

Echanges agricoles intrarégionaux et sécurité alimentaire dans l'espace CEDEAO

Tite Ehuitché BEKE*
Dieu-Donné Melagne N'GUESSAN**

Résumé - L'objectif de cet article est d'analyser le lien entre les flux commerciaux agricoles et la sécurité alimentaire dans la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Un modèle de gravité augmenté sur des données de panel 1995-2015 est estimé pour identifier les facteurs influençant le commerce agricole intra-régional. L'étude évalue ensuite, au niveau des 15 pays de la zone sur la période 2000-2015, l'effet sur la sécurité alimentaire des importations agricoles en provenance de la CEDEAO. La sécurité alimentaire est appréhendée par la prévalence de la sous-alimentation sous ses différentes dimensions (disponibilité, stabilité et accessibilité). Une simulation permet d'évaluer l'écart entre la prévalence de la sous-alimentation observée et la prévalence qui serait induite par le niveau potentiel de commerce. Les résultats indiquent que les mesures qui ont pour but de faciliter le commerce agricole intra-régional contribuent à améliorer la sécurité alimentaire dans l'espace CEDEAO.

Classification JEL

F15, F14, C23, C25

Mots-clés

Intégration régionale
Echanges agricoles
Sécurité alimentaire
Modèle de gravité
Econométrie de panel
Afrique
CEDEAO
UEMOA

* CIREs, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte-d'Ivoire ; beketite@yahoo.fr

** Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte-d'Ivoire ; dieu.nguessan@gmail.com

INTRODUCTION

La Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO)¹ est parcourue par des flux commerciaux qui soutiennent la sécurité alimentaire et nutritionnelle des ménages. Ces flux transfrontaliers s'organisent de façon à répondre à la demande des zones déficitaires par une offre du surplus agricole des zones de production. Quand ils fonctionnent sans entrave, les flux commerciaux transfrontaliers de céréales (riz, maïs, mil, sorgho), de féculents et de bétail, tentent d'assurer aux ménages de la région leur sécurité alimentaire et nutritionnelle et de faire face aux crises alimentaires.

Les céréales, les tubercules, le plantain et les produits d'élevage constituent l'alimentation de base de la majorité des ménages de la CEDEAO. Ces produits font l'objet d'importants échanges entre les Etats membres dont le rôle est essentiel dans la régulation de l'offre et des prix des produits alimentaires.

Les trois axes majeurs de la Politique Agricole Commune de la CEDEAO (ECOWAP) visent à renforcer les systèmes de production, à développer les échanges intracommunautaires et à intégrer les marchés domestiques aux marchés régional et international. Le premier axe met l'accent sur l'amélioration de la sécurité alimentaire, les deuxième et troisième axes visent à faciliter l'accès aux marchés régional et international. Aussi, les textes issus de la politique commerciale harmonisée de la CEDEAO autorisent-ils la libre circulation aussi bien des produits agricoles et d'élevage d'origine communautaire que des produits industriels originaires agréés (CEDEAO, 2015).

Cependant, un ensemble d'obstacles tarifaires, non tarifaires et techniques aux échanges agricoles entre les pays membres subsiste en dépit des réformes institutionnelles visant à intensifier le commerce agricole intra-zone. La non-application des textes assurant l'intégration peut être observée à travers de nombreuses restrictions quantitatives et tarifaires sur les importations dans la région comme l'indiquent les enquêtes effectuées par le Centre Ouest-Africain pour le Commerce (West Africa Trade Hub – WATH) (Bonjean et al., 2013). Ces obstacles aux échanges prennent la forme de contrôles, de prélèvements et autres tracasseries routières depuis la sortie de la zone de production jusqu'aux lieux de consommation. Ces contrôles demeurent coûteux étant donné les retards et les pertes qu'ils occasionnent pour ces denrées alimentaires périssables. Ces entraves aux échanges agricoles dans l'espace CEDEAO s'expriment parfois en interdictions temporaires des exportations mises en place par les pouvoirs publics de façon discrétionnaire en cas de mauvaise récolte ou de baisse des prix.

Quelles que soient leurs diverses formes, les entraves contribuent à l'augmentation des coûts de transaction, qui pénalisent les producteurs et les consommateurs et introduisent des inefficiences dans la distribution et la commercialisation des produits agricoles, compromettant ainsi les objectifs de sécurité alimentaire. Dans ce contexte, il est crucial d'évaluer l'effet particulier de ces facteurs sur l'intensité du commerce des produits agroalimentaires au sein de la CEDEAO. La présente étude propose, donc, une réflexion sur la dynamique des échanges agricoles entre les pays de la CEDEAO et son influence sur la sécurité alimentaire des populations.

Les rares études portant sur la dynamique des flux agro-alimentaires dans la zone ouest-africaine (Cissokho et al., 2013 et Arawomo et Badejo, 2015) n'établis-

¹ La CEDEAO a été créée en 1975 et comportait 16 pays avant le retrait de la Mauritanie en 2002. Les 15 autres pays qui aujourd'hui la composent sont le Bénin, le Burkina Faso, le Cap Vert, la Côte d'Ivoire, la Gambie, le Ghana, la Guinée, la Guinée Bissau, le Libéria, le Mali, le Niger, le Nigeria, le Sénégal, la Sierra Leone et le Togo.

sent pas de lien causal formalisé entre les dynamiques d'échanges agricoles et la sécurité alimentaire des populations. Et celles qui examinent ce lien ne se limitent qu'à une seule dimension de la sécurité alimentaire, en l'occurrence la disponibilité alimentaire (Tinta et al., 2018), sans traiter de l'accessibilité ni de la causalité inverse entre la sécurité alimentaire et les échanges commerciaux agricoles.

Ainsi, l'originalité de cette étude est d'établir le lien causal à travers deux équations entre le potentiel d'échanges agricoles intra-régional et l'accès au bien-être alimentaire dans l'espace CEDEAO. Notre méthodologie repose sur une analyse gravitationnelle des échanges agricoles transfrontaliers en contrôlant, contrairement aux études susmentionnées, les résistances multilatérales, la multiplicité d'appartenance à des accords commerciaux régionaux et le climat des affaires. En outre, les effets de la libéralisation du commerce agricole régional sont évalués en considérant un indicateur de sécurité alimentaire qui intègre à la fois la disponibilité, la stabilité et l'accessibilité des produits alimentaires. De manière spécifique, il s'agit dans cette étude :

- d'examiner la structure des échanges agricoles intra-CEDEAO et ses implications en termes de risque sur la sécurité alimentaire de la région ;
- d'identifier les facteurs d'intensification et de résistance au commerce agricole intra-régional ;
- de quantifier l'impact des échanges commerciaux agricoles transfrontaliers sur la sécurité alimentaire des pays membres ;
- de simuler les gains potentiels de sécurité alimentaire induits par le potentiel de commerce estimé.

L'article est structuré comme suit. La section 1 présente les échanges agricoles et l'état de la sécurité alimentaire dans l'espace CEDEAO. La section 2 donne une revue de la littérature. La section 3 explique la méthodologie choisie. La section 4 porte sur les sources de données et leurs résumés statistiques. La section 5 présente les résultats des estimations.

1. ÉCHANGES AGRICOLES ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE DANS L'ESPACE CEDEAO : UN ÉTAT DES LIEUX

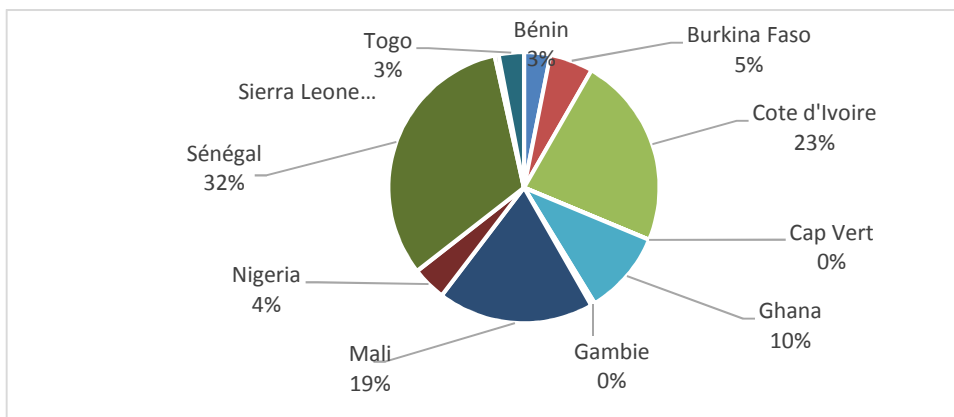
1.1. Contribution des pays membres au commerce agricole intra-CEDEAO et contenu des flux

Les flux commerciaux de produits agricoles dans les pays de la CEDEAO jouent un rôle important dans le processus d'intégration régionale. Ces flux sont basés sur les complémentarités agro-écologiques de l'espace régional. Les pays sahéliens enclavés (Burkina Faso, Mali, Niger) approvisionnent les pays côtiers (Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Togo) en produits d'élevage et en céréales sèches, tandis que les pays côtiers exportent vers les pays sahéliens les produits halieutiques, les racines et tubercules (CEDEAO, 2015).

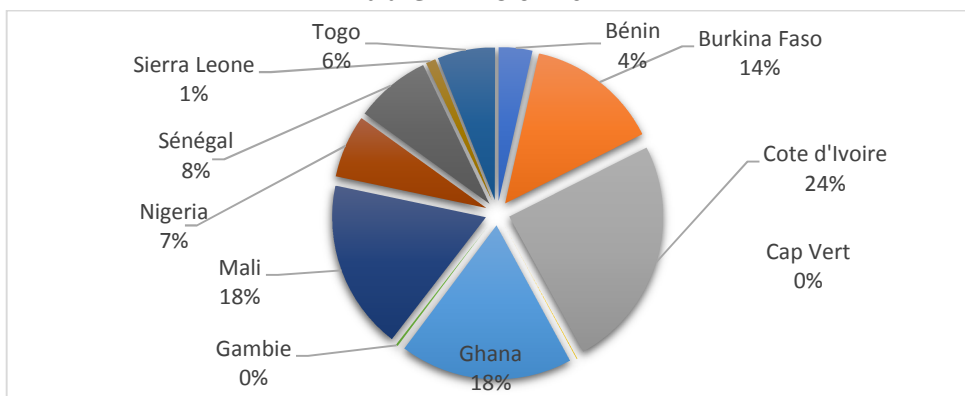
En termes de volume, le commerce intra-CEDEAO est largement dominé par six pays : la Côte d'Ivoire, le Sénégal, le Ghana, le Mali, le Burkina Faso et le Nigeria (Graphiques 1 et 2). Le Sénégal et la Côte d'Ivoire ont assuré à eux seuls près de 50% des exportations intrarégionales de produits agricoles en 2017. La Côte d'Ivoire, le Ghana et le Mali ont contribué à plus de 50% aux importations agricoles régionales en 2017.

Les céréales, les racines et tubercules, les produits halieutiques et les produits d'élevage sont les productions agricoles dominantes dans les échanges intra-CEDEAO. Ces produits représentent en valeur plus de 50% du commerce intra-régional (Graphique 3).

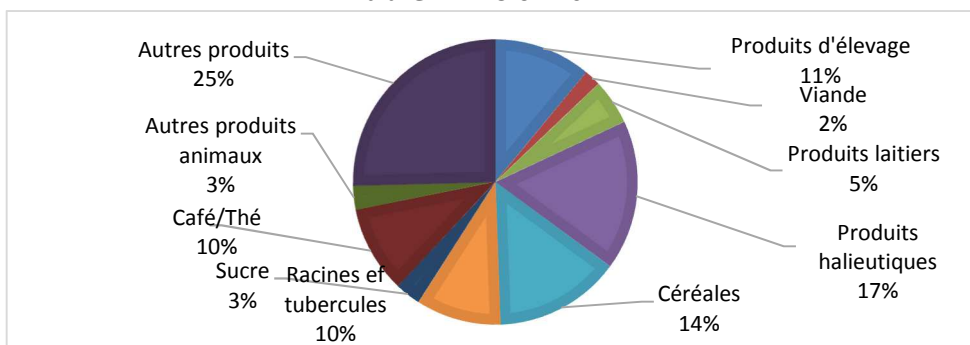
Graphique 1. Contribution des pays membres aux exportations agricoles intra-CEDEAO en 2017



Graphique 2. Contribution des pays membres aux importations agricoles intra-CEDEAO en 2017



Graphique 3. Poids des produits dans les échanges agricoles intra-CEDEAO en 2017



Source: Auteurs à partir de UN Comtrade.

1.2. Balance commerciale alimentaire des pays de la CEDEAO

La satisfaction des besoins alimentaires des pays de la CEDEAO repose sur les importations de denrées alimentaires (CEDEAO, 2015). L'amélioration de la disponibilité alimentaire est couplée à une balance commerciale alimentaire déficitaire pour la majorité des pays de la CEDEAO (Tableau 2).

Tableau 2. Balance commerciale alimentaire dans la zone CEDEAO (1000 000 US\$) de 2012 à 2016

	2012	2013	2014	2015	2016
Bénin	-359,6	-679,5	-723,9	-556,7	-776,2
Burkina Faso	-199,4	-200,4	-130,6	-117,2	-209,9
Côte d'Ivoire	1876,5	2014,9	1784,6	2658,9	2728,1
Gambie	-116,2	-108	-129,6	-173,1	-134,5
Ghana	372,7	506,5	625,6	461,7	344,1
Guinée	-183,9	-233,3	-296,8	-234,1	-383
Guinée Bissau	36,3	107,4	56,6	54,4	66,7
Mali	-257,5	-134	-172,8	-219,2	-228
Nigeria	-2724	-2989,9	-3158,8	-2665,1	-2157,5
Niger	-158,4	-171,4	-174	-185,4	3,2
Sénégal	-910,6	-889,2	-905,9	-891,3	-846,9
Sierra Leone	-150,6	-172,9	-186	-202,6	-133,8
Togo	-22,5	-37	-49,3	-67,2	-74,6

Source: UN Comtrade, 2018.

Les observations de long terme des données alimentaires et des données de commerce indiquent nettement que les pays de la CEDEAO sont structurellement dépendants des importations pour assurer leur disponibilité alimentaire. Les importations des produits agroalimentaires en provenance des marchés agricoles régionaux, notamment de féculents et produits animaux, participent à une allocation efficace des produits alimentaires de base au sein de la sous-région (CEDEAO, 2015).

1.3. Prévalence de la sous-alimentation dans l'espace CEDEAO

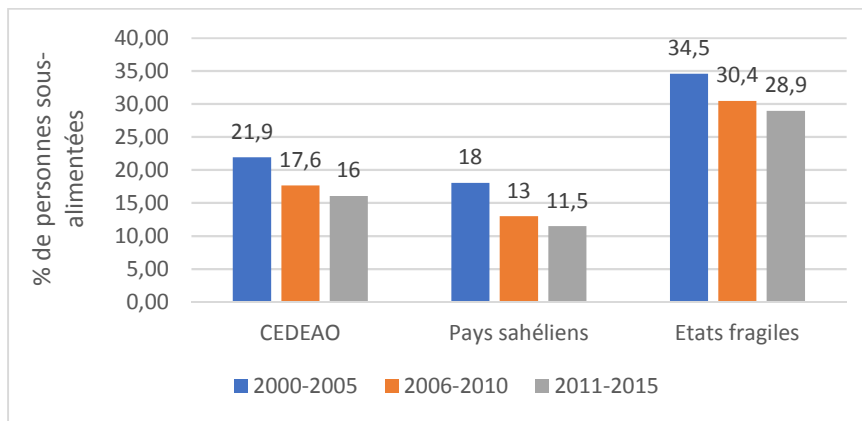
La prévalence de la sous-alimentation a oscillé entre 6% et 40% dans les pays de l'espace CEDEAO au cours de la période 2000-2015 (FAOSTAT, 2018). La sous-alimentation demeure persistante dans les pays fragiles qui sortent de longues ou rudes périodes de guerres ou d'instabilité politique. Ainsi, en 2017, la sous-alimentation a atteint des niveaux considérables dans les pays suivants : Libéria (38,8%), Guinée Bissau (26%), Sierra Leone (25,5%), Burkina Faso (21,3%), Côte d'Ivoire (20,7%) (FAOSTAT, 2018).

Le Graphique 4 présente l'état de la prévalence de la sous-alimentation dans l'espace CEDEAO au cours des périodes 2000-2005, 2006-2010 et 2011-2015, avec un focus sur les pays sahéliens enclavés (Burkina Faso, Mali, Niger) et dans les Etats fragiles, ayant connu des conflits armés persistants (Liberia, Sierra-Leone, Guinée-Bissau).

L'insécurité alimentaire dont les principales causes sont les crises climatiques, les crises politiques, les guerres et déplacements de populations, touche de façon chronique près de 17% de la population régionale (CEDEAO, 2015), d'où la position de l'espace CEDEAO comme l'une des régions les plus frappées par l'insécurité alimentaire dans le monde. Le Graphique 4 indique que la part des personnes sous-

alimentées est la plus élevée dans les pays qui ont subi des conflits armés persistants. L'insécurité, les crises politico-militaires, cumulées aux déplacements massifs de population au cours des décennies 1990-2000 et 2000-2010 au Liberia, en Sierra Leone et en Guinée-Bissau ont entraîné des chutes de production et des ruptures d'approvisionnement alimentaire augmentant la prévalence de la sous-alimentation dans ces Etats fragiles.

Graphique 4. Prévalence de la sous-alimentation en Afrique de l'Ouest de 2000 à 2015



Source : Auteurs à partir des données de la FAO.

Paradoxalement, les pays sahéliens, probablement les plus confrontés au risque climatique, sont ceux qui présentent les meilleurs indicateurs de sécurité alimentaire. En effet, comme le montre la Graphique 4, les pays sahéliens enclavés (Burkina Faso, Mali, Niger) ont réduit de façon significative au cours des deux dernières décennies leur prévalence à la sous-alimentation. Globalement la prévalence de la faim dans l'espace CEDEAO a baissé de 7% entre la période 2000 et 2015. Ces performances significatives enregistrées en Afrique de l'Ouest sont en lien avec les investissements importants effectués par les organisations régionales (CEDEAO, UEMOA et CILSS) dans le renforcement des institutions et des capacités de lutte contre l'insécurité alimentaire.

2. REVUE DE LA LITTÉRATURE

2.1. Revue sur le modèle de gravité

Tinbergen (1962) fut l'un des pionniers à transposer la loi gravitationnelle au commerce international à travers un modèle de gravité. Cette modélisation postule que l'intensité des flux commerciaux entre deux pays est directement proportionnelle à leurs poids économiques (PIB) et inversement proportionnelle à la distance géographique qui les sépare. La spécification du modèle de base est la suivante :

$$F_{ij} = \frac{Y_i^{\beta_1} Y_j^{\beta_2} Z_{ij}^{\beta_4} e^{\varepsilon_{ij}}}{D_{ij}^{\beta_3}}$$

avec F_{ij} = flux des importations à destination du pays i et en provenance du pays j ; Y_i = PIB du pays i ; Y_j = PIB du pays j ; D_{ij} = distance entre les pays i et j ; Z_{ij} = autres forces d'intensification ou de résistance au commerce entre les pays; ε_{ij} = terme de l'erreur.

Conformément à la loi de la gravitation, les signes attendus sont $\beta_1 > 0$, $\beta_2 > 0$ et $\beta_3 < 0$.

Cependant, d'importantes critiques ont reproché aux modèles gravitationnels d'être dépourvus de fondements théoriques. Les travaux de Anderson (1979), suivis de ceux de Baier et Bergstrand (2007 ; 2009), Hummels et Levinsohn (1995), Dear-dorff (1998), Evenett et Keller (2002) et Anderson et van Wincoop (2004), Feenstra (2004), montrèrent que le modèle gravitationnel peut émerger des différents modèles théoriques du commerce international que sont les modèles ricardien, de dotations factorielles, de concurrence monopolistique, d'hétérogénéité des firmes.

Une contribution notable est celle de Anderson et van Wincoop (2003), qui montrent que le commerce bilatéral entre deux pays coéchangistes dépend également des prix offerts par les autres partenaires commerciaux possibles. L'inclusion de ces indices de prix dénommés les résistances multilatérales a conduit à envisager un modèle de gravité structurelle qui a été d'un apport théorique véritable par rapport au modèle traditionnel initial.

Le modèle de gravité est devenu depuis son élaboration un outil essentiel de modélisation du commerce international, avec de nombreuses applications empiriques qui analysent les impacts de plusieurs déterminants majeurs des flux commerciaux bilatéraux. Ainsi, un nombre considérable de travaux ont utilisé une équation de gravité pour étudier les effets de la distance géographique, de la démographie, des coûts de transport et de transaction, de la corruption, des tarifs douaniers, des sanctions commerciales, des accords commerciaux régionaux et des unions monétaires sur le commerce international.

La littérature relève des problèmes d'ordre économétrique à surmonter au risque de biaiser les estimations (Baltagi, Egger et Pfaffermayr, 2015). Un premier défi est la prise en compte des résistances multilatérales qui existent par construction théorique mais ne peuvent être directement observées.

L'estimation des équations de gravité par les moindres carrés ordinaires et ses variantes a été largement utilisée dans la littérature empirique bien que cette méthode soulève deux problèmes majeurs dus à la transformation logarithmique du modèle de gravité et à l'impossibilité de prendre en compte les flux de commerce nuls. L'inégalité de Jensen est violée par la transformation logarithmique (Silva et Tenreiro, 2006). Aussi, la suppression des flux nuls conduit-elle à des pertes d'information, et les remplacer par une très faible valeur n'est pas cohérente avec la théorie, et conduit à des coefficients de gravité erronés (Head et Mayer, 2014). Une solution pertinente proposée par Silva et Tenreiro (2006) consiste à appliquer l'estimateur du Pseudo Maximum de Vraisemblance de Poisson (PPML) à la forme multiplicative du modèle de gravité. Il est robuste à l'hétéroscédasticité et traite naturellement les valeurs de flux nulles.

La question de savoir si des accords de libre-échange (ALE) ou des accords monétaires sont conclus entre des pays ayant déjà une forte propension à commercer entre eux a été soulignée par Baier et Bergstrand (2007). Les auteurs mettent en évidence un biais d'endogénéité inhérent aux accords commerciaux ou monétaires à prendre en compte. Baier et Bergstrand (2009) proposent en outre une méthode permettant de capter les résistances multilatérales par l'approximation d'ordre 1 de la série de Taylor des termes de résistances multilatérales.

Parmi les études portant sur les flux agro-alimentaires dans la zone ouest-africaine, figurent celles de Cissokho et al. (2013) et d'Arawomo et Badejo (2015). Cissokho et al. privilégient dans un cadre statique un Tobit log-linéaire avec l'inclusion des résistances multilatérales comparé aux modèles Poisson PPML et Heckman à 2 étapes sans inclusion de résistances multilatérales. Leurs résultats indiquent que

la CEDEAO a le plus faible effet créateur de commerce intra-zone sur les 7 blocs commerciaux régionaux considérés. L'étude d'Arawomo et Badejo (2015) n'inclut également pas de résistances multilatérales aux estimations de l'étendue et des déterminants du commerce intra-régional dans la CEDEAO et dans ses deux zones monétaires, l'UEMOA et la ZMAO. Par conséquent, leurs résultats souffrent de ce biais d'omission des résistances multilatérales.

La contribution de notre étude est justement de spécifier un modèle de gravité structurel (avec inclusion des résistances multilatérales) contrôlant l'effet de la multi-appartenance des partenaires à d'autres accords commerciaux régionaux, et contrôlant l'effet de la gouvernance politique et du climat des affaires. En outre, sur le plan analytique, la relation entre le potentiel de commerce intra-régional de la zone CEDEAO et l'accès au bien-être alimentaire de cette zone n'a pas encore été explorée.

2.2. Contribution du commerce international à la sécurité alimentaire

Selon la Déclaration de Rome sur la sécurité alimentaire mondiale de 1996, « la sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique, social et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active » (FAO, 1996). Cette définition englobe les trois dimensions que sont la disponibilité, la stabilité et l'accès. La disponibilité des denrées alimentaires signifie qu'en moyenne l'offre doit être suffisante pour répondre aux besoins de consommation. La stabilité suppose une réduction au minimum du risque de tomber en insuffisance alimentaire pendant les années ou les saisons défavorables. Quant à la notion d'accessibilité, elle fait référence à la nécessité de garantir l'accès des plus pauvres aux denrées alimentaires. En effet, la disponibilité est indispensable mais ne garantit pas l'accès à la nourriture des individus à faible pouvoir d'achat.

Il existe deux grandes voies pour assurer la sécurité alimentaire au niveau national : l'autosuffisance et l'autosubsistance alimentaire. Les stratégies de sécurité alimentaire fondées sur l'autosubsistance ont pour composante essentielle le commerce. Et le commerce agricole favorise la sécurité alimentaire de deux façons : d'abord une croissance économique permettant un accroissement de revenus donnant un accès accru aux aliments et inputs agricoles qu'on ne produit pas et une disponibilité alimentaire plus grande grâce aux importations alimentaires réduisant la variabilité de l'offre et le prix des aliments (Dithmer et Abdulai, 2017).

En outre, l'intégration commerciale des pays d'un espace régional minimise les coûts de la fragmentation de leurs marchés (Matthews, 2003). Le développement du commerce intra-régional de produits agricoles renforce ainsi la sécurité alimentaire. Herath et al. (2014) montrent par exemple que l'accord de libre-échange des pays de l'Asie du Sud-Est a augmenté l'offre d'énergie alimentaire journalière par habitant de ces pays.

A l'inverse, Tinta et al. (2018) indiquent que l'appartenance à la CEDEAO n'a aucun effet direct sur la sécurité alimentaire représentée par la disponibilité énergétique alimentaire par habitant, même si elle lui est bénéfique indirectement via la croissance de la richesse nationale par habitant. Cette situation peut s'expliquer par le fait que la CEDEAO n'est pas un espace suffisamment intégré comme l'UEMOA (Njinkeu et Powo, 2006). Toutefois, plusieurs critiques peuvent être faites à cette étude. D'une part, il peut exister une probable causalité inverse entre la disponibilité alimentaire et l'ouverture commerciale dans leur modèle (Dithmer et Abdulai, 2017) qui n'a pas été traitée. D'autre part, le choix de l'indicateur d'offre alimentaire pour représenter la sécurité alimentaire ne semble pas pertinent (cf. Sen, 1981). On peut noter, sur ce plan, que notre étude retient la mesure de sécurité alimentaire la plus utilisée qui est du côté de la demande : l'indicateur de sous-alimentation de la FAO.

3. MÉTHODOLOGIE

Nous présentons dans un premier temps le modèle de gravité structurel augmenté et dans un second temps le modèle de sécurité alimentaire.

3.1. Spécification du modèle de gravité structurel augmenté

Le modèle de gravité standard explique les flux des échanges bilatéraux entre deux pays i et j par la taille des économies mesurée par le produit intérieur brut par tête des pays coéchangistes (pib_{it} , pib_{jt}), la distance entre les pays i et j ($dist_{ij}$) et le partage d'une frontière et d'une langue commune.

Une relation positive entre le PIB par tête et le commerce est attendue. Les coûts de transport sont habituellement captés par la distance entre les pays coéchangistes à laquelle on ajoute une variable muette relative à l'enclavement. La distance et l'enclavement sont des facteurs de résistance qui accroissent les coûts de commerce et sont a priori en relation inverse avec le volume des échanges. En revanche, il est attendu une liaison positive entre le volume des échanges et l'existence d'une langue et d'une frontière communes.

Nous utilisons la forme fonctionnelle multiplicative de la distribution de Poisson. En effet, l'estimateur PPML (Pseudo Poisson Maximum de Vraisemblance) est une solution pertinente au problème généré par la présence des flux de commerce nuls (Silva et Tenreyro, 2006).

Afin de capter les effets spécifiques des variables d'intérêt, en l'occurrence les politiques de facilitation des échanges et les effets de l'union économique et monétaire sous-régional UEMOA, nous estimons un modèle de gravité augmenté. Des facteurs comme l'accès aux infrastructures de télécommunication ($cell_{it}$, $cell_{jt}$) et des facteurs de gouvernance comme le contrôle de la corruption ($ccor_{it}$, $ccor_{jt}$), la stabilité politique ($psta_{it}$, $psta_{jt}$) et la qualité de l'administration ($qadm_{it}$, $qadm_{jt}$) sont utilisés pour appréhender les politiques de facilitation du commerce. Les variables $UEMOA_{ijt}$, Imp_{ijt}^{UEMOA} , Exp_{ijt}^{UEMOA} , $Multiap_{ijt}$ sont destinées à capter les effets de l'UEMOA, en contrôlant la multi-appartenance à des accords régionaux :

- $UEMOA_{ijt}$ prend la valeur 1 lorsque les pays coéchangistes appartiennent tous deux à l'UEMOA et 0 autrement. Un coefficient positif révèle une augmentation du commerce intra-UEMOA.

- Imp_{ijt}^{UEMOA} prend la valeur 1 si l'importateur appartient à l'UEMOA et l'exportateur non, et 0 autrement. Cette variable capte l'effet de détournement de trafic, un coefficient négatif mettant en évidence l'existence d'une substitution des importations provenant des pays tiers par des importations en provenance des pays membres de l'UEMOA.

- Exp_{ijt}^{UEMOA} prend la valeur 1 si l'exportateur appartient à l'UEMOA et l'importateur non, et 0 autrement. Cette variable capte l'effet de détournement de commerce, un coefficient négatif indiquant une substitution des exportations à destination des pays tiers par des exportations à destination des pays membres de l'UEMOA.

- $Multiap_{ijt}$ indique le nombre de groupements d'intégration régionale auxquels les pays coéchangistes appartiennent simultanément.

RM_{ijt} indique les effets fixes importateur et exportateur variant dans le temps (à intervalle de 5 ans) ; ils sont introduits pour contrôler les termes de résistance multilatérale (Florensa et al., 2015, et Gylfason et al., 2015).

Le modèle de gravité à estimer intégrant les variables de contrôle et les variables d'intérêt s'écrit :

$$\begin{aligned}
Imp_{ijt} &= e^{\alpha_0 + \alpha_1 \ln pib_{it} + \alpha_2 \ln pib_{jt} + \alpha_3 \ln dist_{ij} + \alpha_4 \ln encl_i + \alpha_5 \ln encl_j + \alpha_6 \ln comlang_{ij} + \alpha_7 \ln contig_{ij}} \\
&\times e^{\alpha_8 UEMOA_{ijt} + \alpha_9 Imp_{ijt}^{UEMOA} + \alpha_{10} Exp_{ijt}^{UEMOA} + \alpha_{11} Multiap_{ijt} + \alpha_{12} cell_{it} + \alpha_{13} cell_{jt} + \alpha_{14} psta_{it}} \\
&\times e^{\alpha_{15} psta_{jt} + \alpha_{16} ccor_{it} + \alpha_{17} ccor_{jt} + \alpha_{18} qadm_{jt} + \alpha_{19} qadm_{it} + \alpha_{20} RM_{it} + \alpha_{21} RM_{jt}} + \varepsilon_{ijt} \quad (1)
\end{aligned}$$

Les sources des données et la description des variables sont présentées dans le Tableau A1 en annexe.

3.2. Spécification du modèle de sécurité alimentaire

Pour le modèle explicatif de la sous-alimentation, nous avons une variable d'intérêt (l'offre alimentaire) et trois principales catégories de variables de contrôle : la qualité de la gouvernance, la disponibilité des infrastructures économiques et le revenu par tête des Etats.

Offre alimentaire

L'offre alimentaire ne provient pas uniquement du commerce intra-CEDEAO. Outre les importations venant de la CEDEAO (Imp^{CEDEAO}), on considère aussi les importations issues des pays hors CEDEAO (Imp^{Monde}). Cette dissociation permet d'apprécier le degré d'interdépendance des pays de la CEDEAO pour leur sécurité alimentaire.

Le second élément de la disponibilité alimentaire, en plus des importations, est la production alimentaire nationale qui dépend de la disponibilité des terres arables (*ter*) et surtout de la productivité agricole (*pda*) (Dithmer et Abdulai, 2017). L'aide alimentaire reçue lors d'événements désastreux ou autres est également incluse (*foodais*).

Qualité de la gouvernance

Suivant Sen (1983, 1999), l'amélioration de la sécurité alimentaire des populations d'un pays dépend de l'effectivité des libertés civiles (*lib_civ*), du contrôle de la corruption (*cor*), du respect des droits de propriété (*dpte*) et de la stabilité politique (*psta*) (Wiesmann, 2006).

Disponibilité et qualité de l'infrastructure économique

La qualité et la disponibilité du réseau routier (*road*) ainsi que les facilités de communication en termes de pénétration de la téléphonie mobile (*cel*) sont bénéfiques à la production agricole et à la commercialisation interne à chaque pays.

Revenu par habitant et taux de croissance de la population

La disposition d'une alimentation suffisante et adéquate est liée au pouvoir d'achat de la population exprimé par le PIB par habitant (*pib*) (Sen, 1981 ; Wiesmann, 2006 ; Dithmer et Abdulai, 2017 ; Tinta et al., 2018). Le taux de croissance annuel de la population (*pop*) permet de rendre compte de la pression démographique exercée sur la sécurité alimentaire (Dithmer et Abdulai, 2017 ; Tinta et al., 2018).

Spécificités des pays et tendances annuelles globales

Chand et Jumrani (2013) font remarquer, dans le cas de l'Inde, que des facteurs historiques et culturels sont liés à la sécurité alimentaire. Nous incorporons donc des effets fixes pays, comme dans Tinta et al. (2018), pour tenir compte de ces facteurs, et d'autres variables invariantes dans le temps, telle la géographie de chaque pays, qui influencent la production agricole. En outre, à l'image de Dithmer et Abdulai (2017), nous insérons un effet temporel qui capture les changements dans les prix mondiaux et les chocs communs à tous les pays.

Nous incluons aussi la variable (*desaster*) pour saisir l'effet éventuel de désastres naturels d'ordre géophysique/géologique, hydrologique, biologique et climatique, qui peuvent endommager les récoltes et réduire les revenus (Dithmer et Abdulai, 2017).

Notre spécification empirique s'inspire de Dithmer et Abdulai (2017) qui estiment l'impact de l'ouverture commerciale et d'autres variables de contrôle sur la consommation énergétique alimentaire. Contrairement à ces auteurs qui ont choisi la disponibilité de l'offre, notre variable dépendante de sous-alimentation (SA) reflète l'accès aux produits alimentaires du côté de la demande. Le modèle empirique s'écrit comme suit :

$$\begin{aligned}
 SA_{it} = & \vartheta_i + \varphi_t + \gamma_{SA}SA_{it-1} + \gamma_1 \ln Imp_{it}^{CEDEAO} + \gamma_2 \ln Imp_{it}^{MONDE} + \gamma_3 \ln ter_{it} \\
 & + \gamma_4 \ln pda_{it} + \gamma_5 dp_{it} + \gamma_6 lp_{it} + \gamma_7 lc_{it} + \gamma_8 psta_{it} + \gamma_9 dp te_{it} \\
 & + \gamma_{10} ccor_{it} + \gamma_{11} road_{it} + \gamma_{12} cel_{it} + \gamma_{13} \ln pib_{it} + \gamma_{14} \ln foodais_{it} \\
 & + \gamma_{15} desaster_{it} + \varepsilon_{it} \quad \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)
 \end{aligned} \tag{2}$$

avec SA_{it} la prévalence de la sous-alimentation dans le pays i à l'année t .

Les variables de ce modèle et leurs sources sont décrites dans le Tableau A6 en annexe. Un résumé statistique des données les renseignant est présenté dans le Tableau A7 en annexe.

Pour le choix de la méthode d'estimation, le problème posé à la régression de notre panel dynamique à effets fixes est la corrélation entre les effets fixes et les valeurs de la variable dépendante « sous-alimentation » (SA). Avec une dimension temporelle (T) courte, l'estimateur des moindres carrés du coefficient de la variable dépendante retardée (γ_{SA}) est non-convergent. Ce biais du (T) court de l'estimateur à effets fixes, communément appelé « biais de Nickell »², disparaît seulement quand (T) tend vers l'infini. Ce qui n'est pas le cas de notre panel de dimension temporelle qui comprend 16 années. Aussi, en présence d'un petit nombre d'individus (15 pays), les méthodes des moments généralisés (GMM) sont biaisées. Kiviet (1995), Judson et Owen (1999), Bruno (2005) suggèrent donc un estimateur à effets fixes corrigé de l'approximation de ce biais pour le rendre convergent, vu sa petite variance comparativement aux autres estimateurs de moments généralisés et de variables instrumentales.

Par conséquent, notre modèle dynamique à effets fixes de la sous-alimentation est estimé par les moindres carrés corrigés du biais (*bias-corrected least squares dummy variables*).

3.3. Méthode de simulation du niveau de sous-alimentation induit par le potentiel estimé de commerce

Une fois le modèle gravitationnel estimé, nous obtenons les valeurs (\widehat{Imp}_{ijt}) du potentiel de commerce bilatéral prédites par le modèle pour chacune des 4590 observations. Nous cumulons ces flux potentiels bilatéraux d'importations de chaque pays i sur l'ensemble de ses 14 partenaires j de la CEDEAO, pour chacune des années considérées, comme suit :

$$\widehat{Imp}_{it}^{CEDEAO} = \sum_{i \neq j}^{14} \widehat{Imp}_{ijt} \tag{3}$$

Pour obtenir les niveaux de sous-alimentation induits par les potentiels estimés de commerce, nous introduisons les valeurs prédites cumulées ($\widehat{Imp}_{it}^{CEDEAO}$) de la sommation ci-dessus dans le modèle de sécurité alimentaire (équation 2).

4. STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Nous présentons quelques statistiques descriptives sur les échanges agricoles intra-CEDEAO avant l'estimation empirique de l'équation de gravité.

L'échantillon utilisé pour estimer le modèle de gravité augmenté est constitué des 15 pays membres de la CEDEAO observés sur la période 1995-2015 et de la

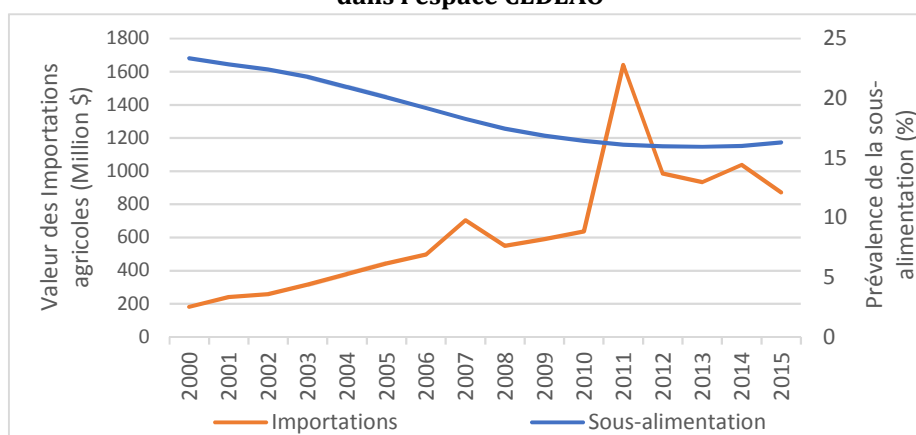
² Qui fut l'un des premiers à le formuler explicitement en 1981.

Mauritanie observée sur la période de son appartenance à la CEDEAO 1995-2000. L'on obtient ainsi un panel de 240 paires de pays en relation commerciale bilatérale pour un nombre total de 4590 observations de flux d'échange.

Nos observations se caractérisent cependant par une proportion significative de flux de commerce bilatéral nuls sur la période d'analyse, soit 2568 zéros représentant 55,95% des observations.

Notre échantillon du second modèle portant sur la sécurité alimentaire est, contrairement au premier, un panel cylindré des 15 pays de la CEDEAO observés sur la période 2000-2015.

Graphique 5. Importations agricoles et prévalence de la sous-alimentation dans l'espace CEDEAO



Source : auteurs.

Les Tableaux A2 et A6 en annexe donnent les résumés statistiques des variables utilisées respectivement dans le modèle de gravité et dans l'équation de sécurité alimentaire.

Sur la période étudiée 1995-2015, la valeur moyenne des flux bilatéraux d'importations agro-alimentaires à l'intérieur de l'espace CEDEAO a été de 1,5 millions US\$, avec une forte dispersion de ces flux allant d'une valeur minimale nulle à une valeur maximale de 215 millions US\$ (Tableau A2). La prévalence de la sous-alimentation dans la zone est en moyenne d'environ 18,7% avec une prévalence minimale de 5,3% et une prévalence maximale de 40,7% (Tableau A6). Le faible niveau de vie mesuré par le revenu annuel par tête, qui est à la base de l'insécurité alimentaire chronique, est en moyenne de 944 US\$ dans l'espace CEDEAO sur la période d'étude. Les variables de production agricole montrent une disponibilité des terres arables relativement limitée dans la région avec une moyenne de 0,3 ha par habitant. La productivité agricole est aussi relativement faible avec une moyenne de 1,1 tonne par hectare. En ce qui concerne les variables de gouvernance, l'espace CEDEAO présente des indices de performance peu élevés.

Le graphique 5 croise l'évolution de la sous-alimentation à celle des importations dans l'espace CEDEAO. Le graphique montre que les mouvements d'importations de biens agricoles semblent avoir un effet positif sur la sécurité alimentaire. En effet, la croissance des importations agricoles s'est accompagnée d'une baisse de la prévalence de la sous-alimentation, passant d'environ 23% en 2000 à près de 16% en 2015. Les tendances observées suggèrent un lien plus ou moins étroit entre les importations agricoles et l'amélioration de la sécurité alimentaire.

5. ESTIMATIONS ET ANALYSE DES RÉSULTATS

5.1. Résultats de l'estimation du modèle de gravité

Le résumé statistique des variables (Tableau A2 en annexe) montre que l'écart-type de la variable « importations » est largement supérieur à sa moyenne suggérant une surdispersion des observations, confirmée par le test du ratio de vraisemblance LR sur le paramètre de dispersion (Tableau A3 en annexe).

D'autre part, le Tableau A4 (en annexe) montre l'évidence d'un excès de zéro dans les observations (55,95%) dont il est essentiel de tenir compte dans l'analyse. Dans un tel cas, la technique d'estimation qui permet de prendre en compte à la fois la surdispersion et l'excès de commerces nuls est la régression binomiale négative avec inflation de zéro. Nous utilisons donc comme technique d'estimation du modèle de gravité une régression binomiale négative avec inflation de zéro. En outre, nous traitons la question des résistances multilatérales en introduisant des effets fixes exportateur et importateur variant dans le temps pour contrôler l'effet des résistances multilatérales sans absorber les effets des facteurs spécifiques aux pays variants ou invariants dans le temps (Florensa et al., 2015 et Gylfason et al., 2015).

Le Tableau 3 présente les résultats de l'équation de gravité estimée par la régression binomiale négative en présence d'un excès de commerce nul. La première colonne présente les résultats sans la prise en compte des termes de résistances multilatérales. Dans cette spécification, les variables traditionnelles telles que la distance et le partage d'une langue officielle commune ont les signes contraires aux signes attendus montrant l'intérêt de contrôler les facteurs de résistances multilatérales.

Les colonnes 2 à 4 décrivent trois différentes modélisations des termes de résistances multilatérales. Dans la colonne 2, nous utilisons uniquement les effets fixes exportateur et importateur non variant dans le temps pour capter les résistances multilatérales. La modélisation de la colonne 3 ajoute l'effet fixe temporel à la spécification de la colonne 2. La colonne 4, présentant la spécification la plus correcte, contrôle les termes de résistances multilatérales par les effets fixes pays importateur et pays exportateur variant dans le temps à intervalle de 5 ans. Cette dernière modélisation des résistances multilatérales s'accorde avec la théorie sous-jacente à l'équation de gravité qui établit des résistances multilatérales variant dans le temps. Par conséquent, ce sont les résultats du modèle de gravité structurel augmenté présentés à la colonne 4 qui sont particulièrement examinés.

Avant de discuter des variables d'intérêt (les coûts de commerce et l'intégration régionale UEMOA), nous analysons l'effet des variables de contrôle retenues.

Les PIB des pays exportateur et importateur ont une influence positive forte sur les flux d'importation des produits agricoles. Les élasticités sont de 0,147 et 0,67 pour les Etats exportateurs et importateurs respectivement. Ceci signifie qu'une hausse de 1% du PIB entraîne une augmentation de près de 0,15% de l'offre des biens agricoles à l'exportation et une hausse relativement plus élevée du côté de la demande d'importation de biens agricoles d'environ 0,67%.

Comme attendu, les flux d'échanges agricoles baissent avec la distance entre les pays coéchangistes. L'élasticité de la distance (-0,3) suggère que des efforts dans la réduction de la durée des trajets et des frais de transport de 1% permettent d'accroître de 0,3% les échanges régionaux. L'enclavement constitue également une barrière naturelle qui affecte négativement les échanges. L'effet négatif de l'enclavement est significatif du côté du pays exportateur, impliquant une réduction du potentiel d'exportation des pays enclavés relativement à ceux disposant d'une ouverture maritime. Les affinités géographiques et culturelles, captées respectivement par le partage d'une frontière commune et d'une langue officielle, ont les effets positifs attendus.

Tableau 3. Résultats des estimations de l'équation de gravité

Variables explicatives	Variable dépendante : Importations			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Lnpib_o	0.1621536*** (0.0436853)	0.1404569 (0.1237529)	0.2160277 (0.1555925)	0.1471276*** (0.0455195)
Lnpib_d	0.6379955*** (0.0405468)	0.4715322*** (0.1229722)	0.2828149* (0.16589)	0.6724792*** (0.04577)
Lndistw	0.339567*** (0.093461)	-0.0826867 (0.0981267)	-0.0998646 (0.1003191)	-0.3050907*** (0.093807)
Contig	1.337906*** (0.1215209)	1.172176*** (0.1262317)	1.103951*** (0.1267638)	1.374881*** (0.1218118)
Comlang_off	-0.5872134*** (0.1276481)	-0.3607373*** (0.1221168)	0.0471107 (0.1137229)	0.4523335*** (0.1292038)
Enclav_d	-0.1349289 (0.1379702)	-0.0573008 (0.2545752)	-0.5730307** (0.2688827)	-0.1737447 (0.1462005)
Enclav_o	-1.581511*** (0.1436227)	-0.3814767 (0.2622639)	-1.251925*** (0.2771806)	-1.513975*** (0.1512349)
Cell_d	0.0057464*** (0.0014338)	0.0017814 (0.0016271)	0.0070058*** (0.0023232)	0.0075668*** (0.0015956)
Cell_o	0.0058883*** (0.0015354)	0.0042821** (0.00173)	0.0010809 (0.0022561)	0.0073256*** (0.0017364)
Qadm_d	0.1330791** (0.0637358)	0.1426676 (0.0967378)	0.1056208 (0.116826)	0.0640289 (0.0690242)
Qadm_o	0.0877593* (0.0531103)	0.1124309 (0.0970258)	0.208178* (0.1139534)	0.0945094* (0.0555441)
Ccor_o	0.67738*** (0.0690132)	0.1325011 (0.0857677)	0.0921535 (0.0902393)	0.6890881*** (0.0726785)
Ccor_d	0.278073*** (0.0655338)	0.084116 (0.0869486)	0.0708477 (0.1001569)	0.2815405*** (0.0727783)
Psta_o	-0.0533128 (0.0849028)	0.0528252 (0.1090797)	0.1956892* (0.1183063)	0.081102 (0.0888009)
Psta_d	0.0127256 (0.0866667)	0.2215024* (0.1318351)	0.01828 (0.1500627)	0.1300096 (0.1022945)
UEMOA	2.286752*** (0.1768332)	1.365252* (0.5329317)	0.0673448 (0.0690281)	2.104375*** (0.1870513)
Multiap	0.4085476*** (0.0689432)	-0.0524448 (0.0720819)	11.56731** (5.185624)	0.4146229*** (0.0710485)
Exp_UEMOA	0.7905854*** (0.1637745)	-0.1555194 (0.3916726)	0.2160277 (0.1555925)	0.7231936*** (0.166513)
Imp_UEMOA	0.4394889*** (0.1558219)	0.2067131 (0.4149646)	0.2828149* (0.16589)	0.3334148** (0.1654584)
Effets fixes Importer/Exporter	Non	Oui	Oui	Non
Effets fixes temporels	Non	Non	Oui	Non
Effets fixes Importer/Exporter 5 years varying	Non	Non	Non	Oui
Constante	-4.554954** (1.789193)	-0.3169453 (3.112069)	-0.0998646 (.1003191)	-4.956327** (1.970033)

Nombre d'obs. = 4590. Nombre de zéros obs. = 2568.

*, **, *** Significativité à 10%, 5% et 1% respectivement. Les valeurs entre parenthèses sont les écarts-types.

Source : auteurs.

Tableau 4. Equation de non-participation au commerce

	(1)	(2)	(3)	(4)
Lnpib_o	-0.5263428*** (0.0312444)	-0.537355*** (0.0314035)	-0.537149*** (0.0313911)	-0.5356523*** (0.0327997)
Lnpib_d	-0.6310582*** (0.033154)	-0.555585*** (0.0336706)	-0.5552572*** (0.0336559)	-0.7013002*** (0.0357286)
Lndistw	0.7219669*** (0.0832015)	0.6813484*** (0.0820024)	0.6810938*** (0.0819733)	0.8192713*** (0.0864749)
Contig	-0.1299637 (0.1218826)	-0.1866958 (0.1222129)	-0.1870607 (0.1221611)	-0.1069279 (0.1276671)
Comla_off	-1.0912*** (0.0913185)	-1.117625*** (0.0915571)	-1.11697*** (0.0915191)	-1.123676*** (0.0945507)
Enclav_d	0.1068832 (0.1153274)	0.0866039 (0.1144634)	0.086442 (0.1144241)	0.0438615 (0.1211046)
Enclav_o	1.248825*** (0.1218661)	1.28204*** (0.1214985)	1.281973*** (0.1214585)	1.258442*** (0.127891)
Cell_d	0.0016028 (0.0011783)	0.0018541 (0.0011727)	0.0018535 (0.0011724)	-0.0005871 (0.001253)
Cell_o	-0.005425*** (0.0011993)	-0.004808*** (0.0011986)	-0.004804*** (0.0011983)	-0.0060639*** (0.0012592)
Qadm_d	-0.577442*** (0.0505212)	-0.4240492*** (0.0517575)	-0.423823*** (0.0517351)	-0.6223053*** (0.0535955)
Qadm_o	-0.137185*** (0.0460244)	-0.1233905*** (0.0459913)	-0.123352*** (0.0459718)	-0.1748207*** (0.047735)
Ccor_o	-0.222638*** (0.0553794)	-0.2449821*** (0.0550514)	-0.244932*** (0.055041)	-0.1569104*** (0.0577661)
Ccor_d	-0.092537* (0.0545983)	-0.1092817** (0.0545641)	-0.1092** (0.0545523)	-0.1176887** (0.0565365)
Psta_o	-0.18692*** (0.067321)	-0.2041264*** (0.067873)	-0.203745*** (0.0678448)	-0.0815454 (0.0708132)
Psta_d	-0.434131*** (0.0708536)	-0.350877*** (0.070013)	-0.350558*** (0.0699913)	-0.4219742*** (0.073808)
UEMOA	-1.7698*** (0.1426912)	-1.39335*** (0.1466278)	-1.39341*** (0.1465738)	-1.820644*** (0.1492357)
Multiap	-0.1038469 (0.0690606)	-0.1327247* (0.0693976)	-0.1324399* (0.0693728)	-0.0292333 (0.0714117)
Exp ^{UEMOA}	-0.304285** (0.1221528)	-0.2353629* (0.1226285)	-0.2355432* (0.1225926)	-0.3166806** (0.1262244)
Imp ^{UEMOA}	-1.05787*** (0.1253398)	-0.7572418*** (0.1272962)	-0.756885*** (0.127254)	-0.9897821*** (0.130125)
Constante	24.3033*** (1.385316)	22.5295*** (1.385612)	22.5167*** (1.385092)	25.0559*** (1.451205)
/Lnalpha	1.07859*** (0.027835)	0.8581909*** (0.0270809)	0.8372542*** (0.0270537)	1.010856*** (0.0275058)
Alpha	2.940531*** (0.0818497)	2.358889*** (0.0638808)	2.310015*** (0.0624944)	2.747953*** (0.0755848)
Vuong test	20.73***	19.43***	18.06***	21.33***

Nombre d'obs. = 4590. Nombre de zéros obs. = 2568. ***,** Significativité à 10%, 5% et 1% respectivement. Les valeurs entre parenthèses sont les écarts-types.

Source : auteurs.

Outre les facteurs traditionnels influençant le commerce bilatéral, un intérêt est accordé aux coûts indirects de commerce représentés par la déficience des infrastructures et la corruption. Il apparaît, comme indiqué dans la littérature, que les insuffisances quantitative et qualitative dans la fourniture d'infrastructures adéquates de transport et de communication sont une entrave importante au commerce agricole intra-communautaire. Les résultats indiquent qu'une amélioration de l'utilisation des infrastructures de télécommunication de 1% dans le pays importateur respectivement exportateur contribue à intensifier le commerce intrarégional de l'ordre de 6,7% et 5,2% respectivement³.

La corruption apparaît comme une contrainte forte et significative au développement du commerce intra-CEDEAO. En effet, pour les pays exportateur et importateur, les coefficients estimés de la variable mesurant le contrôle de la corruption sont positifs et significatifs au seuil de 1%. Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, une réduction de la corruption de 1% dans le pays exportateur se traduit par une hausse de ses exportations⁴ de 7,8%. De même, une baisse du niveau de corruption de 1% dans le pays importateur induit une hausse de ses importations de 2,9%. Nos résultats confirment ainsi ceux de Longo et Sekkat (2004), Portugal-Perez et Wilson (2008) et Avom et Fankem (2014) qui montrent que la corruption entrave de manière significative les échanges régionaux car elle augmente le coût des transactions. Dans notre cas, elle est nettement plus nuisible aux exportations qu'aux importations.

Pour les variables $UEMOA_{ij}$, Imp_{ijt}^{UEMOA} , Exp_{ijt}^{UEMOA} et $Multiap_{ijt}$, les coefficients sont positifs et significatifs. Ils indiquent que l'intégration sous-régionale UEMOA a favorisé les échanges agricoles entre les pays membres de plus de 720%⁵. En parallèle, les résultats du modèle ne font apparaître aucun détournement de commerce (importation et exportation) au profit des pays membres de l'UEMOA. Les coefficients positifs et significatifs des variables Exp_{ijt}^{UEMOA} et Imp_{ijt}^{UEMOA} indiquent que les exportations à destination des pays hors UEMOA et les importations en provenance des pays hors UEMOA sont supérieures respectivement de deux fois environ⁶ et de 39% à celles prédites par le modèle de gravité en l'absence de l'intégration régionale UEMOA. Ces résultats montrent qu'il existe une création nette de commerce agricole engendrée par l'intégration régionale UEMOA, qui ne serait pas due à un détournement du trafic avec les autres pays de la CEDEAO. La création de commerce intra-UEMOA tient de l'union monétaire qui accorde un avantage en termes de réduction de coûts de convertibilité et de commerce grâce à la stabilité du taux de change qu'elle procure aux partenaires de l'UEMOA. La multi-appartenance ($Multiap_{ijt}$) des partenaires bilatéraux de la CEDEAO à d'autres accords commerciaux a un effet sensible améliorant les échanges bilatéraux de 41,5%⁷.

L'importance des flux de commerce nuls (55,9%) reflète la faible capacité de certains pays à participer au commerce extérieur. Ainsi, la régression binomiale négative avec une inflation de zéros permet d'examiner deux aspects : le volume des échanges (Tableau 3) et la non-participation au commerce extérieur à l'aide d'un modèle logit (Tableau 4).

Les résultats du Tableau 4 suggèrent que les variables qui expliquent l'intensité des échanges sont également pertinentes pour expliquer la non-participation au

³ Les effets moyens des variables « Cell » et « Ccor » sont calculés en utilisant leurs écarts-types. Cell_d : $(\exp(0,0075668 \times 63,4866) - 1)$; Cell_o : $(\exp(0,0073256 \times 63,4866) - 1)$.

⁴ Ccor_d : $(\exp(0,689 \times 0,8188391) - 1)$. Ccor_o : $(\exp(0,2815 \times 0,8188391) - 1)$.

⁵ $(\exp(2,104375) - 1) = 720,2\%$.

⁶ $(\exp(0,72319) - 1) = 106,10\%$ et $(\exp(0,3334) - 1) = 39,57\%$.

⁷ $(\exp(0,4146 \times 0,83698) - 1) = 41,486\%$.

commerce bilatéral. Les signes attendus de leurs coefficients, contrairement à ceux du Tableau 3, sont en conformité avec la littérature économique.

Les PIB des pays coéchangistes, leurs affinités linguistiques, la stabilité politique et une maîtrise de la corruption accroissent significativement la probabilité de participer au commerce bilatéral intra-CEDEAO. En revanche, la distance, l'enclavement et un déficit d'infrastructures réduisent significativement la probabilité de participer au commerce régional.

La qualité de l'administration apparaît comme un déterminant significatif de la participation au commerce régional. Une meilleure qualité de l'administration dans le pays importateur accroît la probabilité de commercer. Il en va de même avec une amélioration de la qualité de l'administration dans le pays exportateur, mais à un moindre degré. Par ailleurs, la stabilité politique, qui apparaissait non significative dans l'explication de l'intensité du commerce bilatéral, se trouve déterminante pour la participation au commerce.

5.2. Analyse de sensibilité

Il est utile de vérifier si nos résultats sont robustes à des spécifications alternatives de l'équation de gravité. Nous examinons, à partir d'un modèle d'Heckman en deux étapes, les effets des barrières non tarifaires (BNT) sur le commerce des produits agricoles désagrégés en 4 principaux groupes (produits d'élevage, produits halieutiques, végétaux et céréales). La spécification fonctionnelle du modèle d'Heckman est décrite par les équations suivantes (4) et (5).

L'équation de participation au commerce :

$$D = 1[D^* \geq 0]$$

$$\text{avec } D^* = \alpha_1 \ln \text{pib}_d + \alpha_2 \ln \text{pib}_o + \alpha_3 \ln \text{distw} + \alpha_4 \text{Contig} + \alpha_5 \text{Comlang} + \alpha_6 \text{Enclav}_d + \alpha_7 \text{Enclav}_o + \alpha_8 \text{Qadm}_d + \alpha_9 \text{Qadm}_o + \alpha_{10} \text{IPLcustom}_d + \alpha_{11} \text{IPLcustom}_o + \alpha_0 + \varepsilon \quad (4)$$

L'équation des flux d'échanges bilatéraux pour les participants au commerce :

$$\ln(\text{Imp}) = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{pib}_o + \beta_2 \ln \text{pib}_d + \beta_d + \beta_3 \ln \text{distw} + \beta_4 \text{Contig} + \beta_6 \text{comlang} + \beta_7 \text{BNT} + \beta_8 \text{qadm}_d + \beta_9 \text{qadm}_o + \beta_{10} \text{ccor}_d + \beta_{11} \text{ccor}_o + \beta_{12} \text{UEMOA} + \beta_{13} \text{Imp}^{\text{UEMOA}} + \beta_{14} \text{Exp}^{\text{UEMOA}} + u_o + u_d + \varepsilon \quad (5)$$

Etant donné le problème de sélection, deux aspects sont examinés dans le processus de commerce : la participation au commerce décrite par la variable muette D (Eq. 4) et le volume des échanges $\ln(\text{Imp})$ (Eq. 5), où $D \in \{0, 1\}$, 0 indiquant qu'aucun échange n'a eu lieu et 1 indiquant la participation au commerce, $\ln(\text{Imp})$ est le logarithme du volume des échanges lorsque $D = 1$. d est l'indice du pays importateur; o est l'indice du pays exportateur.

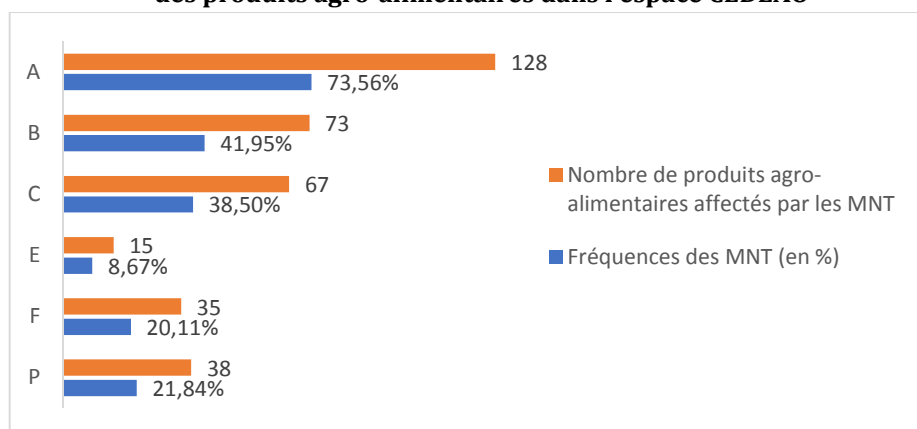
Les résultats de l'équation de la participation au commerce sont présentés dans le Tableau A5 en annexe. Le Tableau 5 présente les déterminants de l'intensité des flux d'échanges bilatéraux. Les variables utilisées dans ces différentes estimations de l'équation de gravité sont décrites dans le Tableau A 1 en annexe.

Le modèle retenu permet de corriger le problème lié à la présence des zéros commerce (Helpman et al., 2008).

Un intérêt essentiel dans ce modèle de gravité alternatif porte sur l'estimation des effets des Barrières Non Tarifaires (BNT). Il s'agit des mesures sanitaires et phytosanitaires (MSP_A), des obstacles techniques au commerce (OTC_B), des inspections avant expédition et autres formalités (IEF_C), des mesures non techniques (MNT) et des mesures liées aux exportations (MLE_P). Les BNT sont mesurées par leur fréquence ou le pourcentage de produits agricoles échangés sur lesquels sont

appliquées les mesures non tarifaires. Les données statistiques sur les BNT proviennent de la CNUCED (UNCTAD-NTM).

Graphique 6 : Etat des mesures non tarifaires (MNT) sur l'ensemble des produits agro-alimentaires dans l'espace CEDEAO



Classification internationale des barrières non tarifaires (BNT)

Code BNT	Description des BNT	Code BNT	Description des BNT
A	Mesures sanitaires et phytosanitaires	E	Licences, quotas, interdictions et autres restrictions quantitatives
B	Barrières techniques au commerce	F	Charges, taxes et autres tarifs parallèles
C	Inspections avant expéditions	P	Mesures liées aux exportations

Source : UNCTAD-NTM.

Les statistiques relatives aux BNT dans l'espace CEDEAO (Graphique 6) montrent la prépondérance des mesures sanitaires et phytosanitaires ainsi que des mesures techniques qui s'appliquent sur 128 et 73 produits agro-alimentaires respectivement sur un total de 174 produits échangés, soit des fréquences d'établissement de ces barrières respectivement de 73,5% et 41,9%. Selon Gebrehiwet et al. (2007), les normes sanitaires et phytosanitaires rigoureuses et les mesures techniques appliquées par les pays seraient conçues pour compenser les pertes liées à la baisse ou à la suppression des tarifs sur le commerce des produits agricoles.

Les colonnes (1) à (4) du Tableau 5 indiquent les résultats du modèle de gravité alternatif estimé par une procédure d'Heckman en deux étapes pour les quatre groupes de produits agroalimentaires considérés. Les coefficients estimés demeurent robustes et les effets restent conformes aux signes attendus pour les variables traditionnelles du modèle de gravité.

Les résultats montrent que les BNT mesurées par leurs fréquences limitent significativement les échanges intrarégionaux des produits agroalimentaires. L'incidence des mesures sanitaires et phytosanitaires (MSP_A) et des normes et règlements techniques (OTC_B) apparaît importante sur les produits d'élevage et les produits halieutiques. La nature de ces produits qui présentent des exigences plus fortes en matière de normes sanitaires et de santé animale expliquerait ce résultat. En outre, les résultats montrent que les mesures restrictives liées aux exportations (MLE_P) réduisent particulièrement les échanges dans le secteur céréalier. L'effet

négalif de ces mesures sur le commerce des produits céréaliers est d'autant plus pertinent que plusieurs pays de l'espace CEDEAO imposent en violation des textes des restrictions saisonnières sur les exportations des produits céréaliers pour des motifs de sécurité alimentaire.

Tableau 5 : Analyse de sensibilité : modèle d'Heckman et effets des BNT sur les échanges désagrégés par catégorie de produits agro-alimentaires

Variables explicatives	Heckman Model			
	(1) Produits d'élevage	(2) Produits halieutiques	(3) Végétaux	(4) Céréales
Lnpib_o	0.2657** (0.1108)	0.3224*** (0.0722)	0.1408* (0.081)	0.1301*** (0.1203)
Lnpib_d	0.191* (0.1047)	0.855*** (0.0905)	0.2207*** (0.0607)	0.3767*** (0.0722)
Lndistw	-1.0224*** (0.3227)	-1.8226*** (0.2188)	0.7519*** (0.1993)	-0.011 (0.2707)
Contig	0.9729*** (0.3888)	0.7856*** (0.275)	0.4242** (0.2039)	2.3606*** (0.2374)
Comlang	1.2436*** (0.4852)	1.5191*** (0.2845)	1.7024*** (0.2771)	0.9245** (0.378)
Qadm_d	0.6539*** (0.1735)	0.6492*** (0.1639)	0.0614 (0.1448)	0.4155** (0.1665)
Qadm_o	0.1559 (0.1818)	0.2215* (0.1327)	0.5562*** (0.1055)	0.3199*** (0.1222)
Ccor_d	1.325*** (0.1861)	0.6032*** (0.1387)	0.2427** (0.1073)	0.0951 (0.1426)
Ccor_o	0.0672 (0.1746)	0.2654** (0.1259)	0.0496 (0.1167)	0.1313 (0.1329)
UEMOA	1.8098*** (0.6573)	1.897*** (0.3996)	1.9139*** (0.324)	1.1035*** (0.3883)
Imp ^{UEMOA}	0.1927 (0.8618)	0.8931** (0.4058)	-0.2856 (0.3559)	0.3111 (0.4399)
Exp ^{UEMOA}	1.2735* (0.6846)	1.2128*** (0.3214)	0.36 (0.2796)	0.9913*** (0.3423)
<i>Les Barrière Non Tarifaires</i>				
MSP_A	-0.0045** (0.0023)	-0.0174*** (0.0017)	0.0016 (0.0015)	-0.0094*** (0.0019)
OTC_B	-0.0071** (0.0028)	-0.01182*** (0.0014)	-0.00017 (0.0014)	-0.0016 (0.0016)
IEF_C	-0.00204 (0.0029)	-0.007*** (0.0019)	-0.0029** (0.0014)	0.0026 (0.0019)
MNT	-0.0053* (0.003)	-0.003 (0.0021)	-0.0017 (0.002)	-0.0041* (0.0023)
MLE_P	0.00032 (0.002)	-0.0023* (0.0012)	-0.0018* (0.0011)	-0.0041*** (0.0013)
Constante	14.669*** (3.4718)	10.8283*** (3.0344)	10.1458*** (2.2209)	12.9611*** (3.3157)

Notes : MSP_A : Mesure sanitaires et phytosanitaires ; OTC_B : obstacles techniques au commerce ; IEF_C : Inspections avant expéditions et autres formalités ; MNT : Mesures non techniques ; MLE_P : Mesures liées aux exportations.

La variable dépendante est Log (Importations agricoles en \$ US). Les écarts-types sont entre parenthèses : *p<0.1, significatif à 10% ; **p<0.05, significatif à 5% ; ***p<0.01, significatif à 1%. Effets importateur-année; exportateur-année.

5.3. Résultat des estimations du modèle de sécurité alimentaire

Dans notre étude, les estimateurs GMM et IV ne sont pas appropriés en raison de la faible dimension individuelle (N=15 pays). Bruno (2005) démontre que dans le cas d'une faible dimension individuelle la méthode *biased-corrected least square dummy variable* (LSDVC) avec correction des biais apparaît comme le meilleur estimateur des modèles à effets fixes en panel dynamique. Avec une petite dimension temporelle comme la nôtre (T=16), Kiviet (1995) et Judson et Owen (1999), au travers de simulations de Monte Carlo, concluent à la meilleure performance de cet estimateur. Ainsi, l'estimateur LSDVC est utilisé pour examiner l'impact des importations agro-alimentaires sur la prévalence de la sous-alimentation. Les résultats sont résumés dans le Tableau 6.

Tableau 6. Résultats des estimations de l'équation de sécurité alimentaire

Variables	(1)	(2)
<i>Lag (SA)</i>	0.9956277*** (0.0248606)	0.9955181*** (0.0289206)
<i>Ln (Imp^{CEDEAO})</i>	-0.1509075** (0.0754821)	-0.1515154* (0.0813714)
<i>Ln (Imp^{Monde})</i>	-0.1623506** (0.0755471)	-0.1635188** (0.0812654)
<i>Ln (pda)</i>	0.0974454 (0.193446)	-0.001798 (0.207418)
<i>lib_civ</i>	-0.154523* (0.0804445)	0.1133626 (0.0938164)
<i>dpte</i>	-0.0159113** (0.0079359)	0.0121162 (0.0082998)
<i>Cor</i>	-0.0099294 (0.0070478)	-0.0125472 (0.0084261)
<i>Cel</i>	0.0021221 (0.0025224)	-0.0054887 (0.0045596)
<i>road</i>	-0.0795342** (0.0316875)	-0.0809533** (0.0334773)
<i>psta</i>	-0.6197772*** (0.2279169)	-0.4127773 (0.2784739)
<i>Lag (Ln Pib_tête)</i>	-2.18689*** (0.593307)	-1.871336*** (0.6393667)
<i>Ln (Foodaids)</i>	0.0323412 (0.0226451)	-0.0495565** (0.0246599)
<i>Ln (Desaster)</i>	0.0004271 (0.0108232)	0.0025187 (0.0120917)
Effets fixes pays	Oui	Oui
Effets fixes années	Non	Oui
Nombre de pays	15	15
Nombre d'années	16	16

Notes : les écart-types "boostrappés" sont entre parenthèses et sont robustes à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrélation. *, **, *** significativité statistique à 10%, 5% et 1% respectivement.

Les estimations empiriques de l'équation de sécurité alimentaire contrôlent les effets spécifiques pays (colonne 1) et les effets spécifiques pays et temps simultanément (colonne 2).

La prévalence de la sous-alimentation de l'année courante, *Lag (SA)*, a une liaison positive forte avec la prévalence de la sous-alimentation de l'année antérieure (variable dépendante retardée). Ce résultat traduit un certain effet de persistance de la

sous-alimentation. Ce phénomène s'expliquerait par la pauvreté structurelle des populations pour lesquelles une situation initiale de sous-alimentation réduit les capacités de production et accroît leur vulnérabilité aux pénuries alimentaires dans les périodes suivantes. La variable *Lag (SA)* traduit aussi un effet retardé des variables de contrôle qui apparaissent significatives dans l'explication de la sous-alimentation : « liberté civile », « droit de propriété », « infrastructures routières », « stabilité politique » et « revenu par tête ».

La variable « liberté civile » (*lc*) capte les libertés d'action de la société civile et en particulier en faveur du droit à l'alimentation. Le coefficient négatif et significatif de cette variable indique que la capacité de la société civile à mettre en place des systèmes d'information permettant d'identifier, d'alerter et suivre les populations en insécurité alimentaire, réduit significativement la prévalence de la sous-alimentation. Comme attendu le respect des droits de propriété et en particulier de la propriété foncière (*dpte*) réduit significativement la prévalence de la sous-alimentation. Un meilleur accès aux infrastructures routières (*road*) permet d'améliorer la distribution des denrées alimentaires et baisse significativement la prévalence de la sous-alimentation. Une élévation des revenus par tête diminue de manière significative la sous-alimentation comme prédit par les modèles. Ce résultat confirme la forte corrélation entre la pauvreté et l'insécurité alimentaire. Le coefficient négatif et significatif de la stabilité politique (*psta*) en colonne (1) montre que les tensions politiques et les conflits armés ont un impact sérieux sur les ressources humaines et économiques permettant d'assurer la sécurité alimentaire.

Les variables d'importations agricoles intra-CEDEAO (*Imp^{CEDEAO}*) et d'importations en provenance du reste du monde (*Imp^{MONDE}*) constituent nos variables d'intérêt. Les coefficients de ces variables sont significatifs et montrent qu'un accroissement des importations agricoles intrarégionales et du reste du monde de 1% engendre une réduction significative de la sous-alimentation respectivement de 0,15% et 0,16%. Ce résultat montre que le développement du commerce agricole régional est un élément décisif pour la sécurité alimentaire compte tenu des complémentarités agricoles entre les pays de la région.

Tableau 7 : Moyennes sur 2000-2015 des potentiels de commerce et de la prévalence de la sous-alimentation induite pour les 15 pays de la CEDEAO

Pays	Importations (1 000 000 \$)			Prévalence de la Sous-Alimentation		
	Observées	Potentielles	Ratios	Observées	Induites	Ratios
Bénin	14,73	17,88	1,21	14,19	12,16	0,86
Burkina Faso	24,77	37,65	1,52	23,03	20,76	0,90
Côte d'Ivoire	28,8	357,48	1,24	15,06	13,03	0,87
Cap Vert	0,901	1,73	1,93	21,11	15,51	0,73
Ghana	21,42	39,76	1,86	11,91	8,98	0,75
Guinée	5,24	12,18	2,32	8,43	7,11	0,84
Gambie	0,815	1,05	1,29	20,26	17,97	0,89
Guinée-Bissau	1,32	6,98	5,28	24,03	8,6	0,36
Liberia	0	0,87		38,39		
Mali	12,13	21,38	1,76	9,34	7,03	0,75
Niger	31,66	36,67	1,16	14,09	12,18	0,86
Nigeria	26,44	110,05	4,16	7,31	1,03	0,14
Sénégal	32,8	34,3	1,05	18,29	16,65	0,91
Sierra Leone	0,447	2,87	6,43	32,11	5,95	0,18
Togo	10,007	12,81	1,28	23,66	21,8	0,92

Source : auteurs.

5.4. Simulation des niveaux de sécurité alimentaire induits par le potentiel estimé de commerce agro-alimentaire intra-CEDEAO

Les écarts entre les importations observées et les importations potentielles prédites par le modèle de gravité donnent une évaluation des performances commerciales des pays de la CEDEAO. Nous présentons les importations prédites par le modèle de gravité en comparaison des données observées, et les niveaux de sous-alimentation qui en résultent. Les moyennes sont calculées sur les 16 années pour chacun des 15 pays dans le Tableau 7.

Le rapport des importations potentielles sur les importations observées indique des valeurs supérieures à 1. Ce rapport est particulièrement élevé en Sierra Leone, en Guinée-Bissau et au Nigeria. Il apparaît donc que tous les pays de la CEDEAO sont en deçà de leur potentiel de commerce intra-régional. Comme suggéré par le modèle de sécurité alimentaire, les pays ont un niveau de prévalence de la sous-alimentation induite inférieur au niveau observé, autrement dit il est possible pour les pays de réduire le niveau de la sous-alimentation par l'intensification des échanges agricoles intra-régionaux.

CONCLUSION

Cet article a analysé le lien entre les échanges agricoles intra-régionaux et la sécurité alimentaire dans l'espace CEDEAO. Un modèle de gravité augmenté a d'abord été estimé sur les valeurs annuelles des importations agricoles bilatérales des pays membres de la CEDEAO sur la période 1995-2015. L'effet du commerce régional sur la prévalence de la sous-alimentation a ensuite été évalué pour les 15 pays membres sur la période 2000-2015.

Les résultats des estimations de l'équation de gravité indiquent, en accord avec la littérature, que l'évolution des PIB des pays partenaires, la proximité géographique et les affinités linguistiques ont un effet positif sur les échanges bilatéraux et que les barrières naturelles telles que la distance et l'enclavement ont des effets négatifs sur le commerce.

Les variables d'intérêt de notre analyse de gravité sont les coûts de commerce et l'effet de l'appartenance à d'autres accords sous-régionaux, en particulier l'ensemble sous-régional UEMOA. L'étude montre que les coûts de divers ordres (lourdeur et coût des procédures administratives, contrôles routiers et corruption, déficiences des infrastructures de transport et de télécommunication) tendent à accroître les coûts de transaction et à limiter les échanges agricoles intra-régionaux. L'article montre également l'importance de la zone UEMOA en tant que catalyseur du commerce intra-régional : les résultats mettent en évidence un supplément significatif de commerce de biens agricoles intra-UEMOA et l'absence de détournement de commerce. Ainsi, la stabilité des taux de change que confère le partage d'une monnaie unique a favorisé des flux additionnels d'échanges entre les pays membres de l'espace UEMOA qui ne résultent pas d'un détournement de commerce.

L'analyse de la sécurité alimentaire suggère que la capacité de la CEDEAO à assurer l'essentiel de ses besoins alimentaires dépend dans une large mesure du développement des échanges agricoles régionaux. Compte tenu des complémentarités entre régions agricoles, les politiques visant à promouvoir le commerce intra-régional peut contribuer à améliorer la sécurité alimentaire.

REFERENCES

- Anderson, E.**, 1979, "A theoretical Foundation for the Gravity Equation", *American Economic Review*, 69(1), 106-116.
- Anderson, J. et Van Wincoop, E.**, 2003, "Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle", *American Economic Review*, 93, 170-192.
- Anderson, J. et Van Wincoop, E.**, 2004, "Trade Costs", *Journal of Economic Literature*, 42, 691-751.
- Arawomo, F.D. et Badejo, A.A.**, 2015, "Extent and drivers of intra-regional trade in food products in ECOWAS", *International Journal of Trade and Global Markets*, 8(4), 310-323.
- Avom, D et G. Fankem**, 2014, "Qualité du cadre juridique, corruption et commerce international: le cas de la CEMAC", *Revue d'Economie Politique* 124(1), 101-128.
- Baier, S.L. et Bergstrand, J.H.**, 2007, Do Free Trade Agreements Actually Increase Members' International Trade? *Journal of International Economics*, 71(1), 72-95.
- Baier, S.L. et Bergstrand, J.H.**, 2009, "Estimating the Effects of Free Trade Agreements on International Trade Flows Using Matching Econometrics", *Journal of International Economics*, 77(1), 63-76.
- Baltagi, B. H., P. Egger et M. Pfaffermayr**, 2015, "Panel data gravity models of international trade", 608-641, chapitre 20, in Baltagi B.H., *The Oxford Handbook of Panel Data*, University Press.
- Bonjean, C., Brunelin S., Carrere, C.**, 2013, *Impact de l'intégration sur le commerce dans "Intégration régionale pour le développement en zone franc"*, FERDI, Rapport d'étude.
- Bruno, G.**, 2005, "Approximating the bias of the LSDV estimator for dynamic unbalanced panel data models", *Economics Letters*, 87(3), 361-366.
- CEDEAO**, 2015, Agriculture and Food in West Africa: Trends, Performances and Agricultural Policies. ECOWAS, Abuja (Nigeria), 138 p.
- Cissokho, L., Haughton, J., Makpayo, K., and A. Seck, A.**, 2012, "Why Is Agricultural Trade within ECOWAS so High?", *Journal of African Economies*, 22, 1, 22-51.
- Deardoff, A.**, 1998, "Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World?" In *The Regionalization of the World Economy*, 7-32, University of Chicago Press.
- Dithmer, J. et Abdulai, A.**, 2017, "Does trade openness contribute to food security? A dynamic panel analysis", *Food Policy*, 69, 218-230.
- Evenett, S. et Keller, W.**, 2002, « On Theories Explaining the success of the Gravity Equation », *Journal of Political Economy*, 110,2, 281-316.
- FAO**, 1996, La Déclaration de Rome sur la sécurité alimentaire mondiale et le Plan d'action du Sommet mondial de l'alimentation. Sommet Mondial de l'Alimentation, Novembre, FAO, Rome.
- FAO**, 2003, Trade Reforms and Food Security: Conceptualizing the Linkages. FAO, Rome.
- Feenstra, R.C.**, 2004, *Advanced International Trade: Theory and Evidence*, Princeton University Press.
- Florencia, L., L. Marquez-Ramos, I. Martinez-Zarzoso and M. Recalde**, 2015, "Regional versus global production networks: where does Latin America stand?", *Applied Economics*, 47, 3938-3956.
- Gebrehiwet, Y., Ngqangweni, S., & J. Kirsten**, 2007, "Quantifying the trade effect of sanitary and phytosanitary regulations of OECD countries on South African food exports", *Agrekon*, 46(1), 23-39.
- Gylfason, T., I. Martinez-Zarzoso and P. Wukman**, 2015, "Free Trade Agreements, Institutions and The Exports of Eastern Partnership Countries", *Journal of Common Market Studies*, 53(6), 1214-1229.
- Head, K. et Mayer, T.**, 2014, "Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook", in Gopinath, G., Helpman, E., and Rogoff, K. (eds), *Handbook of International Economics*, Vol. 4, Oxford: Elsevier B.V.
- Helpman E., Melitz M. et Rubinstein Y.**, 2008, "Estimating Trade Flows : Trading Partners and Trading Volumes", *The quarterly Journal of Economics*, MIT Press, 123, 2, 441-487.
- Herath, H., Cao, L., et Chen, Y.**, 2014, "Impacts of regional trade agreements on food security: a case of ASEAN free trade agreement", *International Journal of Social Sciences and Interdisciplinary Research*, 3, 147-157.

- Hummels, D. et Levinsohn J.**, 1995, « Monopolistic Competition and International Trade: Reconsidering the Evidence », *Quarterly Journal of Economics*, 799-836.
- Judson, R., Owen, A.**, 1999, « Estimating dynamic panel data models: a guide for macroeconomists », *Economics Letters* 65, 9-15.
- Kiviet, J.**, 1995, "On bias, inconsistency, and efficiency of various estimators in dynamic panel data models", *Journal of Econometrics*, 68, 53-78.
- Kleiner, J. et Toubal, F.**, 2010, "Gravity for FDI", *Review of International Economics*, 18, 1, 1-13.
- Longo, R. and K. Sekkat**, 2004, "Economic Obstacles to Expanding", *World Development*, 32, 8, 1309-1321.
- Njinkeu, D., et Fosso, B.**, 2006, "Intra-African trade and regional integration", Paper prepared for ADB/AERC International Conference on Accelerating Africa's Development Five Year into the 21st Century, Tunis.
- Portugal-Perez, A. and J. S. Wilson**, 2009, "Trade Costs in Africa: Barriers and Opportunities for Reform." World Bank Policy Research Working Paper 4619, The World Bank.
- Sen, A.**, 1999, Democracy as a Universal Value, *Journal of Democracy*, 10, 3, 3-17.
- Sen, A.**, 1981, *Poverty and famines: an essay on entitlements and deprivation*, ILO 1981, Oxford University Press.
- Sen, A.**, 1983, "Development, which way now?", *Economic Journal*, 93, 372, 745-762.
- Silva, J. et Tenreyro, S.**, 2006, « The Log of Gravity » *Review of Economics & Statistics*, 88, 4, 641-658.
- Timbergen J.**, 1963, *Shaping the World Economy: suggestions for an international Economic Policy*, New York: The Twentieth Century Fund.
- Tinta, A. A., Sarpong, B., Ouedrago, I. M., Al Hassan, R., Mensah-Bonsu, A. et Onumah, E.**, 2018, "Assessing the impact of regional integration and international trade on economic growth and food security in ECOWAS", *Global Journal of Management and Business Research, B Economics and Commerce*, 18, 2, version 1, 32-44.
- Wei, S.-J.**, 1996, "Intra-National Versus International Trade: How Stubborn Are Nations in Global Integration?", Cambridge, MA, National Bureau of Economic Research, *NBER Working Paper* No. 5531.
- Wiesmann, D.**, 2006, Global hunger index: a basis for cross-country comparisons. International Food Policy Research Institute.

ANNEXES

Tableau A1. Description des variables du modèle de gravité et sources des données

Variabiles	Descriptions	Sources
Imp_{ijt}	Flux des importations agricoles du pays j en provenance du pays i (en dollar constant)	WITS ^a (UN Comtrade)
pib_{it}, pib_{jt}	PIB du pays exportateur et du pays importateur à prix constant (en dollar constant 2000)	WDI
$dist_{ij}$	Distance pondérée entre les capitales des pays i et j	CEPII ^b
$contig_{ij}$	Variable binaire décrivant le partage d'une frontière commune	CEPII
$comlang_{ij}$	Variable binaire décrivant le partage d'une langue commune	CEPII
Barrières Non Tarifaires		
MSP_A	Fréquence des mesures sanitaires et phytosanitaires	UNCTAD-NTM
OTC_B	Fréquence des obstacles techniques au commerce	UNCTAD-NTM
IEF_C	Fréquence des inspections avant expédition et autres formalités	UNCTAD-NTM
MNT	Fréquence des mesures non techniques	UNCTAD-NTM
MLE_P	Fréquence des mesures liées aux exportations	UNCTAD-NTM
$UEMOA_{ijt}$	Variable binaire qui décrit l'appartenance des 2 pays coéchangistes à l'accord d'intégration économique et monétaire UEMOA ^c	
Imp_{ijt}^{UEMOA}	Variable binaire qui décrit à la fois l'appartenance de l'importateur à l'UEMOA et la non-appartenance de l'exportateur à l'UEMOA	CEPII
Exp_{ijt}^{UEMOA}	Variable binaire qui décrit à la fois la non-appartenance de l'importateur à l'UEMOA et l'appartenance de l'exportateur à l'UEMOA	CEPII
$Multiap_{ijt}$	Variable qui indique le nombre d'accords régionaux auxquels les 2 pays coéchangistes i et j appartiennent à l'année t	CEPII
$Cell_{it}, Cell_{jt}$	Taux de pénétration de la téléphonie mobile qui indique le nombre d'abonnés pour 100 personnes en âge de travailler des pays exportateur i et importateur j	ITU
$Psta_{it}, Psta_{jt}$	Moyenne de 4 composantes de risque politique de l'ICRG : stabilité du gouvernement, conflit interne, tensions religieuses et ethniques	ICRG (International Country Risk Guide)
$qadm_{it}, qadm_{jt}$	Qualité de l'administration dans les pays coéchangistes i et j mesurée sur une échelle d'appréciation de 0 à 4	ICRG
$Ccor_{it}, Ccor_{jt}$	Contrôle de la corruption dans les pays coéchangistes i et j mesuré sur une échelle d'appréciation de 0 à 4	ICRG
$Encl_i, Encl_j$	Variabiles binaires indiquant l'absence d'ouverture maritime respectivement du pays importateur i et du pays exportateur j	CEPII
IPLcustom_d, IPLcustom_o	Indice synthétique d'efficacité des procédures douanières (nombre, coût et durée des procédures)	WDI
RM_{it}, RM_{jt}	Résistance multilatérale des pays exportateur i et importateur j	Auteurs

^a Word Integrated Trade Solution.

^b Gravity dataset, Centre d'études prospectives et d'informations internationales.

^c Pays de la CEDEAO appartenant à l'UEMOA : Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée-Bissau, Mali, Niger, Sénégal et Togo.

Source : Auteurs.

Tableau A2. Résumé statistique des variables du modèle de gravité

<i>Variable</i>	<i>Mean</i>	<i>Std. Dev.</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Imports overall	1507787	6719935	0	2.15e+08
between		5532745	0	5.79e+07
within		4915695	-5.64e+07	1.98e+08
Lnpib overall	22.01887	1.501019	18.72079	27.06539
between		1.373555	19.37943	25.4872
within		0.5809855	20.42550	23.59706
Lndistw overall	7.028024	0.6195468	5.238067	8.119218
between		0.6113686	5.238067	8.119218
within		1.78e-15	7.028024	7.028024
Contig overall	0.2339869	0.4234101	0	1
between		0.418455	0	1
within		0	0.2339869	0.2339869
Langoff overall	0.3568627	0.479126	0	1
between		0.469353	0	1
within		0	0.3568627	0.3568627
Enclav overall	0.1960784	0.3970718	0	1
between		3911281	0	1
within		0	0.1960784	0.1960784
Cell overall	49.89183	63.48663	0	280.5596
between		22.26296	0	78.28026
within		60.89074	-28.13618	263.5228
Ccor overall	2.266685	0.8188391	0	4
between		0.6670455	1.097222	4
within		0.4928992	0.877796	4.169463
Qadm overall	0.9881627	0.9208987	0	3
between		0.8594081	0	2.5
within		0.3506599	-0.970171	3.38102
Psta overall	3.889466	0.6344373	1.807292	5.161458
between		0.5017337	2.821429	4.790427
within		0.3733799	2.028107	5.078454
UEMOA overall	0.2470588	0.4313482	0	1
between		0.4097949	0	1
within		0.0885711	-0.610084	0.389916
Multiap overall	0.8605664	0.8369807	0	4
between		0.6357005	0	3.809524
within		0.5448095	0.003424	3.003424
ExpUEMOA overall	0.2694989	0.4437478	0	1
between		0.4380068	0	1
within		0.0745437	-0.682882	1.126642
ImpUEMOA overall	0.2657952	0.4418038	0	1
between		0.4323086	0	1
within		0.0915382	-0.686586	1.122938

Source : Auteurs.

Tableau A3. Test LR sur le paramètre de dispersion

<i>Imports</i>	<i>Coef.</i>	<i>Std. Err.</i>	<i>z</i>	<i>P> z </i>
lnpib_o	0.591706***	0.093431	6.33	0.000
lnpib_d	1.560589***	0.091682	17.02	0.000
lndistw	-0.105097	0.172313	-0.61	0.542
_lcontiga1	1.407274***	0.251066	5.61	0.000
lcomlang_o_1	-0.131835	0.225066	-0.59	0.558
lenclav_da1	-1.154353***	0.296838	-3.89	0.000
lenclav_oa1	-2.720526***	0.282291	-9.64	0.000
cell_d	0.010163***	0.002794	3.64	0.000
cell_o	0.001334	0.003047	0.44	0.662
qadm_d	0.98112***	0.123083	7.97	0.000
qadm_o	0.104812	0.096335	1.09	0.277
ccor_o	0.822456***	0.121622	6.76	0.000
ccor_d	0.243024**	0.122829	1.98	0.048
psta_o	0.118102	0.178378	0.66	0.508
psta_d	1.095084***	0.191968	5.70	0.000
IUEMOAa1	3.972893***	0.346526	11.46	0.000
multi_App	-0.085416	0.134961	-0.63	0.527
expUEMOA	0.470649*	0.275754	1.71	0.088
impUEMOA	2.3442***	0.280964	8.34	0.000
Constante	-38.09155***	4.049525	-9.41	0.000
/lnalpha	2.977763	0.023500		
alpha	19.64383	0.461634		

Likelihood-ratio test of $\alpha=0$: $\text{chibar2}(01) = 1.5e+10$ Prob>=chibar2 = 0.000.

Tableau A4. Fréquence des flux de commerce nuls dans l'échantillon

Select.	Fréquence	Pourcentage
0	2568	55,95
1	2022	44,05
Total	4590	100

Tableau A5. Equation de participation au commerce du modèle d'Heckman

	(1) Produits d'élevage	(2) Produits halieutiques	(3) Végétaux	(4) Céréales
Lnpib_d	0.1414*** (0.0246)	0.2956*** (0.017)	0.136*** (0.0162)	0.1424*** (0.0171)
Lnpib_o	0.3367*** (0.0257)	0.1324*** (0.0156)	0.3774*** (0.0173)	0.3669*** (0.0181)
Lndistw	-0.5285*** (0.0783)	-0.2648*** (0.0495)	-0.707*** (0.0506)	-0.668*** (0.0538)
Contig	0.6777*** (0.0905)	0.579*** (0.0696)	0.2893*** (0.0669)	0.1461** (0.0697)
Comlang	0.5168*** (0.0719)	0.5686*** (0.0499)	0.7861*** (0.0491)	0.6432*** (0.052)
Enclav_d	-0.4677*** (0.0747)	-0.289*** (0.0544)	-0.6534*** (0.0586)	-0.7561*** (0.0647)
Enclav_o	-0.5897*** (0.0712)	-0.719*** (0.0654)	-0.0212 (0.0547)	-0.2843*** (0.0612)
Qadm_d	0.1653*** (0.0368)	0.1599*** (0.0264)	0.2426*** (0.0266)	0.2514*** (0.028)
Qadm_o	0.0329 (0.0385)	0.1241*** (0.0264)	0.0367 (0.0259)	0.0621** (0.0268)
IPLcustom_d	0.5812*** (0.0833)	0.4585*** (0.0597)	0.1944*** (0.0594)	0.3111*** (0.0641)
IPLcustom_o	0.2252** (0.0911)	0.139** (0.0599)	0.1975*** (0.0576)	0.0577 (0.0641)
Constante	7.7372*** (0.8205)	-8.402*** (0.5517)	-7.0189*** (0.5307)	-7.4897*** (0.5645)
/athrho	-1.0763*** (0.1826)	-1.3546*** (0.1225)	-1.114*** (0.1206)	-0.9449*** (0.1749)
/lnsigma	0.9225*** (0.0835)	1.2603*** (0.0449)	1.1101*** (0.0426)	1.1493*** (0.0583)
rho	-0.7918 (0.0681)	-0.8751 (0.0287)	-0.8055 (0.0423)	-0.7375 (0.0798)
sigma	2.5156 (0.2099)	3.5266 (0.1584)	3.03475 (0.1294)	3.156 (0.1841)
lambda	-1.9919 (0.3302)	-3.0863 (0.2315)	-2.4444 (0.2257)	-2.3276 (0.3812)

Notes : La variable dépendante est Log (Importations agricoles en \$ US).

Les écarts-types sont entre parenthèses : * $p < 0.1$, significatif à 10% ; ** $p < 0.05$, significatif à 5% ;

*** $p < 0.01$, significatif à 1%. Effets importateur-année; exportateur-année.

Source : Auteurs.

Tableau A6. Description des variables du modèle de sécurité alimentaire

Variables	Description	Source
SA_{it}	Prévalence de la sous-alimentation exprimée en % de la population consommant un niveau énergétique calorique inférieur aux besoins requis pour une vie saine et active	FAOSTAT
Imp_{it}^{CEDEAO}	Importations agricoles du pays i en provenance des pays de la CEDEAO par habitant	UN Comtrade
Imp_{it}^{MONDE}	Flux des importations agricoles du pays i en provenance des pays autres que ceux de la CEDEAO par habitant	UN Comtrade
ter_{it}	Terres arables en hectare par personne	World Development Indicators (WDI)
pda_{it}	Productivité agricole définie par le rendement céréalier en kg par hectare	FAOSTAT
lib_{civ}_{it}	Indice mesurant la liberté d'agir des peuples indépendamment de leurs gouvernements, mesuré et reajusté de manière croissante sur une échelle de 1 à 7 (1 les pays les moins libres et 7 les pays les plus libres).	Freedom House
$psta_{it}$	Moyenne de 4 composantes de risque politique de l'ICRG : stabilité du gouvernement, conflit interne, tensions religieuses et ethniques	ICRG
$dpte_{it}$	Évaluation sur une échelle de 100 de la capacité du système légal à garantir les droits de propriété privée, à assurer la sécurité juridique des biens et le respect des contrats	Heritage Foundation
cor_{it}	Niveau de perception de la corruption dans l'administration (en %)	Transparency International
$road_{it}$	Indice composite du transport routier (routes bitumées pour 10000 habitants et réseau routier rapporté à la superficie de territoire exploitable)	Africa Infrastructure Development index, African Development Bank
cel_{it}	Nombre d'abonnés à la téléphonie mobile pour 100 personnes	World Telecommunications
pib_{it}	Produit intérieur brut à prix constant par habitant	WDI
$Foodaids_{it}$	Niveau de l'aide alimentaire reçue	FAO
$desaster_{it}$	Occurrence et intensité des désastres écologiques	EM-DAT

Source : Auteurs.

Tableau A7. Résumé statistique des variables de l'équation de sécurité alimentaire

<i>Variable</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Std. Dev.</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>SSA overall</i>	18.74792	9.117311	5.3	40.7
<i>between</i>		8.748772	7.3125	38.39375
<i>within</i>		3.374636	11.14167	29.15417
<i>Ln(Imp_{it}^{CEDEAO}) overall</i>	11.68765	5.528865	0	17.0392
<i>between</i>		5.33051	0	16.41639
<i>within</i>		1.984272	8.371343	23.07867
<i>Ln(Imp_{it}^{MONDE}) overall</i>	13.88864	6.469736	0	20.92932
<i>between</i>		6.230037	0	19.40085
<i>within</i>		2.340965	9.085713	27.37815
<i>ter overall</i>	0.2978897	0.213607	0.0938239	1.230955
<i>between</i>		0.2169916	0.1009365	1.005401
<i>within</i>		0.0387003	0.1368388	0.523444
<i>pda overall</i>	1174.753	427.5657	34.3	2270.5
<i>between</i>		398.8994	282.2938	1888.606
<i>within</i>		183.5166	705.3596	1717.16
<i>libciv overall</i>	3.6375	1.292823	1	6
<i>between</i>		1.19784	1.1875	5.125
<i>within</i>		0.571508	2.5125	5.575
<i>dpte overall</i>	31.85417	14.17168	10	75
<i>between</i>		13.55043	10.3125	64.6875
<i>within</i>		5.361537	17.1666	47.79167
<i>ccor overall</i>	25.91833	10.04416	10	58
<i>between</i>		7.478764	15.075	42.30625
<i>within</i>		6.961584	5.02458	41.61208
<i>cel overall</i>	36.85651	35.6079	0	138.5708
<i>between</i>		11.65287	15.62004	55.8634
<i>within</i>		33.76767	-18.55229	131.9613
<i>road overall</i>	7.297517	6.197454	1.075	28.268
<i>between</i>		6.249392	2.009125	27.23088
<i>within</i>		1.343381	2.692392	15.97789
<i>psta overall</i>	3.894978	0.6534437	1.807292	5.161458
<i>between</i>		0.6133823	2.569661	4.816732
<i>within</i>		0.2726979	2.877075	4.977986
<i>gdp_cap overall</i>	944.2535	714.8297	273.8509	3405.782
<i>between</i>		715.0708	345.3996	2938.487
<i>within</i>		178.1764	185.751	1474.026
<i>Ln(foodaids) overall</i>	9.092928	2.836791	0	12.46307
<i>between</i>		2.013196	3.421595	10.96228
<i>within</i>		2.061261	-0.7552114	15.86004
<i>desaster overall</i>	215407.4	879396.8	0	7983642
<i>between</i>		366156.2	1487.188	1354888
<i>within</i>		804787.5	-1134922	6844161

Source : Auteurs.

Regional agricultural trade and food security in ECOWAS countries

Abstract - The objective of this paper is to analyze the link between agricultural trade flows and food security in the ECOWAS region. We first estimate an augmented gravity model based on panel of the 15 ECOWAS member countries observed over the period 1995 – 2015, to assess factors influencing intra-regional agricultural trade. We then investigate the impact of intra-ECOWAS agricultural trade on food security measured by food undernourishment over the period 2000-2015. A simulation makes it possible to assess the difference between the prevalence of undernourishment observed and that would be induced by the potential level of trade. The results indicate that all measures aimed at facilitating intraregional agricultural trade contribute to improving food security in the ECOWAS region.

Key-words

Agricultural trade
Food Security
Regional Integration
Gravity Model
Panel data Econometrics
Africa
CEDEAO
UEMOA
