

Potentiel de commerce de la filière mangue au Sénégal : Truchement d'un modèle de gravité par approche sectorielle

Trade potential of the mango sector in Senegal : A gravity model basing on a sectoral approach

MBODJ Birame

Docteur en sciences économiques

Faculté des sciences économiques et de gestion (FASEG)

Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD)

Laboratoire de recherches sur les institutions et la croissance (LINC)

Sénégal

Date de soumission : 24/04/2024

Date d'acceptation : 10/06/2024

Pour citer cet article :

MBODJ. B. (2024) «Potentiel de commerce de la filière mangue au Sénégal : Truchement d'un modèle de gravité par approche sectorielle», Revue Française d'Economie et de Gestion «Volume 5 : Numéro 6 » pp : 669-688.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License



Résumé :

L'objectif de cet article est d'évaluer le potentiel de commerce de la filière mangue au Sénégal, compte tenu d'une génération de flux d'échange entre partenaires. Un modèle de gravité décliné à un niveau sectoriel nous sert d'outil et permet de faire une analyse fine, à travers une variable endogène décrivant les flux bilatéraux de commerce du secteur. Les résultats montrent que le potentiel d'exportation de la filière mangue est visiblement très loin d'être exploité. La croissance des flux d'exportations de mangue du Sénégal se trouve à environ 15% de la capacité de production de la filière. Des variables représentatives de forces de répulsion et d'attraction telles que la distance et la taille économique des partenaires, mais aussi l'existence de frontières communes ou encore d'un accord de libre-échange et la monnaie commune, expliquent de façon significative la génération de flux de commerce dans la filière. Notre modèle est utilisé de la même manière que le modèle agrégé et son estimation passe par la méthode du pseudo-maximum de vraisemblance de Poisson avec effet fixe.

Mots clés: Modèle de gravité sectorial; potentiel d'exportation; flux de commerce; filière mangue; forces de répulsion ; forces d'attraction.

Abstract:

The aim of this article is to assess the trade potential of the mango sector in Senegal, taking into account the generation of trade flows between partners. A gravity model adapted to a sectoral level is used as a tool for a shap analysis, through an endogenous variable describing the sector's bilateral trade flows. The results show that the export potential of the mango sector is clearly far from being exploited. Growth in Senegal's mango export flows is around 15% of the sector's capacity of production. Variables representing the forces of repulsion and attraction, such as the distance and economic size of partners, as well as the existence of common borders, a free-trade agreement and a common currency, significantly explain the generation of trade flows in the sector. Our model is used in the same way as the aggregate model, and is estimated using the Poisson pseudo-maximum likelihood method with fixed effect.

Key words : Sectoral gravity model ; export potential ; trade flows ; mango sector ; forces of repulsion ; forces of attraction.

Introduction

Avec un poids démographique assez important, qui représente près de 13% de la population mondiale, l'Afrique subsaharienne verra sa population presque doublé d'ici en 2050 avec environ 2,1 milliards de personnes selon les projections. La plupart de ses pays sont dominés par un secteur agricole qui regroupe une partie importante de la population et près de 48% eu vit. Ainsi, avec une persistance de la sous-alimentation sur une longue période, le pourcentage de personnes malnutries reste le plus élevé au monde en développement (FAO, 2015).

La faible productivité des ressources agricoles, accompagnée d'une forte croissance de la population fait défaut à la sécurité alimentaire.

Toutefois, malgré une faible diversification des économies africaines, le secteur agricole parvient à occuper une place importante dans le PIB avec une moyenne de plus de 15%. Sa contribution varie d'un pays à l'autre et montre la pluralité des structures économiques des pays d'Afrique. Ce secteur (agricole), fournit les moyens de subsistance à un nombre important de petits producteurs en milieu rural, emploie plus de la moitié de sa population active totale (FMI, 2012).

De surcroît, depuis le début des années 1970, on assistait à un recul relatif de l'agriculture africaine, à une baisse moyenne des rendements, à la chute de la part du continent dans le commerce mondial agricole et agroalimentaire (de 10% à 4 % entre 1960 et 2005), ainsi qu'une dépendance plus grande aux importations de produits alimentaires.

Au Sénégal, le secteur agricole occupe une place importante. Selon le dernier Recensement Général de la Population de l'Habitat de l'Agriculture et de l'Élevage (RGPHAE, 2013), 73,8% des ménages agricoles, vit en milieu rural. L'arboriculture, un des composantes de cette activité eue est très présente et les ménages arboricoles représentent 35% des ménages agricoles. Ils représentent 56,1% de cultures fruitières de mangues, 21,4% d'agrumes et, 19,5% de bananes. L'arboriculture reste une activité clé dans le développement du secteur agricole avec la mangue qui constitue l'une des principales cultures d'arbres fruitiers du pays.

Comme dans la plupart des pays d'Afrique de l'ouest, la filière mangue fait partie des plus prometteuses. Elle sort du lot des produits et occupe une place importante comme fort potentiel dans la diversification des exportations. Elle est pour la plupart du temps destinée à la consommation locale et à l'exportation. Avec une production annuelle de 1,4 million de tonne, l'ensemble des pays de l'Afrique de l'ouest occupe la septième place des principaux producteurs de mangue.

A l'instar du Sénégal, elle est essentiellement produite en Casamance, dans la zone des Niayes, le centre et dans la moindre mesure sur la petite côte, sur une période de 6 mois étalée d'avril à septembre. La filière mangue enregistre annuellement une production qui se situe entre 150 000 à 180 000 tonnes et l'un de ses défis majeurs est l'amélioration de sa compétitivité.

Le secteur de l'arboriculture du Sénégal bénéficie des conditions pédoclimatiques favorables pour la production. La demande urbaine et le développement des exportations de fruits et légumes vers l'Europe, deviennent de plus en plus importants. Strebelle (2013) dans ses résultats trouve que, la mangue de l'Afrique de l'ouest occupe 10% du marché européen bien qu'elles avaient atteint 13% entre 2006 et 2007. A travers des données de la FAOSTAT, Il estimait très faible le volume des exportations de mangue de l'Afrique de l'ouest à 2% sur dix années. Au sens de Belmin (2017), cela semble être due à la raréfaction des ressources productives dans certains pays comme le Sénégal, où la rareté de la terre et de l'eau apparaît comme un défi majeur pour la production de mangues. En plus de l'avancer rapide du front d'urbanisme, il trouve que le foncier agricole de la zone d'influence de Dakar est sous pression. D'autres facteurs, comme l'invasion des mouches des fruits occasionnent souvent des pertes, ces ravageurs pénalisent l'essor de la filière d'exportation.

Pour ce qui est de sa filière mangue, le Sénégal mise sur la promotion des produits « made in Sénégal » et la mangue occupe une place prédominante. Ainsi, depuis les années 2000, des efforts ont été consentis pour accroître l'offre en produits du sous-secteur agroalimentaires dont la finalité est de satisfaire les besoins alimentaires.

Dans son PSE (Plan Sénégal Emergent), le Sénégal fait du développement du secteur agroalimentaire une priorité avec la mangue comme forte potentielle à l'exportation.

Cependant, le potentiel d'exportation de la filière s'intensifie davantage et devient de plus en plus important, face aux facteurs bloquants qui limitent la possibilité d'étendre vers de nouveaux marchés. En adoptant une approche sectorielle du modèle de gravité, nous questionnons : **Dans quelle mesure les exportations de mangue du Sénégal sont en phase avec la structure gravitaire mondiale du commerce ?**

Pour répondre à cette question, une revue de la littérature sera faite. Ensuite, une étude comparative de la filière mangue au Sénégal. Il sera utile de présenter un cadre méthodologique qui consiste à estimer un modèle de gravité décliné à un niveau sectoriel par la méthode du pseudo-maximum de vraisemblance de Poisson (PPML), et les différentes sources de données. Enfin une discussion des résultats sera suivie de quelques recommandations de politiques économiques.

1. Revue de la littérature et étude comparative de la filière mangue

1.1 Revue de littérature

Pour aller plus loin, semblait il plus intéressant d'étudier la structure même et le niveau de productivité des entreprises exportateurs mangues. Dans le "modèle d'hétérogénéité de l'entreprise", Melitz (2003) avait construit un modèle dans lequel, seules quelques entreprises très productives sont engagées dans l'exportation. L'idée sous-jacente de Melitz (2003) est que seules les entreprises hautement productives sont en mesure de réaliser des bénéfices suffisants pour couvrir les coûts fixes importants nécessaires aux opérations d'exportation. Helpman et al. (2004) ont étendu le modèle de Melitz (2003) à un modèle dans lequel la productivité des entreprises exportatrices est inférieure à celle des entreprises engagées dans la production locale à l'étranger (IDE). La théorie de Helpman et al. (2004) repose également sur l'idée que seules les entreprises productives peuvent couvrir les énormes coûts fixes qu'implique la production locale à l'étranger.

Ainsi, pour satisfaire les besoins alimentaires, Bruinsma (2009) avait globalement préconisé une augmentation de 70 % et de 100 % de la production agricole mondiale dans les pays en développement. En abordant dans ce sens Diarra (2003) propose, que dans les pays en développement, où l'on remarque une rareté des ressources, de renforcer la performance des filières les plus compétitives. Selon lui le découpage en filières de production et l'identification des coûts selon les stades, ensuite le produit est nécessaire. Lebailly et al (2000) pensent que la notion de filière et sa portée diffèrent selon la position à laquelle on se trouve et l'usage que l'on peut en faire. Miloud (2009) en rajoute que le concept de filière est couramment utilisé pour étudier la production, la transformation et la commercialisation d'un produit spécifique et ses dérivés.

1.2 Présentation de la filière mangue au Sénégal

Avec sa nouvelle stratégie de développement et de la promotion des exportations (STRADEX), le Sénégal a consenti des efforts importants pour le développement de sa filière mangue. Ainsi, cette volonté de percés les marchés extérieures à travers ses produits se traduit par la création de l'Agence sénégalaise de promotion des exportations (ASEPEX). Ce désir de restructuration amène des transformations importantes dans la filière. Une augmentation des rendements à l'hectare, mais aussi d'amélioration de la qualité de la production découlent de ces changements considérables. Pour la mangue du Sénégal, deux variétés à savoir le « Kent » et le « Keitt », très désirés sont exportées entre les mois d'Avril et Septembre avec un petit nombre de concurrent sur les marchés. Le développement de cette filière a beaucoup aidé dans la lutte contre l'exode

rural, la pauvreté en générant des revenus pour les acteurs qui y interviennent. Elle emploie près de 25 000 personnes parmi lesquelles 11 000 femmes. Bien qu'elle présente des problèmes dont la mouche des fruits qui constitue un véritable manque à gagner, la filière mangue du Sénégal offre beaucoup d'opportunités avec le développement important d'une chaîne de valeur.

Avec une production annuelle chiffrée à environ 150 000 tonnes en moyenne, le secteur de la mangue au Sénégal se présente sous différentes formes avec des opportunités, des forces et des faiblesses.

La mangue fraîche acheminée des petits exploitants aux vergers commerciaux présente une demande croissante et développe une augmentation rapide de la production de pulpe. Elle est de faible croissance en produits biologiques au niveau des importateurs. Sa qualité est appréciée sur les marchés étrangers et elle présente des possibilités réelles d'exportation. Son prix aux producteurs et ses pertes dans les centres de conditionnement sont très élevés. Quant à la mangue sous sa forme séchée, elle présente des innovations de transformation et de valorisation de ses sous-produits. Sa force se trouve dans sa capacité à être conservé mais elle est de faible niveau de production et de consommation au niveau local.

La mangue sénégalaise offre des possibilités de création de nouveau produit par sa transformation en Jus. Ce sous-secteur manque parfois de travailleurs qualifiés mais les sacs aseptiques sont disponibles toute l'année.

Les principaux partenaires en terme d'exportation de mangue sont le Pays Bas, la France, l'Espagne, le Royaume Uni, entres autres pour le marché Européen. En Afrique, le Ghana reste le premier client du Sénégal en termes d'exportation de mangue suivi du Maroc.

Les principaux concurrents du Sénégal dans les exportations de mangue dans la zone CEDEAO sont : la Côte d'Ivoire, le Mali, le Burkina Faso et le Ghana. Les trois premiers pays ont une croissance des exportations de mangues qui dépasse les 50% et pour le Ghana la croissance des exportations de mangue dépassent les 27% de 2015 à 2019. Au même moment elle restait faible et se situe entre 10 et 15% pour le Sénégal.

Tableau 1 : Exportations de mangue du Sénégal vers les partenaires (en tonnes)

Pays	2019	2020	2021	2022	2023
Pays Bas	5.955	3.979	7.797	4.728	3.958
France	3.779	5.621	5.033	3.617	5.436
Ghana	1.784	2.243	4.575	2.219	2.393
Espagne	1.508	1.285	2.402	1.288	1.197
Royaume Uni	0.902	1.123	2.218	1.151	0.948
Maroc	0.513	0.024	1.431	1.895	2.198
Autres	1.695	3.023	4.089	3.004	1.556
Total	16.138	17.300	27.547	17.903	17.690

Source : ANSD/DSECN

Les statistiques montrent qu'en moyenne, le volume des exportations de mangues du Sénégal sur les cinq dernières années s'élève entre 19 000 et 21 000 tonnes et la production commercialisée se situe à 50 000 tonnes environ. La consommation fraîche à l'échelle nationale est estimée à environ 25 000 tonnes, les jus de fruits transformés 4500 tonnes et la mangue séchée transformée à 500 tonnes.

Comparer à la production totale annuelle de la filière, une grande quantité de la mangue sénégalaise pourrissent pour causes de mauvaise conditionnement, d'absence de moyen chez les producteurs et de politique pertinente de l'Etat en termes de transformation. Au sens de Kouassi & al (2012), l'insuffisance d'infrastructures, augmentée d'une faible capacité des unités artisanales et une main d'œuvre non qualifiée font que le niveau de transformation dans la filière mangue reste faible. Cette faiblesse du niveau de transformation dans la filière fait que la contribution du produit au secteur horticole reste minime par rapport à sa quantité produite annuellement. D'autres facteurs comme l'invasion de mouche réduit les quantités de récolte. Les productions de mangue sont souvent infectées et les producteurs obligés de détruire leurs arbres fruitiers. Toutes ces manquements, font que le potentiel d'exportation de la filière mangue reste visiblement très loin d'être exploité, alors que la mangue fait partie des produits sur lesquels le Sénégal peut miser pour rehausser ses exportations.

Ne serait-il pas question pour les pays en développement comme le Sénégal de revoir leur politique industrielle en faisant de l'innovation et de la technologie des facteurs clés pour renforcer la promotion des produits exportables ?

L'analyse des avantages comparatifs permettrait de voir si pour le Sénégal, une spécialisation serait possible dans la filière mangue par la pénétration du produit au marché mondial.

1.3 Avantages comparatifs de la filière mangue du Sénégal

A travers l'indice d'avantage comparatif révélé normalisé, NRCA de Laursen (2000) qui est l'indice corrigé RCA de Balassa (1965), nous allons voir si le secteur présente un avantage comparatif. La formulation de l'indice est le rapport entre la part du produit m (mangues) dans les exportations du pays i (Sénégal) et sa part dans le commerce mondial. Ainsi, on aura :

$$RCA_m^i = \frac{X_m^i / X^i}{X_m / X}$$

X_m^i : Exportation de mangue du Sénégal ;

X^i : Exportation totale du Sénégal ;

X_m : Exportation de mangue à travers le monde ;

X : Exportation totale du monde.

L'indice RCA normalisé devient :

$$NRCA_m^i = \frac{RCA_m^i - 1}{RCA_m^i + 1}$$

La valeur de l'indice < 1 indique un désavantage comparatif et une valeur > 1 représente une spécialisation sur ce marché.

Tableau 2 : Indice des avantages comparatifs révélés

Année	2018	2019	2020	2021	2022
X_m^i	16461	15807	14382	22710	14336
X^i	3630401	4175809	3934554	4486066	5725131
X_m^i / X^i	0,0045	0,0038	0,0037	0,0051	0,0025
X_m	3051233	3555583	3623055	3961926	3480256
X	19328414044	18760986149	17511577681	22146825040	24707495155
X_m / X	0,00016	0,00019	0,00021	0,00018	0,00014
RCA_m^i	28,72	19,97	17,67	28,30	17,78
$RCA_m^i - 1$	27,72	18,97	16,67	27,30	16,78
$RCA_m^i + 1$	29,72	20,97	18,67	29,30	18,78
NRCA	0,933	0,905	0,893	0,932	0,893

Source: Auteur sur données de Trademap

On voit nettement que sur une période de cinq (2018-2022), l'indice reste inférieur à 1. Le Sénégal n'enregistre pas encore davantage comparatif sur les exportations de mangue.

La spécialisation dans ce secteur n'est pas encore atteinte, mais le coefficient de l'indice reste fort proche de 1. Ce qui prévaut des lendemains meilleurs si les efforts restent maintenus.

2. Cadre méthodologique

2.1 Fondement théorique du modèle de gravité et limites de l'équation de Tinbergen

L'idée de la gravitation d'écoule des travaux de Newton (1687). Formellement, l'équation de gravité est inspirée de la physique newtonienne. Selon Combes et al, (2005), la théorie newtonienne de la gravitation énonce que « deux corps sont attirés en raison proportionnelle de leur masse et en raison inverse du carré de la distance qui les sépare ». La formulation de cette équation donne l'expression suivante :

$$F_{ij} = G.M_i M_j / D_{ij}^2 \quad (1)$$

F force d'attraction

M_i et *M_j* les masses. Les indices *i* et *j* correspondent aux pays (*i=1*) et (*j=1*).

D_{ij} la distance entre *i* et *j*

G la constante gravitationnelle.

Les pionniers à l'avoir appliqué en économie sont Tinbergen (1961), Pöyhönen (1963) et Linnemann (1966). Ainsi, la transposition économique de ce modèle donne l'expression suivante :

$$X_{ij} = AY_i Y_j / D_{ij} \quad (2)$$

X_{ij} est le flux de commerce bilatéral entre les deux pays, selon D.Josselin et B.Nicot (2003) : Un flux entre deux pays *i* et *j* est la somme des échanges commerciaux annuels entre ces deux pays (en millions de dollars), et ce sur l'ensemble des années de la période considérée. Il est constitué d'une valeur unique d'échanges, d'un pays exportateur et d'un pays importateur, *Y_{i(j)}* le PIB réel en valeur, *D_{ij}* la distance entre les deux pays et *A* l'ordonnée à l'origine. La disparition du carré sur la distance est due au fait d'une hypothèse implicite qui est la parfaite proportionnalité, c'est-à-dire que les élasticités doivent être unitaires.

La forme log-linéaire et déterministe du modèle donne :

$$\ln X_{ij} = \ln A + \ln Y_{it} + \ln Y_{jt} - \ln D_{ij} \quad (3)$$

L'équation de Tinbergen a un pouvoir explicatif élevé, mais elle rencontre plusieurs limites à savoir :

- L'incident d'une augmentation ou d'une diminution des coûts de commerce avec les pays partenaires n'est pris en compte par une variable qui décrit le lien exportateur et son partenaire. Dans ses développements J.Viner (1950) conclure qu'une hausse du coût de commerce entre un pays et son partenaire (cas de libre-échange) entraîne davantage de flux de commerce entre eux.

- Un changement en volume des exportations peut être sans effet sur les coûts de commerce entre pays partenaires.

En somme, les éléments qui ont une influence sur l'ensemble des échanges commerciaux, ne seront pas pris en compte du fait de l'absence d'effet fixe.

Ainsi, pour palier à ces limites nous optons pour le modèle de gravité proposé par Anderson et Van Wincoop (2003), qui prend en compte l'influence des marchés tiers sur les relations commerciales bilatérales.

2.2 Spécification du modèle d'Anderson et van Wincoop

Ce type de modèle a été utilisé par J Arthur, A Dray et L Pupperto (2020) dans un document de travail où ils estimaient le potentiel de commerce par un modèle de gravité.

Traditionnellement, les modèles de gravité sont utilisés avec des données agrégées sur les exportations. Pour notre cas nous utilisons comme le propose les auteurs précédemment cités dans une partie de leur travail, un modèle avec une équation à un niveau sectoriel.

Si on se réfère à Anderson et Van Wincoop, en dérivant l'équation de gravité d'une fonction de demande à élasticité de substitution constante et biens différenciés par origine, reposant sur l'hypothèse d'Armington, (1969) de substituabilité imparfaite entre des biens locaux et importés, la fonction d'utilité du consommateur (pays partenaires) devient :

$$(1) \quad \left\{ \sum \alpha_1^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{ij}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right\}^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

$\sigma > 1$ est l'élasticité de substitution constante entre les variétés de biens (hypothèse d'Armington, les biens diffèrent selon leur provenance), α est la propension à consommer différents biens et c la consommation (en mangue) du pays partenaire provenant du Sénégal.

Le consommateur maximise cette fonction d'utilité sous contrainte budgétaire.

$$(2) \quad \sum_i p_{ij} c_{ij} = E_j$$

La dépense E du pays j équivaut à la somme de ses consommations c depuis tous les pays i (j étant compris) au prix des exportations (p). Ainsi, les exportations (Y_{ij}) du pays i vers le pays j sont égales à la part (π_{ij}) des dépenses totales du pays j (E_j) allouées à i :

$$(3) \quad Y_{ij} = \pi_{ij}^{1-\sigma} E_j$$

Cette part de dépenses est fonction de la propension (α_i) du pays j à consommer des biens en provenance de i , de l'indice prix des exportations du pays i (p_i) et des coûts de commerce bilatéraux (τ_{ij}) rapportés à l'indice de prix domestique (Φ_j). Dans la mesure où le consommateur maximise son utilité en fonction de ses préférences et des prix domestiques et locaux, on a :

$$(4) \quad Y_{ij} = \left(\frac{\alpha_{ij} p_i \tau_{ij}}{\Phi_j} \right)^{(1-\sigma)} E_j$$

L'apport des auteurs est de démontrer la nécessité d'inclure dans l'équation des variables capables de contrôler les coûts relatifs de commerce (avec les pays tiers) non seulement pour l'exportateur mais aussi pour l'importateur.

Si on considère Φ_j comme un indice de prix domestique (la résistance commerciale de l'importateur) permettant d'apprécier le niveau de protection commerciale imposé par l'importateur dans ses relations avec l'ensemble des pays tiers, alors il s'exprime comme la somme de la propension à consommer de j (ou marqueur de préférence CES), de l'indice de prix des exportations et des coûts de commerce bilatéraux depuis l'ensemble des exportateurs (i), soit :

$$(5) \quad \Phi_j = \left[\sum_i (\alpha_{ij} p_i \tau_{ij})^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

Selon Anderson et Wincoop, la propension du pays i à exporter ($\alpha_i p_i$), est fonction de sa production rapportée à la production mondiale (PIB_i/PIB) et la résistance commerciale à laquelle l'exportateur fait face au niveau mondial (Φ_i) :

$$(6) \quad \alpha_i p_i^{1-\sigma} = \frac{PIB_i/PIB}{\Phi_i^{1-\sigma}}$$

Cette résistance multilatérale est égale à la somme des résistances bilatérales pondérées par le niveau global de protection du partenaire (Φ_j) :

$$(7) \quad \Phi_i^{1-\sigma} = \sum_j \left(\frac{\tau_{ij}}{\Phi_j} \right)^{1-\sigma} \frac{E_j}{PIB}$$

En remplaçant 8 dans 7 on obtient

$$(8) \quad \Phi_j = \sum_i \left(\frac{\tau_{ij}}{\Phi_i} \right)^{1-\sigma} \frac{PIB_i}{PIB}$$

Les auteurs considèrent qu'à l'équilibre, les revenus (PIB_i) d'un pays i sont équivalents à la somme de ses exportations vers tous ses partenaires (y compris i) ou à la somme de la part des dépenses de tous les partenaires j allouées à i donc :

$$(9) \quad PIB_i = \sum_j Y_{ij} = \sum_j \pi_{ij} E_j = \sum_i \left(\frac{\alpha_{ij} p_j \tau_{ij}}{\Phi_j} \right)^{(1-\sigma)} E_j$$

On considère également, à l'équilibre, que les dépenses (E_j) du pays j sont équivalentes à la somme des importations depuis tous ses partenaires (y compris j). On retrouve donc (5).

Les auteurs reprennent naturellement le terme de résistance bilatérale τ_{ij} qui représente l'ensemble des barrières au commerce entre deux partenaires (liens historiques, langue commune, frontière commune etc.) à l'instar du modèle de gravité intuitif équation (1).

Ainsi, les trois composantes des coûts de commerce sont la résistance bilatérale (τ_{ij}), la résistance multilatérale de l'importateur (Φ_i) et la résistance multilatérale de l'exportateur (Φ_j). On obtient finalement :

$$(10) \quad Y_{ij} = \frac{PIB_i PIB_j}{PIB} \left(\frac{\tau_{ij}}{\Phi_i \Phi_j} \right)^{1-\sigma}$$

L'équation (10) est particulièrement transparente et peut être décomposée en deux. D'une part, les exportations dépendent de la taille économique relative des partenaires $\left(\frac{PIB_i PIB_j}{PIB} \right)$; d'autre part elles dépendent des coûts de commerce $\left(\frac{\tau_{ij}}{\Phi_i \Phi_j} \right)^{1-\sigma}$.

Ainsi, en ne dérivant que la première partie de l'équation, on décrit un monde sans friction alors que la seconde partie de l'équation éclaire sur les coûts de commerce bilatéraux (qui décrivent les barrières propres à la relation des partenaires) et les coûts multilatéraux (qui sont les barrières compte tenu du niveau de frictions avec les pays tiers).

L'équation log-linéarisée sera donc la suivante :

$$(11) \quad \ln(Y_{ij}) = -\ln(PIB) + \ln(PIB_i) + \ln(PIB_j) + (1-\sigma)(\ln(\tau_{ij}) - \ln(\Phi_j) - \ln(\Phi_i)) + \varepsilon_{ij}$$

La spécification prendra alors la forme ci-dessous :

$$Y_{ij} = \exp[\alpha_0 + \alpha_1 \ln(PIB_i) + \alpha_2 \ln(PIB_j) - \alpha_3 \ln(Dist_{ij}) + \tau_{ij} + \Phi_j + \Phi_i] \varepsilon_{ij}$$

Où Y_{ij} représente le flux commercial du Sénégal vers le pays partenaire, PIB_i le produit national brut du pays Sénégal, $Dist_{ij}$ la distance entre le Sénégal et le pays partenaire, τ_{ij} les termes de résistance bilatérale représentés par des variables indicatrices de langue commune, monnaie commune, etc., ε_{ij} le terme d'erreur, $\alpha_{0,1,2,3}$ les paramètres d'intérêt, Φ_i est le terme de résistance multilatérale de l'exportateur et Φ_j un effet spécifique au pays de destination (effet spécifique de l'importateur).

2.2.1 Le choix, la justification des variables et de la période d'étude

Le modèle de gravité originel ne comprenait que quelques variables de contrôle telles que les masses des pays (PIB), les populations et la distance. De nos jours, l'extension peut se justifier par la recherche d'autres facteurs pertinents qui n'étaient jusqu'alors prises en compte que dans le terme constant. Ainsi la justification des variables prises en compte dans un modèle se fait en fonction de la théorie économique et en fonction de l'environnement.

En ce qui concerne les variables quantitatives, le PIB des partenaires s'avère comme une variable fondamentale dans l'explication du commerce. De par ses travaux, Mignamissi (2008) a affirmé qu'un pays exporte plus s'il est riche, c'est à dire qu'il a une base productive ou industrielle diversifiée. En même temps, un niveau élevé du PIB du partenaire induit un courant d'échange additionnel, car il constitue un élément déterminant du pouvoir d'achat ou de capacité d'absorption. La population joue un rôle ambigu. Pour le pays i , elle peut encourager le commerce si elle est productrice et créatrice de richesses, mais en même temps, elle peut être considérée comme un facteur déterminant de l'absorption, c'est-à-dire principale consommatrice de la production nationale. L'interprétation est la même pour le pays j . Ainsi, le signe attendu de ses effets est non concluant, pouvant être positif ou négatif.

Enfin, la distance explique aussi le commerce entre deux pays, mais de façon négative. Deux pays éloignés commercent moins, même s'ils passent des accords commerciaux incitatifs. La distance est donc considérée comme un facteur déprimant le commerce, malgré le débat sur sa mesure. En général, c'est la capitale politique qui est prise en compte. Mais dans un certain nombre de cas, quand la capitale administrative ne représente pas le point le plus important du pays, elle est remplacée par la capitale économique (Carrere, 2002). C'est une distance orthodromique, qui tient compte de la sphéricité de la terre. Ici, la terre est considérée comme un grand cercle et le calcul de la distance tient compte de la longitude et de la latitude des deux points.

La période d'étude s'étale sur les cinq dernières années (2019-2023) du fait de la disponibilité des données mais aussi pour avoir une base plus actualisée.

2.2.2 Sources de données

Les données sectorielles sont tirées des exportations de mangue du Sénégal vers 25 de ses pays partenaires dans la filière. Certains pays sont limitrophes et constituent une frontière commune avec le Sénégal. D'autres sont plus éloignés comme les pays membre de l'union européenne, d'Amérique, d'Asie et d'Europe de l'Est.

Dans les modèles d'avantages comparatifs, la structure des échanges commerciaux ne résulte que des différences de coûts relatifs de production. La taille des pays et leur position géographique ne jouent aucun rôle. A l'inverse, les nouvelles théories consacrent le fait que le commerce international est, fondamentalement, une histoire qui implique une dimension spatiale. On retrouve en effet la géographie dans le terme de coûts de transports. Ceux-ci sont naturellement fonction de la distance bilatérale et d'obstacles physiques aux échanges (mers, montagnes...), mais peuvent aussi inclure des déterminants de la géographie humaine : le fait

de parler la même langue, de partager un passé colonial commun, d'appartenir à une même zone de libre-échange, etc.

La géographie se retrouve aussi dans le terme d'indice des prix. Clairement, le commerce bilatéral ne dépend pas seulement des coûts de transport entre les deux pays partenaires, mais aussi de tous les coûts de transport impliquant le pays importateur (de son degré de « centralité »). Ainsi, la position géographique des pays compte, et les études empiriques qui visent, par exemple, à estimer l'impact des accords commerciaux ou de la stabilité des taux de change conduisent à des résultats fortement biaisés si elles négligent ce point (Anderson et Van Wincoop (2003) et Baldwin et Taglioni (2006)).

Pour ces auteurs, l'appartenance à une même zone économique est très déterminante dans les flux commerciaux qu'un pays entretient avec ses partenaires. De même l'éloignement joue un rôle décisif en ce qui concerne les coûts de transaction. Le fait de partager une même frontière avec son partenaire peut s'avérer être un déterminant clé en faveur de la réduction des coûts de transaction mais souvent le problème de parité dans la monnaie peut jouer en défaveur des quantités de biens échangés.

Des variables comme l'ouverture à la mer du pays partenaire peuvent aussi être prise comme variables clé de réduction des coûts de transaction.

➤ **Test de corrélation**

Nous allons faire un test pré estimation sur nos variables. L'analyse de la corrélation à travers la matrice des corrélations nous permet de voir comment nos variables explicatives influencent de façon positive ou négative les exportations de mangue du Sénégal, mais aussi les relations interne entre variables. Elle nous permet de comprendre comment nos variables sont liées les unes des autres.

Ce test permet aussi voir si nos variables exogènes peuvent aller ensemble dans un même modèle. Des variables explicatives fortement corrélés ne peuvent pas aller ensemble dans la modélisation. Sinon elles vont prédire les mêmes effets par rapport au phénomène étudié.

Tableau 3 : Matrice des corrélations des variables

Variabes	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1)Export	1.000							
(2) PIBi	0.015	1.000						
(3) PIBj	0.275	0.309	1.000					
(4) Distij	-0.026	-0.000	0.146	1.000				
(5)langm	-0.083	0.000	-0.208	-0.448	1.000			
(6)Frocm	-0.194	0.000	-0.264	-0.513	0.236	1.000		
(7) Mc	-0.269	0.000	-0.335	-0.440	0.397	0.266	1.000	
(8) Ale	0.241	-0.000	0.115	-0.672	0.280	0.218	0.281	1.000

Source : Auteur

En relation avec la variable endogène, la distance, la langue, l'éloignement mesuré par la frontière et la monnaie commune, ont un effet négatif sur le commerce. Contrairement aux variables PIB et l'appartenance à une zone de libre-échange.

La zone de libre échange reste toujours favorable à la création de commerce. Les échanges se font dans la même zone, les distances sont souvent réduites et cela se traduit le plus souvent sur les coûts de transaction qui deviennent de plus en plus réduits.

On peut dire qu'à long terme la zone de libre échange favorise la réduction des coûts de transaction.

➤ **Test de multicolinéarité**

Après une simple régression naïve des moindres carrés ordinaires, nous testons la multicolinéarité de nos variables explicatives.

Tableau 4 : Facteur d'inflation de la variance (VIF test)

	VIF	1/VIF
distij	2.878	.347
Ale	2.067	.484
frocom	1.465	.682
PIBj	1.464	.683
Mc	1.456	.687
Langcom	1.348	.742
PIBi	1.140	.877
Mean VIF	1.688	.

Source: Auteur

Ici on note une absence de multicolinéarité de nos variables explicatives. Les valeurs du VIF sont toutes inférieures à 10 voire même 5. On peut affirmer qu'il y a une absence de multicolinéarité. Nos variables de prévision ne mesurent pas le même phénomène.

2.2.3 Estimation du modèle de gravité par pseudo maximum de vraisemblance de Poisson avec effet fixe (PPML)

De façon courante, les modèles de gravité sont employés avec des données d'exportations à un niveau agrégé. La déclinaison de ses équations à un niveau sectoriel, nous permet d'avoir une analyse plus pointue.

Les échanges entre deux pays partenaires sont pour la plupart du temps susceptibles d'enregistrer une présence de flux commercial nul au niveau des secteurs. Ainsi, l'estimation des équations de gravité par la méthode des MCO (moindre carrées ordinaires) ne permet pas une prise en compte de ses flux nuls. Par contre, une estimation par la méthode des PPML intègre les valeurs renseignées dans les flux d'exportations sectorielles nuls. D'où cette nécessité de recourir à la méthode du pseudo-maximum de vraisemblance de Poisson.

La variable endogène de l'estimation équivaut au flux de commerce entre les deux pays partenaires dans le secteur. Silva et al (2006) avaient préconisé la même méthode (PPML) afin d'éviter les problèmes d'hétéroscédasticité synonyme de biais en cas d'estimation de l'équation de gravité en logarithme.

La « pseudo-loi » découle du fait d'estimer un paramètre d'intérêt α en maximisant la vraisemblance des observations, à travers une loi de même espérance (ajoutée au premier ordre), différente des observations.

En tenant en compte des effets fixes, l'estimation nous permet de capter les termes de résistances multilatérales présents dans l'équation. La présence de ces derniers dans une équation de gravité conduit le modèle à un niveau « structurel ».

Ces termes de résistance ne sont pas directement observables mais il existe plusieurs méthodes permettant de les estimer.

3. Résultats empiriques du modèle de gravité

La version ppml dans sa régression nous conduit à tenir compte des effets fixes. Ainsi la commande de régression utilisée sur stata sera `ppmlhdfc`. Cette version introduite par Correia & al (2020), permet d'estimer un modèle de gravité par une loi de Poisson en captant les effets fixes dans le modèle.

En se référant au travail de Head et Mayer (2014), l'utilisation de l'estimateur Poisson sera succédée par une comparaison entre deux autres estimateurs à savoir les moindres carrés ordinaires et Gamma. Ainsi, pour Head et Mayer, $\sum z_{ni}(\ln X_{ni} - \ln \check{X}_{ni}) = 0$ de la MCO (OLS) et $\sum z_{ni}(X_{ni}/\check{X}_{ni} - 1) = 0$ de Gamma sont similaires dans leurs estimateurs car leurs conditions de premier ordre sont comparables.

Tableau 5 : Résultats de l'estimation sectorielle par PPML avec effet fixe.

xij	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Cont	Interval]	Sig
lpibi	-.796	.9	-0.88	.376	-2.559	.968	
lpibj	3.016	1.223	2.47	.014	.619	5.413	**
ldij	-4.064	1.947	-2.09	.037	-7.88	-.248	**
langcom	2.492	1.691	1.47	.141	-.822	5.806	
frocom	3.265	9.229	0.35	.723	-14.823	21.353	
mc	1.867	2.895	0.65	.519	-3.807	7.542	
ale	-10.346	6.240	-1.66	.097	-22.576	1.883	*
ac	-3.696	1.539	-2.40	.016	-6.712	-.680	**
Pseudo r-squared		0.947	Number of obs		92		

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

Source : Auteur

L'estimation au niveau sectoriel se montre forte et nous permet de faire une analyse profonde du potentiel de commerce sectoriel de la filière mangue au Sénégal.

Le pseudo R^2 de 0,95 qui représente la proportion de la probabilité expliquée par l'amélioration du modèle, signifie que les variables explicatives expliquent 95% de la variabilité de la variable dépendante.

Ainsi, nous constatons que la distance entre le Sénégal et ses pays partenaires, dans la commercialisation et les échanges de la mangue, impacte de façon négative sur le commerce.

Par contre, l'existence d'une monnaie commune, le fait de partager une même frontière ou de parler la même langue n'ont aucune influence sur le commerce de mangue. Plusieurs études utilisant des modèles de gravité ont démontré que les différences de monnaies nationales étaient une barrière au commerce, au même titre que les frontières.

L'appartenance à une même zone de libre-échange favorise le commerce de mangue et permet une exploitation rapide du potentiel de commerce de la filière. Le fait d'être membre d'une communauté économique régionale (CER) a beaucoup plus d'impact sur les exportations de la mangue.

Dans la plupart des études empiriques avec un modèle de gravité global, le PIB du pays partenaires est toujours sources d'échange. Son impact est souvent positif. Ici, quand on prend le modèle en secteur spécifique, le PIB du pays partenaire impact positivement sur le commerce de mangue. L'approche sectorielle permet de ressortir le poids exact de chaque produit dans les échanges.

Conclusion

Afin de voir si les exportations de la mangue du Sénégal sont en phase avec la structure gravitaire mondiale du commerce tout en analysant la dynamique de la croissance des partenaires par rapport à la croissance des exportations de mangue au Sénégal, nous recourons dans cet article à un modèle de gravité décliné à un niveau sectoriel. Il s'est imposé comme un sérieux instrument empirique pour explorer les flux commerciaux entre les pays partenaires. En ce qui concerne les techniques d'estimation, nous avons recourir au panel qui intègre deux dimensions : spatiale et temporelle, avec la méthode du pseudo-maximum de vraisemblance de Poisson. L'objectif de cet article était d'évaluer le potentiel de commerce de la filière mangue au Sénégal, compte tenu d'une génération de flux d'échange entre partenaires.

Des résultats significatifs ont été obtenus. En ce qui concerne la distance entre le Sénégal et le pays partenaire dans l'expédition de la mangue, l'effet est négatif est peu significatif mais elle joue un rôle important en ce qui concerne les conditions de conditionnement.

La taille du pays partenaires, mesurée par son PIB a un effet significatif sur le commerce de mangue au Sénégal. Plus les revenus du pays partenaire augmentent, plus les exportations de mangue au Sénégal se portent bien.

La monnaie joue un rôle essentiel dans les échanges et une différence de monnaie peut s'avérer être une contrainte à l'échange en cas d'augmentation du risque de change. Ici elle n'influence le commerce de mangue de même que l'effet frontière.

L'appartenance à la même zone de libre-échange est favorable aux échanges avec un effet significatif. Les pays comme Sénégal avec l'avènement de la nouvelle ZLECAF (zone de libre-échange continentale africaine), peuvent trouver un marché vaste et étendue sur des kilomètres pour exploiter leur potentiel d'exportation dans la filière mangue.

Les perspectives de la nouvelle ZLECAF permettront au continent africain en général et des pays comme le Sénégal en particulier, d'étendre leur marché mais aussi de pouvoir commercer sans distorsion avec les pays membres de cette zone.

Conformément au développement des auteurs comme Melitz et Hausman, les producteurs de mangue au Sénégal doivent renforcer leurs capacités en termes de production. Rendre leur appareil productif meilleur pour être plus compétitive et intégrés sur le marché mondial.

Le Sénégal doit aussi maintenir ses efforts dans la promotion des exportations, revoir sa politique industrielle en faisant de l'innovation et la technologie des facteurs clés du développement.

Remerciements

L'auteur tient à remercier l'ANSD (l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie) à travers son Directeur des Statistiques économiques et de la Comptabilité nationale (DSECN) M Mamadou Ngalgou KANE et ses agents pour les efforts qu'ils déploient pour rendre les données accessibles aux chercheurs. Remercie également l'ASEPEX (Agence Sénégalaise de Promotion des Exportations) à travers sa Directrice et son chef de service Information, Assistance et Veille, M Papa DIENG pour les orientations. Aussi le Pr Dieudonné MIGNAMISSI pour les échanges fructueux qu'on a eus lors d'un voyage d'étude.

L'auteur tiens également à remercier les évaluateurs pour les commentaires et recommandations qui servent à parfaire le document.

BIBLIOGRAPHIE

Agbodji, A.E, (2007). Intégration et échanges commerciaux intra sous-régionaux : le cas de l'UEMOA, Revue africaine de l'Intégration, Vol 1, No. 1, pp 161-188.

Ahmad I.(2020) : « Analyse des modes de coordination verticale dans la filière d'exportation de la mangue fraîche au Mali »: Mémoire de maîtrise en agroéconomie, Université de Laval.

Anderson, J.E. & Wincoop. E.V.(2003). Gravity With Gravitas : A Solution to the Border Puzzle. American Economic Review · February 2003. Pp 170-192.

Arthur J, Dray, A. & Pupperto, L.(2020), Estimation de potentiels de commerce par un modèle de gravité : Documents de travail N° 2020/1.

Correia, S. Guimaraes, P. & Zylkin, T.(2020) : Fast Poisson estimation with high-dimensional fixed effects. The Stata Journal, Num 1, pp. 95–115.

Commenges, H.(2016) : Modèle de radiation et modèle gravitaire : du formalisme à l'usage. Revue Internationale de Géomatique, pp.79-95.

Diop M.(2020) : « L'importance de l'innovation agroalimentaire en Afrique : cas de la mangue au Sénégal ». Mémoire de maîtrise en gestion des organisations. Université du Québec.

Gaymard, H.(2009). L'agriculture au cœur de l'avenir de l'Afrique. Institut français des relations internationales. Revue Politique étrangère, Vol 74, N°2, pp 265-276.

Gbetnkom, D.(2013) Intégration régionale et potentialité commerciale dans la CEMAC : une évaluation par le modèle de gravité. Revue Techniques financières et développement, N° 111, pp89 à 103.

Head, K. & Mayer, T.(2014). Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook. Journals & Books, Vol 4, 2014, Pages 131-195.

- Helpman, E. Melitz, M. & Rubinstein, Y.(2008). Estimating Trade Flows: Trading Partners and Trading Volumes. *Quarterly Journal of Economics*, pp 441–487.
- Josselin, D. & Nicot, B.(2003). Un modèle gravitaire géoéconomique des échanges commerciaux entre les pays de l’U.E., les PECO et les PTM. *European Journal of Geography*.
- Mansour, R. & Abida, M.(2023). Les déterminants du commerce international des services aux entreprises : une étude à partir du modèle de gravité. *African Scientific Journal*, Vol 3, Num 15, pp: 852–879.
- Mehidi, K. & Oukaci, K.(2022). Rente et intégration commerciale en Afrique estimation d’un modèle de gravite pour l’Algérie. *Revue les Cahiers du Cread*, Vol 38, N°03, pp 177-196.
- Melitz, M.(2003). The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. *Econometrica*, Vol. 71, No. 6, pp. 1695-1725.
- Mignamissi, D. & Avom, D.(2013). Évaluation et analyse du potentiel commercial dans la Communauté économique et monétaire de l’Afrique centrale (CEMAC). *Revue d’analyse économique*, Vol 89, N°.2, pp 115-145.
- Parrochia, D.(2006). Pour une théorie de la relativité géographique (Vers une généralisation du modèle gravitaire). *Revue européenne de géographie*, N° 337.
- Strebelle, J.(2013), Analyse et propositions sur la construction des marchés locaux, nationaux, régionaux en Afrique-analyse complémentaire : Position des OP dans la filière mangue en Afrique de l’ouest et au Sénégal. Rapport d’évaluation.
- Toukara, S.(2020), La Covid 19 et la chaîne de valeur mangue au Sénégal : Effets, stratégies d’adaptation et recommandations. Initiative Prospective Agricole et Rurale (IPAR).
- Traoré, H. Lingani, H. & Dicko M (2017). Procédés de transformation de la mangue et niveau de connaissance des normes de qualité par les unités de production au Burkina Faso, *International Journal of Biological and Chemical Sciences* Vol 11, No. 1, pp 195-207.
- Wafaa, A. & Abdellah, E.(2023). Le partenariat stratégique entre le Maroc et le Mercosur : évaluation du potentiel d’exportation. *Revue "Repères et Perspectives Economiques*, Vol 7, N°1, pp 270-297.
- Znaidia, I.& Hammami, S.(2017). Le commerce des services et le commerce des marchandises entre la Tunisie et l’Union Européenne : une étude à partir du modèle de gravité. *International Journal of Economics & Strategic Management of Business Process*. Vol 10, pp 140-168.