

METHODES EX-ANTE DE GESTION DES RISQUES DE PRODUCTION ET EFFICACITE TECHNIQUE DES PRODUCTEURS DE MAÏS AU NORD-EST DU BENIN

E. K. AGOSSADOU¹, F. TASSOU ZAKARI², M. D. DOHOU² ET J. A. YABI¹

¹Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Économiques Et Sociales (LARDES), Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau (EDSAE), Université de Parakou (UP), BP : 123 Parakou, République du Bénin
elogeagossadou@gmail.com ; Tel : 0022997985416 ; ja_yabi@yahoo.com ; Tel : 0022997320856

²Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales (LARDES), Département d'Économie et de Sociologie Rurales (DESR), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP) BP : 123 Parakou, République du Bénin
ztassou@yahoo.fr ; Tel : 00229 97290250 ; djromadhou@gmail.com ; Tel : 0022997985416

RESUME

Pour faire face aux risques, les agriculteurs utilisent un ensemble de stratégies appelées outils de gestion des risques. Cette étude a examiné les mesures préventives de gestion des risques de production et leur influence sur l'efficacité technique des producteurs. Pour ce faire, une enquête de terrain a été menée auprès de 323 producteurs de maïs sélectionnés aléatoirement dans le Nord-Bénin. Les données collectées ont été analysées à travers les statistiques descriptives, la frontière stochastique de production de type Cobb-Douglas et le modèle de régression Tobit. Les résultats révèlent que la contractualisation, la pratique de l'épargne, la diversification des activités agricoles, la gestion des pratiques agricoles, l'investissement dans les intrants et la formation en vue de l'amélioration des itinéraires techniques (ITK) sont les mesures préventives de gestion des risques adoptées par les producteurs. Toutefois, seulement, la pratique de l'épargne et l'investissement dans la formation pour l'amélioration des ITK ont eu un effet significatif sur l'efficacité technique des producteurs dont la moyenne est de 0,55 dans la zone de recherche. L'étude suggère la promotion des outils ex-ante de gestion des risques agricoles pour l'amélioration de l'efficacité des producteurs de maïs.

Mots clés : stratégie préventive, risque de production, maïs, Nord-Bénin.

ABSTRACT

EX ANTE METHODS OF PRODUCTION RISK MANAGEMENT AND TECHNICAL EFFICIENCY OF MAIZE PRODUCERS IN NORTHEAST BENIN

To address risks, farmers use a set of coping strategies referred to as risk management tools. This study examined preventive production risk management tools and their influence on the technical efficiency of producers. For this purpose, a field survey was conducted among 323 randomly selected maize producers in North Benin. The data collected were then analyzed by means of descriptive statistics, the stochastic production frontier of the Cobb-Douglas type and a Tobit regression model. The results indicate that contract farming, the practice of saving, agricultural diversification, management of agricultural practices, investment in inputs and training to improve technical itineraries (ITK) are the preventive risk management measures adopted by producers. However, only the practice of saving and investment in training to improve ITK had a significant effect on the technical efficiency of producers, whose average was 0.55 in the study area. The study suggests the promotion of ex ante agricultural risk management tools to improve the technical efficiency of producers

Key words: preventive strategies, risk of production, maize, North-Benin

INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, les producteurs sont vulnérables aux risques agricoles de production en particulier ceux liés aux climats, épidémies de ravageurs, de maladies et l'augmentation des prix des intrants ; entre autres, tout ce qui leur rend la tâche difficile et compromet leur bien-être (Shikuku *et al.*, 2017 ; Waha *et al.*, 2018 ; Abid *et al.*, 2020). En effet, les travaux de Nyong *et al.* (2007) prédisent une diminution de 10 % de la moyenne pluviométrique annuelle d'ici 2050. En complément, ceux de Schlenker et Lobell, (2010) quant à eux prévoient une diminution du rendement et du revenu des principales cultures comme le maïs, le sorgho, le mil, le manioc et l'arachide de 8 à 22 % comme conséquence directe à court terme de la diminution pluviométrique. Les statistiques de la FAO montrent que cette prévision de réduction du rendement sur le maïs se confirme au Bénin. En effet, de 2007 à 2020, même si la production annuelle a augmenté de 72 % (de 931 600 à 1 611 615 tonnes) proportionnellement aux emblavures qui ont augmenté de 81,5 % (698 120 à 1 267 159 Ha), le rendement a déjà diminué de 5 % avec une tendance oscillant en dents de scie (de 1 334,4 à 1 271,8 Kg/Ha). Cette situation pourrait être plus compliquée à l'avenir dans un contexte de prépondérance de faibles niveaux de fertilité des sols et un nombre limité de sols à fertilité élevée et moyenne dans le pays (Hounkpatin *et al.*, 2022).

Avec le désir d'empêcher cette tendance ou de la minimiser, les producteurs développent et adoptent des stratégies d'adaptation pour y faire face (Wheeler *et al.*, 2013). Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2012), l'adaptation peut être définie comme l'utilisation des compétences, des ressources et des opportunités disponibles pour faire face, gérer et surmonter les risques agricoles, dans le but d'atteindre un fonctionnement de base à court et moyen termes. Ces stratégies qui font références aux ajustements des systèmes homme-environnement en réponse aux changements observés ou attendus de l'impact des risques agricoles peuvent être classées en méthode de gestion préventive ou curative. Les stratégies d'adaptation préventives ou Ex-ante aux risques agricoles sont définies comme des mesures adoptées à l'avance par les ménages agricoles pour faire face aux risques anticipés tandis que les stratégies d'adaptation Ex-post ou curatives

sont les mesures adoptées par les ménages agricoles après la survenance des risques. Par ailleurs, les méthodes Ex-ante de gestion des risques sont parfois plus rentables que celles Ex post. Autrement dit, une réponse précoce peut générer des économies importantes, augmenter potentiellement le revenu et le rendement des systèmes de production agricole (Hill *et al.*, 2019 ; BIRTHAL et Hazrana, 2019 ; Nobre *et al.*, 2019 ; Abid *et al.*, 2020).

La littérature révèle que les producteurs disposent d'une large gamme d'outils Ex-ante de gestion des risques de production. Entre autres, nous avons la diversification et l'extensification agricole (Lekprichakul, 2009 ; Hill *et al.*, 2019) ; l'investissement massif dans les intrants de production (Hill *et al.*, 2019), l'augmentation de la main d'œuvre agricole, l'utilisation des variétés résistantes à la sécheresse, des semis précoces et des cultures intercalaires (Abid *et al.*, 2020), la contractualisation (Bulut, 2017), l'accès au crédit de production (Nobre *et al.*, 2019), la fourniture des services climatiques (Yegbemey *et al.*, 2020 ; Yegbemey *et al.*, 2021) et la contractualisation (Mishra *et al.*, 2018 ; Adnan *et al.*, 2018 ; Adnan *et al.*, 2020).

Cependant, la contribution de ces différents outils de gestion de risque à la combinaison optimale des facteurs de production reste à démontrer. La présente étude tente donc de combler ce vide en se proposant d'analyser l'effet des outils Ex-ante de gestion des risques de production sur l'efficacité technique des producteurs de maïs du Nord-Bénin. L'établissement de cette relation est essentiel pour créer des instruments politiques visant à soutenir la gestion préventive des risques agricoles.

CADRE THEORIQUE

Selon la théorie du comportement adaptatif du producteur de (Hausman et Poterba, 1987), les stratégies et les pratiques de la majorité des producteurs, à tort interprétées comme résultant de leur aversion vis-à-vis du risque, cherchent à atteindre un double objectif : réduction des risques et la maximisation du profit. Dans le but d'atteindre ces objectifs, les producteurs adoptent une attitude prudente vis-à-vis de l'optimum. En effet, ils cherchent à améliorer de façon continue la productivité et à augmenter le revenu en limitant les risques de production auxquels ils font face. La théorie de Hausman

and Poterba, (1987) stipule que les producteurs décomposent le risque global sur la production en risque partiel sur les facteurs de production. Ainsi, ils cherchent à savoir jusqu'à quel degré tel risque sur tel facteur peut être contrôlé et jusqu'à quel degré les nouvelles technologies sont plus risquées que les technologies existantes. Leur principal objectif ne serait pas de limiter la variabilité de la production mais de pouvoir agir sur les contraintes pour utiliser positivement les ressources. Dans cette logique, le choix du producteur est porté sur des systèmes de cultures flexibles et ayant des options diversifiées de culture, la recherche des facteurs de production qui s'adaptent le mieux aux modifications de l'environnement pendant le cycle de culture et qui sont les plus souples quant aux dates d'utilisation.

Les études de Tong *et al.*, (2019) stipulent que l'assurance récolte n'a aucun effet significatif et ne dispose pas l'avantage supplémentaire d'améliorer l'efficacité technique des producteurs. Par contre, Russo *et al.*, (2022) ont démontré que l'assurance agricole a un effet positif sur la production et l'efficacité en réduisant l'utilisation sous-optimale des intrants par les agriculteurs. La gestion des pratiques agricoles telles que la rotation des cultures et le travail du sol ont un effet significatif sur l'efficacité technique des producteurs Tong *et al.*, (2019). De même, l'adoption de pratiques de diversification, de conservation des sols et de l'eau et les stratégies modernes d'utilisation des intrants sont des facteurs qui influencent positivement le niveau d'efficacité technique des agriculteurs (Shahbaz et Boz, 2022). De façon globale, il ressort que toute pratique destinée à prévenir le risque de production devrait avoir un effet positif sur l'efficacité technique des producteurs. Il a été prouvé dans plusieurs travaux de recherche que la variable genre est un facteur qui affecte l'efficacité des agriculteurs. Aminou (2021) et Chogou *et al.*, (2018) ont abouti à la conclusion selon laquelle les producteurs hommes arrivent à mieux allouer les intrants de production et par conséquent obtiennent un meilleur score d'efficacité technique, comparativement aux femmes. Le niveau d'instruction affecte positivement le niveau d'efficacité des producteurs (Coelli et Fleming, 2004). Le producteur instruit maîtrise facilement les techniques modernes de production et accède mieux aux intrants pour la production (Kariyawasam *et al.*, 2019). Les ménages plus grands sont censés être

techniquement plus efficaces car ils disposent de plus de main-d'œuvre pour mettre en œuvre les pratiques de gestion agricole en temps voulu (Feng, 2008). Les études de Mishra *et al.*, (2018) ont également trouvé un effet positif du nombre de personnes actives dans le ménage agricole sur l'efficacité technique de producteurs. Selon les travaux de Ali *et al.*, (2019), l'âge du chef de ménage a un effet négatif sur l'efficacité technique des producteurs car les producteurs plus âgés ne disposent plus de force pour assurer le suivi de leur exploitation. Par contre, Mekonen et Gebrezgiabher (2021) ont montré que l'âge du producteur est associé à la combinaison optimale des intrants de production. Le total des actifs possédés par le producteur a une influence positive sur l'efficacité technique des producteurs. Le ménage avec une forte valeur d'actifs aura la possibilité de demander de nouvelles technologies comme les nouvelles variétés de semence, les engrais, les produits phytosanitaires qui améliorent l'efficacité technique de la production. Les ménages disposant d'un plus grand nombre d'actifs durables sont censés rencontrer moins d'obstacles dans la production agricole, car ils disposent de plus de ressources pour payer les coûts fixes et pour obtenir les informations nécessaires à l'adoption de nouvelles technologies (Feng, 2008 ; Mekonen et Gebrezgiabher, 2021).

MATERIEL ET METHODES

ZONE D'ETUDE

Les données secondaires recueillies auprès de la Direction de la Statistique Agricole courant les cinq (05) dernières campagnes agricoles (2015-2020) positionnent les départements de l'Alibori et de l'Atacora en tête des meilleurs départements de production de maïs. Dans chaque département, le choix de deux (02) communes a été fait de façon aléatoire. Il s'agit des communes de Kandi et de Ségbana dans l'Alibori et celles de Kouandé et Péhunco dans l'Atacora. Dans l'Alibori, la commune de Kandi, situé entre 11° 07' 433 Nord, 2° 56' 133 Est, bénéficie d'un climat de type Soudanien avec une alternance d'une (01) saison pluvieuse de Mai à Octobre et d'une (01) saison sèche de Novembre à Avril (Mairie de Kandi, 2017) tandis que celle de Ségbana, située entre 10°32' et 11°23' de latitude Nord d'une part et 3°08' et 3°50'

de longitude Est d'autre part bénéficie d'un climat Nord-Soudanien caractérisé par une saison de pluies allant du mois de Mai au mois d'Octobre et une saison sèche allant d'Octobre à Mai (Mairie de Ségbana, 201). Par contre, dans le département de l'Atacora, la commune de Kouandé jouit d'un climat de type soudano-guinéen, caractérisé par une saison de pluie, allant de mi-avril à mi-octobre et une saison sèche allant de mi-octobre à mi-avril (Mairie de Kouandé, 2017) tandis que celle de Péhunco est

caractérisée par un climat de type Soudano-guinéen, composé d'une saison de pluie, allant de mi-avril à mi-octobre, et une saison sèche allant de mi-octobre à mi-avril (PDC3- Péhunco, ...). En outre, dans chacune de ces communes, les entretiens avec les conseillers en charge de la filière maïs dans les cellules communales lors de la phase exploratoire ont permis de sélectionner deux villages par commune. Au total, les huit (08) villages considérés dans cette étude sont localisés sur la figure suivante.

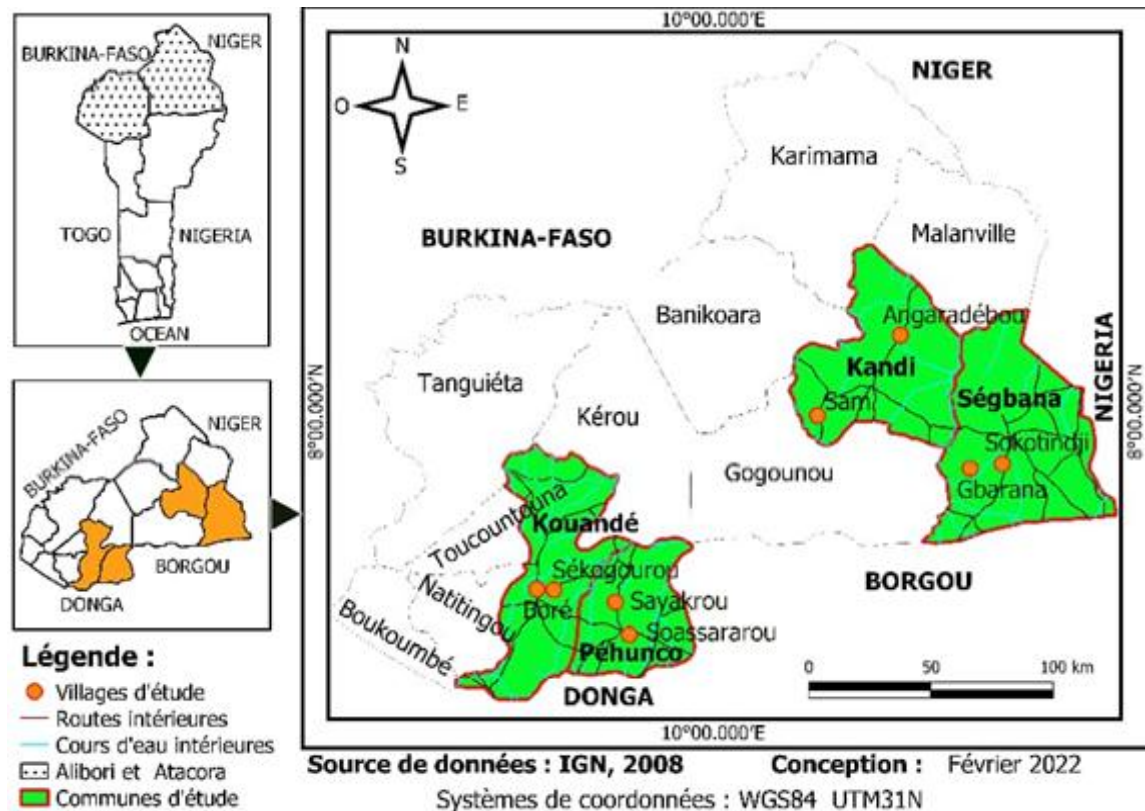


Figure I : Carte de localisation du milieu d'étude.

Location map of the study area.

ECHANTILLONNAGE ET BASE DE DONNEES

Les chefs des exploitations agricoles productrices de maïs sont les unités d'observations de cette étude. Après un recensement général dans les villages d'étude ayant permis de constituer la base de sondage, l'échantillonnage aléatoire a été utilisé pour sélectionner 35 producteurs au moins par village en respect à la théorie des moments centrés. Ainsi, sur un minimum de 280 producteurs de

maïs attendus, 323 producteurs ont finalement été interviewés. L'outil de collecte de données utilisé est le questionnaire structuré et digitalisé dans l'application Kobocollect. Les données quantitatives portent sur les caractéristiques sociodémographiques, les quantités d'inputs et outputs de production, les prix des inputs et outputs, et les outils Ex-ante de gestion des risques agricoles utilisés pour la production du maïs.

ANALYSE DES DONNEES

L'étude a utilisé à la fois des statistiques descriptives et des modèles économétriques pour analyser l'ensemble des données collectées auprès des producteurs de maïs. La moyenne et l'écart type ont été utilisés comme mesures des statistiques descriptives. En outre, l'approche stochastique a été utilisée pour analyser l'efficacité de la production de maïs et le modèle Tobit a été utilisé pour identifier les facteurs qui affectent l'efficacité de l'utilisation des ressources de la production de maïs.

Spécification du modèle de l'efficacité technique

L'approche de frontière stochastique a été utilisée pour analyser l'efficacité des producteurs de maïs dans l'utilisation des facteurs de production. La principale raison de ce choix est que la production de maïs au Bénin est soumise aux changements climatiques, aux difficultés d'accès aux intrants de production comme la terre, la semence certifiée, la main d'œuvre, les produits phytosanitaires et fertilisants spécifiques. De plus, les données collectées lors du passage unique des agents de collecte de données sur le terrain qui exigent l'appel à la mémoire des producteurs de maïs peuvent

manquer de certaines précisions.

Dans la littérature, les fonctions de production les plus utilisées pour estimer l'efficacité des producteurs de maïs sont les formes fonctionnelles des fonctions de production de type Cobb-Douglas et logarithmique transcendantale encore désigné sous le nom de « Translog ». En ce qui concerne laquelle des deux choisir, Coelli, (1998) propose d'utiliser le test du ratio de vraisemblance présenté sous la forme mathématique suivante :

$$LR = -2\{\ln[l(H_0)] - \ln[l(H_1)]\} \quad (1)$$

Avec $l(H_0)$ et $l(H_1)$ les valeurs des ratios de vraisemblance respectivement sous l'hypothèse nulle H_0 (absence d'inefficacité technique) et l'hypothèse alternative H_1 (présence d'inefficacité technique). Si le ratio LR est supérieur à 2,71 ($LR > 2,71$), l'hypothèse H_0 est rejetée et on conclut que les variations observées ne sont pas seulement liées aux facteurs aléatoires. Dans ce cas, le modèle explique déjà l'efficacité des producteurs et peut donc être utilisé pour l'étude.

Les formes fonctionnelles de la fonction de production de type Cobb-Douglas et Translog sont :

$$\begin{aligned} \ln(\text{Prod}B_i) = & a_0 + \alpha_1 \ln(\text{Sup}_i) + \alpha_2 \ln(\text{Qsem}_i) + \alpha_3 \ln(\text{Qengrais}_i) + \alpha_4 \ln(\text{QherbT}_i) \\ & + \alpha_5 \ln(\text{QherbS}_i) + \alpha_6 \ln(\text{Qmof}_i) \\ & + (V_i - U_i) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \ln(\text{Prod}B_i) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{Sup}_i) + \beta_2 \ln(\text{Qsem}_i) + \beta_3 \ln(\text{Qengrais}_i) + \beta_4 \ln(\text{QherbT}_i) \\ & + \beta_5 \ln(\text{QherbS}_i) + \beta_6 \ln(\text{Qmof}_i) + \beta_7 \ln(\text{Sup}_i) \ln(\text{Qsem}_i) \\ & + \beta_8 \ln(\text{Sup}_i) \ln(\text{Qengrais}_i) + \beta_9 \ln(\text{Sup}_i) \ln(\text{QherbT}_i) + \beta_{10} \ln(\text{Sup}_i) \ln(\text{QherbS}_i) \\ & + \beta_{11} \ln(\text{Sup}_i) \ln(\text{Qmof}_i) + \beta_{12} \ln(\text{Qsem}_i) \ln(\text{Qengrais}_i) \\ & + \beta_{13} \ln(\text{Qsem}_i) \ln(\text{QherbT}_i) + \beta_{14} \ln(\text{Qsem}_i) \ln(\text{QherbS}_i) \\ & + \beta_{15} \ln(\text{Qsem}_i) \ln(\text{Qmof}_i) + \beta_{16} \ln(\text{Qengrais}_i) \ln(\text{QherbT}_i) \\ & + \beta_{17} \ln(\text{Qengrais}_i) \ln(\text{QherbS}_i) + \beta_{18} \ln(\text{Qengrais}_i) \ln(\text{Qmof}_i) \\ & + \beta_{19} \ln(\text{QherbT}_i) \ln(\text{QherbS}_i) + \beta_{20} \ln(\text{QherbT}_i) \ln(\text{Qmof}_i) \\ & + \beta_{21} \ln(\text{QherbS}_i) \ln(\text{Qmof}_i) + \frac{1}{2} \beta_{22} \ln(\text{Sup}_i) \ln(\text{Sup}_i) + \beta_{23} \ln(\text{Qsem}_i) \ln(\text{Qsem}_i) \\ & + \beta_{24} \ln(\text{Qengrais}_i) \ln(\text{Qengrais}_i) + \beta_{25} \ln(\text{QherbT}_i) \ln(\text{QherbT}_i) \\ & + \beta_{26} \ln(\text{QherbS}_i) \ln(\text{QherbS}_i) + \beta_{27} \ln(\text{Qmof}_i) \ln(\text{Qmof}_i) \\ & + (V_i - U_i) \end{aligned} \quad (3)$$

Avec :

i	: Représente l'exploitant i , producteur de maïs.	-
$ProdB$: La quantité totale de production brute de maïs récoltée	En kg
Sup	: La superficie totale emblavée pour la production du maïs.	En ha
$Qsem$: La quantité totale de semences utilisée pour la production du maïs.	En kg
$Qengrais$: La quantité totale d'engrais utilisée pour la production du maïs.	En kg
$QherbT$: La quantité totale d'herbicides de type total utilisée pour la production du maïs.	En Litre (L)
$QherbS$: La quantité totale d'herbicides de type sélectif utilisée pour la production du maïs.	En Litre (L)
$Qmof$: La quantité totale de main-d'œuvre familiale utilisée pour la production du maïs.	En Homme-jour
V_i	: Terme aléatoire associé aux facteurs aléatoires hors du contrôle de l'exploitant i et supposé être indépendamment et identiquement distribué selon une loi normale d'espérance mathématique nulle et de variance.	-

$$\sigma_{v(s)}^2 [v_{i(s)} \approx N(0, \sigma_{v(s)}^2)]$$

U_i	: La variable aléatoire d'inefficacité technique de l'exploitant i et supposée être indépendamment et identiquement distribuée comme une variable aléatoire positive tronquée en zéro.	-
-------	--	---

$$N(u_{i(s)}, \sigma_{u(s)}^2)$$

Déterminants de l'efficacité économique des producteurs de maïs

Les variables les plus fréquemment utilisées dans l'analyse des déterminants de l'efficacité sont généralement l'éducation et l'expérience de l'agriculteur, le contact avec la vulgarisation, l'accès au crédit, la taille de l'exploitation, le régime foncier et les facteurs environnementaux et non physiques, tels que l'information et le suivi. Ces variables peuvent influencer la capacité des producteurs à améliorer leur efficacité technique (Tan *et al.*, 2010 ; Attipoe *et al.*, 2020). Dans le cadre de cette étude, deux groupes de caractéristiques ont été utilisés pour expliquer l'efficacité technique des producteurs de maïs (tableau I). Le premier groupe de

caractéristiques est lié aux outils Ex-ante de gestion des risques agricoles utilisés par les producteurs de maïs enquêtés. Il s'agit de la contractualisation, la pratique de l'épargne (argent, cheptel, stocks), la diversification des activités agricoles (production d'autres spéculations outre le maïs), la gestion des pratiques agricoles, l'investissement dans les intrants et la formation en vue d'améliorer l'itinéraire technique. Le second groupe est composé des caractéristiques socioéconomiques des producteurs tels que le genre, les actifs du ménage tels que le nombre de bovins, de petits ruminants et de volaille, les actifs agricoles considérés comme la main d'œuvre, le nombre d'années de scolarisation et l'âge des producteurs.

Tableau I : Présentation des variables explicatives du modèle des déterminants.*Presentation of the explanatory variables of the determinants model.*

Variabes	Codes	Modalités	Signes attendus
Méthodes Ex-ante de gestion des risques			
Contractualisation	OGREA1	0 = Non ; 1 = Oui	+
Pratique de l'épargne (argent, cheptel, stocks)	OGREA2	0 = Non ; 1 = Oui	+
Diversification des activités agricoles (production d'autre spéculation outre le maïs)	OGREA3	0 = Non ; 1 = Oui	+
Gestion des pratiques agricoles	OGREA5	0 = Non ; 1 = Oui	+
Investissement dans les intrants	OGREA7	0 = Non ; 1 = Oui	+
Formation et investissement en vue d'améliorer l'itinéraire	OGREP8	0 = Non ; 1 = Oui	+
Caractéristiques économiques et sociodémographiques			
Genre	SEXE	0 = Féminin ; 1 = Masculin	+/-
Age	Age	Variable continue	
Actifs agricoles du ménage	ACTIF	0 = Non ; 1 = Oui	+
Effectif de bovins	EFFBOV	Variable continue	+
Effectif de petits ruminants	EFFRUM	Variable continue	+
Effectif de volaille	EFFVOL	Variable continue	+
Nombre d'années de scolarisation validé avec succès	NTAS	Variable continue	+/-

Source : cf cadre théorique.*see theoretical framework.*

Le résultat des scores d'efficacité estimés se situe entre 0 et 1. En effet, le moins efficace des producteurs est proche de 0 et le plus efficace tend vers 1. Le modèle le plus couramment utilisé pour traiter les caractéristiques de la distribution des mesures d'efficacité et ainsi, fournir des résultats pouvant

orienter les politiques d'amélioration de la performance est le modèle Tobit (Coelli *et al.*, 2005 ; Mekonen et Gebrezgiabher, 2021). Ce modèle a été utilisé pour la première fois dans la littérature économétrique par Tobin (1958) et sa forme empirique peut être écrite sous la forme de :

$$ET_i = \gamma_0 + \gamma_1 OGREA1_i + \gamma_2 OGREA2_i + \gamma_3 OGREA3_i + \gamma_4 OGREA5_i + \gamma_5 OGREA7_i + \gamma_6 OGREP8_i + \gamma_7 SEXE_i + \gamma_8 Age_i + \gamma_9 ACTIF_i + \gamma_{10} EFFBOV_i + \gamma_{11} EFFRUM_i + \gamma_{12} EFFVOL_i + \gamma_{13} NTAS_i + \varepsilon_i$$

Avec

 i : Représente le producteur i ($i=1,2,3,\dots,323$) ET : Efficacité technique

RESULTATS

CARACTERISTIQUES SOCIOÉCONOMIQUES DES PRODUCTEURS DE MAÏS ENQUÊTES

L'âge moyen des enquêtés est de 40 ans avec une expérience moyenne de 17 ans dans la production de maïs. Dans leurs ménages, ces producteurs avaient en moyenne 6 personnes pouvant les aider dans les différentes tâches liées à la production de maïs. Ils disposent des

actifs comme les petits ruminants, les volailles et les bœufs. Ils sont majoritairement des hommes (94 %) avec un faible niveau de scolarisation ou d'année académique validée avec succès.

METHODES EX-ANTE DE GESTION DES RISQUES AGRICOLES

Plusieurs méthodes de prévention des risques agricoles sont utilisées par les producteurs de maïs (tableau II). En effet, la diversification des

activités agricoles sous-entend l'assolement et la rotation culturale. Pratiqué par 96 % des producteurs, cet outil de prévention de risque permet aux producteurs à la fois de faire la substitution des spéculations à grande importance pour le ménage. La pratique de l'épargne (48 %) est utilisée par les producteurs pour faire face aux dépenses liées aux charges variables et fixes. Les producteurs mettent soit de l'argent en épargne, ou achètent des animaux qui sont à revendre à la veille de la campagne agricole ou utilisent l'argent de la campagne précédente pour acheter d'autres produits tropicaux commercialisables toujours dans le but de fructifier le capital de départ. La gestion de pratiques culturales adoptées par 61 % des producteurs consiste à respecter les pratiques culturales en se basant sur les variabilités

climatiques observées dans la zone de production. La majorité des producteurs (51 %) investissent à temps aussi dans l'achat des intrants chimiques de production. Cette technique permet aux producteurs de disposer des intrants de production à un bon prix et d'en faire usage au moment voulu. En outre, certains producteurs investissent de manière passive (temps, communication et déplacement) dans la formation en vue d'améliorer leur connaissance en itinéraire technique. En d'autres termes, ces producteurs appellent parfois les conseillers agricoles de terrain pour avoir plus de compréhension, ils assurent également parfois les frais de déplacement et d'hébergement pour participer à toutes questions ayant rapport à l'itinéraire technique de production. Toutefois, seulement 0,4 % des producteurs font recours à la contractualisation.

Tableau II : Outils Ex-ante et caractéristiques socio-économiques des producteurs de maïs.

Ex-ante tools and socio-economic characteristics of maize producers.

Variable	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Outils Ex-ante de gestion des risques agricoles				
Contractualisation	0,04	0,21	0	1
Pratique de l'épargne (argent, cheptel, stocks)	0,48	0,50	0	1
Diversification des activités agricoles (production d'autres spéculations outre le maïs)	0,96	0,17	0	1
Gestion des pratiques Agricole	0,69	0,46	0	1
Investissement dans les intrants	0,51	0,50	0	1
Formation et Investissement en vue d'améliorer l'itinéraire	0,26	0,43	0	1
Caractéristiques socio-économiques				
Genre	0,94	0,22	0	1
Effectif de bovins	1,39	3,09	0	20
Effectif de petits ruminants	5,77	10,76	0	105
Effectif de volaille	9,02	12,25	0	60
Nombre d'années de scolarisation validé avec succès	2,13	3,32	0	16
Actifs agricoles du ménage	5,78	4,01	0	29
Age	39,75	11,76	20	94
Expérience dans la production de maïs	16,54	10,96	1	60

Source : Résultats d'analyse, 2022.

Analysis results, 2022.

FACTEURS DE PRODUCTION UTILISES PAR LES PRODUCTEURS DE MAÏS

Le tableau III présente les variables de la fonction frontière de production. Les résultats indiquent que pour une superficie moyenne de 4,25 ha allouée à la production du maïs, les producteurs utilisent une quantité moyenne de 83,02 kg de

semence, 375,23 kg d'engrais minéral, 6,74 L d'herbicide de type total, 5,22 L d'herbicide de type sélectif et 519 HJ de main d'œuvre familiale. La combinaison de tous ces facteurs de production leur permet de récolter au total une quantité moyenne de 7 129,82 kg de maïs, soit un rendement moyen de 1 677,6 kg/ha (7 129,82 kg/4,25 ha).

Tableau III : Description des facteurs de production utilisés par les producteurs de maïs.*Description of factors of production used by maize producers.*

Variabes	Moyenne	Ecart type
Superficie de maïs (ha)	4,25	4,163
Quantité de semence de maïs (kg)	83,02	84,031
Quantité d'engrais minéral (kg)	375,23	516,356
Quantité d'herbicide total (L)	6,74	7,904
Quantité d'herbicide sélectif (L)	5,22	5,464
Quantité de main d'œuvre familiale (HJ)	519	892,021
Quantité totale de maïs obtenue (kg)	7129,82	9896,685

Source : Résultats d'analyse, 2022.*Analysis results, 2022.*

EFFICACITE TECHNIQUE DES PRODUCTEURS DE MAÏS

Le tableau IV présente les paramètres de la variance de la fonction de vraisemblance et les paramètres de la fonction frontière stochastique de production du maïs. En effet, l'analyse du test du ratio de vraisemblance qui suit une loi normale de distribution de Chi² (à 5 degré de liberté indique à travers la valeur du paramètre de vraisemblance (LR = 183,53 > 2,71) que l'hypothèse nulle H₀ selon laquelle il n'existe pas d'inefficacité technique est rejetée. Ceci

voudra donc dire que la forme fonctionnelle de la fonction de production de type Cobb-Douglas explique déjà le niveau d'efficacité technique des producteurs. De plus, la valeur de la variance significative au seuil de 1 % révèle encore que plus de 99 % de la variation de l'output (maïs grain) serait due à l'effet de l'inefficacité technique, et qu'environ 1 % serait due aux effets aléatoires hors du contrôle des producteurs. Ces statistiques montrent clairement que le modèle de type Cobb-Douglas est bien approprié pour cette étude.

Tableau IV : Fonction de production et Efficacité technique des producteurs de maïs.*Production function and technical efficiency of maize producers.*

Variabes	Coefficients	Erreur type	t-ratio
Constante	-7,039***	0,244	-28,84
Superficie	-0,769***	0,098	-7,82
Semence	-0,168**	0,080	-2,09
Engrais chimique	-0,083***	0,013	-6,21
Herbicide total	0,049	0,049	1,01
Herbicide sélectif	-0,098	0,050	-1,94
Main d'œuvre familiale	0,002	0,011	0,17
Paramètres de la fonction de vraisemblance			
Sigma-squared (σ^2)	4,507**	0,942	4,78
Gamma (γ)	0,995***	0,001	548,35
Mu	-4,23**	1,13	-3,74
Nombre d'observations	323		
Loglikelihood fonction	-283,88639		
LR test	183,53		
Efficacité technique	Moyenne	Minimum	Maximum
	0,5578	0,0018	0,9920

***Significatif au seuil de 1 % ; **significant at the 5 % level, *significant at the 10% level

Source : Résultats d'analyse, 2022.*Analysis results, 2022.*

Le niveau moyen d'efficacité technique atteint par les producteurs est de 55,78 %. Les indices d'efficacité technique varient entre 00,18 % et 99,20 %. Il ressort donc que les producteurs pouvaient avec les quantités actuelles d'intrants obtenir plus d'output. Par ailleurs, l'analyse des paramètres de la fonction frontière stochastique de production du maïs révèle un effet explicatif spécifique de chaque facteur de production sur le niveau de production du maïs. En effet, la variable superficie est négativement et significativement corrélée avec le niveau de la production du maïs au seuil de 1 %. Ce résultat indique qu'une augmentation de 1 % de la superficie entraîne une baisse de plus de 0,76 % de la quantité de maïs produite. Dans la zone d'étude, l'extension de la superficie de production n'entraîne donc pas l'augmentation de la production. La quantité de semence utilisée est négativement et significativement corrélée avec le niveau de la production du maïs au seuil de 5 %. Ce qui voudra signifier qu'une augmentation de 1 % de la quantité de semences réduit la quantité de maïs produite de plus de 0,16 %. L'augmentation de la quantité de semence utilisée n'entraîne pas l'augmentation de la production totale. Aussi, la quantité d'engrais chimiques utilisée est négativement et significativement corrélée avec le niveau de la production du maïs au seuil de 1 %. Ceci traduit qu'une augmentation de 1 % de la quantité d'engrais chimique utilisée baisse la quantité de maïs récoltée de plus de 0,08 %. La quantité de production totale obtenue n'est donc pas proportionnelle à la quantité d'engrais chimique utilisée.

FACTEURS DETERMINANTS LES SCORES D'EFFICACITE TECHNIQUE

Le modèle estimé est globalement significatif au seuil de 1 % ($p=0,0001$). Pour les outils Ex-ante de gestion des risques agricoles de production, le coefficient de la variable pratique de l'épargne (argent, cheptel, stocks) a un effet positif sur l'efficacité technique des producteurs au seuil de 1 %. L'investissement en vue d'améliorer l'itinéraire technique de production est corrélé avec l'ET des producteurs de maïs au seuil de 5 %. En ce qui concerne les caractéristiques socio-économiques des producteurs, le coefficient de la variable genre influence positivement au seuil de 1 % l'ET. Les coefficients du nombre de bovins dont dispose le producteur et le nombre d'années de scolarisation validé avec succès ont

respectivement un effet positif sur l'ET au seuil de 5 %. Quant au coefficient du nombre d'actifs dans le ménage, il est associé positivement au seuil de 10 % à l'ET des producteurs de maïs.

DISCUSSION

La fonction de production estimée stipule que plusieurs ressources productives sont à la fois surexploitées dans la zone d'étude. Malgré qu'ils pratiquent l'extensification agricole, ils ne respectent pas la dose des certains intrants de production. Ceci justifie le fait que les quantités de semence et d'engrais utilisées soient négativement et significativement corrélées avec le niveau de la production du maïs. Le score moyen d'efficacité technique des producteurs qui est de 0,55 dans la zone d'étude n'est qu'une résultante. Cela signifie qu'en maintenant fixes les facteurs de production actuels utilisés par les producteurs, ils ont la potentialité d'augmenter la production encore de 43,12 % ou la production actuelle peut être obtenue avec moins de facteurs de production. Ce score moyen est très inférieur au niveau d'efficacité technique moyen de 75 % trouvé par Amegnaglo (2018) auprès des producteurs de maïs du Bénin. De même, il est aussi inférieur à celui de Aminou (2021) qui a obtenu une moyenne de 65,40 %, avec un minimum de 20,47 % et un maximum de 93,46 % pour les petits producteurs de maïs au Bénin. La différence entre les scores d'efficacité trouvés par ces auteurs dans le pays et celui de cette étude peut être expliquée par la zone d'étude. En effet, les études de Aminou (2021) ont été conduites au sud du Bénin contrairement à la nôtre. De même, celles de Amegnaglo (2018) ont pris en compte seulement une commune du Nord qui est Kandi. Les réalités sociales et agroécologiques de ces zones ne sont pas les mêmes. Le nord du pays est reconnu pour sa forte exposition aux effets de la variété climatique.

En ce qui concerne les outils Ex-ante de gestion des risques agricoles à savoir, la pratique de l'épargne en nature ou en numéraire et l'investissement dans la formation en vue d'améliorer l'itinéraire technique de production, ceux-ci influencent positivement et significativement respectivement au seuil de 1 % et 5 % l'efficacité technique des producteurs. Ces mesures préventives se révèlent comme celles qui participent significativement à une meilleure

combinaison des facteurs de production par les producteurs de maïs. Pour Aryal et Marenya (2021), les ménages emploient plus d'épargne et l'élevage comme un investissement et l'utilisent pour s'adapter aux chocs climatiques. Ces résultats corroborent aussi ceux de Nettle *et al.*, (2018) qui stipulent que les agriculteurs ayant une capacité limitée d'accès aux nouvelles informations et connaissances auront de difficultés dans la gestion des exploitations agricoles.

Lorsqu'on s'intéresse aux autres déterminants des niveaux d'efficacité des producteurs, les résultats montrent que la variable « genre » influence significativement et positivement au seuil de 1 % l'efficacité technique des producteurs de maïs. En d'autres termes, les hommes sont plus efficaces que les femmes. Cela s'explique par l'inégalité du genre qui caractérise le secteur agricole rural en termes d'accès aux intrants de production (superficie, semence, engrais) et leur rôle dans le ménage. (Mamam *et al.*, 2016); Amegnaglo, 2018). Le coefficient du nombre de bovins et de petits ruminants disposés par le producteur influence positivement et significativement le score d'efficacité technique des producteurs de maïs. En effet, il est généralement plus facile à un producteur disposant d'un cheptel d'accéder directement ou même indirectement aux engrais organiques, en y laissant paître son troupeau. Les matières organiques, bien qu'ignorées dans cette étude pour raison de difficulté d'estimation de la quantité utilisée par les producteurs, constituent un facteur qui peut bien expliquer l'efficacité technique de celles-ci. Le coefficient du nombre d'années de scolarisation validé avec succès est associé positivement et significativement au seuil de 5 % au score de l'ET des producteurs de maïs. Les agriculteurs formellement éduqués et ayant validé plus de nombre d'années d'étude produisent du maïs plus efficacement que ceux qui n'ont aucune éducation formelle ou ont validé moins d'années d'étude. Cela signifie que le capital humain représenté par le niveau d'éducation valorise les compétences managériales et techniques des agriculteurs (Battese et Coelli, 1995 ; Wongnaa et Awunyo-Vitor, 2018).

CONCLUSION

L'objectif de cet article est d'analyser l'effet des outils préventifs de gestion des risques de

production sur l'efficacité technique des producteurs de maïs au Nord-Bénin. L'estimation de la fonction a révélé que les producteurs surexploitent les facteurs de production et ont de ce pas un indice d'efficacité moyen de 0,55. La contractualisation, la pratique de l'épargne (argent, cheptel, stocks), la diversification des activités agricoles, la gestion des pratiques agricoles, l'investissement dans les intrants et la formation en vue d'améliorer l'itinéraire technique de production sont les mesures de préventions adoptées par les producteurs. En ce qui concerne les variables indépendantes de la volonté et de la pratique des producteurs, le genre, le nombre de personnes actives dans le ménage, la taille du cheptel et le nombre d'années de scolarisation validé avec succès sont des variables socio-démographiques influençant le niveau d'efficacité technique des producteurs. La promotion des outils de préventions des risques de production tels que la pratique de l'épargne (argent, cheptel, stocks) et l'investissement en vue d'améliorer l'itinéraire permettrait d'améliorer la production du maïs et ce faisant le niveau de vie des populations rurales au Nord-Bénin.

REFERENCES

- Abid, M., Ali, A., Raza, M., Mehdi, M., 2020. Ex-ante and ex-post coping strategies for climatic shocks and adaptation determinants in rural Malawi. *Climate Risk Management* 27, p. 100200.
- Adnan, K.M., Ying, L., Ayoub, Z., Sarker, S.A., Menhas, R., Chen, F., Yu, M.M., 2020. Risk management strategies to cope catastrophic risks in agriculture: the case of contract farming, diversification and precautionary savings. *Agriculture* 10 (8) : 351. <https://doi.org/10.3390/agriculture10080351>
- Adnan, K.M., Ying, L., Sarker, S.A., Hafeez, M., Razzaq, A., Raza, M.H., 2018. Adoption of contract farming and precautionary savings to manage the catastrophic risk of maize farming: Evidence from Bangladesh. *Sustainability* 11, no. 1: 29. <https://doi.org/10.3390/su11010029>
- Ali, I., Huo, X., Khan, I., Ali, H., Khan, B., Khan, S.U., 2019. Technical efficiency of hybrid maize growers: A stochastic frontier model approach. *Journal of Integrative Agriculture* 18, 2408–2421.
- Amegnaglo, CJ (2018). Determinants of Maize

- Farmer's Performance in Benin, West Africa. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 41 (2), 296-302. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.02.011>
- Aminou A. F. A. 2018. Efficacité Technique des Petits Producteurs du Maïs au Bénin. *European Scientific Journal*. 14 (19) : 110-134.
- Attipoe, S.G., Jianmin, C., Opoku-Kwanowaa, Y., Ohene-Sefa, F., 2020. The Determinants of Technical Efficiency of Cocoa Production in Ghana: An Analysis of the Role of Rural and Community Banks. *Sustainable Production and Consumption* 23, 11–20.
- Battese, G.E., Coelli, T.J., 1995. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical economics* 20, 325–332.
- Birthal, P.S., Hazrana, J., 2019. Crop diversification and resilience of agriculture to climatic shocks: Evidence from India. *Agricultural systems* 173, 345–354.
- Bulut, H., 2017. Managing catastrophic risk in agriculture through ex ante subsidized insurance or ex post disaster aid. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 406–426.
- Chogou, S.K., Okry, F., Santos, F., Hounhouigan, D.J., 2018. Efficacité technique des producteurs de soja du Bénin. *Annales des sciences agronomiques* 22, 93–110.
- Coelli, T., 1998. A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models. *Operations Research Letters* 23, 143–149.
- Coelli, T., Fleming, E., 2004. Diversification economies and specialisation efficiencies in a mixed food and coffee smallholder farming system in Papua New Guinea. *Agricultural economics* 31, 229–239.
- Coelli, T.J., Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J., Battese, G.E., 2005. An introduction to efficiency and productivity analysis. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Feng, S., 2008. Land rental, off-farm employment and technical efficiency of farm households in Jiangxi Province, China. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* 55, 363–378.
- Hausman, J.A., Poterba, J.M., 1987. Household behavior and the tax reform act of 1986. *Journal of Economic Perspectives* 1, 101–119.
- Hill, R.V., Kumar, N., Magnan, N., Makhija, S., de Nicola, F., Spielman, D.J., Ward, P.S., 2019. Ex ante and ex post effects of hybrid index insurance in Bangladesh. *Journal of Development Economics* 136, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2018.09.003>
- Hounkpatin, K.O., Bossa, A.Y., Yira, Y., Igue, M.A., Sinsin, B.A., 2022. Assessment of the soil fertility status in Benin (West Africa)–Digital soil mapping using machine learning. *Geoderma Regional* 28, e00444.
- Kariyawasam, C.S., Kumar, L., Ratnayake, S.S., 2019. Invasive plant species establishment and range dynamics in Sri Lanka under climate change. *Entropy* 21, 571.
- Lekprichakul, T., 2009. Ex ante and ex post risk coping strategies: How do subsistence farmers in southern and eastern province of Zambia cope? *Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto, Japan*, 17p.
- Mamam, T.S., Gauthier, B., Afio, Z., Aliou, S., 2016. Évaluation Du Niveau D'efficacité Technique Des Systèmes De Production A Base De Maïs Au Bénin. *European Scientific Journal* 12.
- Mekonen, D.G., Gebrezgiabher, K.T., 2021. Do smallholder farmers ensure resource use efficiency in developing countries? Technical efficiency of sesame production in Western Tigray, Ethiopia. *Heliyon* 7, e07315.
- Mishra, A.K., Kumar, A., Joshi, P.K., D'souza, A., 2018. Production risks, risk preference and contract farming: Impact on food security in India. *Applied Economic Perspectives and Policy* 40, 353–378.
- Nettle, R., Crawford, A., Brightling, P., 2018. How private-sector farm advisors change their practices: an Australian case study. *Journal of Rural Studies* 58, 20–27.
- Nobre, G.G., Davenport, F., Bischiniotis, K., Veldkamp, T., Jongman, B., Funk, C.C., Husak, G., Ward, P.J., Aerts, J.C., 2019. Financing agricultural drought risk through ex-ante cash transfers. *Science of the Total Environment* 653, 523–535.
- Nyong, A., Adesina, F., Osman Elasha, B., 2007. The value of indigenous knowledge in climate change mitigation and adaptation strategies in the African Sahel. *Mitigation and Adaptation strategies for global Change* 12, 787–797.
- Rahut, D.B., Aryal, J.P., Marenya, P., 2021. Ex-ante adaptation strategies for climate challenges in sub-Saharan Africa: Macro and micro perspectives. *Environmental Challenges* 3, 100035, 12p. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100035>
- Russo, S., Caracciolo, F., Salvioni, C., 2022. Effects of Insurance Adoption and Risk Aversion on Agricultural Production and Technical

- Efficiency: A Panel Analysis for Italian Grape Growers. *Economies* 10, 20.
- Schlenker, W., Lobell, D.B., 2010. Robust negative impacts of climate change on African agriculture. *Environmental Research Letters* 5, 014010.
- Shahbaz, P., Boz, I., 2022. Linking climate change adaptation practices with farm technical efficiency and fertilizer use: a study of wheat-maize mix cropping zone of Punjab province, Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research* 29, 16925–16938.
- Shikuku, K.M., Winowiecki, L., Twyman, J., Eitzinger, A., Perez, J.G., Mwongera, C., Läderach, P., 2017. Smallholder farmers' attitudes and determinants of adaptation to climate risks in East Africa. *Climate risk management* 16, 234–245.
- Tan, S., Heerink, N., Kuyvenhoven, A., Qu, F., 2010. Impact of land fragmentation on rice producers' technical efficiency in South-East China. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* 57, 117–123.
- Tong, Q., Swallow, B., Zhang, L., Zhang, J., 2019. The roles of risk aversion and climate-smart agriculture in climate risk management: Evidence from rice production in the Jiangnan Plain, China. *Climate Risk Management* 26, 100199.
- Waha, K., Van Wijk, M.T., Fritz, S., See, L., Thornton, P.K., Wichern, J., Herrero, M., 2018. Agricultural diversification as an important strategy for achieving food security in Africa. *Global change biology* 24, 3390–3400.
- Wheeler, S., Zuo, A., Bjornlund, H., 2013. Farmers' climate change beliefs and adaptation strategies for a water scarce future in Australia. *Global Environmental Change* 23, 537–547.
- Wongnaa, C.A., Awunyo-Vitor, D., 2018. Achieving sustainable development goals on no poverty and zero hunger: Does technical efficiency of Ghana's maize farmers matter? *Agriculture & Food Security* 7, 1–13.
- Yegbemey, R.N., Aloukoutou, A.M., Aihounon, G.B., 2020. Impact Pathways of Weather Information for Smallholder Farmers. *Africa Development/Afrique et Développement* 45, 133–156.
- Yegbemey, R.N., Bensch, G., Vance, C., 2021. Weather information for smallholders: Evidence from a pilot field experiment in Benin (Working Paper No. 930). *Ruhr Economic Papers*. <https://doi.org/10.4419/96973089>.