

CERDI, *Etudes et Documents*, E 2008.31



Document de travail de la série

Etudes et Documents

E 2008. 31

Commerce du mil en Afrique de l'Ouest : les frontières abolies ?

Catherine Araujo Bonjean. (CNRS, CERDI-Université d'Auvergne),
Magali Aubert (INRA, MOISA),
Johny Egg (INRA, MOISA)

Communication au Colloque
« Intégration des marchés et sécurité alimentaire dans les PED »
CERDI, Clermont Fd, 3-4 novembre 2008

21 p.

Résumé

L'objectif de ce papier est de déterminer les zones d'intégration des marchés du mil au sein du sous espace régional africain constitué par le Niger, le Mali et le Burkina Faso en croisant différents indicateurs construits à partir des prix de marchés. Dans un premier temps une analyse de la persistance des chocs de prix est conduite à partir de modèles univariés sur les écarts de prix entre deux marchés. Dans un deuxième temps, les liens entre les différents marchés sont examinés à partir des tests de causalité de Granger et des fonctions de réponses impulsionnelles dérivées de modèles VAR multivariés. Les fonctions impulsionnelles, identifiées à partir de la méthodologie développée par Pesaran et Shin (1998) et Koop et al. (1996), permettent de prendre en compte le fait que des chocs non anticipés peuvent perturber simultanément tous les marchés. Les résultats montrent une bonne intégration des marchés au sein des espaces nationaux mais une mauvaise intégration des marchés entre pays voisins. Bien que les pays étudiés appartiennent à une même union monétaire et une même union douanière, l'analyse révèle la persistance d'un « effet frontière » traduisant la présence de couts de transaction liés au commerce transfrontalier.

Mots clés : effet frontière, intégration des marchés, prix céréalières, Afrique, VAR

Introduction

L'objectif de ce papier est de déterminer les zones d'intégration des marchés du mil au sein du sous espace régional ouest africain constitué par le Niger, le Mali et le Burkina Faso. Le mil est une céréale produite localement qui joue un rôle important dans la sécurité alimentaires des populations locales et fait l'objet d'un commerce régional important mais difficile à appréhender. Il n'existe pas de statistiques fiables sur les échanges de mil, seuls sont disponibles les prix du mil sur différents marchés.

Il existe dans la littérature trois principales façons d'évaluer l'intégration spatiale des marchés à partir des données de prix : par l'analyse des mouvements communs des prix, l'estimation des coefficients de la condition d'arbitrage, et l'analyse de la propagation des chocs entre différents marchés (Fackler and Goodwin, 2001). Ce travail se situe dans cette dernière catégorie de travaux sur l'analyse de la diffusion et de la persistance des chocs.

Dans un premier temps une analyse de la persistance des chocs de prix est conduite à partir de modèles univariés sur les écarts de prix entre paires de marchés. Dans un deuxième temps les liens entre les différents marchés sont examinés à partir des tests de causalité de Granger et des fonctions de réponses impulsionnelles dérivées de modèles VAR multivariés. Les fonctions impulsionnelles permettent de caractériser l'intégration des marchés en fonction notamment de l'amplitude de la réponse aux chocs, de la durée des chocs et du délai de transmission des chocs. Un modèle d'intégration des marchés est ensuite estimé qui permet de tester l'impact des coûts de transport et la présence d'un « effet frontière » sur les différents indicateurs d'intégration des marchés.

Par rapport aux travaux existants, l'originalité de cette analyse est d'être conduite au niveau d'un groupe de pays frontaliers. Elle revêt ainsi un double intérêt. D'une part, l'analyse permet de prendre en compte le fait que le prix du mil se détermine de façon simultanée sur un ensemble de marchés régionaux. Les mesures d'intégration des marchés dérivées de modèles VAR étant sensibles à l'omission de variables, on attend que les estimations conduites au niveau régional soient plus fiables que celles conduites au niveau de chaque pays. D'autre part, cette analyse permet de mieux comprendre les mécanismes de diffusion des chocs au niveau régional et d'évaluer la capacité des marchés à amortir les chocs au niveau régional en cas de crise.

L'analyse révèle une généralement bonne intégration des marchés au sein de chaque pays mais un faible degré d'intégration des marchés appartenant à des pays différents. Cette mauvaise intégration des marchés au niveau régional traduit la présence d'obstacles aux échanges entre pays bien que les trois pays de l'échantillon appartiennent à une même union monétaire (UEMOA) et une même union douanière (CEDEAO). L'analyse montre aussi la faible capacité du marché régional à absorber des chocs dus, par exemple, à un déficit pluviométrique dans l'un des pays.

La suite du papier est organisée comme suit. Après un bref descriptif des marchés du mil des trois pays, la base de données est présentée et les propriétés statistiques des séries de prix sont identifiées. La troisième partie est consacrée à l'analyse de la persistance des chocs de prix. La quatrième partie, présente les indicateurs d'intégration dérivées de modèles

VAR multivariés. La cinquième partie est consacrée à l'analyse des facteurs explicatifs de l'intégration des marchés. La sixième partie conclue.

1. Les marchés du mil

La base de données initiale, constituée à partir des prix relevés par les Systèmes d'Information sur les Marchés (SIM) de chaque pays, comprend les prix mensuels du mil sur : 11 marchés du Burkina Faso et sur la période 1992.01 - 2007.12 ; 7 marchés du Mali sur la période 1990.01 – 2007.05 ; 34 marchés du Niger sur la période 1990.01 - 2007.11.

Un premier examen des séries de prix conduit à écarter de l'analyse les séries dont le nombre de données manquantes est supérieur à 12. Une exception est faite pour la série de prix à Diébougou (13 données manquantes) en raison du nombre relativement peu important de marché burkinabés dans l'échantillon de départ. Il reste 35 séries de prix de marchés dont les principales caractéristiques sont données dans le tableau 1.¹

La comparaison des prix sur la période 1992.01 – 2007.05 montre qu'ils sont en moyenne plus faibles au Burkina Faso (121.8 Fcfa/kg) qu'au Niger (124.5 Fcfa/kg) et qu'au Mali (126.5) mais aussi que la dispersion spatiale (mesurée par le coefficient de variation) est plus grande au Burkina Faso (10.2) qu'au Mali (8.6) et qu'au Niger (6.6). La volatilité dans le temps des prix (toujours mesurée par le coefficient de variation) est également plus grande au Burkina Faso (3.04) et au Mali (3.01) qu'au Niger (2.4).

¹ Les données manquantes isolées sont calculées par interpolation linéaire (moyenne centrée des observations en t-1 et t+1). Lorsque plusieurs données consécutives sont manquantes, elles n'ont pas été interpolées.

Tableau 1. Prix du mil. Période d'observation : 1992.01 - 2007.12. 35 marchés

Marchés	Moyenne (fcaf/kg)	Coefficient de variation	min	max	Nb obs	données manquantes	ADF p-value	KPSS LM-stat
B Banfora	126.5	3.1	50.7	267.4	181	4	0.04	0.145*
U Diébougou	119.1	2.8	36.0	264.7	178	7	0.06	0.13*
K Djibo	118.2	3.0	57.7	242.8	181	4	0.05	0.15**
I Dori	139.8	2.8	56.0	299.5	181	4	0.25	0.115
A Gorom-Gorom	138.2	3.1	60.3	262.8	181	4	0.01	0.176*
F Gounghin	122.9	3.6	69.4	235.8	182	3	0.04	0.10
A Kongoussi	112.8	3.1	51.8	228.5	182	3	0.01	0.17*
S Koudougou	115.3	3.0	51.3	260.0	181	4	0.01	0.13*
O Sankaryaré	134.2	3.2	69.5	270.8	182	3	0.08	0.09
Tenkodogo	109.3	3.0	41.7	227.8	181	4	0.08	0.12*
Tougan	103.2	2.8	33.0	220.1	174	11	0.03	0.12*
M Bamako	133.7	3.1	67.8	252.1	185	0	0.03	0.05
A Gao	132.3	3.3	53.0	232.0	183	2	0.001	0.05
L Koulikoro	119.1	2.8	52.6	249.3	183	2	0.004	0.06
I Mopti	119.3	2.7	47.9	231.6	183	2	0.01	0.05
Segou	102.2	2.5	42.8	225.0	185	0	0.02	0.06
Sikasso	130.7	3.2	63.7	244.9	183	2	0.003	0.143*
Tombouctou	148.5	3.5	61.1	247.5	176	9	0.09	0.07
N Agadez	138.7	2.6	52.0	336.7	185	0	0.002	0.106
I Diffa	141.8	2.5	41.0	327.6	181	4	0.006	0.09
G N'Guigmi	149.3	2.4	55.0	333.3	180	5	0.006	0.05
E Dogondououtchi	116.0	2.6	48.0	270.2	176	9	0.00	0.09
R Dosso	143.3	2.6	58.0	328.9	181	4	0.004	0.115
Gaya	127.2	2.5	44.0	315.1	185	0	0.006	0.118
Maradi	107.7	2.3	39.0	261.1	185	0	0.002	0.11
Tessaoua	102.1	2.2	34.0	256.9	180	5	0.00	0.10
Birni N'Konni	121.3	2.6	50.0	281.4	185	0	0.001	0.116
Tahoua	146.7	2.5	54.0	368.6	181	4	0.003	0.10
Tounfafi	117.3	2.4	42.0	273.5	183	2	0.003	0.107
Tillabéri	147.3	2.8	58.0	306.2	185	0	0.00	0.13*
Dungass	102.8	2.0	27.0	256.5	185	0	0.00	0.08
Koundoumawa	101.3	2.1	32.0	274.7	185	0	0.0	0.10
Zinder	112.0	2.4	40.0	312.0	185	0	0.006	0.114
Bakin Birgi	98.1	2.2	32.0	292.2	185	0	0.00	0.08
Katako	144.4	2.9	71.0	323.7	185	0	0.001	0.09

(1) nombre de données manquantes dans les séries originales, sur des périodes différentes selon les pays.

Gounghin et Sankaryare sont deux marchés urbains de Ouagadougou.

Katako est un marché urbain de Niamey.

Test ADF : H_0 : racine unitaire

Test KPSS : H_0 : stationnarité, seuil de confiance : ** : 5% ; * : 10%

Les tests ADF et KPSS amènent à considérer l'ensemble des séries de prix comme stationnaires en niveau, excepté la série prix de Dori pour laquelle l'hypothèse d'une racine unitaire n'est pas rejetée (tableau 1).

2. Persistance des écarts de prix

Une façon usuelle d'évaluer l'intégration des marchés est de mesurer la persistance des écarts de prix pour un même bien dans deux marchés différents (voir par exemple Goodwin and Grennes, 1998). Si les marchés sont intégrés (efficients) les écarts de prix ne doivent pas être persistants. Autrement dit, si deux marchés sont en équilibre stable, un choc sur l'écart de prix doit se dissiper rapidement. Le test consiste à régresser l'écart de prix (z_t) en différence première sur sa valeur retardée :

$$\Delta z_t = \lambda z_{t-1} + e_t \quad (1)$$

avec $z_t = p_t^1 - p_t^2$

p_t^1 : prix sur le marché 1 et p_t^2 : prix sur le marché 2

e_t est une variable aléatoire normalement distribuée de moyenne nulle et de variance constante (σ^2).

λ représente la vitesse de convergence, vitesse à laquelle sont éliminées les déviations par rapport à l'équilibre. λ est supposé compris entre 0 et -1. Plus λ est grand en valeur absolue plus la vitesse de convergence est rapide.

La vitesse de convergence est généralement exprimée en « demi-vie » du choc : c'est le temps nécessaire (mesuré ici en mois) pour éliminer la moitié de la déviation par rapport à l'équilibre. Il est donné par : $\ln(0.5)/\ln(1+\lambda)$. Le tableau 2 présente les demi-vies des chocs calculées pour 35 marchés, soit 595 paires de marchés.

Tableau 3. Demi-vie des chocs sur les écarts de prix (mois)

		Mali	Niger	Burkina	Mali-Niger	Mali-BF	BF-Niger
35 marchés	Moyenne	2.46	1.37	2.33	3.69	3.43	2.90
	<i>Ecart-type</i>	(1.06)	(0.66)	(0.73)	(0.89)	(1.06)	(1.12)
25 marchés	moyenne	2.46	1.09	2.07	3.55	3.32	2.69
	<i>Ecart-type</i>	(1.05)	(0.33)	(0.48)	(0.83)	(0.98)	(0.88)

La persistance moyenne des chocs est la plus élevée au Mali (environ 5 mois) et la plus faible au Niger (moins de 3 mois) (tableau 3). Elle traduit une plus grande capacité de résilience des marchés nigériens par rapport aux marchés maliens, qui peut être imputée à un plus fort degré d'intégration des marchés nigériens. La mauvaise performance des marchés au Mali est en grande partie due à Sikasso dont les coefficients de persistance élevés traduisent une très mauvaise intégration aux autres marchés maliens (tableau 2). On note qu'au Niger le marché d'Agadez pourtant très éloigné géographiquement apparaît bien intégré aux autres marchés. En revanche, le marché de N'Guimi proche de la frontière Est du Niger, avec des coefficients de persistance élevés, apparaît à l'écart des autres marchés nigériens. Au Burkina Faso, il est surprenant de constater que les deux marchés de la capitale (Goughin et Sankaryare) sont mal intégrés entre eux et avec les autres marchés burkinabés.

Lorsque les marchés appartiennent à deux pays différents, le temps de dissipation des chocs est plus élevé : il est proche de 8 mois pour les paires de marchés Mali-Niger et de 7 mois pour les paires de marchés Mali-Burkina Faso. Cela traduit une mauvaise intégration des marchés du Mali avec ceux du Niger et des marchés du Mali avec ceux du Burkina Faso. En revanche, les marchés du Burkina et du Niger apparaissent relativement bien intégrés avec un temps moyen de dissipation des chocs de l'ordre de 6 mois.

3. Modélisation VAR multivariée

Le principal avantage de la modélisation VAR, dans le cas présent, est de prendre en compte le fait que les prix se déterminent simultanément sur un ensemble de marchés et le caractère dynamique des ajustements de prix. Tous les prix sont considérés comme endogènes et la forme générale du modèle estimé est donnée par :

$$P_t = \alpha + \sum_{i=1}^p A_i P_{t-i} + DX_t + \varepsilon_t \quad x_t = \sum_{i=1}^p \Phi_i x_{t-i} + \Psi w_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

P_t est un vecteur de k prix, X_t un vecteur de facteurs exogènes (ici des variables muettes mensuelles et une tendance), A_i est la matrice des coefficients à estimer et ε_t le vecteur des termes d'erreur représentant les chocs exogènes, sériellement indépendants, qui peuvent être corrélés de façon contemporaine les uns avec les autres mais non corrélés avec les variables de droite.

$E(\varepsilon_t) = \mathbf{0}$; $E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \Sigma$; $\Sigma = \{\sigma_{ij}, i, j=1,2, \dots, m\}$ matrice $m \times m$ positive semi-définie ;
 $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t'}) = 0$ pour tout $t \neq t'$.

Le nombre de retards p est déterminé à partir du critère d'information de Schwarz. Le système est estimé par les MCO et utilisé pour mettre en évidence les interdépendances entre les marchés (test de causalité de Granger) puis simuler la réponse des prix sur un marché à un choc sur un autre marché (fonction de réponse impulsionnelle).

3.1. Tests de causalité de Granger

Les tests de causalité de Granger indiquent s'il existe une relation statistiquement significative entre les prix contemporains et retardés. Ils sont effectués à partir de l'estimation du modèle VAR et consistent à tester des restrictions de nullité des coefficients du système à l'aide d'un F test standard équation par équation. Dans l'hypothèse nulle (P_{jt} ne cause pas P_{it}), les coefficients des prix retardés sur le marché j , dans l'équation de P_{it} sont nuls. Si les valeurs retardées de P_{jt} permettent d'expliquer de façon significative P_{it} alors l'hypothèse nulle est rejetée.

Les tests de causalité de Granger ne renseignent pas sur la véritable nature de la relation entre les prix (c'est à dire sur les valeurs des paramètres) ni sur les véritables facteurs de causalité qui conduisent à des ajustements dynamiques. Cependant, la causalité unidirectionnelle peut être interprétée comme un indicateur de la principale direction des flux d'information entre les marchés. On attend que les marchés importants (où les volumes commercialisés représentent une part importante de l'offre ou de la demande agrégée) aient une influence sur les prix des autres marchés (Fackler and Goodwin, 2001 ; Brorsen et al. 1985). Le sens de la causalité peut aussi refléter la direction des échanges (des régions productrices aux régions consommatrices) : les prix sur un marché de consommation s'ajustent avec retard aux prix sur un autre marché de production en raison des délais de transport. Mais la causalité unidirectionnelle est aussi un indicateur de l'inefficience informationnelle des marchés (Gupta et Mueller, 1982). Si un prix ne permet pas de prédire l'autre lorsque le second permet de prédire le premier cela signifie que le second prix n'incorpore pas l'information sur le premier.

Les capacités de traitement informatique limitent le nombre de variables endogènes dans le VAR à 30. Cette contrainte conduit à écarter de l'analyse cinq marchés. Dogondoutchi et carté en raison nombre élevé de données manquantes². Le marché de NGuimi (frontière est du Niger) est également écarté en raison de son isolement géographique, ainsi que le marché de Koundoumawa très proche de Zinder et Maradi et dont les prix sont étroitement corrélés avec ceux de ces deux marchés. Un des deux marchés urbains de Ouagadougou (Gounghin) est également écarté ainsi que le marché de Dori dont les prix suivent un processus I(1).

Un modèle VAR « régional » est estimé sur les 30 séries restantes et utilisé pour réaliser les tests de Granger dont les résultats sont résumés dans le tableau 4.

² Le marché de Tahoua (12 observations manquantes) est maintenu dans le système de prix en raison de son importance supposée dans la formation des prix (marché de grande taille).

Tableau 4: Tests de Granger significatif à 5 %, 30 marchés

	Burkina Faso	Mali	Niger	(1)	(2)
Banfora		Koulikoro, Segou, Tombouctou	Konni, Dungass, Zinder	6	6
Diebougou	Banfora, koudougou, Tenkodogo	Bamako, Gao, Sikasso	Tahoua, Tounfafi	8	5
Djibo	Sankaryare	Gao	Diffa	3	2
Gorom	Koudougou, Sankaryare	Bamako, Mopti , Segou		5	3
Kongoussi	Djibo		Agadez, Diffa, Katakou, Tillabéri	5	4
Koudougou		Bamako	Agadez, Konni, Diffa, Dosso, Gaya, Katakou, Tahoua, Tessaoua, Tounfafi	10	10
Sankaryare	Kongoussi, Tenkodogo		Tillabéri, Tounfafi	4	2
Tenkodogo		Bamako, Segou	Konni , Katakou, Zinder	5	5
Tougan	Djibo, Gorom, Kongoussi, Koudougou	Bamako, Gao, Koulikoro, Mopti , Segou	Agadez, Bakin, Konni, Katakou, Tahoua, Tillabéri, Tounfafi	16	12
Bamako			Bakin	1	1
Gao		Koulikoro		1	0
Koulikoro		Bamako	Agadez	2	1
Mopti	Banfora, Djibo, Gorom , Kongoussi, Tougan	Bamako, Koulikoro, Segou, Tombouctou		9	5
Segou	Banfora, Sankaryare	Bamako, Gao, Sikasso		5	2
Sikasso	Tenkodogo	Bamako, Gao, Mopti	Tounfafi	5	2
Tombouctou	Koudougou	Koulikoro		2	1
Agadez	Djibo, Tougan	Gao, Koulikoro, Segou	Katakou	6	5
Bakin Birgi	Tenkodogo		Konni, Dosso, Dungass, Gaya , Katakou, Maradi , Tahoua , Tessaoua , Tillabéri , Tounfafi, Zinder	12	1
Birni Konni	Tenkodogo	Tombouctou		2	1
Diffa				0	0
Dosso	Kongoussi	Tombouctou		2	1
Dungass				0	0
Gaya	Tenkodogo	Bamako, Koulikoro, Mopti, Tombouctou	Bakin , Konni, Dungass, Maradi , Tahoua , Zinder	11	5
Katakou	Djibo	Gao, Mopti, Tombouctou	Agadez , Diffa, Dosso, Gaya, Tessaoua	9	4
Maradi	Banfora, Djibo, Gorom, Kongoussi, Sankaryare, Tenkodogo	Gao, Mopti, Segou	Agadez, Bakin , Konni, Diffa, Dosso, Gaya , Katakou, Tahoua , Tessaoua , Tillabéri , Tounfafi, Zinder	21	9
Tahoua	Tenkodogo	Koulikoro, Mopti, Segou,	Bakin , Konni, Diffa, Dosso, Gaya , Maradi , Tessaoua , Tounfafi, Zinder	13	4
Tessaoua	Djibo		Agadez, Bakin , Konni, Dosso, Dungass, Katakou , Maradi , Tahoua , Tillabéri, Tounfafi, Zinder	12	1
Tillabéri	Banfora, Kongoussi	Tombouctou	Agadez, Bakin , Diffa, Katakou, Maradi	8	3
Tounfafi			Dosso	1	0
Zinder	Diebougou, Gorom	Tombouctou	Tounfafi	4	2

Exemple de lecture : Banfora cause Koulikoro, Segou, Tombouctou, Konni, Dungass et Zinder
 (1) nb de fois ou x cause y n'est pas rejeté
 (2) nb de fois ou x cause y n'est pas rejeté lorsque x et y n'appartiennent pas au même pays
 Un marché « graissé » indiquent une causalité bi-directionnelle.

Tableau 5. Pourcentage de fois où la causalité n'est pas rejetée à 5%

	Mali	Niger	Burkina	Mali-Niger	Niger-Mali	Mali-BF	BF-Mali	BF-Niger	Niger-BF
25 marchés	36	43	14	6	19	13	30	29	16
30 marchés	29	34	18	3	20	11	29	25	15

Les tests de Granger montrent une meilleure efficacité des marchés nigériens que des marchés maliens et burkinabés avec une fréquence des causalités bi-directionnelles beaucoup plus élevée au Niger que dans les 2 autres pays (la fréquence des causalités unidirectionnelles y est aussi plus élevée).

De plus, ils font ressortir l'influence régionale de certains marchés, principalement de Tougan, Banfora, et Koudougou au Burkina Faso, Maradi et Gaya au Niger. D'une façon générale, les marchés du Burkina Faso semblent jouer un rôle central dans la formation des prix dans les deux autres pays³. Les prix de Koudougou, Tougan et Kiongooussi causent au sens de Granger l'ensemble des prix nigériens tandis que les prix de Banfora, Gorom, Tougan Diebougou « causent » l'ensemble des prix maliens. Inversement, les prix au Burkina Faso sont peu influencés par les prix sur les marchés des pays voisins, à l'exception des marchés de Mopti et Segou au Mali et des prix de Maradi (Niger) qui exercent une influence sur la plupart des marchés burkinabés.

Les marchés nigériens de Maradi et de Gaya sont situés à la frontière, respectivement du Nigéria et du Bénin. Aussi, l'influence de ces deux marchés sur les marchés régionaux reflète vraisemblablement le poids du Nigéria et du Bénin dans l'approvisionnement de la sous-région en céréales locales et importées. Le fait que les prix à Maradi et à Gaya ne soient pas causés au sens de Granger par les prix de marchés maliens ou burkinabés, confirme le caractère exogène de ces prix qui se forment sur des marchés extérieurs à la zone d'étude.

Les marchés maliens apparaissent davantage tournés vers les marchés du Burkina Faso que du Niger et n'apparaissent pas jouer de rôle directeur dans la formation des prix au niveau régional (rejet de la causalité Mali-Niger). En revanche, les prix au Mali sont influencés par les prix des marchés nigériens de Gaya, Maradi, Katako, Tahoua et par les marchés burkinabés de Tougan, Banfora, Djibo, Gorom. Parmi les marchés maliens, Mopti joue un rôle central : il est en relation avec 5 marchés burkinabés et 4 marchés maliens.

³ En termes nets, une causalité « mali-Burkina » et « Niger-Burkina » est plus souvent rejetée qu'une causalité « Burkina-Mali » et « Burkina-Niger ». Autrement dit, il existe une causalité unidirectionnelle du Burkina vers les deux autres pays.

3.2. Fonctions de réaction aux chocs

Les fonctions de réponse aux chocs permettent de simuler la réponse du prix sur le marché i à un choc non anticipé sur un autre marché. Un choc sur le marché i affecte non seulement le prix p_i mais aussi toutes les autres variables endogènes du modèle (p_j) à travers la structure dynamique du VAR.

Les fonctions de réponse sont mesurées à partir de la représentation moyenne mobile du système VAR (Pesaran and Shin, 1998) :

$$P_t = \sum_{i=0}^{\infty} M_i \varepsilon_{t-i} + \sum_{i=0}^{\infty} G_i X_{t-i} \quad (3)$$

La matrice M ($m \times m$) est un multiplicateur d'impact ; c'est au travers de cette matrice qu'un choc se répercute tout le long du processus.

$$M_i = A_1 M_{i-1} + A_2 M_{i-2} + \dots + A_p M_{i-p}$$

avec : $M_0 = I_m$ et $M_i = 0$ pour $i < 0$ et $G_i = M_i D$

Lorsque les chocs sont corrélés, ce qui est vraisemblablement le cas pour les prix d'un même bien sur des marchés régionaux, la solution habituellement retenue pour identifier les fonctions de réponse consiste à orthogonaliser les chocs en utilisant la décomposition de Choleski de Σ .

Le vecteur $m \times 1$ de la fonction de réponse orthogonalisée de P_{t+n} à un choc unitaire sur la $j^{\text{ème}}$ équation est donné par :

$$\psi_j^o(n) = M_n P e_j \quad n = 0, 1, 2 \dots \quad (4)$$

Avec : $PP' = \Sigma$

P est une matrice triangulaire inférieure $m \times m$; e_j est un $m \times 1$ vecteur de sélection dont le $j^{\text{ème}}$ élément est égal à 1 et tous les autres éléments sont nuls.

L'inconvénient de cette méthode est d'imposer un ordre récursif des variables du système et les fonctions de réponse ne sont pas invariantes à cet ordre. C'est une hypothèse forte qui implique que les prix forment un système causal récursif, autrement dit que les chocs affectant certains prix n'ont pas d'impact immédiat sur les autres prix, hypothèse qu'il n'est pas possible de tester. Cette hypothèse de récursivité revient aussi à imposer un déséquilibre particulier au modèle qui peut être interprété comme de l'inefficience informationnelle.

A contrario, la fonction de réponse généralisée (GIR) permet de prendre en compte le fait que des événements non anticipés peuvent perturber simultanément tous les marchés. La méthodologie développée par Pesaran et Shin (1998) à la suite de Koop et al. (1996) n'impose pas qu'un choc sur une série au temps t n'ait pas d'effet contemporain sur les autres séries et consiste à neutraliser les effets des autres chocs en utilisant les propriétés de la distribution observée ou supposée des erreurs. En conséquence, les fonctions impulsionnelles généralisées sont insensibles à l'ordre des variables dans le VAR.

La fonction de réponse généralisée (GIR) mesure l'effet sur les valeurs anticipées de P au temps t+n d'un choc d'un écart-type sur la $j^{\text{ème}}$ équation au temps t. Elle est donnée par :

$$\psi_j^g(n) = \sigma_{jj}^{-1/2} M_n \Sigma e_j \quad n = 0, 1, 2 \dots \quad (5)$$

σ_{jj} est le $j^{\text{ème}}$ élément de la diagonale de Σ .

Des réponses aux chocs de prix significativement différentes de zéro sont considérées comme le signe d'une forme d'intégration des marchés. On s'intéresse ici à 4 indicateurs du degré d'intégration des marchés, dérivés des fonctions de réponse (tableau 9) :

- l'amplitude de la réponse au choc à différentes périodes (t+1 ; t+2 ; etc) ; elle est calculée en pourcentage du choc initial,
- le délai de réponse au choc, ou le temps nécessaire pour que la réaction au choc soit significative ; il est mesuré en mois,
- la durée de vie du choc, ou le temps de réaction nécessaire pour éliminer un déséquilibre ; elle mesurée en mois,
- le nombre de chocs non transmis (réponse au choc non différente de zéro aux différentes périodes) ; il est mesuré en pourcentage.

Tableau 6. Fonctions de réponse aux chocs (moyennes sur les sous-échantillons)⁴

	Mali	Niger	Burkina	Niger- Mali	Mali- Niger	BF- Mali	Mali- BF	Niger- BF	BF- Niger
Réponse au choc en t+1 (1)	56.7	48.2	45.9	6	24.7	26.9	34.5	16.4	22.6
Réponse au choc en t+2 (1)	55.9	47.9	48.5	16.6	12.6	32.3	37.8	26.9	40.1
Délai de transmission (mois)	1.02	1.02	1.03	2.13	1.09	1.29	1.05	1.58	1.21
Durée de vie des chocs (mois)	3.9	3.4	4.1	4.6	1.3	4.2	3	4.34	2.9
Chocs non transmis (%)(2)	10.2	0	3.1	38.6	84.3	7.1	26.8	16.3	40

(1) en % du choc initial et pour les chocs transmis.

(2) nombre de chocs non transmis rapportés aux nombre total de chocs simulés.

On retrouve certains des résultats précédents. Au niveau interne, les marchés nigériens sont mieux intégrés que les marchés maliens et burkinabés. Au Niger tous les chocs sont transmis, la durée moyenne des chocs est plus faible que dans les autres pays (3.4 mois) et la vitesse de transmission y est la plus faible.

Les marchés nigériens apparaissent mal intégrés aux marchés maliens : 84 % des chocs originaires de marchés maliens ne sont pas transmis au Niger ; toutefois les chocs qui sont transmis le sont rapidement et sont rapidement absorbés par les marchés nigériens (en l'occurrence Gaya, Katako et Tillabéri). En sens inverse, la transmission des chocs est meilleure du Niger vers le Mali : 60 % des chocs nigériens (provenant de tous les marchés sauf Agadez, Bakin et Dungass) sont transmis à l'ensemble des marchés maliens, mais le délai moyen de transmission et la durée des chocs sont relativement longs, respectivement

⁴ Pour le calcul des fonctions de réponse, l'échantillon a du être limité à 25 marchés en raison de la capacité limitée de traitement informatique. Les 5 marchés écartés, sur la base d'une faible contribution au VAR, sont⁴ : Sankaryare (Burkina Faso), Birni Konni, Diffa, Dosso et Tounfafi (Niger).

supérieurs à 2 et 4 mois, tandis que l'amplitude de la réponse aux chocs est faible (6 % en t+1 et 17 % en t+2).

Les marchés nigériens sont mieux intégrés avec les marchés burkinabés. Comme pour les relations Mali-Niger, on retrouve une intégration « asymétrique » : 16 % des chocs originaires de marchés nigériens ne sont pas transmis aux marchés burkinabés contre 40 % dans l'autre sens (on note toutefois une bonne transmission des chocs venant de Djibo, Kongoussi, Tenkodogo). Toutefois, le délai de transmission des chocs du Niger au Burkina est relativement long, ainsi que la durée des chocs, tandis que la réponse aux chocs est relativement faible. Ceci traduit une faible résilience des marchés du Burkina.

Les marchés maliens et burkinabés apparaissent relativement bien intégrés. On constate une meilleure transmission des chocs du Burkina vers le Mali ; dans l'autre sens toutefois, des délais et la durée des chocs sont plus longs, et la réponse aux chocs plus faible.

Dans la majorité des cas, la diffusion des chocs va du Niger vers le Burkina Faso et le Mali, et du Burkina vers le Mali. Ces résultats montrent que les prix du mil sur les marchés burkinabés et maliens sont très sensibles aux déséquilibres des marchés nigériens qui eux-mêmes sont fortement liés aux conditions d'offre et de demande sur les marchés nigériens. De plus, les délais de transmission et la durée des chocs sont élevés et traduisent une faible capacité de résilience des marchés maliens et burkinabés. A l'inverse, le Niger apparaît protégé des chocs provenant du Mali et du Burkina, et lorsque les chocs sont transmis, leur délai de transmission et leur durée sont faibles, traduisant une bonne résilience des marchés nigériens.

Au total la bonne résilience des marchés nigériens à des chocs domestiques ou provenant de l'extérieur est probablement due aux possibilités d'amortissement des chocs sur les marchés béninois et nigériens. Le commerce avec ces pays permet un ajustement rapide des marchés nigériens. Les marchés du Mali sont les moins résilients (retour moins rapide à l'équilibre), traduisant des possibilités de couverture des chocs plus limitées.

Cette transmission asymétrique des chocs peut aussi s'expliquer par l'importance des chocs : les chocs provenant du Niger sont plus importants (en moyenne 13 Fcfa/kg) et les chocs maliens les plus faibles (8 Fcfa/kg). On attend que les chocs plus importants soient mieux transmis (nombre de réponses significativement différentes de zéro plus élevé) et la durée de vie des chocs plus élevée. Cette différence de taille des chocs est prise en compte dans l'analyse économétrique ci-dessous des facteurs d'intégration des marchés.

Tableau 7 : Réponse aux chocs à la période t+1 (en ligne le marché d'où est originaire le choc)

Marchés	Banfora	Diébougou	Djibo	Gorom	Kongoussi	Koudougou	Tenkodogo	Tougan	Bamako	Gao	Koulikoro	Mopti	Segou	Sikasso	Tombouctou	Agadez	Bakin Birgi	Dungass	Gaya	Katakoro	Maradi	Tahoua	Tessaoua	Tillabéri	Zinder
Banfora	100	36		22		32	29	24	37	39	32	37	36	40				0		19					0
Diébougou	27	100	25	33	22	53	36	33	30	0	30			0											
Djibo	0	25	100	49	48	44	49	44	38	25	43	46	49	0	0	20	27	34	36	37	38	35	29	39	23
Gorom	15	33	49	100	48	45	39	50	43	26	49	29	39	19	0		0	25	35	24	22	22		21	
Kongoussi	0	22	48	48	100	46	34	47	26	0	30	32	34	0	0	22	22	20	36	36	0	22		37	
Koudougou	24	53	44	45	46	100	61	54	45	22	39	35	39	24	0				26					30	
Tenkodogo	31	36	49	39	34	61	100	31	36	28	35	28	39	0	0	0	0	30	32	24	34	28	23	31	21
Tougan	21	33	44	50	47	54	31	100	40	30	42	40	40	0	0	24	0		39	25	0	0	0	35	
Bamako	47	30	38	43	26	45	36	40	100	52	57	54	59	57					28	21					
Gao	45		25	26		22	28	30	52	100	47	55	60	48	19				25						
Koulikoro	31	30	43	49	30	39	35	42	57	47	100	57	66	48	20									24	
Mopti	43	0	46	29	32	35	28	40	54	55	57	100	73	46	32				29	32				31	
Segou	39	0	49	39	34	39	39	40	59	60	66	73	100	48	0				35	20		0		27	
Sikasso	59			19		24			57	48	48	46	48	100											
tombouctou										19	20	32			100										
Agadez			20		22			24								100	59	19	27	37	36	35	42	24	37
Bakin Birgi			27	0	22	0	0						0			59	100	28	35	42	61	60	55	23	61
Dungass			34	25	20	0	30	0					0	0		19	28	100	26	36	43	35	39	25	35
Gaya	0	0	36	35	36	26	32	39	28	25	0	29	35	0	0	27	35	26	100	41	43	49	44	29	35
Katakoro	20	0	37	24	36	0	24	25	21			32	20	0		37	42	36	41	100	54	57	50	40	53
Maradi	0	0	38	22	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	36	61	43	43	54	100	70	69	37	66
Tahoua	0	0	35	22	22	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	35	60	35	49	57	70	100	59	42	59
Tessaoua	0	0	29	0	17	0	23	0	0		0	0	0	0	0	42	55	39	44	50	69	59	100	39	56
Tillabéri			39	21	37	30	31	35	0	0	24	31	27	0	0	24	23	25	29	40	37	42	39	100	0
Zinder		0	23	0	0	0	21	0	0			0	0	0	0	37	61	35	35	53	66	59	56	0	100

Tableau 8 : durée de vie des chocs (mois) (en ligne le marché d'où est originaire le choc)

Marchés	Banfora	Diébougou	Djibo	Gorom	Kongoussi	Koudougou	Tenkodogo	Tougan	Bamako	Gao	Koulikoro	Mopti	Segou	Sikasso	Tombouctou	Agadez	Bakin Birgi	Dungass	Gaya	Katakoto	Maradi	Tahoua	Tessaoua	Tillabéri	Zinder
Banfora	3	2	-	1	-	1	1	1	2	2	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	2
Diébougou	5	5	2	1	2	3	4	3	3	2	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Djibo	6	6	5	4	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3
Gorom	5	5	3	3	3	3	4	2	3	3	3	1	3	5	-	-	2	1	3	2	2	3	-	2	-
Kongoussi	5	5	3	3	4	4	5	3	4	4	3	3	3	5	5	3	2	1	2	3	2	2	-	3	-
Koudougou	6	5	3	3	4	5	5	4	4	5	4	4	4	6	5	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-
Tenkodogo	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4
Tougan	6	5	4	3	4	5	5	4	5	5	4	4	4	6	5	3	3	-	2	2	2	2	2	3	-
Bamako	3	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	2	3	4	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
Gao	2	-	1	1	-	1	1	2	3	4	2	3	3	3	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Koulikoro	5	4	3	1	3	3	3	3	5	5	5	4	5	6	5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Mopti	5	5	5	5	5	5	3	6	6	6	6	6	6	6	6	-	-	-	1	1	-	-	-	2	-
Segou	6	5	4	3	4	4	4	4	6	5	5	5	5	6	6	-	-	-	2	1	-	2	-	1	-
Sikasso	1	-	-	1	-	1	-	-	2	2	2	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tombouctou	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agadez	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Bakin Birgi	-	-	2	2	3	3	4	-	-	-	-	-	2	-	-	3	2	1	1	2	2	1	1	2	2
Dungass	-	-	4	4	1	3	4	4	-	-	-	-	3	-	4	4	4	4	1	4	3	2	4	3	4
Gaya	6	6	4	5	6	6	6	5	6	6	5	5	5	6	6	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4
Katakoto	1	3	2	3	3	3	3	4	3	-	-	2	2	3	-	3	2	2	2	4	3	3	2	3	2
Maradi	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5	5	6
Tahoua	5	5	3	4	4	5	5	5	5	4	3	4	4	5	5	4	2	2	3	4	3	3	2	3	3
Tessaoua	6	6	5	6	5	5	6	6	6	-	5	5	5	6	6	6	5	4	4	6	5	5	5	5	5
Tillabéri	-	-	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	6	5	4	3	3	2	4	3	3	3	4	4
Zinder	-	6	2	5	4	4	6	5	3	-	-	4	2	-	3	5	4	4	5	6	4	5	4	5	5
moyenne	5	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3

« - » : le choc n'est pas transmis

Tableau 9 : délai de transmission des chocs (mois) (en ligne l'origine du choc)

Marchés	Banfora	Diébougou	Djibo	Gorom	Kongoussi	Koudougou	Tenkodogo	Tougan	Bamako	Gao	Koulikoro	Mopti	Segou	Sikasso	Tombouctou	Agadez	Bakin Birgi	Dungass	Gaya	Katakoto	Maradi	Tahoua	Tessaoua	Tillabéri	Zinder
Banfora	1	1	-	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	2
Diébougou	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Djibo	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gorom	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	2	1	1	1	1	1	-	1	-
Kongoussi	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	1	-	1	-
Koudougou	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-
Tenkodogo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Tougan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2	-	1	1	2	2	2	1	-
Bamako	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
Gao	1	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Koulikoro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Mopti	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-
Segou	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	1	1	-	2	-	1	-
Sikasso	1	-	-	1	-	1	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tombouctou	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agadez	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bakin Birgi	-	-	1	2	1	3	3	-	-	-	-	-	2	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dungass	-	-	1	1	1	2	1	3	-	-	-	-	3	-	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gaya	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Katakoto	1	2	1	1	1	2	1	1	1	-	-	1	1	2	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maradi	3	2	1	1	2	2	1	2	2	3	2	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tahoua	3	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tessaoua	4	3	1	2	1	3	1	2	3	-	3	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tillabéri	-	-	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Zinder	-	2	1	2	2	3	1	2	3	-	-	2	2	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1

4. Les facteurs de l'intégration des marchés

L'estimation des fonctions de réponse aux chocs amène à retenir trois indicateurs pour l'analyse des facteurs déterminant le degré d'intégration des marchés : l'amplitude de la réponse aux chocs en t+1 (*Transt1*) et en t+2 (*Transt2*) et le délai de transmission des chocs (*Délai*). Ces indicateurs d'intégration des marchés sont régressés sur des variables représentatives des coûts de transaction. Soit :

$$I_{ij} = \alpha X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (6)$$

I_{ij} : indicateur du degré d'intégration entre le marché i et le marché j

X_{ij} : vecteur de variables exogènes

L'essentiel des coûts de commercialisation sur le marché du mil sont des coûts de transport, liés à la distance séparant les marchés et à l'état du réseau routier. On introduit donc parmi les variables explicatives, la distance totale entre les marchés i et j (en km), et les kilomètres de routes non goudronnées entre les marchés i et j. On teste également la présence d'un effet frontière à travers une variable muette (F_{ij}) qui prend la valeur 1 lorsque les marchés i et j sont séparés par une frontière. Trois variables muettes sont introduites pour contrôler l'origine des chocs (Mali, Niger, Burkina) ; elles prennent la valeur 1 lorsque le choc est originaire d'un marché appartenant, respectivement, au Mali, au Niger ou au Burkina, une valeur nulle sinon.

L'équation (6) est estimée par les moindres carrés pondérés de façon à tenir compte des erreurs de mesure de la variable de gauche. Les résultats sont présentés dans le tableau 10⁵.

Tableau 10. Les facteurs d'intégration. WLS

	Période 1992.01 – 2007.05			Post 2000	
	Transt1	Transt2	Délai	Transt1	Transt2
Distance	-0.02 (0.00)	-0.02 (0.00)	0.0004 (0.00)	-0.01 (0.00)	-0.01 (0.00)
Piste	-0.03 (0.00)			-0.06 (0.00)	-0.05 (0.00)
Frontière	-15.23 (0.00)	-11.06 (0.00)	0.21 (0.00)	-18.82 (0.00)	-2.17 (0.46)
Mali	56.05 (0.00)	51.36 (0.00)	0.56 (0.00)	35.61 (0.00)	18.33 (0.00)
Niger	55.72 (0.00)	58.44 (0.00)	0.88 (0.00)	39.57 (0.00)	28.56 (0.00)
Burkina	55.31 (0.00)	57.4 (0.00)	0.72 (0.00)	35.84 (0.00)	22.73 (0.00)
obs	625	625	469	625	625
R ² ajt	0.57	0.37	0.29	0.38	0.11

Entre parenthèses les P-values.

⁵ Les résultats des estimations obtenus pour les autres indicateurs d'intégration sont équivalents à ceux présentés ici.

Les estimations font apparaître un impact négatif de la distance et du mauvais état du réseau routier sur le degré de transmission des chocs, et un impact positif significatif de ces variables sur le délai de transmission des chocs. Ces résultats montrent l'importance des coûts de transport dans le commerce du mil ; des coûts élevés apparaissent clairement comme un obstacle à l'intégration des marchés.

Surtout, ces estimations réalisées sur des marchés de pays appartenant à une même union monétaire et une même union douanière, ne permettent pas de rejeter l'hypothèse d'un effet frontière négatif sur l'intégration des marchés. A distance égale, le degré de transmission des chocs est plus faible, et le temps de réponse aux chocs plus élevé, lorsque les marchés appartiennent à des pays différents que lorsqu'ils sont situés dans le même pays. Ces résultats sont attribués à l'existence de coûts de transaction spécifiques au passage de frontière. Ces coûts de transaction qui constituent des obstacles aux échanges transfrontaliers, peuvent être de nature informelle (fiscalité « sauvage ») ou liés à la politique commerciale.

En effet, bien que le commerce intra-régional de produits de base soit libre, les Etats ont recours ponctuellement à des mesures protectionnistes en cas de mauvaise récoltes céréalières, en interdisant les exportations vers des pays voisins (cas du Burkina Faso par exemple lors de la crise de 2005 et à l'automne 2007). Ces mesures destinées à protéger les consommateurs nationaux d'une augmentation des prix alimentaires, ont un effet négatif sur les possibilités d'amortissement des chocs au niveau régional. Du fait de leur caractère discrétionnaire, on peut aussi penser qu'elles ont pour effet de décourager structurellement le commerce frontalier en augmentant le risque associé à ce type d'échanges. En effet, les opérateurs ne sont généralement pas informés de la mise en vigueur ou non de ce genre de mesures. Les défaillances de l'information et des administrations douanières et fiscales dans les différents pays laissent place pour une grande part d'arbitraire dans l'application de mesures de restrictions commerciales, évidemment très préjudiciable au commerce.

Afin de tester l'impact de la mise en place du tarif extérieur commun (TEC) de l'UEMOA au 1^{er} janvier 2000, les indicateurs d'intégration des marchés ont été calculés sur deux sous échantillons : avant et après janvier 2000. Les estimations réalisées à partir des indicateurs d'intégration calculés sur la période postérieure à la mise en place du TEC montrent que l'effet frontière reste significatif (voire plus important) après 2000 (tableau 10). Selon ces résultats, la mise en place du TEC n'a pas permis de réduire significativement les coûts de transaction liés au passage de frontières.

Conclusion

Cette analyse des prix de marché du mil dans trois pays sahéliens fait ressortir trois phénomènes marquant :

- une bonne performance des marchés nigériens relativement à ceux des autres pays qui peut s'expliquer par la meilleure qualité du réseau routier au Niger, ou du moins, par le fait que les marchés suivis sont, en moyenne, beaucoup plus proches des grands axes routiers que dans les autres pays,
- une transmission « asymétrique » des chocs de prix du Niger vers le Mali et le Burkina Faso reflétant le poids des marchés nigériens et nigériens du mil dans l'espace régional,

- une mauvaise intégration des marchés de ces trois pays imputable aux coûts de transport (distances élevées, mauvais état des routes) et à des coûts non mesurés liés au passage des frontières.

D'une façon générale, ces résultats qui révèlent un certain cloisonnement des marchés entre les trois pays remettent en question l'existence d'un « marché régional du mil ». Ils demandent néanmoins à être confirmés notamment par des analyses de sensibilité à un échantillon de marchés différent, le processus de sélection des marchés pour la modélisation VAR étant susceptible de biaiser les résultats.

Bibliographie

Brorsen, B. W., J. Chavas, W.R. Grant, and L.D. Schnake. "Marketing Margins and Price Uncertainty: The Case of the U.S. Wheat Market." *American Journal of Agricultural Economics*, 67, 521-528.

Fackler, P.L. and B.K. Goodwin (2001) "Spatial Price Analysis", Chapter 17 in Gardner, B.L. and Rauser, G.C. *Handbook of Agricultural Economics*, Vol 1, Elsevier, North Holland.

Goodwin and Grennes, 1998 Tsarist Russia and the World Wheat Market, Exploration in *Economic History*, **35**, 405–430

Gupta, S. and R.A.E. Mueller (1982), Analyzing the pricing efficiency of spatial markets: concepts and applications, *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 9, 301-312.

Koop, G., Pesaran, M.H., Potter, S.M., (1996), "Impulse response analysis in nonlinear multivariate models", *Journal of Econometrics*, 74, 119–147.

Pesaran H. and Y. Shin (1998), "Generalized impulse response analysis in linear multivariate models", *Economics Letters*, 58 (1998) 17–29.

Annexe

Indicateurs du secteur « céréales » au Burkina, Mali et Niger

	Bukina	Mali	Niger
Population			
Totale en millions hab. (2007)	14,8	14,8	14,2
Rurale en % (2004)	82	67	77
Consommation			
Part des céréales (dans la consommation totale d'énergie par hab.)	79	71	72
Production (moyenne 2003-2007)			
Total céréales en millions de tonnes	3.507	3.370	3.567
Production brute de céréales / hab. en kg	237	228	251
Céréales sèches / total céréales en %	97	72	98
Mil + sorgho / céréales sèches en %	79	77	100
Mil / céréales sèches en %	33	46	76
Importations (moyenne 2001-2005)			
Import céréales / import + prod. en %	8,2	7,9	10,4

Source : FAOSTAT, Banque Mondiale