

## OPTIMISATION DU WARRANTAGE : UN CADRE D'ANALYSE CONCEPTUEL APPLIQUE AU BENIN

Emmanuel D. YAI\*

Félix C. BIAOU\*\*

Gauthier BIAOU\*\*\*

Received: 29/01/2020/ Accepted: 13/04/2021 / Published: 30/03/2022

Corresponding authors: yaيمانuel2@gmail.com

### RÉSUMÉ

L'objectif de cet article est d'analyser les conditions d'optimisation du warrantage dans le Borgou au Bénin. Une analyse théorique et une analyse empirique ont été effectuées, à partir d'un échantillon aléatoire de 49 warranteurs, par les techniques de Khun-Tucker et les statistiques descriptives. Il découle des résultats obtenus que le warrantage n'est possible que pour les produits à forte demande extérieure dans le Borgou tels que le soja, l'arachide et le maïs. Le warrantage permet aux warranteurs d'avoir plusieurs sources de revenus et d'assurer l'offre des produits dans le milieu. Il assure ainsi la sécurité alimentaire du milieu et bloque la hausse vertigineuse des prix des produits warrantés. Pour mener à bien le warrantage, l'Etat doit limiter ses interventions dans la commercialisation des produits vivriers et encourager leur production. Les warranteurs devront s'organiser en coopératives pour éviter que leurs magasins soient pris d'assaut par les commerçants.

### MOTS CLÉS :

Warrantage, sécurité alimentaire, prix vivriers

**JEL CLASSIFICATION:** D14;C12;G21;Q14.

---

\* Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES)/Université de Parakou. Email : [yaيمانuel2@gmail.com](mailto:yaيمانuel2@gmail.com), Bénin

\*\* Université d'Ababomey-Calavi, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Email: [felchabiau@gmail.com](mailto:felchabiau@gmail.com), Bénin

\*\*\* Université Nationale d'Agriculture, Email: [gbiaou@yahoo.fr](mailto:gbiaou@yahoo.fr), Bénin

## OPTIMIZATION OF WARRANTAGE: A CONCEPTUAL ANALYSIS FRAMEWORK APPLIED TO BENIN

### ABSTRACT

The objective of this article is to analyze the conditions for optimizing warrantage in the Borgou region of Benin. A theoretical analysis and an empirical analysis were carried out on a random sample of 49 warrantors using Khun-Tucker techniques and descriptive statistics. The results show that warrantage is only possible for products with high external demand in Borgou, such as soybean, groundnut and corn. The warrantage allows the warrantors to have several sources of income, to ensure the supply of products in the area. It thus ensures food security in the area and blocks the vertiginous rise in the prices of warranted products. In order to carry out warrantage, the state must limit its interventions in the marketing of food products and encourage their productivity. Warrantors will to organize themselves into cooperatives to prevent their stores from being stormed by traders.

### KEY WORDS

Warrantage, food security, food prices

JEL CLASSIFICATION : D14; C12; G21; Q14.

### تحسين الضمان :إطار تحليل مفهوم ينطبق على بنين

#### ملخص

تهدف هذه المقالة إلى تحليل شروط تحسين الضمان في بورغوب بنين، وقد تم إجراء التحليل النظري والتحليل التجريبي انطلاقاً من عينة عشوائية تكوّنت من 49 ضامناً باستخدام تقنيات خون تاكر والإحصاء الوصفي. ترتب على النتائج المتحصل عليها أن

الضمان ممكن فقط للمنتجات ذات الطلب الخارجي القوي في بورغو مثل فول الصويا والفول السوداني والذرة.

يسمح الضمان للضمانات بالحصول على عدة مصادر للدخل، لضمان توريد المنتجات في الوسط. وبالتالي، فإنه يضمن الأمن الغذائي للمنطقة ويمنع الارتفاع المفاجئ في أسعار المنتجات المضمونة. لتنفيذ الضمان، يجب على الدولة الحد من تدخلاتها في تسويق المنتجات الغذائية وتشجيع إنتاجها. سيحتاج الضامنون إلى تنظيم أنفسهم في تعاونيات لمنع اقتحام متاجرهم من قبل التجار.

كلمات مفتاحية

الضمان، الأمن الغذائي، أسعار المواد الغذائية.

تصنيف جال: D41C;12G;12QC;41

## INTRODUCTION

Les produits agricoles constituent les sources premières d'alimentation des peuples, quel que soit le niveau de développement d'une nation (Banque mondiale, 2008). Ainsi l'accent est mis, dans les pays et les régions, sur la nécessité de promouvoir l'agriculture afin de satisfaire les besoins humains et animaux. Les pays africains, dès leur indépendance, ont voulu faire de l'agriculture la base de leur développement ; mais les efforts de la promotion de l'agriculture en général et de l'agriculture vivrière se heurtent à de nombreux problèmes, tels que le manque d'investissements en infrastructures, la marginalisation des cultures vivrières des années 60 à 80 (Banque mondiale, 2009 ; FAO, 2011). Ceci se matérialise par les famines et la flambée des prix des vivriers, qui se sont accentuées ces dernières années avec la variation climatique.

La variation climatique, qui se manifeste par des sécheresses ou des inondations et réduit drastiquement la production agricole par tête, constitue le grand défi du troisième millénaire. De plus, la contrainte

de financement de l'agriculture, de promouvoir l'entrepreneuriat agricole, malgré la multiplicité des institutions de microfinance, continue de peser négativement sur le développement agricole, car les rouages financiers ne cadrent pas encore avec les modalités agricoles et les exploitants ne disposent pas de capitaux pouvant servir de garantie aux institutions financières et de micro finance. Ainsi, de nombreux stratégies et programmes sont élaborés et exécutés ces dernières années pour juguler ces fléaux, avec un accent particulier sur la lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire. Avec le Programme d'Appui à la Décentralisation, à la Déconcentration et au Développement (PA3D) des communes, le volet sécurité alimentaire promeut le warrantage qui est une forme de crédit où la garantie n'est autre que les produits agricoles.

En effet, dans le Borgou, en l'absence du warrantage, les prix des produits chutent à la récolte et avec la rareté qui survient quelques semaines après, ces prix augmentent fortement. C'est pour cela que le warrantage constitue une soupape, pour permettre aux producteurs d'avoir localement les meilleurs prix et la disponibilité du produit dans la contrée. Etant une zone de forte production du coton, la région perd progressivement cette place de leader de grenier du pays et progressivement, l'insécurité alimentaire est devenue une problématique de la plupart des zones cotonnières au Bénin (AGVSAN, 2013).

Cette situation s'est aggravée avec les variations climatiques qui perturbent dangereusement l'activité et amenuisent les rendements. Avec le PA3D, l'accent est mis sur le warrantage pour éviter le bradage des produits agricoles dès la récolte et pouvoir faire profiter les producteurs des meilleurs prix. Dans sa stratégie d'atténuer l'insécurité alimentaire dans cette contrée, le PA3D développe le warrantage qui est une nouvelle forme de contrat agricole (Gandonou *et al.* 2019 ; Maertens *et al.* 2017), un système de placement des produits agricoles pour pouvoir avoir accès au crédit. Avec l'instabilité des cours et surtout les interventions pêle-mêle du pouvoir dans la régulation des prix des produits de première nécessité, la principale question de

recherche qui en découle est la suivante : Quelles sont les conditions d'optimisation du warrantage dans le Borgou au Bénin ?

L'objectif principal de cet article est d'analyser les conditions d'optimisation du système de warrantage dans le Borgou au Bénin, afin de tester que le warrantage est une alternative crédible d'approche de financement agricole et de solution à l'insécurité alimentaire.

#### **1- CADRE THÉORIQUE D'OPTIMISATION DU WARRANTAGE AU BENIN**

Les études de Wampfler et Lapenu (2002), montrent qu'à la fin des années 1990 en Afrique de l'Ouest, un tiers de portefeuille de crédit annuel était tourné vers l'agriculture, soit une contribution de 25 milliards de FCFA en 1997. Cependant, même significative, cette contribution a des limites importantes. Les volumes de crédits offerts sont faibles face aux besoins de financement de l'agriculture et la micro finance restait encore peu présente dans les zones d'agriculture vivrière non sécurisée (Daines et al, 1975). Dans cette même perspective de financement agricole, le warrantage permet non seulement de sécuriser le crédit agricole (Wampfler, 2003) mais de favoriser la sécurité alimentaire des zones où il se pratique.

Depuis les années 1990, le nombre des institutions de micro finance s'est accru dans les pays en voie de développement, et depuis 1993, date de l'adoption de la réglementation spécifique à la micro finance dans l'espace UEMOA, elle a connu une percée fulgurante (Babatoundé, 2012). L'encours de leurs crédits reste très marginal par rapport à celui des banques commerciales. Mais on peut parler d'un véritable secteur, même dans les pays du Sud, tant il a évolué depuis une douzaine d'années. Elles font aussi maintenant, l'objet d'une réglementation dans un nombre grandissant de pays et elles bénéficient parfois de capitaux étrangers, notamment par le canal des fonds d'investissement spécialisés. A cet effet, les institutions de microfinance (IMF) permettent aux plus pauvres d'avoir accès au crédit (Wampfler, 2008) pour développer les petites activités génératrices de revenus, grâce à la suppression des garanties qui les évincent du secteur bancaire.

De même, le quasi refus du financement du secteur agricole (secteur à hauts risques surtout à cause des aléas climatiques) par les banques commerciales donne aux IMF la possibilité d'élargir leurs services au-delà de la collecte d'épargne et d'octroi de crédits spécifiques. En conséquence, la plupart des petits agriculteurs vendent tous les produits en même temps juste après la récolte (Coulter et Mahamadou, 2009 ; Dela Sidi et Hassane, 2012) au moment où les prix sont très bas. En effet, dans le besoin de reconstituer leur trésorerie après la longue période de soudure, les producteurs bradent leurs produits car n'ayant pas la capacité financière pour différer la vente de leurs produits. De plus, les installations de stockage sont rares, et représentent souvent un risque de perte de qualité du produit pendant la période de stockage (Chetaille et al. 2011). De nombreux petits producteurs sont donc, extrêmement exposés à l'insécurité alimentaire et ne disposent pas d'opportunités d'accroître les quantités d'intrants achetés et donc, leur production. Le warrantage offre une solution à ces problèmes (Simpfal, 2012).

Pour atteindre un niveau de sécurité alimentaire adéquat, Claessens (2006) montre que toute croissance de l'offre agricole repose sur l'augmentation de la productivité et des investissements en équipements agricoles. Dans une autre étude, Goering (2010) soutient qu'un financement adéquat des investissements dans le domaine agricole est une condition nécessaire mais pas suffisante à la réalisation des objectifs de production. Ces investissements agricoles doivent être accompagnés de l'accroissement de la main-d'œuvre qualifiée, du renforcement des institutions, de la réorientation des politiques agricoles, de l'accès équitable aux crédits agricoles, de la commercialisation, du réajustement des prix des produits agricoles, d'un régime foncier et des réformes agraires (Goering (2010). La libéralisation des secteurs agricoles et financiers a abouti à une raréfaction et à un renchérissement de l'offre de financement agricole. Dans ce contexte, la microfinance joue un rôle déterminant et significatif pour le développement agricole (Donald et Gordon, 1976).

A l'aide du warrantage qui permet de stocker les produits pour accéder au crédit, les IMF offrent des crédits agricoles aux producteurs,

elles assurent ainsi la sécurité alimentaire, accroissent les revenus agricoles et leur permettent de faire face aux dépenses de santé et d'éducation des enfants. Cette prouesse des IMF appelle à la nécessaire évaluation des risques relatifs aux prêts à différents types d'emprunteurs, afin d'élaborer des critères pour classer les agriculteurs selon leur bonne volonté de rembourser sur la base des différences dans leurs caractéristiques socio-économiques (Stiglitz et Weiss, 1981 ; Adams et al, 1966).

Toutefois, tous les producteurs et productrices stockant en warrantage ne sollicitent pas forcément de crédit à l'entité de microfinance, ce qui justifie que l'accès au crédit n'est pas le seul avantage du warrantage pour les bénéficiaires, comme le pensait (Wampfler, 2008). D'autres intérêts existent, comme l'épargne et le stockage dans de bonnes conditions. En termes d'épargne, le stockage facilite une bonne gestion des aliments. D'un côté, il existe une économie sur la quantité d'aliments utilisés par la famille, que ce soit pour s'alimenter ou pour vendre et utiliser l'argent pour acheter autre chose (Gardio et Sanchez, 2015) ; d'un autre, les aliments destinés aux autres membres de la communauté ont été réduits, grâce à une diminution de la pression sociale (Ghione et al. 2013).

Par ailleurs, les différences de revenus observées entre pays résulteraient des différences de productivité, expliquées par l'intermédiation financière. Arestis *et al.* (2006), étudiant la relation entre l'intermédiation financière et la productivité sur la période 1963-1992 pour 26 pays de l'OCDE, avec la méthode Data Envelopment Analysis (DEA) basée sur les techniques de programmation linéaire, concluent à l'existence d'une relation positive entre le développement de l'intermédiation financière et l'efficacité productive. Méon et Weill (2006) identifient trois limites à cette approche. L'absence de pays en développement dans le panel ne permettrait pas d'obtenir des résultats concluants; la régression des scores d'efficacité sur les variables d'intermédiation financière n'inclut pas des variables de contrôle telles que le capital humain, pourtant important dans l'étude de la productivité ; enfin, la méthode utilisée ne permettrait pas de lever le biais d'endogénéité entre le développement de l'intermédiation et la

productivité. Dans une analyse étendue à un panel de 47 pays incluant aussi bien des pays développés que non développés, et à partir de la méthode initiée par Battese et Coelli (1995), portant sur le niveau de production agrégé, Méon et Weill (2006) montrent que le développement de l'intermédiation financière est corrélé avec un certain degré d'efficacité productive. Seulement, cette évidence dépend bien du niveau de développement économique des pays, car moins l'économie est développée, plus faible est l'impact de l'intermédiation financière sur l'efficacité productive, avec parfois, une influence négative dans les pays pauvres.

Le warrantage n'a pas fait l'objet d'étude scientifique et constitue seulement des éléments importants des rapports d'activités des projets de développement visant l'accès des femmes et des agriculteurs aux financements de leurs activités. Il est souvent développé par les ONG et non les institutions financières et marginalement les IMF. Le présent article examine les conditions de sa pratique et les avantages qu'il procure aux pratiquants et à la région.

## **2- FONCTIONNEMENT DU WARRANTAGE**

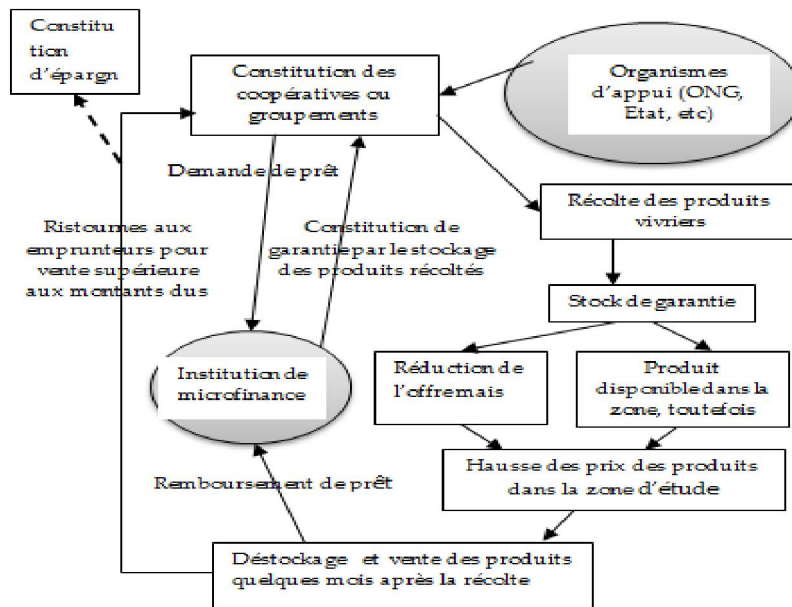
Sous l'impulsion d'un organisme d'appui ou de leurs propres initiatives, les producteurs agricoles se regroupent en coopératives des producteurs du village ou de la contrée X. Pour répondre aux besoins de financement de leurs activités (achat des intrants, paiement de la main-d'œuvre -permanente et occasionnelle-, etc.), cette coopérative s'adresse à une institution de micro crédit. Sans garantie, cette dernière, avec la structure d'appui, leur impose, à la récolte, la constitution d'un stock de leur récolte, pour servir de garantie.

Les prix des produits ayant fortement chuté à la récolte vont flamber à mesure que l'on s'éloigne de la période de récolte. Ainsi trois à quatre, voire cinq mois après la récolte les prix des produits augmentent. La coopérative, avec la structure d'appui et l'institution de micro finance procèdent à la vente des produits stockés. Des recettes perçues, chaque coopérateur rembourse le montant dû (capital et intérêt) à l'institution financière. Le surplus de la recette par rapport aux dettes constitue une ristourne que perçoit l'agriculteur coopérateur. De plus, le warrantage

garantit la disponibilité du produit vivrier dans le milieu, assurant ainsi la sécurité alimentaire de la zone.

En général, à partir des expériences concluantes, le warrantage permet aux coopérateurs de constituer de l'épargne, d'acquérir les meilleurs intrants et matériels agricoles et de payer les conseillers agricoles. Le groupement ou la coopérative se fixe des objectifs d'acquisition groupée d'intrants ou de matériels agricoles. Ainsi, les quantités des produits warrantés se font en fonction des besoins futurs du coopérateur. Cette approche de financement devient, dans la zone d'étude, un puissant outil de modernisation de l'agriculture et une alternative crédible au financement à court terme de l'agriculture.

Figure 1: Schéma du fonctionnement du système de warrantage



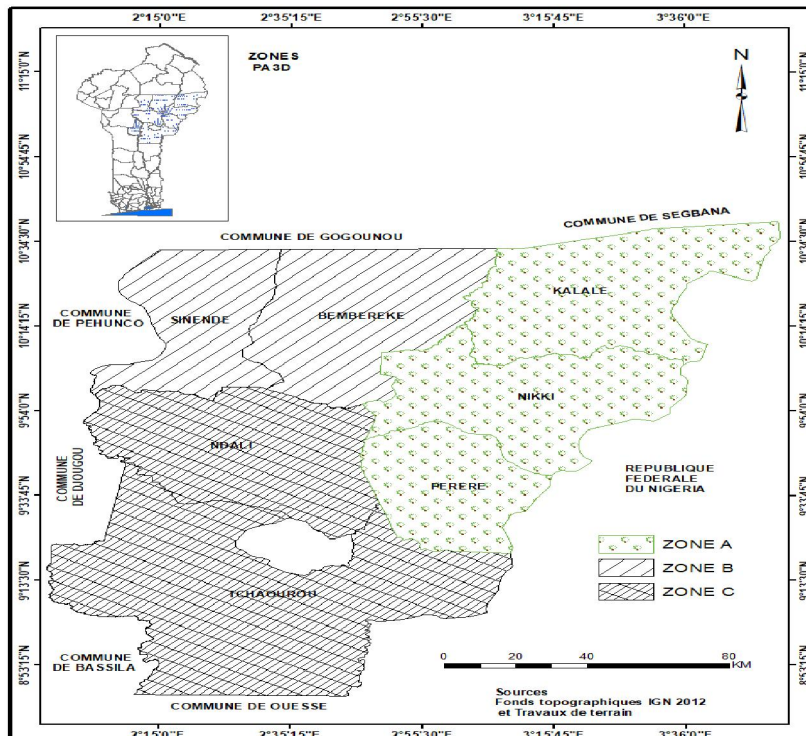
Source : Auteur

### 3- MÉTHODE D'ANALYSES DES DONNÉES

#### 3.1- Zone d'étude et données utilisées

Au Bénin, le département du Borgou de par sa situation, constitue un des greniers agricoles du Bénin. Situé entre 10°50 et 11°30 de latitude Nord et 2° et 2°40 de longitude Est, il couvre une superficie de 6 922 Km<sup>2</sup> et a un climat constitué d'une grande saison sèche et d'une saison pluvieuse. Ses principales cultures portent sur l'igname, le manioc, le mil/sorgho, le maïs, l'arachide, le niébé, les produits maraichers, mais aussi l'élevage des bovins, ovins, caprins et de la volaille, etc.

Figure 2: Carte du Borgou



Source : Auteur

Les données utilisées dans cet article proviennent des groupements encadrés par le PA3D des communes du Borgou. Quarante-neuf (49) membres des groupements de warrantage ont été auditionnés sur les produits warrantés, les quantités warrantées, les prix au moment des dépôts, les prix de vente des produits, les ristournes obtenues, le nombre

de produits warrantés, la structure du groupement, les modalités de vente et l'évolution des prix des produits warrantés dans la localité.

### 3.2- Techniques d'optimisation du warrantage adoptées au Bénin

Soient  $W_i$  la quantité du produit  $i$  warranté par le producteur,  $Q_i$  la production totale du bien agricole  $i$ ,  $C$  le montant du crédit obtenu et  $r$  le taux d'intérêt. Le producteur cherche à maximiser son utilité  $U$  sous diverses contraintes.

Cette utilité  $U$  est fonction des produits  $i$  warrantés, de la capacité du producteur à couvrir les besoins alimentaires du ménage. Ainsi, le producteur cherche à maximiser le solde des ventes des produits net des charges de crédit, soit :

$$\text{Max } U = \sum_{i=1}^n P_{vi} W_i - C(1+r)^t \quad (1)$$

Où  $t$  est la durée du warrantage ( $t$  est exprimé en mois),  $P_{vi}$  Prix de vente du produit  $i$  et  $r$  est le taux d'intérêt mensuel du crédit et sous les contraintes suivantes :

- La couverture des besoins alimentaires du ménage

$$Q_i - W_i \geq B_i \quad (2)$$

Où  $B_i$  représente les besoins du ménage pour le bien  $i$

En admettant que le prix du produit augmente de façon linéaire sur le marché entre la période de dépôt et celle de la vente, on peut écrire :

$$P_{vi} \geq P_{di}(1+at) \quad (3)$$

Où  $P_{di}$  est le prix du produit  $i$  au moment du dépôt,  $a$  est un coefficient strictement positif.

- Le montant maximum du crédit à obtenir

$$\sum_{i=1}^n P_{di} W_i \geq C \quad (4)$$

Les conditions de warrantage reposent sur la maximisation de l'utilité du warranteur sous les contraintes d'inégalité. Les techniques de Khun-Tucker sont utilisées pour analyser les conditions d'optimisation du warrantage du Bénin.

En prenant le lagrangien  $L$  du système d'inéquations (1), (2), (3) et (4) on obtient :

$$L = \sum_{i=1}^n P_{vi} W_i - C(1+r)^t + \lambda_1(Q_i - W_i - B_i) + \lambda_2[P_{vi} - P_{di}(1+at)] + \lambda_3(\sum_{i=1}^n P_{di} W_i - C) \quad (5)$$

Où  $\lambda_1, \lambda_2$  et  $\lambda_3$  sont des paramètres d'utilité marginale des quantités warrantées, des prix des produits et du crédit. En prenant la dérivée de L par rapport à  $W_i, C, P_{vi}$ , on obtient:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial W_i} = 0 \leftrightarrow P_{vi} - \lambda_1 + \lambda_2 P_{di} = 0 & (6) \\ \frac{\partial L}{\partial P_{vi}} = 0 \leftrightarrow W_i + \lambda_2 = 0 & (7) \\ \frac{\partial L}{\partial C} = 0 \leftrightarrow -(1+r)^t - \lambda_3 = 0 & (8) \end{cases}$$

Conditions et contraintes d'exclusion de Kuhn Tucker

$$\begin{cases} \lambda_1(Q_i - W_i - B_i) = 0 & (9) \\ \lambda_2(P_{vi} - P_{di}(1+at)) = 0 & (10) \\ \lambda_3 \left( \sum_{i=1}^n P_{di} W_i - C \right) = 0 & (11) \end{cases}$$

Conditions des paramètres

Nous avons 3 contraintes, donc  $2^3=8$  conditions sur les paramètres.

Ce qui donne la matrice suivante :

$$\begin{pmatrix} \lambda_1 = 0 & \lambda_2 = 0 & \lambda_3 = 0 \\ \lambda_1 = 0 & \lambda_2 = 0 & \lambda_3 \neq 0 \\ \lambda_1 = 0 & \lambda_2 \neq 0 & \lambda_3 = 0 \\ \lambda_1 = 0 & \lambda_2 \neq 0 & \lambda_3 \neq 0 \\ \lambda_1 \neq 0 & \lambda_2 = 0 & \lambda_3 = 0 \\ \lambda_1 \neq 0 & \lambda_2 = 0 & \lambda_3 \neq 0 \\ \lambda_1 \neq 0 & \lambda_2 \neq 0 & \lambda_3 = 0 \\ \lambda_1 \neq 0 & \lambda_2 \neq 0 & \lambda_3 \neq 0 \end{pmatrix} \quad (12)$$

#### 4- RÉSULTATS DES CONDITIONS DE WARRANTAGE

##### 4.1- Résultats et discussions du modèle théorique de warrantage

*Premier cas* : tous les trois  $\lambda$  sont nuls et nous avons le système suivant donné par les dérivées partielles de L.

$$\begin{cases} P_{vi} = 0 \\ (1+r)^t = 0 \text{ Ce qui est impossible. Il n'y a pas de warrantage si } W_i \text{ est} \\ W_i = 0 \end{cases}$$

nul.

Deuxième cas : seul  $\lambda_3$  est non nul. On reprend les dérivées partielles de L

$$\begin{cases} P_{vi} + \lambda_3 P_{di} = 0 \\ -(1+r)^t - \lambda_3 = 0 \\ W_i = 0 \end{cases} \quad (13)$$

$$\text{On tire : } \lambda_3 = -\frac{P_{vi}}{P_{di}} = -(1+r)^t \quad (14)$$

Recherche des coordonnées du point candidat.

Avec  $\lambda_3 \neq 0$ , en s'appuyant sur l'équation (10) des conditions de Kuhn Tucker, on a  $\sum_{i=1}^n W_i P_{di} - C = 0$ . Ce qui donne  $\sum_{i=1}^n W_i P_{di} = C$ . Les autres coordonnées  $w_i$  et  $P_{vi}$  sont indéterminées. Ce deuxième cas est alors à exclure.

Troisième cas :  $\lambda_2$  seul est non nul, tous les autres sont nuls

En reprenant les dérivées de L, le système 15 est obtenu :

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial w_i} = P_{vi} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial c} = -(1+r)^t = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial P_{vi}} = W_i + \lambda_2 = 0 \end{cases} \quad (15)$$

De (15) c, on a  $\lambda_2 = -W_i$ . Et avec  $\lambda_2 \neq 0$ , en s'appuyant sur les conditions de Kuhn Tucker et la première équation de (15), on trouve deux valeurs contradictoires de  $P_{vi}$ . Le troisième cas est exclu.

Quatrième cas.  $\lambda_2$  et  $\lambda_3$  sont non nuls et  $\lambda_1$  est seul nul. En repartant des dérivées partielles de L,

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial w_i} = P_{vi} - \lambda_3 P_{di} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial c} = -(1+r)^t - \lambda_3 = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial P_{vi}} = W_i + \lambda_2 = 0 \end{cases} \quad (16)$$

De ce système (16), on trouve  $\lambda_3 = -(1+r)^t = \frac{P_{vi}}{P_{di}}$  et  $\lambda_2 = -w_i$  et  $\lambda_1 = 0$ .

Il faut rechercher le point candidat :

Avec  $\lambda_2 \neq 0 \Leftrightarrow P_{vi} = P_{di}(1+at)$  et  $\lambda_3 \neq 0 \Leftrightarrow C = \sum_{i=1}^N P_{di}W_i$ .  $W_i$  reste indéterminé. Donc le quatrième cas est à exclure.

*Cinquième cas* : seul  $\lambda_1$  est non nul. Tous les autres étant nuls on trouve

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial w_i} = P_{vi} - \lambda_1 = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial C} = -(1+r)^t = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial P_{vi}} = W_i = 0 \end{cases} \quad (17)$$

Les deux dernières équations du système (17) donnent de l'absurdité. Donc le cinquième cas est à exclure.

*Sixième cas*  $\lambda_1$  et  $\lambda_3$  sont non nuls et  $\lambda_2$  seul est nul. En reprenant les dérivées partielles de L, on a :

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial w_i} = P_{vi} - \lambda_1 + \lambda_3 P_{di} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial C} = -(1+r)^t - \lambda_3 = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial P_{vi}} = W_i = 0 \end{cases} \quad (18)$$

On trouve  $\lambda_3 = -(1+r)^t$ ,  $\lambda_1 = P_{vi} - P_{di}(1+r)^t$  et  $W_i = 0$ . Solution exclue donc. En effet, à partir des conditions de Kuhn Tucker,  $\lambda_1 \neq 0$ ,  $W_i = Q_i - B_i$  or d'après (18)  $W_i = 0$ . Contradiction.

*Septième cas* :  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  sont non nuls et  $\lambda_3$  égal à zéro. On reprend les dérivées partielles de L et on trouve :

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial w_i} = P_{vi} - \lambda_1 = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial C} = -(1+r)^t = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial P_{vi}} = W_i + \lambda_2 = 0 \end{cases} \quad (19)$$

De (19) on a une impossibilité, car  $(1 + r)^t$  est toujours différent de zéro quel que soit  $r$  ou  $t$ . En prenant les conditions de Kuhn Tucker,  $C$  reste indéterminé. Le septième cas est exclu.

Huitième cas : tous les  $\lambda$  sont différents de zéro. On reprend les dérivées partielles de  $L$ .

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial w_i} = P_{vi} - \lambda_1 + \lambda_3 P_{di} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial C} = -(1 + r)^t - \lambda_3 = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial P_{vi}} = W_i + \lambda_2 = 0 \end{cases} \quad (20)$$

On a un système de trois équations à trois inconnues et on trouve

$$\begin{cases} \lambda_2 = -W_i \\ \lambda_3 = -(1 + r)^t \\ \lambda_1 = P_{vi} - P_{di}(1 + r)^t \end{cases} \quad (21)$$

Recherche du point candidat.

$$\begin{cases} \lambda_1 \neq 0, W_i = Q_i - B_i \\ \lambda_2 \neq 0, P_{vi} = P_{di}(1 + at) \\ \lambda_3 \neq 0, C = \sum W_i P_{di} \end{cases} \quad (22)$$

$$\text{Soit le point } A \begin{pmatrix} C \\ W_i \\ P_{vi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum W_i P_{di} \\ Q_i - B_i \\ P_{di}(1 + at) \end{pmatrix} \quad (23)$$

.....Autrement dit, le warranteur dépose la quantité  $W$  de chaque produit  $i$  de manière qu'elle soit égale à la production diminuée des parts à consommer ; il obtient un crédit de montant  $C$  égal à la somme des valeurs des produits au moment du dépôt, et les revend au moment où le prix du produit  $i$  est accru du prix de dépôt multiplié par le nombre de mois de dépôt et le coefficient  $a$ .

Nature de ce point  $A$  : on cherche à savoir si  $A$  représente un maximum ou un minimum. Pour ce faire nous calculons la matrice jacobienne  $J$  de  $A$  qui est donnée par définition

$$J = \begin{pmatrix} \frac{\partial g_1}{\partial C} & \frac{\partial g_1}{\partial w_i} & \frac{\partial g_1}{\partial P_{vi}} \\ \frac{\partial g_2}{\partial C} & \frac{\partial g_2}{\partial w_i} & \frac{\partial g_2}{\partial P_{vi}} \\ \frac{\partial g_3}{\partial C} & \frac{\partial g_3}{\partial w_i} & \frac{\partial g_3}{\partial P_{vi}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & P_{di} & 0 \end{pmatrix} \quad (24)$$

$$D'où J(A) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & P_{di} & 0 \end{pmatrix} \quad (25)$$

Le rang de J(A) est 3, le nombre de contraintes est 3 d'où  $A \begin{pmatrix} C \\ W_i \\ P_{vi} \end{pmatrix}$  est un optimum.

$$\text{Or } \begin{cases} \lambda_1 = P_{vi} - P_{di}(1+r)^t \\ \lambda_2 = -W_i \\ \lambda_3 = -(1+r)^t \end{cases} \quad (26)$$

.....De façon évidente,  $\lambda_2$  et  $\lambda_3$  sont négatifs. L'expression de  $\lambda_1$  prouve qu'elle est aussi négative. En effet,  $P_{vi} = P_{di}(1+at)$ , ainsi  $P_{di}(1+at) - P_{di}(1+r)^t \leq 0$ . D'où  $1+at \leq (1+r)^t$  Alors A est un minimum.

Cette analyse théorique a été complétée par des analyses descriptives pour pouvoir cerner le fonctionnement du système. Ainsi, le département du Borgou a été subdivisé en trois zones : la zone A comprend les communes de Kalalé, Nikki et Pèrèrè, la zone B, celles de Sinendé et de Bembèrèkè et la zone C, les communes de N'Dali et de Tchaourou (figure 1).

#### 4.2- Résultats empiriques du warrantage au Bénin

Activité de placement, le warrantage permet aux agriculteurs d'avoir deux sources de revenus. D'abord en plaçant son ou ses produits, ce dernier reçoit un crédit qui lui permet d'exercer des activités génératrices (première source de revenu). Dans un second temps, lorsque le prix du produit est intéressant, (ce qui est certain pour les biens agricoles alimentaires dans une situation de concurrence et de libre échange) il vend sa garantie et rembourse son crédit plus les intérêts. Le crédit obtenu étant un crédit de court terme, les intérêts générés sont faibles par rapport à la hausse des cours des biens agricoles qui sont fortement demandés. Si le gouvernement laisse le marché fonctionner librement,

les warranteurs pourront avoir des ristournes après la vente de leurs biens garantis. Ainsi après la vente de son produit, il peut recevoir un supplément de recette qui est le surplus de la recette sur le montant du crédit remboursé (intérêt plus capital). Les données sur les activités génératrices de revenus financées par le crédit obtenu ne sont pas prises en compte dans ce papier.

Il faut ajouter que les crédits ont varié suivant la quantité de produit warranté et ceci entre 40 000 et 2000 000 FCFA pour une durée de 4 mois au taux d'intérêt mensuel de 2%. Les données disponibles ne nous ont pas permis de tourner le modèle théorique, mais, nous avons essayé de sortir les produits les plus aptes au warrantage dans la zone d'étude.

Pour le maïs, 48% des femmes ont reçu des crédits compris entre 200 000 et 500 000 contre 36% des hommes (tableau 1). Alors que pour l'arachide les femmes n'ont reçu que des crédits de moins de 200 000, les hommes (en nombre plus faible) ont reçu des crédits de plus de 500 000. Mais, pour le soja, les femmes ont pu bénéficier des crédits compris entre 200 000 et 500 000 et les hommes ont tous perçu des crédits de moins de 200 000. Globalement, plus de 53% des hommes et 40% des femmes ont reçu des crédits de montant supérieur à 500 000 FCFA. Ces disparités s'expliquent essentiellement par le fait que le crédit octroyé est fonction de la quantité de produit déposé, et comme les hommes disposent de plus de productions que les femmes, ils en stockent plus et donc en warrantent plus.

**Tableau 1:** Répartition des Warranteurs suivant le montant de crédit obtenu par produit et le genre (%)

Produits warrantés	Sexe	Moins de 200000	200000 à 500000	Plus de 500000	Total
Maïs	Homme	21,43	35,71	42,86	100
	Femme	26,09	47,83	26,09	100
	Ensemble	24,32	43,24	32,43	100
Soja	Homme	100	0		100
	Femme	85,71	14,29		100
	Ensemble	87,5	12,5		100
Mil	Femme	100			100
Arachide	Homme	0		100	100
	Femme	100		0	100
	Ensemble	66,67		33,33	100

Produits warrantés	Sexe	Moins de 200000	200000 à 500000	Plus de 500000	Total
Sorgho	Femme	100			100
Ensemble	Homme	20	26,67	53,33	100
	Femme	24	36	40	100
	Ensemble	22,5	32,5	45	100

Source : Données de l'enquête, 2012.

Le remboursement de ces crédits n'a eu aucun problème. L'examen du remboursement montre que 50% des warranteurs ont remboursé moins de cinq cents mille (500 000) FCFA (tableau 2). Respectivement 15,79% ; 7,89% et 13,16% des warranteurs hommes remboursent moins de 500 000, entre 500 000 et 1000.000 et plus d'un million contre dans cet ordre 34,21% ; 23,68% et 5,26% des warranteurs femmes. Pour l'ensemble plus de 81% des warranteurs remboursent les montants de moins d'un million (81,58% des warranteurs).

**Tableau 2 :** Répartition des Warranteurs suivant le montant remboursé par zone et genre (%)

Sexe	Moins 500 000	500 000 à 1000 000	1.000.000 et plus	Total
Hommes	15,789	7,895	13,158	36,842
Femmes	34,211	23,684	5,263	63,158
Total	50,000	31,579	18,421	100,000

Source : Données de l'enquête, 2012

Nous avons essayé de déterminer le surplus de revenu perçu après remboursement des crédits ; 100% des warranteurs ont reçu une somme qui est fonction non seulement de la quantité de produit déposé, du montant du crédit obtenu mais surtout du niveau des prix du produit au moment de la vente. La structure ayant collecté les produits pendant la période de récolte (entre décembre et janvier essentiellement) n'a son œil que sur les prix au moment du dépôt des produits pour déterminer à peu près les périodes de vente.

Les montants reçus après la vente et le remboursement du crédit varient entre 24000 et 840 000. Globalement 15% des warranteurs hommes et 2,5% des warranteurs femmes ont reçu plus de 500 000 francs. Les hommes semblent mieux profiter de ce système que les femmes.

**Tableau 3:** Répartition des warranteurs suivant le montant reçu après remboursement du crédit (%)

Sexe	Moins de 100 000	100000 à 500 000	500 000 et plus	Total
Hommes	10,00	12,50	15,00	37,50
Femmes	12,50	47,50	2,50	62,50
Total	22,50	60,00	17,50	100,00

Source : Données de l'enquête, 2012.

En admettant que le warrantage est un placement, nous avons divisé le surplus ainsi perçu par la valeur du produit au moment du dépôt, pour déterminer l'intérêt ainsi généré. Nous trouvons une moyenne de 0,6814 en quatre mois. Le taux de rentabilité moyen mensuel est de 17,03% sans compter que le crédit reçu a permis d'exercer d'autres activités. Dans la zone ainsi couverte, le surplus perçu par warranteur est en moyenne de 305 653 FCFA dont 427 733,33 pour les hommes et 232 404 pour les femmes (tableau 4).

**Tableau 4:** Montant moyen en FCFA perçu après remboursement par warranteur et genre

Homme		Femme		Ensemble	
Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
427 733,33	281 675,51	232 404,00	151 048,22	305 652,50	227 361,59

Source : données de l'enquête, 2012.

Les produits warrantés portent sur les graines, notamment le maïs, le soja, l'arachide, le mil et le sorgho qui nécessitent certaines précautions avant leur stockage ou conservation.

Le tableau 5 montre l'évolution de la statistique descriptive des principaux produits warrantés dans la zone d'étude.

**Tableau 5:** Taux d'évolution des prix des produits warrantés pendant leur période de stockage

Produits	Effectif	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Maïs	31	0,04	0,46	0,1549	0,09192
Soja	9	0,10	0,29	0,1858	0,06720
Arachide	6	0,13	0,38	0,1809	0,09694
Sorgho	3	0,13	0,18	0,1583	0,02887

Source : Résultats de nos enquêtes, 2012.

Il ressort de l'analyse du tableau 5 que le maïs a connu la plus faible et la plus forte hausse des cours (de 4% à 46%) suivi de l'arachide (de

13% à 38%) et du soja de (10% à 29%) dans l'intervalle de temps de stockage qui n'est que de 4 mois en général. Le produit n'ayant pas connu de forte variation est le sorgho. Ce produit étant fortement consommé est faiblement échangé et donc, connaît moins de hausse des cours. Ceci indique ainsi que le warrantage du sorgho ne sera pas très bénéfique dans la zone pour pouvoir assurer le remboursement des emprunts (capital et intérêts) et fournir une ristourne aux warranteurs. Le maïs, l'arachide et le soja constituent les trois produits les plus indiqués au warrantage car ils sont fortement demandés non seulement par les centres urbains béninois mais aussi par les pays limitrophes en particulier le Nigéria, le Niger et le Burkina.

#### 4- DISCUSSIONS

Les résultats théoriques montrent que le point optimum obtenu est un minimum. Ainsi, les avantages de ce système peuvent s'accroître davantage s'il est bien géré et si on respecte les conditions et choisit les produits pouvant faire objet de warrantage. Les prix de vente sont supposés évoluer linéairement en fonction du temps. Ainsi, si le prix d'un produit évolue de façon exponentielle, ce produit serait plus propice au warrantage.

De plus, les valeurs des différents lambdas sont indépendantes de la quantité produite de biens agricoles par le paysan. Autrement dit, quel que soit le produit, le paysan peut warranter la quantité voulue sans que sa sécurité alimentaire soit menacée. Mais les utilités marginales des quantités warrantées, des prix et du crédit doivent être telles que :

$$\begin{cases} \lambda_1 = P_{vi} - P_{di}(1+r)^t \\ \lambda_2 = -W_i \\ \lambda_3 = -(1+r)^t \end{cases} \quad (27)$$

Soit en combinant  $\lambda_1$  et  $\lambda_3$  on obtient

$$\begin{cases} \lambda_1 = P_{vi} + \lambda_3 P_{di} \\ \lambda_2 + w_i = 0 \end{cases} \quad (28)$$

Les résultats théoriques du système de warrantage ont montré que le système pourrait être une alternative crédible au financement agricole. Ces résultats théoriques sont attestés par le surplus perçu

après remboursement et par l'évolution des prix des produits warrantés. Ainsi, le warrantage présente un double avantage à la communauté. Le premier avantage est qu'il permet au warranteur d'avoir accès au crédit agricole. Le second avantage est qu'il permet également d'éviter le bradage des produits à la récolte et d'assurer la disponibilité alimentaire des produits à un prix relativement bon. Ces résultats sont similaires à ceux de Beure d'Augeres (2007) et ceux de Yameogo (2013), selon lesquels le warrantage permet aux producteurs de s'organiser, de valoriser leurs produits et d'assurer le financement du développement rural et le remboursement à bonne date.

En outre, les prix des produits sur le marché sont dictés par la loi de l'offre et de la demande. Cela indique qu'il est difficile d'influencer la règle du marché comme le démontrent Coulter et Mahamadou (2009) dans le système du warrantage au Niger.

Les résultats ont montré également qu'avec le warrantage, il y a la hausse relative des prix des produits dictée par la rareté relative. Or, s'il n'y avait pas warrantage les paysans auraient livré sur le marché une bonne partie de cette quantité qui serait exportée du milieu. En cela, le warrantage permet de modifier la règle du marché des produits agricoles. Ce résultat corrobore les travaux de Dela Sidi et Hassane (2012) dans le Sud-Ouest du Burkina Faso.

Toutefois, à la différence des prix du maïs, du soja et de l'arachide, le prix sorgho a connu une évolution relativement faible. En s'appuyant sur la théorie de l'avantage commercial, le sorgho n'est pas très conseillé pour le warrantage dans le Borgou au Bénin. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que la demande du sorgho est essentiellement locale et qu'il est l'aliment de base le plus consommé dans la zone d'étude, comparativement aux autres produits tels que le soja, l'arachide et le maïs dont la demande des zones extérieures au Borgou est très forte. Ces résultats confirment les travaux de Garriado et Sanchez (2015) qui ont montré que les produits les plus warrantés (céréales et les légumineuses) sont ceux qui ont connu de la demande extérieure et locale.

## CONCLUSION

Au terme de cette étude, il ressort que le warrantage n'est possible que pour les produits à forte demande extérieure dans leurs zones de production. Dans le département du Borgou où cette étude a été conduite, le warrantage du maïs, du soja et de l'arachide est bénéfique à la fois aux agriculteurs et aux institutions de mise en place du crédit. Toutefois, le sorgho, aliment de base du milieu est moins bénéfique que les autres produits. Le warrantage permet aux producteurs d'avoir plusieurs sources de revenus et il constitue une potentialité de sécurité alimentaire pour la zone. L'Etat doit éviter d'intervenir dans la commercialisation des produits vivriers et chercher à encourager l'accroissement de leur productivité. Il serait intéressant d'analyser l'impact du warrantage sur les conditions de vie des warranteurs à partir de la technique d'appariement dans le PA3D II en cours. Toutefois, les warranteurs devront s'organiser en coopératives pour éviter que leurs magasins soient pris d'assaut par les commerçants.

## Références bibliographiques

- Adams Dale W., Giles A., and Pena R., (1976),** "Supervised Credit in colombia's Agrarian Reform: An Evaluative Study" *Mimeograph* No.40, Centro Interamericano de Reforma Agraria. Bogota: 1976
- Arestis P., Chortareas G. and Desli E., (2006).** "Financial development and productive efficiency in OECD countries: an exploratory analysis", *Manchester School* 74(4), 417-440.
- Babatoundé L. A., (2013).** *Effet Productivité de l'Approfondissement du Dualisme Financier dans les Pays de l'UEMOA : une Approche par la Frontière Stochastique*, in *Revue économique et monétaire*, n°12.
- Battese G.E., and Coelli T.J., (1995).** "A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data"; *Empirical Economics*, Vol 20, pp. 325-332.
- Beaure d'Augeres C., (2007).** *Le warrantage ou crédit de stockage : un moyen pour les paysans de mieux valoriser leurs produits et une sécurisation du financement rural*, Inter Réseaux/CTA/AFDI, janvier 2007, 16 p.

- Chetaille A., Duffau A., Horréard G., Lagrandre D., Oggeri B., & Rozenkopf I., (2011).** Gestion des risques agricoles par les petits producteurs : Focus sur l'assurance et le warrantage. *Document de travail n°113, AFD-GRET*, Paris, France.
- Claessens S., (2006).** Access to financial services : A review of issues and public policy objectives, *The World Bank Research Observer*, vol. 21, n°2, pp. 207-240.
- Coulter, J. et Mahamadou, S. (2009).** *Revue du Warrantage paysan au Niger*. Rapport préparé pour la FAO Niger, décembre 2009.
- Daines, Samuel R., (1975).** "Guatemala: Analysis of the Impact of Small farmer Credit on Income, Employment and Food Production Division of Sectorial Analysis, *Latin American Bureau, Agency for International development*. Washington, D.C.
- Dela Sidi F., & Hassane S., (2012).** *Le warrantage de la COPSA-C dans le Sud-Ouest du Burkina Faso*. Fiche d'expérience Burkina Faso. Novembre 2012, FAO.
- Gordon D., (1976).** *Credit for Small farmers in Developing Countries*, Boulder, Colorado: Westview Press.
- Easterly W. and R. Levine (2001).** "It's not factor accumulation: stylized facts and growth models", *World Bank Economic Review*, vol. 15 n°2, p. 177-219.
- Gandonou E.A., Chogou S.E., Adegbidi A.B.E.A. and Fafeh A. E. K. (2019).** Contrats agricoles informels et performance de la production vivrière : cas du maïs au sud du Bénin. *Tropicultura*, 37(1), 22.
- Garrido E. S., and Sanchez I. S., (2015).** Warrantage paysan au Burkina Faso : Accès au crédit par le biais des stocks de proximité, *Rapport de recherche Oxfam*, 61 p.
- Ghione A., Kambou F., Le Cotty T., Maître d'Hôtel E. & Malnoury, G., (2013).** Le warrantage payasan, un outil de protection des ressources. *Grain de sel (59-62)* : 17-18.
- Goering G., (2010).** Durability Choice and the Piracy for Profit of Goods. *Metroeconomica*, 61 (2), 282-301.
- Irohife Ifeoma. J., and Agwu A. E. (2014).** Assessment of Food Security Situation among Farming Households in Rural Areas of Kano State, Nigeria. *Journal of Central European Agriculture*, 15(1), 94-107.

- Kuhry Y., and Weill L., (2008).** "Financial intermediation and macroeconomic efficiency", *Laboratoire de Recherche en Gestion et Economie*, Papier n° 2008-03.
- Levine R., Loayza N., and T., Beck (2000).** "Financial intermediation and growth: causality and causes", *Journal of Monetary Economics*, vol. 46, p. 31-77.
- Maertens M. and Vande Velde, K. (2017).** Contract-farming in staple food chains : the case of rice in Benin. *World Development*, 95, 73–87.
- Méon P., & Weill L., (2006).** "Does financial intermediation matter for macroeconomic performance?" *Working Paper DULBEA, Research Series N° 06-13 RS*, Université Libre de Bruxelles.
- Simpfal F., (2012).** Le warrantage dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. Une pratique adaptée aux besoins des petits producteurs et productrices. *Fiche d'expérience Burkina Faso*. Décembre 2012. FAO.
- Stiglitz J., & Weiss A., (1981).** « Credit rationing in markets with imperfect information » *American Economic Review*, n° 77. pp. 393-410.
- Wampfler B. & Lapenu C., (2002).** La microfinance au service de l'agriculture familiale. Résumé exécutif du séminaire international, 21-24 janvier 2001 Dakar-Sénégal.
- Wampfler B., (2003).** Sécuriser le crédit aux organisations paysannes par le warrantage, Déc. 2003, 3 p.
- Wampfler B., (2008).** Le développement du Warrantage au Niger. Communication du projet Intrants FAO au colloque FARM, Paris, Décembre 2007. BIM n°12 Février 2008, 8 p.
- Yameogo S. F., (2013).** Impact de la gestion des stocks publics des produits vivriers sur le warrantage au Burkina Faso. *Centre Régional Agrhymet*. Mémoire de Master en sécurité alimentaire et nutritionnelle.