins essentiels du ménage, la relation pauvreté-migration-transferts peut s'emballer, notamment si les transferts n'ont plus pour fonction de lisser la consommation des ménages mais contribuent à l'adoption de nouvelles habitudes de consommation. D'un point de vue macroéconomique, une dépendance peut apparaître si les ménages dépendent trop fortement des transferts, si bien qu'ils sont totalement dépensés en biens de consommations de première nécessité. Ils peuvent ainsi favoriser une augmentation de la demande supérieure aux capacités de production de l'économie, ne contribuant que peu ou pas à la hausse des capacités productives du pays. Cette asymétrie peut être d'autant plus forte du fait de la nature contracyclique des transferts vis-à-vis des chocs pluviométriques. Ces derniers ayant des répercussions négatives

sur la production agricole, le prix des biens de première nécessité augmente. L'augmentation de la demande pour ces biens est soutenue par l'arrivée souvent massive de transferts de fonds. Il en résulte une hausse des importations en biens agricoles de première nécessité agissant alors comme une véritable contrainte extérieure sur les économies les plus vulnérables aux chocs pluviométriques.

Malgré leur impact positif sur la capacité des ménages à lisser leur consommation dans le temps, les transferts de fonds favorisent une hausse des importations de biens agricoles en l'absence d'effets d'entraînements suffisants des transferts sur l'économie. Nos résultats indiquent que tout choc positif sur les transferts entraîne une faible augmentation de la valeur ajoutée agricole, sans impact significatif sur le PIB. Ainsi, l'effet d'entraînement des transferts de fonds est faible à court terme. La contribution de ces derniers aux fluctuations des importations apparaît élevée puisqu'ils expliquent 14% des fluctuations des importations agricoles des pays sahéliens de la zone. Une hausse de l'ordre de 25.8% des transferts de fonds provoque une augmentation immédiate des importations agricoles de 10.4% alors qu'un choc pluviométrique conduit à une baisse immédiate de la production agricole dans les pays sahéliens d'Afrique de l'Ouest de l'ordre de -4.3%. Ces fluctuations des précipitations expliquent près de 38.10% des fluctuations de la production agricole.

Ainsi, les transferts de fonds permettent-ils d'accroître la résilience des États face aux chocs négatifs sur les précipitations, en maintenant la consommation des ménages. Toutefois, ce lissage de la consommation passe par l'augmentation des importations en l'absence de répercussions positives sur les capacités de production internes à court terme.

Chapitre III. Transferts de fonds et variabilité des précipitations en Afrique de l'ouest : une perspective macroéconomique

Bibliographie

- [1] Acosta, P.A., Lartey, E.K., et Mandelman, F.S. (2009). 'Remittances and the Dutch disease.' *Journal of international economics*, 79(1) :102–116.
- [2] Adams, R.H. (1998). 'Remittances, investment, and rural asset accumulation in Pakistan.' *Economic Development and Cultural Change*, 47(1) :155–173.
- [3] — (2002). 'Precautionary saving from different sources of income : evidence from rural Pakistan.' Policy Research Working Paper Series 2761, The World Bank.
- [4] AFDB (2007). 'African Development Report.' African development report, African Development Bank.
- [5] Agarwal, R. et Horowitz, A.W. (2002). 'Are international remittances altruism or insurance? evidence from Guyana using multiple-migrant households.' *World Development*, 30(11) :2033–2044.
- [6] Alderman, H. et Paxson, C.H. (1992). 'Do the poor insure? a synthesis of the literature on risk and consumption in developing countries.' Paper 164, Princeton, Woodrow Wilson School - Development Studies.
- [7] Alvarez, J. et Arellano, M. (2003). 'The time series and cross-section asymptotics of dynamic panel data estimators.' *Econometrica*, 71(4) :1121–1159.
- [8] Arellano, M. et Bond, S. (1991). 'Some tests of specification for panel data : Monte carlo evidence and an application to employment equations.' *Review of Economic Studies*, 58(2) :277–97.
- [9] Arellano, M. et Bover, O. (1995). 'Another look at the instrumental variable estimation of error-components models.' *Journal of econometrics*, 68(1) :29–51.

Bibliographie

- [10] Attzs, M. (2008). 'Natural disasters and remittances : Exploring the linkages between poverty, gender, and disaster vulnerability in caribbean SIDS.' Working Paper RP2008/61, World Institute for Development Economic Research (UNU-WIDER).
- [11] Breitung, J. (1999). *The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data*. Sonderforschungsbereich 373.
- [12] Bugamelli, M. et Paternò, F. (2008). 'Output growth volatility and remittances.' Temi di discussione (Economic working papers) 673, Bank of Italy, Economic Research and International Relations Area.
- [13] Coulibaly, D. (2009). 'Macroeconomic determinants of migrants' remittances : New evidence from a panel VAR.' Working Paper halshs-00367704, HAL.
- [14] Cuaresma, C., Hlouskova, et Obersteiner (2008). 'Natural disasters as creative destruction? evidence from developing countries.' *Economic Inquiry*, 46(2) :214–226.
- [15] Daffé, G. (2009). 'International finance for development in Africa (IFDA).' Technical report, Trade, Investment, Debt, Aid, and Remittances.
- [16] Daffé, G. et Diagne, A. (2008). *Le Sénégal face aux défis de la pauvreté : Les oubliés de la croissance*. Karthala Editions.
- [17] Ebeke, C. (2011). 'Transferts des migrants, ouverture sur l'extérieur et dépenses publiques dans les pays en développement.' Working Paper halshs-00552983, HAL.
- [18] Edwards, D.C. (1997). 'Characteristics of 20th Century drought in the United States at multiple time scales.' Technical report, DTIC Document.
- [19] El-Sakka, M.I. et McNabb, R. (1999). 'The macroeconomic determinants of emigrant remittances.' *World Development*, 27(8) :1493–1502.
- [20] Findley, S.E. (1994). 'Does drought increase migration? a study of migration from Rural Mali during the 1983-1985 drought.' *International Migration Review*, 28(3) :539.
- [21] FMI (2005). *World Economic Outlook April 2005 : Globalization and External Imbalances*. International Monetary Found.
- [22] Fomby, T., Ikeda, Y., et Loayza, N. (2009). 'The growth aftermath of natural disasters.' Policy Research Working Paper Series 5002, The World Bank.
- [23] Forbes, K.J. et Rigobon, R. (2002). 'No contagion, only interdependence : measuring stock market comovements.' *The Journal of Finance*, 57(5) :2223–2261.

- [24] French, M.W. (2001). 'Estimating changes in trend growth of total factor productivity : Kalman and h-p filters versus a markov-switching framework.' *SSRN eLibrary*.
- [25] Georgiadis, G. (2012). 'Towards an explanation of cross-country asymmetries in monetary transmission.' Technical report, Deutsche Bundesbank, Research Centre.
- [26] Ghada, F. (2010). *The macroeconomics of migrant workers' remittances*. Ph.D. thesis, Thèse de Doctorat, Université d'Oxford.
- [27] Gilchrist, S. et Himmelberg, C. (1999). 'Investment : Fundamentals and finance.' NBER chapters, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [28] Glytsos, N.P. (1993). 'Measuring the income effects of migrant remittances : A methodological approach applied to greece.' *Economic Development and Cultural Change*, 42(1) :131–68.
- [29] Goubanova, K. et Li, L. (2007). 'Extremes in temperature and precipitation around the Mediterranean basin in an ensemble of future climate scenario simulations.' *Global and Planetary Change*, 57(1) :27–42.
- [30] Gubert, F. (2002). 'Do migrants insure those who stay behind ? evidence from the Kayes area (Western Mali).' *Oxford Development Studies*, 30(3) :267–287.
- [31] Guillaumont, P. (2009). 'An economic vulnerability index : Its design and use for international development policy.' Working Paper 200907, CERDI.
- [32] Gupta, S., Pattillo, C.A., et Wagh, S. (2009). 'Effect of remittances on poverty and financial development in Sub-Saharan Africa.' *World Development*, 37(1) :104–115.
- [33] Haas, H.G.d. (2007). *Remittances, migration and social development : a conceptual review of the literature*. Social policy and development programme paper, ISSN 1020-8208. United Nations Research Institute for Social Development, Genève, Suisse.
- [34] Hallegatte, S. et Dumas, P. (2009). 'Can natural disasters have positive consequences ? investigating the role of embodied technical change.' *Ecological Economics*, 68(3) :777–786.
- [35] Harvey, A.C. (1989). *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*. Cambridge University Press.
- [36] Heger, M., Julca, A., et Paddison, O. (2008). 'Analysing the impact of natural hazards in small economies : The Caribbean case.' Working Paper RP2008/25, World Institute for Development Economic Research (UNU-WIDER).

Bibliographie

- [37] Hochrainer, S. (2009). 'Assessing the macroeconomic impacts of natural disasters : are there any ?' Policy Research Working Paper Series 4968, The World Bank.
- [38] Im, K.S., Pesaran, M.H., et Shin, Y. (2003). 'Testing for unit roots in heterogeneous panels.' *Journal of Econometrics*, 115(1) :53–74.
- [39] Jovičić, M. et Mitrović, R.D. (2006). 'Macroeconomic analysis of causes and effects of remittances : A panel model of the SEE countries and a case study of serbia.' The wiiw Balkan Observatory Working Paper 063, The Vienna Institute for International Economic Studies, wiiw.
- [40] Judson, R.A. et Owen, A.L. (1999). 'Estimating dynamic panel data models : a guide for macroeconomists.' *Economics Letters*, 65(1) :9–15.
- [41] Khan, A.R. (2005). 'Measuring inequality and poverty in bangladesh : An assessment of the survey data.' *The Bangladesh Development Studies*, pages 1–34.
- [42] Koop, G., Pesaran, M.H., et Potter, S.M. (1996). 'Impulse response analysis in nonlinear multivariate models.' *Journal of Econometrics*, 74(1) :119–147.
- [43] Lemoine, M. et Pelgrin, F. (2003). 'Introduction aux modèles espace-état et au filtre de kalman.' *Revue de l'OFCE*, 86(3) :203.
- [44] Levin, A., Lin, C.F., et James Chu, C.S. (2002). 'Unit root tests in panel data : asymptotic and finite-sample properties.' *Journal of Econometrics*, 108(1) :1–24.
- [45] Lloyd-Hughes, B. et Saunders, M.A. (2002). 'A drought climatology for Europe.' *International Journal of Climatology*, 22(13) :1571–1592.
- [46] Loayza, N., Olaberria, E., Rigolini, J., et Christiaensen, L. (2009). 'Natural disasters and growth : going beyond the averages.' Policy Research Working Paper Series 4980, The World Bank.
- [47] Love, I. et Zicchino, L. (2006). 'Financial development and dynamic investment behavior : Evidence from panel VAR.' *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 46(2) :190–210.
- [48] Lucas, R.E.B. et Stark, O. (1985). 'Motivations to remit : Evidence from botswana.' *Journal of Political Economy*, 93(5) :901–18.
- [49] Maddala, G.S. et Wu, S. 'A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test.' *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 61(S1) :631–652.
- [50] McKee, T.B., Doesken, N.J., et Kleist, J. (1993). 'The relationship of drought frequency and duration to time scales.' In 'Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology,' volume 17, pages 179–183. American Meteorological Society Boston, MA.

- [51] Miller, D. et Paulson, A. (2007). 'Risk taking and the quality of informal : Gambling and remittances in Thailand.' *Federal Reserve Bank of Chicago Working Paper WP-07*, 1.
- [52] Mishra, P. (2006). *Emigration and Brain Drain : Evidence from the Caribbean*. International Monetary Fund.
- [53] Mitchell, T.D. et Jones, P.D. (2005). 'An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids.' *International Journal of Climatology*, 25(6).
- [54] Mohapatra, S., Joseph, G., et Ratha, D. (2012). 'Remittances and natural disasters : ex-post response and contribution to ex-ante preparedness.' *Environment, Development and Sustainability*, 14(3) :365–387.
- [55] Moon, H.R. et Perron, B. (2004). 'Testing for a unit root in panels with dynamic factors.' *Journal of econometrics*, 122(1) :81–126.
- [56] Mughal, M. et Makhlouf, F. (2011). 'Remittances, dutch disease, and competitiveness : a Bayesian analysis.' Technical report, Working Papers 2011-2012_1.
- [57] Neagu, I.C. et Schiff, M. (2009). 'Remittance stability, cyclicality and stabilizing impact in developing countries.' Policy Research Working Paper Series 5077, The World Bank.
- [58] Noy, I. (2009). 'The macroeconomic consequences of disasters.' *Journal of Development Economics*, 88(2) :221–231.
- [59] Noy, I. et Nualsri, A. (2007). 'What do exogenous shocks tell us about growth theories?' Technical report, Working Papers, Santa Cruz Center for International Economics.
- [60] OCDE (2006). *International Migration Outlook : SOPEMI-2006 Edition*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- [61] Ogallo, L., Boulahya, M., et Keane, T. (2000). 'Applications of seasonal to interannual climate prediction in agricultural planning and operations.' *Agricultural and Forest Meteorology*, 103.
- [62] Okuyama, Y. (2003). 'Economics of natural disasters : A critical review.' *Research Paper*, 12 :20–22.
- [63] Pesaran, H.H. et Shin, Y. (1998). 'Generalized impulse response analysis in linear multivariate models.' *Economics letters*, 58(1) :17–29.
- [64] Pesaran, M.H. (2004). 'General diagnostic tests for cross section dependence in panels.' Technical report, Institute for the Study of Labor (IZA).

Bibliographie

- [65] — (2007). 'A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence.' *Journal of Applied Econometrics*, 22(2) :265–312.
- [66] PNUD. *Reducing Disaster Risk : A Challenge for Development*,. Bureau for Crisis Prevention and Recovery. New York, UNDP edition.
- [67] Quartey, P. (2006). 'The impact of migrant remittances on household welfare in ghana.' Research Paper RP_158, African Economic Research Consortium.
- [68] Quisumbing, A.R., McNiven, S., et Godquin, M. (2008). 'Shocks, groups, and networks in bukidnon, philippines :.' CAPRI working paper 84, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- [69] Raddatz, C. (2009). 'The wrath of god : macroeconomic costs of natural disasters.' Policy Research Working Paper Series 5039, The World Bank.
- [70] Rapoport, H. et Docquier, F. (2005). 'The economics of migrants' remittances.' IZA Discussion Paper 1531, Institute for the Study of Labor (IZA).
- [71] Rosenzweig, M.R. (1988). 'Risk, implicit contracts and the family in rural areas of low-income countries.' *Economic Journal*, 98(393) :1148–70.
- [72] Sayan, S. (2006). 'Business cycles and workers' remittances : How do migrant workers respond to cyclical movements of GDP at home ?' IMF Working Paper 06/52, International Monetary Fund.
- [73] Sims, C.A. (1980). 'Macroeconomics and reality.' *Econometrica*, 48(1) :1–48.
- [74] Skidmore, M. et Toya, H. (2002). 'Do natural disasters promote long-run growth ?' *Economic Inquiry*, 40(4) :664–687.
- [75] Taylor, E.J. (1999). 'The new economics of labour migration and the role of remittances in the migration process.' *International Migration*, 37(1) :63–88.
- [76] Westerlund, J. (2007). 'Testing for error correction in panel data.' *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6) :709–748.
- [77] WorldBank (2006). *Global Economic Prospects*. World Bank Publications.
- [78] Yang, D. (2003). 'Remittances and human capital investment : Child schooling and child labor in the origin households of overseas filipino workers.' *Department of Economics, University of Michigan, Ann Arbor*.

- [79] Yang, D. et Choi, H. (2005). 'Are remittances insurance? evidence from rainfall shocks in the Philippines.' Working Paper 535, Research Seminar in International Economics, University of Michigan.

Bibliographie

Conclusion générale et perspectives

3.1 Conclusion générale

La variabilité climatique est un phénomène profondément ancré dans les sociétés d'Afrique de l'Ouest. La période humide des années 1930-1960, la grande sécheresse des années 1970 et 1980 ainsi que la relative recrudescence des précipitations au cours des années 1990 ont clairement illustré le rôle joué par le climat sur les conditions de vies de ces sociétés. Les migrations de travail constituent alors, dans un contexte d'imperfection des marchés du crédit et de l'assurance, un moyen d'adaptation aux fluctuations climatiques. La migration, en tant que stratégie de gestion des risques climatiques, est multiforme. Elle se traduit par différents types de mouvements migratoires et peut résulter en mouvements saisonniers, de court terme ou en mouvements de long terme et sur de longues distances, donnant généralement lieu à des transferts de fonds de la part des migrants.

L'idée selon laquelle les départs en migration augmentent invariablement avec l'occurrence de chocs climatiques a été remise en question par une littérature théorique et empirique grandissante depuis les années 1990. Ces études montrent premièrement, sur la base d'études de cas, une absence de relation systématique entre phénomènes climatiques extrêmes et établissement de mouvements migratoires (Henry et al., 2004, Kniveton et al., 2008). Deuxièmement, ces études montrent que la variable environnementale n'explique pas à elle seule le processus migratoire et que celui-ci qui résulte de l'interaction de multiples déterminants, notamment d'origines économiques (Findley, 1994 ; Henry et al., 2004).

Findley (1994) montre que l'occurrence d'événements climatiques aboutit, au Mali, à une diminution des migrations longues distances ainsi qu'à une augmentation des migrations de courtes distances. Les migrations internationales sont donc *ex ante* étant donné qu'elles sont coûteuses et que celles-ci deviennent inaccessibles lorsque le revenu des ménages est impacté négativement par un choc. L'auteur montre de plus que 63% des ménages maliens ont révélé dépendre des envois de fonds envoyés par les membres de famille en cours de migration pendant l'épisode de la grande sécheresse. Parmi eux, 47% recevaient de l'argent de migrants établis en France et seulement 16% de migrants établis dans les villes d'Afrique sub-saharienne. Ces faits montrent d'une part, l'importance de la migration internationale comme source de transferts de fonds et d'autre part, l'importance de la migration comme moyen d'assurance contre les aléas climatiques. Plusieurs études de cas ont montré qu'il existe un lien fort entre l'occurrence de catastrophes naturelles et le volume croissant des envois de fonds. Clarke et Wallsten (2004) soulignent que les transferts ont tendance à augmenter lors d'événements climatiques extrêmes en Jamaïque. Gupta (2005) met en évidence l'impact positif des sécheresses en Inde sur la composante cyclique des envois de fonds. Ratha (2006) constate que les transferts ont tendance à augmenter à la suite des catastrophes naturelles au Bangladesh ainsi qu'en République dominicaine et en Haïti.

Nous avons montré, dans le premier chapitre de cette thèse, que les transferts de fonds envoyés par

les migrants à leurs familles dans les zones rurales du Mali augmentent lorsque ces derniers font face à un choc négatif sur leur revenu. Afin d'adresser spécifiquement la question de la réponse des transferts de fonds aux chocs pluviométriques, ceux-ci ont servi d'instruments pour le revenu agricole de 350 exploitations agricoles dans la zone du vieux bassin cotonnier (Cercle de Koutiala), la zone Office du Niger (Cercle de Macina), la zone sahélienne de production de céréales sèche (Cercle de Tominian) et la partie Nord de la région de Kayes (Cercle de Diéma). Nos résultats montrent que les différences entre les totaux pluviométriques des saisons humides entre 2007 et 2006 et entre 2006 et 2005 constituent de bons instruments du revenu agricole des ménages au début de l'année 2008 dans les zones rurales du Mali. Les chocs négatifs sur le revenu conduisent alors à une hausse des transferts de fonds pour les ménages qui ont au moins un migrant établi à l'étranger. La réponse des transferts de fonds aux chocs sur le revenu est toutefois peu significative et plus faible au regard des exploitations agricoles caractérisées par des migrations de court terme. Ainsi, les transferts de fonds perçus par les ménages ruraux du Mali semblent être expliqués par des comportements altruistes de la part des migrants établis à l'étranger.

En retour, les ménages utilisent ces transferts de fonds afin de lisser leur consommation en cas de choc négatif sur leur revenu. Les résultats des estimations économétriques effectuées dans le deuxième chapitre de la thèse montrent que les transferts de fonds ont joué un rôle central sur la sécurité alimentaire des ménages ruraux dans la partie sud du Mali en 2005. La diversification du revenu, à travers la perception d'envois de fonds, et la décapitalisation des actifs jouent un rôle central sur la sécurité alimentaire des ménages agricoles dans les régions soudano-sahéliennes et soudano-guinéennes du Mali. Plus précisément, nous montrons que la revente d'actifs productifs (bétail et équipements agricoles) suite à l'occurrence d'un choc augmente les chances de sécurité alimentaire de 10.5%. Les montants de transferts de fonds perçus par les ménages ont également un effet positif sur la sécurité alimentaire, ceux-ci augmentant les chances d'être en sécurité alimentaire de 10.7%.

Ainsi, les transferts de fonds jouent un rôle central sur la capacité des ménages agricoles à s'assurer contre les risques climatiques et en particulier contre les fluctuations des précipitations. Les transferts de fonds issus des migrants établis à l'étranger n'ont cessé d'augmenter ces dernières années dans nombre de pays en développement si bien qu'ils sont devenus une source de revenu indispensable pour nombre d'États. L'Afrique de l'Ouest capte 30% des envois de fonds officiels dirigés vers l'ensemble de l'Afrique subsaharienne entre 1996 et 2009. Leur part dans le PIB régional s'élève en moyenne à 3,2% sur la même période. En 1996, ce ratio s'élevait à 2,1% contre 4,3% en 2009. Cette part des transferts de fonds dans le PIB varie fortement en fonction des pays de la zone : Ils représentaient en moyenne, sur la période 2005-2011, 10.4% du PIB du Sénégal, 10.3% du PIB du Togo ou encore 4.4% du PIB du Mali et 3.6% du PIB du Bénin. Ces transferts de fonds transitant par le canal des banques ne représentent qu'une partie de la totalité des envois de fonds perçus par les familles restées dans la région d'origine. Une grande partie de ces envois est informelle et difficilement quan-

tifiable d'une année sur l'autre.

L'une des caractéristiques majeures de ces flux financiers est leur stabilité et leur nature contracyclique. Plusieurs études empiriques ont montré que les transferts constituent une source de devises beaucoup plus stable que l'Aide Publique au Développement et que les autres flux de capitaux privés. Les flux d'argent des migrants tendent à rester stables et à être moins liés à la conjoncture que les investissements directs étrangers. Ils présentent également, dans nombre de pays, un caractère contracyclique (Buch et Kuckulenz, 2004 ; Nayyar, 1994 ; Straubhaar, 1988). La nature contracyclique des transferts de fonds est principalement liée aux comportements de transferts de la part des migrants, ces derniers envoyant des fonds à leurs familles restées dans la région d'origine afin de répondre à des besoins de base inélastiques : alimentation, soins de santé et éducation.

Les transferts d'argent opérés par les émigrés exercent incontestablement un certain nombre d'effets sur le bien-être. Ils constituent une importante source de revenu pour de nombreux ménages à revenu faible à moyen et ils fournissent les devises fortes nécessaires pour importer des facteurs de production rares, non disponibles sur le plan intérieur, mais aussi pour effectuer des économies supplémentaires en vue du développement économique (Ratha et Mohapatra, 2007 ; Taylor, 1999 ; Quibria, 1997). Toutefois, nombre de chercheurs ont supposé que l'ampleur de l'impact sur le développement des transferts d'argent dans les pays bénéficiaires dépendait de la manière dont cet argent était dépensé.

Nos résultats montrent, à ce titre, que les transferts de fonds ont un effet important sur la pauvreté des ménages lorsque celle-ci est mesurée par leur accès aux aliments et leur consommation alimentaire. À l'inverse, nous trouvons que les transferts n'ont aucun effet sur la pauvreté lorsque celle-ci est mesurée par les équipements agricoles possédés par les ménages. La mesure d'un niveau de pauvreté par les actifs nous permet d'effectuer une distinction fondamentale entre pauvreté structurelle (de long terme) et pauvreté transitoire (de court terme) et d'introduire l'idée de durabilité de la pauvreté et de l'existence de pièges à pauvreté.

Les résultats issus du modèle logistique à *odds partiellement proportionnels* suivi du modèle logistique multinomial montrent que l'effet marginal des transferts de fonds est de 11.7% (significatif au seuil de 1%) entre la catégorie des ménages en situation d'insécurité alimentaire transitoire (situés en dessous du seuil de pauvreté mesuré par la consommation alimentaire mais au dessus du seuil de pauvreté par les actifs) vers la catégorie des ménages en situation de sécurité alimentaire et disposant d'une quantité d'équipements agricoles supérieur au seuil critique. L'effet marginal des transferts de fonds n'est toutefois pas significatif au regard du passage de la catégorie des ménages en situation de pauvreté structurelle vers les autres catégories. Autrement dit, les transferts de fonds ont un rôle d'ajustement de la consommation alimentaire en cas de choc transitoire sur le revenu mais n'ont aucun effet sur la capacité des ménages à sortir de la pauvreté lorsque celle-ci est structurelle. Une part importante des transferts de fonds est allouée à l'achat de biens alimentaires sur les marchés et pose

alors la question des effets d'entraînements des transferts de fonds sur ces économies. Malgré leur impact positif sur la capacité des ménages à lisser leur consommation dans le temps, les transferts de fonds favorisent une hausse des importations de biens agricoles de première nécessité. En effet nos résultats indiquent que tout choc positif sur les transferts entraîne une faible augmentation de la valeur ajoutée agricole, sans impact significatif sur le PIB. Ainsi, l'effet d'entraînement des transferts de fonds est faible à court terme. La contribution de ces derniers aux fluctuations des importations apparaît élevée puisqu'ils expliquent 14% des fluctuations des importations agricoles des pays sahéliens de la zone. Une hausse de l'ordre de 25.8% des transferts de fonds provoque une augmentation immédiate des importations agricoles de 10.4% alors qu'un choc pluviométrique conduit à une baisse immédiate de la production agricole dans les pays sahéliens d'Afrique de l'Ouest de l'ordre de -4.3%. Ces fluctuations des précipitations expliquent près de 38.10% des fluctuations de la production agricole.

3.2 Perspectives de recherche

Les différentes méthodes économétriques mobilisées au long de cette thèse font l'objet de limites liées au manque, voire à l'absence de données. Concernant le volet microéconomique de cette thèse, nous ne disposons que de données en coupe transversale étant donné le manque de suivi des populations. Ceci constitue une réelle difficulté étant donné les problèmes, discutés dans le premier chapitre, posés par l'endogénéité des transferts de fonds. La robustesse des résultats des deux premiers chapitres pourrait donc être testée en intégrant une année supplémentaire. Je compte, pour ce faire, utiliser les données d'enquête du programme RuralStruc réalisé au Mali en 2010. Il s'agit du deuxième passage de l'enquête réalisée en 2008 dans les Cercles de Koutiala, de Macina, de Tominian et de Diéma qui a été utilisée dans le cadre de cette thèse.

L'obtention de données d'enquêtes répétées dans le temps me permettrait également d'examiner plus précisément le lien entre actifs, pauvreté et chocs exogènes en testant l'existence de trappes à pauvreté. Plusieurs études basées sur des analyses non-paramétriques et semi-paramétriques cherchent à examiner l'existence d'un seuil dans l'espace des actifs (entre deux périodes) autour duquel les dynamiques d'accumulation se séparent (Carter et Barret, 2006 ; Naschold, 2012). Ce type d'analyse constitue une piste de recherche prometteuse étant donné que très peu d'études de ce type intègrent les chocs climatiques comme facteurs explicatifs des dotations des unités observées. L'inclusion de chocs climatiques et notamment de chocs pluviométriques au sein de régression semi-paramétriques pourrait rendre compte, plus explicitement, des dynamiques d'accumulation et de désaccumulation des actifs lorsque un ménage cherche à ajuster sa consommation dans le temps.

Une seconde limite peut être mentionnée concernant la partie macroéconomique de cette thèse développée dans le troisième chapitre. Cette limite est également relative au manque de données et à l'im-

précision des données. Bien que le recours à des modèles de séries temporelles élargis aux données de panels permet de corriger la faible fréquence des données disponibles (données annuelles), les transferts de fonds restent, encore aujourd'hui un concept statistiquement flou (Chami et al., 2009). Les principales sources de données disponibles sur les transferts de fonds des migrants sont accessibles via les Balances des Paiements annuelles des pays publiées chaque année par le Fonds Monétaire International (FMI) et par la Banque Mondiale au sein des bases de données *World Development Indicators* (WDI) et *African Development Indicators* (ADI). Ces données ne tiennent pas compte des flux de transferts gravitant par le canal informel et représentant, pour certains pays, près de la moitié des montants totaux de transferts de fonds. Cette limite concernant les données sur les transferts de fonds informels constituent un véritable frein commun à l'ensemble des études macroéconomiques se concentrant *de facto* sur l'impact des transferts de fonds gravitant par le canal des banques.

Malgré ces limites et contraintes liées à la disponibilité des données, la méthodologie utilisée dans le troisième chapitre de cette thèse pourrait être appliquée à d'autres pays en développement où le secteur agricole est prédominant. Peu d'études utilisent les modèles à vecteurs autorégressifs afin d'adresser spécifiquement la question de l'impact des transferts de fonds sur la stabilité de la croissance ou encore de l'impact du climat sur les transferts de fonds. Cette méthodologie pourrait être également appliquée afin d'analyser un effet en particulier des transferts de fonds qui n'a pas été traité dans le cadre de cette thèse, à savoir, le lien entre transferts de fonds et taux de change réel. Les transferts de fonds peuvent contribuer à surévaluer le taux de change lorsqu'ils induisent une augmentation de la demande supérieure aux capacités de production internes et que cette demande est tournée vers des biens marchands. Bien que nos résultats suggèrent l'existence de ce type de phénomène dans les pays les plus exposés aux conséquences négatives de la variabilité des pluies, il semblerait à propos de mener une analyse des conséquences des transferts de fonds en termes de « syndrome hollandais ». En effet, la surévaluation du taux de change réduit la compétitivité des entreprises d'un pays vis-à-vis de l'étranger et à l'intérieur même du pays. Il en résulte alors une possible ré-allocation des ressources des biens marchands vers le secteur des biens non marchands.

Enfin, l'analyse des effets d'entraînements des transferts de fonds et des chocs climatiques sur les économies en développement pourrait être augmentée par la prise en compte de du degré de développement du secteur financier. Plusieurs études empiriques ont récemment mis en évidence que l'effet positif ou négatif des transferts de fonds au niveau macroéconomique est fonction du niveau de développement local du secteur financier. Ces études apportent toutefois des résultats contrastés. Giuiliano et Ruiz-Arranz (2009) montre que les transferts de fonds ont un impact positif sur la croissance dans les pays disposant d'un système financier peu développé car les transferts de fonds constituent alors un moyen de financer l'investissement et une aide afin de surmonter les contraintes de liquidité. Coulibaly et Ahamada (2011) montrent quant à eux, à partir d'un modèle à transition lisse en panel, que l'effet stabilisant des transferts de fonds sur la volatilité de la croissance augmente

avec le développement du secteur financier.

Bibliographie

- [1] Ahamada, I. et Coulibaly, D. (2011). 'How does financial development influence the impact of remittances on growth volatility?' *Economic modelling*, 28(6) :2748–2760.
- [2] Barajas, A., Chami, R., Fullenkamp, C., Gapen, M., et Montiel, P. (2009). *Do Workers' Remittances Promote Economic Growth?* International Monetary Fund Washington, DC.
- [3] Black, R., Kniveton, D., Skeldon, R., Coppard, D., Murata, A., et Schmidt-Verkerk, K. (2008). 'Demographics and climate change : Future trends and their policy implications for migration.' *Development Research Centre on Migration, Globalisation and Poverty. Brighton : University of Sussex.*
- [4] Buch, C.M. et Kuckulenz, A. (2004). 'Worker remittances and capital flows to developing countries.' *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion paper*, (04-031).
- [5] Carter, M.R. et Barrett, C.B. (2006). 'The economics of poverty traps and persistent poverty : An asset-based approach.' *The Journal of Development Studies*, 42(2) :178–199.
- [6] Clarke, G. et Wallsten, S. (2004). 'Do remittances protect household in developing countries against shocks? evidence from a natural disaster in jamaica. washington.' Technical report, DC : Mimeo, World Bank.
- [7] Findley, S.E. (1994). 'Does drought increase migration? a study of migration from rural mali during the 1983-1985 drought.' *International Migration Review*, pages 539–553.
- [8] Giuliano, P. et Ruiz-Arranz, M. (2009). 'Remittances, financial development, and growth.' *Journal of Development Economics*, 90(1) :144–152.
- [9] Gupta, P. (2005). 'Macroeconomic determinants of remittances : Evidence from india.' Technical report, International Monetary Fund.

- [10] Henry, S., Schoumaker, B., et Beauchemin, C. (2004). 'The impact of rainfall on the first out-migration : A multi-level event-history analysis in burkina faso.' *Population and Environment*, 25(5) :423–460.
- [11] McCormick, B. et Wahba, J. (2000). 'Overseas employment and remittances to a dual economy.' *The Economic Journal*, 110(463) :509–534.
- [12] Naschold, F. (2012). 'The poor stay poor : Household asset poverty traps in rural semi-arid india.' *World Development*, 40(10) :2033–2043.
- [13] Nayyar, D. (1994). *Migration, remittances and capital flows : The Indian experience*. Oxford University Press Delhi, India.
- [14] Quibria, M.G. (1997). 'International migration, remittances and income distribution in the source country : a synthesis.' *Bulletin of Economic Research*, 49(1) :29–46.
- [15] Ratha, D. et Mohapatra, S. (2007). 'Increasing the macroeconomic impact of remittances on development.' *World Bank*.
- [16] Straubhaar, T. (1988). 'International labour migration within a common market : some aspects of ec experience.' *JCMS : Journal of Common Market Studies*, 27(1) :45–62.
- [17] Taylor, E.J. (1999). 'The new economics of labour migration and the role of remittances in the migration process.' *International Migration*, 37(1) :63–88.

Annexe

A.1 Statistiques descriptives et diagnostic de multicollinéarité.

Tableau A.1 – Durée moyenne des migrations de courte durée

Destination	Effectif	%	Moyenne
			(absence en mois)
Commune et cercle	65	22.57	6.88
Région et capitale régionale	39	13.54	6.36
Autre région et Bamako	166	57.64	6.21
Afrique	18	6.25	6.72
Ensemble	288	100	6.54

Tableau A.2 – Gains issus de la migration de courte durée

Zones	EAF concernées	% EAF totales	Gains (FCFA/migrant)	
			Moy.	% biens
Diéma	22	15	38161	48
Tominian	66	43	63438	30
Macina	22	14	39328	23
Koutiala	76	50	11280	58
Total	186	30	36014	35

Tableau A.3 – Transferts de fonds selon le lieu de résidence de l'émigré

Lieu de résidence	Nombre d'émigré		Montant envoyé (2007)
	Total	% d'envois	Moyenne
Commune	12	0	0
Cercle	25	16	13641
Région	22	36	33679
Capitale régionale	26	35	57026
Autre Région	27	44	46834
Bamako	120	36	96308
Afrique	103	59	393686
Europe	147	95	581403

Tableau A.4 – Diagnostic de multicolinéarité.

Variabes	VIF	Tol.	R^2	IC
Age HH	1.12	0.89	0.10	1.00
Dépendance	1.05	0.95	0.04	2.20
Sup. cultivée (<i>Ha</i>)	1.61	0.62	0.37	2.63
UBT	1.43	0.70	0.29	3.19
Vente UBT (\$ PPP)	1.30	0.77	0.22	3.34
$\Delta \bar{P}_{2007-2006}$	1.87	0.58	0.41	3.39
$\Delta \bar{P}_{2006-2005}$	1.22	0.81	0.18	4.25
Revenu agricole par tête (\$ PPP)	1.62	0.62	0.38	4.85
Éducation du chef du ménage	1.08	0.92	0.07	5.02
Niveau d'équipement de l'EAF	1.22	0.82	0.17	5.57
Intégration au marché	1.51	0.66	0.34	14.14
Revenu agr / Rev. Total	1.11	0.90	0.10	18.48
VIF moyen		1.33		
NC		18.48		

IC : indice de conditionnement.

NC : nombre de conditionnement.

A.2 Consommation de céréales au Mali : résultats d'enquêtes (1985/1986).

Tableau A.5 – Consommation de céréales au Mali : résultats d'enquêtes (1985/1986).

Echantillon de population	Riz	Mil	Sorgho	Maïs	Blé	Autres	Total
Bamako							
Échantillon global	57	19	<0.5	1	17	6	100
Quartile le plus pauvre	55	20	1	<0.5	16	8	100
Quartile le plus riche	54	21	1	0	19	5	100
Zones rurales							
Bougouni	8	83 ^b	.	6	a	3	100
Kayes	4	21 ^b	.	74	a	1	100

Note : Ce tableau présente les dépenses ou parts du budget qui sont les parts en produits du total des dépenses monétaires (somme de la valeur imputée de la consommation propre plus transferts plus achats).

^aDonnées non signalées ; ^bMil et sorgho signalés ensemble.

Source : Reardon, 1993.

A.3 Évaluation de la cohérence interne et critère de choix des facteurs après Analyse Factorielle.

La statistique α de Cronbach est un indice variant entre 0 et 1 qui permet d'évaluer la consistance ou cohérence interne d'un instrument d'évaluation ou de mesure composé par un ensemble d'items qui, tous, devraient contribuer à appréhender une même entité (ou dimension) « sous-jacente ». Le coefficient alpha de Cronbach est calculé suivant la formule suivante :

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \left(\sum_{i=1}^k \sigma_{Y_i}^2 / \sigma_X^2 \right) \right] \quad (1)$$

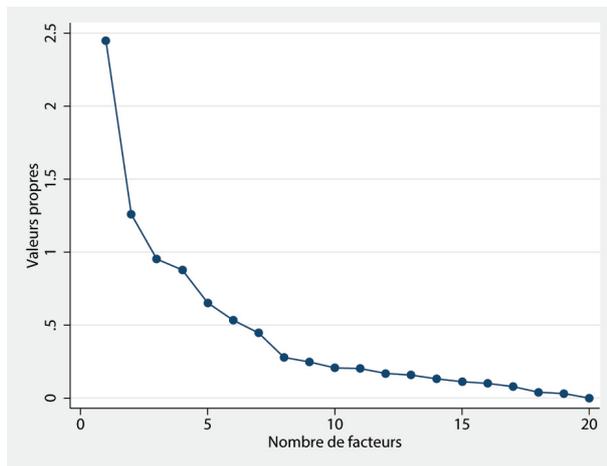
Où k est le nombre d'items, σ_X^2 est la variance de l'instrument dans son ensemble et $\sigma_{Y_i}^2$ est la variance de l'item i . Le test de sphéricité de Bartlett vérifie, quant à lui, l'hypothèse nulle selon laquelle toutes les corrélations seraient égales à zéro. Le test est toutefois très sensible au nombre de cas si bien que la statistique de test est quasiment toujours significative lorsque le nombre de cas est grand.

Tableau A.6 – Cohérence interne et α de Cronbach, règle de décision.

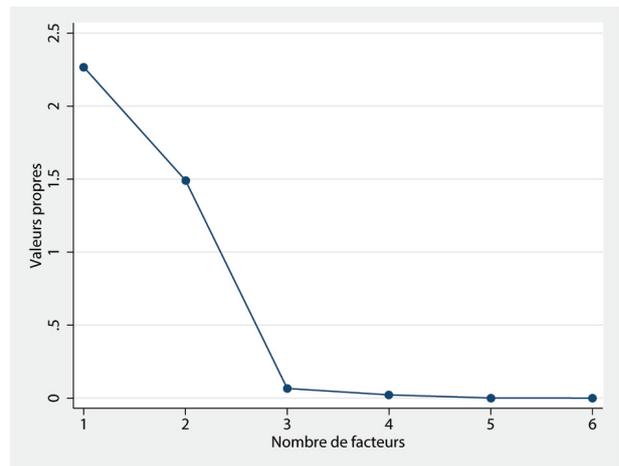
α de Cronbach	Cohérence interne
$\alpha \geq 0.9$	Excellente
$0.8 \leq \alpha \leq 0.9$	Bonne
$0.7 \leq \alpha \leq 0.8$	Acceptable
$0.6 \leq \alpha \leq 0.7$	Moyen/discutable
$0.5 \leq \alpha \leq 0.6$	Pauvre
$\alpha \leq 0.5$	Inacceptable

Source : Kline, 1999.

Figure A.1 – Scree plot (sans rotation)



(a) Consommation alimentaire



(b) Accessibilité économique aux aliments

A.4 Classes d'insécurité alimentaire

Tableau A.7 – Comparaison des classes d'insécurité alimentaire obtenues par méthode de partitionnement et par classification hiérarchique.

	Méthode de partitionnement		Classification hiérarchique	
	<i>k</i> médianes		Méthode de Ward	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%
<i>Régions sahéliennes</i>				
Sécurité alim.	213	34.03%	218	34.82%
Risque alim.	210	33.55%	200	31.95%
Insécurité alim.	203	32.43%	208	33.23%
Total	626	100%	626	100%
<i>Régions soudaniennes</i>				
Sécurité alim.	186	35.08%	191	35.83%
Risque alim.	231	43.34%	221	41.46%
Insécurité alim.	115	21.58%	121	22.70%
Total	533	100%	533	100%

A.5 Méthode des distances orthodromiques

Nous utilisons la méthode des distances orthodromiques afin d'affecter les données issues des stations météorologiques au Mali aux localités enquêtées dans le cadre de l'enquête CFSVA-Mali (2005)¹. La distance orthodromique (ou « distance à vol d'oiseau ») désigne le chemin le plus court entre deux points d'une sphère, soit, le plus petit des deux arcs de grand cercle qui passe par ces deux points. Aussi, une route orthodromique correspond à la route la plus courte à la surface du globe terrestre entre deux points. Sur une carte en projection de Mercator, l'orthodromie est représentée par une ligne courbe et non par une ligne droite. La distance orthodromique s'oppose donc à la distance loxodromique qui coupe tous les méridiens sous un angle constant.

Calculer une distance orthodromique revient donc à chercher l'arc de cercle le plus petit entre deux points *A* (station pluviométrique) et *B* (village). Considérons donc le segment $[AB] = 2a$ reliant une station météorologique à un village sur la surface de la Terre de rayon *R*. Ce segment conserve la même longueur sur tous les plans *ABH* où *H* est le centre du cercle O_1 passant les points *A* et *B* (en orange sur la figure A.1). Le point *C*, pied de la hauteur issue de *H*, coupe le segment $[AB]$ en deux parties égales donnant ainsi $[AC] = [BC] = a$. En notant 2α l'angle \widehat{AHB} , nous pouvons écrire la

1. Le calcul des distances orthodromiques entre les stations météorologiques et les villages enquêtés a été réalisé via le logiciel Matlab.

longueur de l'arc de cercle λ comme :

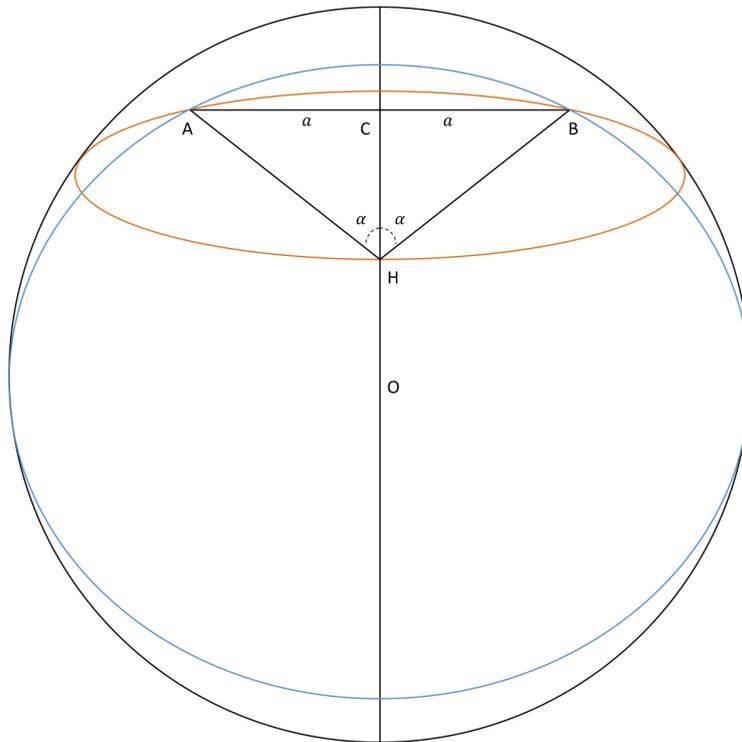
$$\lambda = 2\pi r \frac{\widehat{ACB}}{360} = \frac{\pi\alpha}{90} \times r \quad (2)$$

Comme $\sin \alpha = \sin \widehat{AHC} = \frac{AC}{AH} = \frac{a}{r}$, nous pouvons remplacer cette expression dans l'équation (1) et nous obtenons :

$$\lambda = \frac{\pi a}{90} \times \frac{\alpha}{\sin \alpha} \quad (3)$$

Nous voyons alors que λ tend vers zéro lorsque $\sin \alpha$ tend également vers zéro, soit pour des valeurs élevées de r dont la valeur maximale est R .

Figure A.2 – Trajet le plus court sur une sphère.



A.6 Matrice des corrélations

Tableau A.8 – Matrice des corrélations

Variables	<i>Iinter</i>	<i>Iintra</i>	Taux de dép.	Taux de migr.	Vente de biens	Accès au crédit	Malade chronique	Age
<i>Iinter</i>	1.000							
<i>Iintra</i>	0.088	1.000						
Tx de dépendance	-0.015	0.027	1.000					
tx de migration	0.014	0.159	-0.071	1.000				
Vente de biens	-0.056	-0.111	-0.082	0.004	1.000			
Accès au crédit	-0.234	-0.088	-0.062	-0.037	0.050	1.000		
Malade chronique	-0.077	-0.036	-0.004	0.026	0.052	0.065	1.000	
Age	-0.009	-0.029	0.033	0.067	0.052	-0.056	0.103	1.000
Éducation	-0.046	0.011	-0.036	0.003	-0.055	0.008	-0.008	-0.157
Transferts de fonds	-0.089	0.152	-0.066	0.141	0.004	0.074	0.015	0.085
Biophysiques	-0.077	0.040	-0.002	0.082	0.078	-0.128	0.014	0.029
Biophysique et éco	-0.048	-0.061	0.009	-0.001	0.242	0.002	0.092	0.007
Économiques	0.125	-0.023	-0.035	-0.080	0.041	0.079	0.009	-0.084
Equipt agr.	-0.283	-0.158	-0.019	-0.072	0.026	0.239	0.091	0.185
Equipt non agr.	-0.182	-0.245	-0.004	-0.052	0.015	0.197	0.045	0.151
Nombre de cultures	-0.118	0.075	0.031	0.004	0.046	-0.047	0.015	0.060

Matrice des corrélations (suite)

Variables	Éducation	Transf. de fonds	Chocs Bio	Chocs Bio et éco	Chocs Éco	Equipt agr.	Equipt non agr.	Nbre cultures
Éducation	1.000							
Transferts de fonds	-0.036	1.000						
Biophysiques	-0.061	0.029	1.000					
Biophysique et éco	0.019	0.001	-0.345	1.000				
Économiques	0.041	0.051	-0.388	-0.186	1.000			
Equipt agr.	-0.024	0.053	-0.008	0.063	-0.123	1.000		
Equipt non agr.	0.111	0.020	-0.090	0.018	-0.052	0.480	1.000	
Nombre de cultures	-0.034	0.033	0.101	-0.001	-0.112	0.048	0.098	1.000

A.7 Séries temporelles modélisées par filtrage de Kalman.²

Le modèle utilisé est un modèle à variable d'état (Harvey, 1993) incluant une équation d'état et une équation de mesure. L'équation d'état décrit la tendance interne du modèle tel que :

$$\alpha_t = G_{t-1}\alpha_{t-1} + w_{t-1} \quad (4)$$

α_t est le vecteur d'état ; G_t est la matrice transition ; w_t est un vecteur de bruit gaussien centré autour de zéro avec une matrice de covariance diagonale. L'équation de mesure reliant la variable observée Y_t au vecteur d'état α_t est donné par l'équation suivante :

$$Y_t = H_t\alpha_t + \varepsilon_t \quad (5)$$

ε_t représente bruit gaussien de moyenne et de variance σ_ε^2 et non corrélé avec w_t . Ce modèle permet de prendre en compte l'évolution d'une tendance suivant un modèle « localement linéaire » décrit par les équations :

$$\begin{aligned} \mu_t &= \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t \\ \beta_t &= \beta_{t-1} + \xi_t \end{aligned} \quad (6)$$

μ_t représente le niveau stochastique de la tendance ; β est la pente stochastique de la tendance à la date t ; η_t est un bruit gaussien de variance σ_η^2 ; ξ_t est un bruit gaussien de variance σ_ξ^2 ; ξ_t et η_t sont indépendants. La composante cyclique est modélisée par deux processus (K_t) et (K_t^*) :

$$\begin{bmatrix} \gamma_t \\ \gamma_t^* \end{bmatrix} = \rho \begin{bmatrix} \cos f & \sin f \\ -\sin f & \cos f \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_{t-1} \\ \gamma_{t-1}^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_t \\ K_t^* \end{bmatrix} \quad (7)$$

f est la fréquence du cycle ($0 < f < \pi$) ; ρ est le facteur d'amortissement ; (K_t) et (K_t^*) sont respectivement des bruits gaussiens de moyenne zéro et de variances σ_K^2 et $\sigma_{K^*}^2$. (K_t) et (K_t^*) sont supposés indépendants et $\sigma_K^2 = \sigma_{K^*}^2$. Dans ces conditions, l'équation d'état peut être écrite :

$$\begin{bmatrix} \mu_t \\ \beta_t \\ \gamma_t \\ \gamma_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \rho \cos f & \rho \sin f \\ 0 & 0 & -\rho \sin f & \rho \cos f \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_{t-1} \\ \beta_{t-1} \\ \gamma_{t-1} \\ \gamma_{t-1}^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta_t \\ \xi_t \\ K_t \\ K_t^* \end{bmatrix} \quad (8)$$

2. Présentation basée sur Couharde, Geronimi et Taranco (2012).

La matrice de transition est donnée par :

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \rho \cos f & \rho \sin f \\ 0 & 0 & -\rho \sin f & \rho \cos f \end{bmatrix} \quad (9)$$

L'équation d'observation est :

$$Y_t = [1 \ 0 \ 1 \ 0] \alpha_t + \varepsilon_t \quad (10)$$

L'équation d'observation traduit la décomposition de la série temporelle entre une composante tendancielle, une composante cyclique et une composante irrégulière. Les paramètres du modèle $\Theta = (\rho, f, \sigma_\eta^2, \sigma_\xi^2, \sigma_K^2, \sigma_\varepsilon^2)$ sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance. Une fois que les paramètres sont estimés, le Filtre de Kalman permet de calculer récursivement les composantes tendancielles, cycliques et irrégulières.

A.8 Modèles à changements de régime markoviens.³

Plusieurs types de modèles à changements de régime markoviens existent. Parmi les plus utilisés figurent les modèles de régression dynamique à changements de régime markovien (MS-DR), les modèles auto régressifs à changements de régime markovien (MS-AR) et les modèles ARMA à changements de régime markovien (MS-ARMA). Nous utilisons un modèle MS-DR afin d'analyser les changements de régime des précipitations en Afrique de l'Ouest entre 1930 et 2009. Le modèle MS-DR est écrit :

$$P_t = \mu_{S_t} + \sum_{i=1}^p \alpha_i P_{t-i} + \varepsilon_t \quad (11)$$

Où P_t est la pluviométrie observée et ε_t une variable stochastique suivant une loi $N(0, \sigma_{S_t})$. σ_{S_t} est l'écart-type de ε_t dans l'état du système à la date t , ou S_t . S_t est modélisé par une chaîne de Markov homogène à N régimes. La probabilité de transition d'un régime à l'autre vérifie pour tout t et pour tout i , avec $j = 0, \dots, N - 1$

$$P(S_t = j | S_{t-1} = i) = P(S_t = 1 | S_{t-1} = 0) \quad (12)$$

Et,

$$\sum_{i=0}^{N-1} P(S_t = j | S_{t-1} = i) = 1 \quad (13)$$

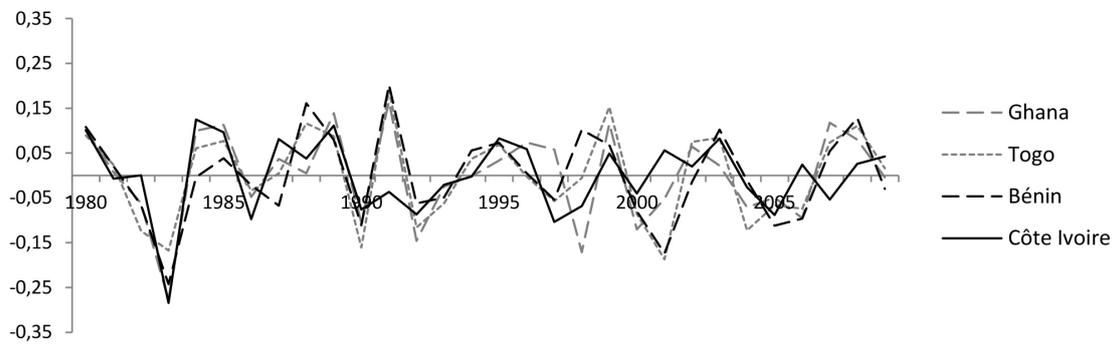
3. Présentation basée sur Couharde, Geronimi et Taranco (2012).

Chaque régime est caractérisé par une constante μ_{S_t} et une variance $\sigma_{S_t}^2$ spécifique à chaque régime. L'estimation des paramètres du modèle est basé sur le principe du maximum de vraisemblance.

A.9 Précipitations modélisées à partir du filtre de Kalman

Figure A.3 – Composantes cycliques

(Panel A)



(Panel B)

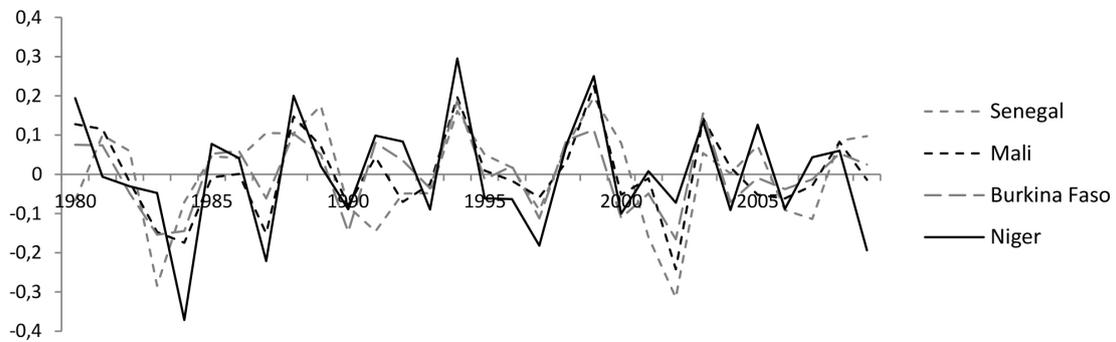
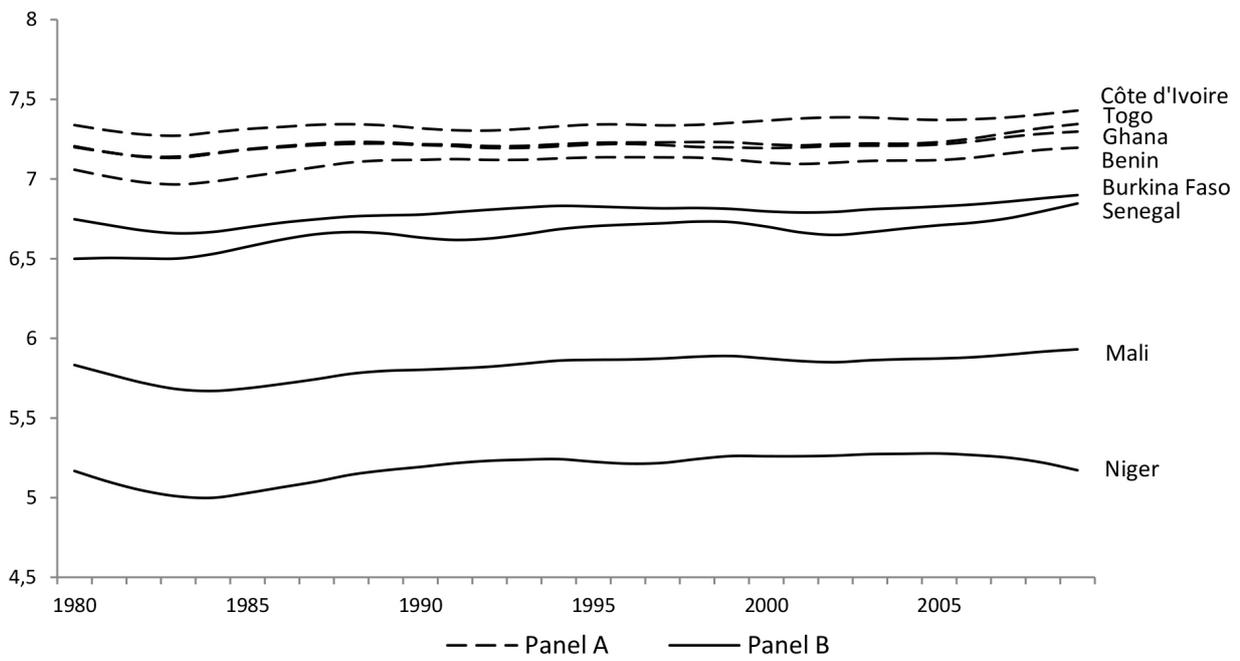


Figure A.4 – Composantes tendancielle



A.10 Stabilité du modèle PVAR et choix du nombre de retard

Le nombre de retards choisi afin d'estimer le modèle PVAR dans l'équation III.4 est basé sur la règle de minimisation du critère AIC (Critère d'information d'Akaike) et du critère SC (Critère de Schwarz). Aussi, deux retards sont sélectionnés conformément aux résultats présentés dans le tableau A.6. Nous testons également la stabilité du modèle imposant que toutes les valeurs propres de Γ , la matrice polynomiale dans l'opérateur de retards, sont inférieures à l'unité en module. Les résultats du test de stabilité sont présentés dans la figure A.5 confirme que le modèle est stable et stationnaire.

Figure A.5 – Stabilité du Modèle PVAR

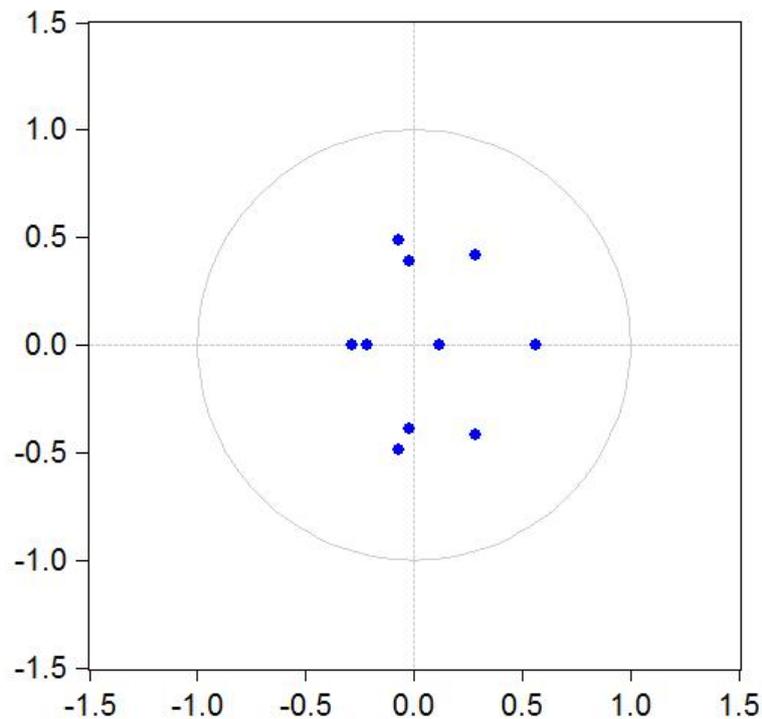


Tableau A.9 – Règle de décision du choix des retards

Nombre de retard	AIC	SC
1	-6.9370	-6.0203
2	-6.9323	-5.5953
3	-7.0180	-5.7349

A.11 Résultats du modèle PVAR à effets fixes

Tableau A.10 – Fonctions d'impulsion généralisées, tous les pays

j	Variable	Kp	Δr	$\Delta yagr$	Δy	Δimp
1	Kp	0.112**	0.016	-0.042	-0.023	0.009
2	Kp	-0.014	-0.019	0.003	0.004	0.001
3	Kp	-0.009	0.000	0.001	-0.003	0.003
4	Kp	-0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
5	Kp	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
6	Kp	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
1	Δr	0.038	0.277**	0.046**	0.019	0.017
2	Δr	0.013	0.021**	-0.008	0.002	-0.031
3	Δr	0.035	-0.013	-0.006	-0.005	-0.018
4	Δr	0.015	-0.001	-0.001	-0.001	-0.007
5	Δr	0.005	0.000	0.000	0.000	-0.002
6	Δr	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001
1	$\Delta yagr$	-0.024**	0.015**	0.068**	0.029**	-0.006
2	$\Delta yagr$	-0.009**	0.005	0.016	0.009	-0.004
3	$\Delta yagr$	-0.001	0.002	0.002	0.001	-0.002
4	$\Delta yagr$	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001
5	$\Delta yagr$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	$\Delta yagr$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	Δy	-0.010**	0.004	0.017	0.041**	0.002
2	Δy	0.000	0.003	-0.007	-0.001	-0.004
3	Δy	0.002	0.000	0.002	-0.001	-0.002
4	Δy	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001
5	Δy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	Δy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	Δimp	0.021	0.017	-0.026	0.014	0.280**
2	Δimp	-0.005	0.003	-0.035	-0.005	0.108**
3	Δimp	0.006	0.002	-0.022	-0.007	0.043**
4	Δimp	0.002	0.001	-0.010	-0.003	0.016
5	Δimp	0.001	0.000	-0.004	-0.001	0.006
6	Δimp	0.000	0.000	-0.001	0.0000	0.002

Note : *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Tableau A.11 – Fonctions d'impulsion généralisées, pays du panel A

<i>j</i>	Variable	<i>Kp</i>	Δr	$\Delta yagr$	Δy	Δimp
1	<i>Kp</i>	0.116**	0.020	-0.006	-0.015	-0.005
2	<i>Kp</i>	-0.020	-0.019	0.004	0.001	-0.005
3	<i>Kp</i>	0.005	-0.002	-0.0074	0.000	-0.000
4	<i>Kp</i>	-0.001	0.000	0.001	0.000	-0.000
5	<i>Kp</i>	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
6	<i>Kp</i>	0.000	-0.000	0.000	0.000	-0.000
1	Δr	0.050	0.282**	0.099**	0.038	-0.034
2	Δr	-0.007	0.037	0.071	-0.037	-0.057
3	Δr	0.015	-0.019	-0.020	-0.016	-0.026
4	Δr	0.002	-0.008	-0.006	-0.002	-0.013
5	Δr	0.001	-0.003	-0.002	-0.001	-0.007
6	Δr	0.000	-0.001	-0.001	-0.000	-0.003
1	$\Delta yagr$	-0.004	0.028**	0.080**	0.018	-0.003
2	$\Delta yagr$	0.000	-0.008	-0.009	-0.004	0.000
3	$\Delta yagr$	0.000	-0.000	-0.001	0.001	0.001
4	$\Delta yagr$	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	$\Delta yagr$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	$\Delta yagr$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	Δy	-0.005	0.006	0.010	0.045**	0.006
2	Δy	-0.003	0.008	0.010	0.000	-0.002
3	Δy	0.001	0.000	-0.000	-0.001	-0.001
4	Δy	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
5	Δy	0.000	-0.000	-0.000	0.000	-0.000
6	Δy	0.000	-0.000	0.000	0.000	-0.000
1	Δimp	-0.011	-0.029	-0.007	0.033	0.241**
2	Δimp	-0.042	0.032	0.014	0.049	0.145**
3	Δimp	-0.021	0.038	0.027	0.023	0.078
4	Δimp	-0.011	0.020	0.015	0.009	0.041
5	Δimp	-0.005	0.010	0.007	0.005	0.022
6	Δimp	-0.003	0.005	0.003	0.002	0.012

Note : *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Tableau A.12 – Fonctions d'impulsions généralisée, pays du panel B

<i>j</i>	Variable	<i>Kp</i>	Δr	Δy_{agr}	Δy	Δimp
1	<i>Kp</i>	0.118**	0.008	-0.071	-0.043	0.013
2	<i>Kp</i>	-0.011	-0.010	0.013	0.013	-0.009
3	<i>Kp</i>	-0.024	-0.009	0.004	0.001	0.008
4	<i>Kp</i>	0.001	0.005	-0.001	-0.006	0.002
5	<i>Kp</i>	0.002	0.000	0.003	0.004	-0.001
6	<i>Kp</i>	0.001	-0.001	-0.001	0.001	0.000
1	Δr	0.017	0.258**	0.037	0.018	0.092**
2	Δr	0.027	0.010	-0.017	0.034	0.006
3	Δr	0.068**	-0.024**	-0.072	-0.038	0.027
4	Δr	-0.015	-0.004	0.007	-0.012	-0.004
5	Δr	-0.024	0.007	0.020	0.009	-0.002
6	Δr	0.004	0.001	-0.002	-0.000	0.003
1	Δy_{agr}	0.043**	0.010	0.071**	0.041**	-0.000
2	Δy_{agr}	-0.011	0.002	0.009	0.008	0.003
3	Δy_{agr}	0.007	0.004	-0.004	0.001	0.003
4	Δy_{agr}	0.003	-0.000	-0.002	-0.000	-0.001
5	Δy_{agr}	-0.000	-0.001	-0.000	-0.000	-0.000
6	Δy_{agr}	-0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
1	Δy	-0.014**	0.002	0.023**	0.040**	0.003
2	Δy	0.006	0.001	-0.016**	-0.005	-0.002
3	Δy	0.001	0.002	-0.000	-0.003	-0.005
4	Δy	-0.000	0.003	0.001	-0.000	-0.001
5	Δy	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.001
6	Δy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	Δimp	0.034	0.104**	-0.001	0.028	0.291**
2	Δimp	-0.003	0.010	-0.024	-0.025	0.039
3	Δimp	-0.010	-0.048	0.017	0.032	-0.012
4	Δimp	0.002	-0.010	-0.008	-0.005	-0.008
5	Δimp	-0.016	0.005	0.014	0.005	-0.010
6	Δimp	0.000	0.002	0.001	0.001	-0.001

Note : *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Tableau A.13 – Décomposition de la variance de l'erreur de prévision

	Kp	Δr	Δy_{agr}	Δy	Δimp
Tous les pays					
Δr	1.99	94.23	1.16	0.20	2.38
Δy_{agr}	13.80	7.77	78.01	0.05	0.34
Δy	6.46	2.56	15.85	72.47	2.65
Δimp	0.56	0.24	3.28	1.03	94.87
Panel A					
Δr	3.08	85.60	4.19	3.68	3.42
Δy_{agr}	1.64	14.40	83.90	0.05	0.01
Δy	2.22	6.27	5.35	85.81	0.32
Δimp	2.62	5.12	0.18	3.28	88.76
Panel B					
Δr	8.33	84.40	1.52	4.36	1.36
Δy_{agr}	38.10	3.86	56.77	0.84	0.41
Δy	12.86	1.05	28.10	55.06	2.91
Δimp	1.71	14.00	2.24	2.58	79.45

Note : Les colonnes du tableau montrent l'erreur de prévision de la variance expliquée par les innovations dans toutes les autres variables du modèle PVAR.