

Production de l'oignon de contre-saison au Nord-Bénin : Une analyse de l'efficacité technique à travers l'approche stochastique

Off-season onion production in North Benin: An analysis of technical efficiency through the stochastic approach

Auteur 1 : **Ibidon Firmin AKPO**

Auteur 2 : **Modeste Djromahuton DOHOU**

Auteur 3 : **Zachée HOUESSINGBE**

Ibidon Firmin AKPO, Maître-Assistant des Universités du CAMES

1Université de Parakou (UP)/ Faculté d'Agronomie (FA)/Département d'Economie et Sociologie Rurales (DESR), Bénin/ Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales (LARDES).

Modeste Djromahuton DOHOU, MSc

2Université de Parakou (UP) /Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales (LARDES).

Zachée HOUESSINGBE, Technicien Agronome.

3Université de Parakou (UP) /Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales (LARDES).

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : AKPO .I F ,DOHOU .M D & HOUESSINGBE .Z (2022) « Production de l'oignon de contre-saison au Nord-Bénin : Une analyse de l'efficacité technique à travers l'approche stochastique » , African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 14 » pp: 142-165.

Date de soumission : Aout 2022

Date de publication : Octobre 2022



DOI : 10.5281/zenodo.7248517

Copyright © 2022 – ASJ



Résumé

Bien que le Bénin dispose d'un potentiel agricole non négligeable, la production nationale d'oignon ne parvient pas encore à couvrir la demande de la population. Cette incapacité de la filière à répondre aux besoins intérieurs est imputable en partie à l'inefficacité dans l'utilisation des ressources productives. Afin d'examiner l'efficacité technique de la production d'oignon au Nord-Bénin, une enquête de terrain a été menée auprès de 120 maraîchers choisis aléatoirement dans les communes de Malanville et de Karimama. Les statistiques descriptives, la fonction frontière de production de type Cobb-Douglas et le modèle de régression tobit ont été utilisés comme outils d'analyses. Les résultats indiquent que l'oignon est cultivé par des jeunes (39 ans) formellement éduqués (24 %) ayant plus de 23 ans d'expérience en agriculture. L'estimation de la fonction de production montre que le niveau d'efficacité technique moyen atteint par les producteurs est de 57 %. Le niveau d'efficacité le plus faible est de 11% alors que le plus élevé est de 93%. L'alphabétisation en langue locale, l'utilisation de semences certifiées, l'utilisation de matières organiques et l'utilisation des casiers comme support à la culture d'oignon influencent positivement et significativement au seuil respectif de 1 %, 1 %, 5 % et 10 % le niveau d'efficacité technique des producteurs. Ces résultats suggèrent un renforcement des capacités des producteurs pour améliorer le niveau d'efficacité dans la production d'oignon au Nord-Bénin.

Mots clés : Oignon, Cobb-Douglas, déterminants, Nord-Bénin.

Abstract

Summary

Although Benin has considerable agricultural potential, national onion production is still unable to satisfy the population's needs. This inability of the sector to meet domestic needs is attributable in part to inefficiency in the use of productive resources. In order to examine the technical efficiency of onion production in North Benin, a field survey was conducted among 120 randomly selected market gardeners in the municipalities of Malanville and Karimama. Descriptive statistics, the Cobb-Douglas production frontier function and the Tobit regression model were used as analysis tools. The results indicate that onions are grown by young (39 years old), formally educated (24%) people with more than 23 years of agricultural experience. The estimation of the production function shows that the average level of technical efficiency achieved by producers is 57%. The lowest level of efficiency is 11% while the highest is 93%. Literacy in the local language, the use of certified seeds, the use of organic matter and the use of trays as a support for onion cultivation positively and significantly influence the level of technical efficiency of producers at the 1%, 1%, 5% and 10% thresholds respectively. These results suggest a capacity building of producers to improve the level of efficiency in onion production in North Benin.

Key words: Onion, Cobb-Douglas, determinants, North Benin.

Introduction

La sécurité alimentaire est l'une des préoccupations majeures de tous les pays du monde notamment les pays en voie de développement où l'agriculture est encore rudimentaire et extensive (Miassi et al., 2018). Pour répondre aux besoins alimentaires de la population et surtout lutter contre l'insuffisance alimentaire, il est important d'œuvrer également pour la promotion des cultures maraîchères. En effet, la production de légumes constitue une importante source alimentaire et l'une des activités agricoles les plus génératrices de revenus pour les populations du monde (Adjatini et al., 2019). Revêtant divers nutriments tels que les minéraux, vitamines, fibres alimentaires et métabolites secondaires, les légumes sont essentiels à l'homme pour répondre aux besoins nutritionnels de base pour une vie saine (Bibi et al., 2021). En effet, l'oignon (*Allium cepa*), deuxième légume le plus cultivé dans le monde après la tomate (Sakatai et al., 2019) fait partie des cultures maraîchères les plus importantes et les plus consommées au monde en raison de sa convenance en toute période de l'année (Mollavali et al., 2016). Au Bénin, l'oignon représente 10 à 25 % des légumes consommés et sa production constitue un excellent potentiel d'exportation en raison des conditions agroclimatiques favorables (Omotesho et al., 2020). Bien que le pays dispose d'un potentiel naturel (terre et eau) non négligeable, la production nationale d'oignon ne parvient pas encore à couvrir la demande de la population (Dayou et al., 2020).

L'incapacité de la filière à répondre aux besoins intérieurs est probablement imputable non seulement au fait que l'oignon est principalement cultivé en saison sèche sous irrigation en raison des inondations mais aussi à cause de la durée du jour (lumière) favorable à la formation des bulbes. Kamga et al., (2016) et Mensah et al., (2019) révèlent que la mauvaise confection des casiers, l'inexistence d'une formulation d'engrais appropriée, le mauvais système d'irrigation, la persistance de l'utilisation des techniques culturales traditionnelles et inadaptées font partie des contraintes qui entravent le développement de cette culture avec pour conséquence les faibles rendements qui varient d'un producteur à un autre. A titre d'exemple, alors qu'il est de 45 t/ha en Inde, de 57 t/ha en Chine (FAO, 2005) et de 50 t/ha au Cameroun (Sakatai et al., 2019), le rendement de l'oignon n'est que de 15 t/ha pour la variété Rouge de Tana et de 25 t/ha pour la variété Violet de Galmi au Bénin, selon les essais de Mensah et al., (2019).

Par ailleurs, les études de Omolehin et al., (2019) et de Omotesho et al., (2020) montrent que les variations des rendements des cultures entre les agriculteurs sont souvent entraînées par les

différences entre les combinaisons faites des divers facteurs de production. L'essence de cette étude est d'afficher l'écart entre la productivité optimale et le niveau de productivité actuel de l'oignon dans le Nord-Bénin à travers la méthode de l'approche stochastique afin de permettre aux investisseurs et aux décideurs de formuler des politiques adéquates sur la production de l'oignon au Bénin. Cet article aborde dans sa première section, un bref aperçu des études sur l'efficacité de la production d'oignon en Afrique. Ensuite dans la deuxième section, la méthodologie de la recherche a été détaillée. Les résultats obtenus et leurs discussions ont fait respectivement l'objet de la troisième et quatrième section.

1. État des lieux des études sur l'efficacité technique des producteurs d'oignon de l'Afrique de l'Ouest

L'efficacité technique des producteurs d'oignon a constitué l'objectif de plusieurs recherches ces dernières années en Afrique. Même, si elle n'est pas exhaustive, cette section fait un état des lieux de quelques études. Les scores d'efficacité obtenus dans chaque étude ont été notamment discutés. Les études de Ojo et al., (2009) révélaient un indice d'efficacité technique moyen de 94,67 % de la production irriguée d'oignon dans le cadre du projet d'irrigation de la vallée du Moyen-Rima à Goronyo, dans l'État de Sokoto au Nigeria. Par ailleurs, Omolehin et al., (2019) en mesurant l'efficacité technique des exploitations d'oignon irrigué et pluvial dans l'Etat de Kano au Nigéria, montraient qu'en moyenne le niveau d'efficacité technique était plus élevé pour les producteurs d'oignon irrigué (89 %) que pour les producteurs d'oignon en système pluvial (83 %). Ceci signifie que la bonne combinaison des ressources productives se fait plus remarquée au niveau des producteurs en système d'irrigation que les producteurs en système pluvial. Dans le même pays, Yayaya, et al., (2019) poursuivant le même objectif concluent que dans la zone d'Aliero de l'Etat de Kebbi, le niveau moyen d'efficacité technique atteint par les exploitations agricoles était de 83,6 % (Yayaya, et al., 2019).

En outre, dans la savane Nord-Guinéenne, le niveau d'efficacité technique de la production d'oignon était de 92 % pour les entreprises maraîchères (Ibrahim et Omotesho, 2013). Des indices similaires ont été également trouvés par Anyatengbey, (2020) dans la région Est du Ghana où l'efficacité technique des producteurs tournait autour de 90 %. En ce qui concerne le Bénin, Omolehin et al., (2019) ont montré dans leur étude sur la viabilité économique de la production d'oignon dans la commune de Grand-Popo que le niveau d'efficacité moyen atteint par les producteurs d'oignon était de 88,35 %. Les conditions agroécologiques favorables à la

production de l'oignon et les pratiques agricoles varient d'un milieu à un autre. Par ricochet, le niveau d'efficacité technique peut varier d'une zone de production à l'autre comme l'a montré ces différentes études.

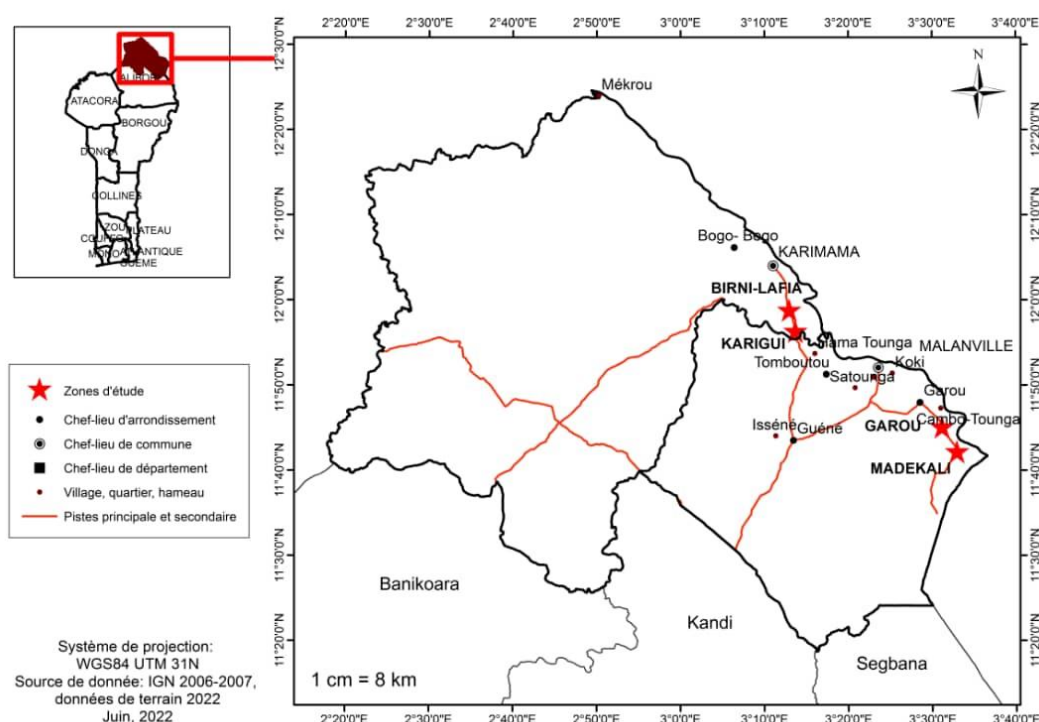
2. Méthodologie de recherche

2.1. Zone d'étude

Cette étude a été réalisée dans les communes de Malanville et de Karimama situées dans le département de l'Alibori, zone agroécologique I du Bénin. En effet, la commune de Malanville est située à l'extrême Nord-Est du département de l'Alibori (figure 1). Elle s'étend entre 11,5 ° et 12 ° de latitude du Nord au Sud sur 50 kms et de l'Est à l'Ouest sur 60 kms. La commune de Malanville est limitée au Nord par la République du Niger, au Sud par les communes de Kandi et de Ségbana, à l'Ouest par la commune de Karimama et à l'Est par la République Fédérale du Nigéria. Elle couvre une superficie de 3,016 km² dont 8000 ha de terres cultivables. Son altitude moyenne est de 200m au-dessus du niveau de la mer dont elle est à plus de 700kms à vol d'oiseau. Cette commune bénéficie d'un climat de type Soudano Sahélien marqué par une saison sèche de Novembre à Avril. Le vent dominant est l'harmattan soufflant de Novembre en Janvier dans tous les sens avec des écarts de températures variant entre 16 et 25 °C. Quant à la commune de Karimama, elle est située au Nord-Ouest du département de l'Alibori. Limitée au Nord par le fleuve Niger, au Sud-Ouest par la commune de Banikoara, au Sud est par la commune de Kandi, à l'Est par la commune de Malanville, elle dispose d'une superficie de 6102 km² dont plus de 5/6 sont couvertes par le Parc National W. Par sa situation géographique, elle bénéficie d'un climat Sahélo Soudanien avec deux saisons : une saison sèche (Novembre - mi-Mai) et une saison pluvieuse (mi-Mai – Octobre).

Selon Kpadenou et al., (2020), les communes de Karimama et Malanville constituent dans la vallée du Niger, les zones où l'activité la plus importante est le maraîchage. Dans chacune de ces deux communes, les échanges avec les agents des cellules communales de l'Agence Territoriale de Développement Agricole (ATDA) ont permis d'identifier deux villages à forte production d'oignon. Ainsi, au total, quatre (04) villages ont été couverts par cette étude à raison de deux (02) par commune : Garou-Tédji et Madécali dans la commune de Malanville, Kargui et Birni-Lafia dans la commune de Karimama. La figure 1 présente la carte de la zone d'étude.

Figure 1 : Carte du milieu d'étude



Source : Elaborée dans le cadre de cette étude

2.2. Échantillonnage et base de données

Les unités d'observation de cette étude sont les exploitations productrices d'oignon. Dans chaque village sélectionné, il a été enquêté 30 producteurs d'oignon choisis de manière aléatoire simple à l'aide d'une base de sondage. Ainsi, 120 producteurs d'oignon ont été enquêtés au total. Des données quantitatives et qualitatives relatives aux caractéristiques économiques et sociodémographiques, aux inputs et outputs de production d'oignon et aux techniques de production ont été collectées auprès de chaque enquêté.

2.3. Technique et outils de collecte des données

Les données primaires utilisées dans cette étude sont issues d'une enquête de terrain à l'aide d'un questionnaire structuré. Les outils de collecte de données utilisés sont le questionnaire électronique (via Kobocollect) corrigé lors de la phase exploratoire. Quant aux données secondaires, la grille de lecture a été utilisée pour recenser sur internet des informations relatives à la présente étude à travers le moteur de recherche Google scholar. Les articles scientifiques, les thèses de doctorat et des rapports traitant des thématiques similaires ont été consultés.

2.4. Outils d'analyse des données

Pour l'analyse des données, l'étude a utilisé les statistiques descriptives, le modèle de frontière stochastique de production et le modèle de régression tobit. Les statistiques descriptives telles que les fréquences relatives et les mesures de tendance centrale (moyenne et écart-type) ont été utilisées pour identifier et décrire les caractéristiques socioéconomiques et démographiques des producteurs d'oignon enquêtés. La frontière stochastique de production a été estimée pour déterminer l'efficacité technique et le modèle de régression tobit pour identifier les facteurs socioéconomiques qui interagissent avec le niveau d'efficacité technique.

- **Frontière stochastique de production**

L'analyse de l'efficacité technique des producteurs peut se faire selon deux principales méthodes à savoir : la méthode paramétrique (approche stochastique) et la méthode non paramétrique (analyse par enveloppement des données). La dernière citée a pour principal inconvénient, la non prise en compte des chocs aléatoires comme les erreurs de mesure et autres bruits dans les données (Crinot et al., 2019). La production agricole au Nord-Bénin est exposée à de nombreux risques de production principalement liés aux variabilités climatiques, aux manques d'intrants de production comme la main d'œuvre, les fertilisants spécifiques et produits phytosanitaires (Agossadou et al., 2022). La frontière stochastique de production se présente alors la plus adéquate dans ce contexte pour estimer le niveau d'efficacité des producteurs d'oignon du Nord-Bénin. Par ailleurs, la spécification préalable des formes fonctionnelles que nécessite la méthode des frontières stochastiques se fait le plus souvent sous deux formes : il y a la forme fonctionnelle de type Cobb-Douglas et celle Translog. La frontière translog est sensible à la multicolinéarité même si elle se présente sous une forme plus flexible. Les spécifications avec la forme fonctionnelle de type Cobb-Douglas sont plus avantageuses car ses coefficients représentent directement l'élasticité de la production des intrants et sont plus faciles à interpréter et à estimer que la frontière translog (Kansiime et al., 2018). Par conséquent, dans cette étude, la forme fonctionnelle de la fonction de production de type Cobb-Douglas a été utilisée. Ainsi, la fonction stochastique de production spécifiée sous la forme de Cobb-Douglas se présente comme suit :

$$ET_i = e^{(-U_i)} \quad (1)$$

Avec ET_i l'efficacité technique du producteur d'oignon. La forme empirique de la fonction de production estimée est la suivante :

$$\begin{aligned} \ln(Prod_i) = & \ln(a) + \alpha_1 \ln(Sup_i) + \alpha_2 \ln(QSem_i) + \alpha_3 \ln(QEngrais_i) \\ & + \alpha_4 \ln(QPest_i) + \alpha_5 \ln(QEssen_i) + \alpha_6 \ln(QMof_i) \\ & + (V_i - U_i) \end{aligned} \quad (5)$$

Avec :

<i>i</i>	Représente l'exploitant <i>i</i> , producteur d'oignon.	-
<i>Prod</i>	La quantité totale de production brute d'oignon récoltée	En kg
<i>Sup</i>	Superficie totale emblavée pour la production d'oignon.	En ha
<i>QSem</i>	La quantité totale de semences utilisée pour la production d'oignon.	En kg
<i>QEngrai</i>	La quantité totale d'engrais utilisée pour la production d'oignon.	En kg
<i>QPest</i>	La quantité totale de pesticides utilisée pour la production d'oignon.	En Litre (L)
<i>QEssen</i>	La quantité totale d'essence utilisée pour la production d'oignon.	En Litre (L)
<i>QMof</i>	La quantité totale de main-d'œuvre familiale utilisée pour la production d'oignon.	En HJ
<i>V_i</i>	Terme aléatoire associé aux facteurs aléatoires hors du contrôle de l'exploitant <i>i</i> et supposé être indépendamment et identiquement distribué selon une loi normale d'espérance mathématique nulle et de variance.	-
	$\sigma_{v(s)}^2 [v_{i(s)} \approx N(0, \sigma_{v(s)}^2)]$	
<i>U_i</i>	La variable aléatoire d'inefficacité technique de l'exploitant <i>i</i> et supposée être indépendamment et identiquement distribuée comme une variable aléatoire positive tronquée en zéro.	-
	$N(u_{i(s)}, \sigma_{u(s)}^2)$	

Les paramètres α , γ et σ^2 ont été estimés par la méthode du Maximum de Vraisemblance. Ils représentent les coefficients de la frontière de production dont les résidus ont permis de déterminer les indices d'efficacité technique.

- **Modèle des déterminants de l'efficacité technique**

L'identification des facteurs qui expliquent le niveau d'efficacité technique des producteurs d'oignon a été faite à l'aide de la régression censurée tobit. Ce modèle de régression a été utilisé à cause de la variable dépendante. La nature tronquée des indices d'efficacité technique sont compris entre 0 et 1. Ainsi, l'équation du modèle ayant permis d'identifier les déterminants de l'efficacité des producteurs d'oignon se présente comme suit :

$$ET = a_0 + \sum a_i X_i + e_i \quad (8)$$

$$ET = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + e'_i \quad (9)$$

Avec X_i les variables explicatives, a_0 et β_0 les termes constants, a_i et β_i les coefficients de régression et e, e' les termes d'erreurs.

Les variables explicatives de cette étude sont des caractéristiques propres aux producteurs et à leurs exploitations. Des intérêts diversifiés sont accordés à ces variables explicatives selon la spécificité de chaque étude.

- **Itinéraires techniques de production**

Etudier l'efficacité technique des exploitations, c'est aussi porter de l'intérêt aux techniques de production utilisées par les producteurs pour sortir une quantité donnée d'output. Car le niveau de respect des itinéraires techniques de production par une firme est susceptible d'affecter le niveau de rendement qu'elle atteint. Dans la littérature, plusieurs études empiriques ont montré que les itinéraires techniques de production influencent le niveau d'efficacité des exploitations. Bello et al., (2019) montraient dans leurs études au Nord-Est du Bénin par exemple que l'application d'herbicides suivie de sarclo-binages a engendré un gain de rendement comparativement aux sarclo-binages exclusifs. Selon ces auteurs, la pratique traditionnelle des sarclages exclusifs occasionne en fait un retard de croissance des cultures d'oignon lié à un effet de compétition des mauvaises herbes, ce qui conduit à l'obtention de faibles rendements. Des expérimentations de vielles dates réalisées à la ferme de l'Université Agricole Sher-e-Bangla, Dhaka, Bangladesh par Mirza et al., (2007) avaient déjà recommandé l'application d'herbicide à base de pretilachlor, suivi d'un désherbage manuel pour booster le rendement en grain de riz à 5,2 t/ha contre 2,4 t/ha sans application d'herbicide. D'autre part, les études de Sissoko et Lebailly, (2019) montraient que le microdosage d'engrais, l'utilisation des variétés améliorées, l'utilisation de la fumure organique, les pratiques de conservation du sol et de l'eau et l'utilisation du semoir à disque par les producteurs sont des variables qui affectent positivement

le rendement du mil et du sorgho dans les régions sahélienne et soudano-sahélienne du Mali. De surcroît, les études de Kpenavoun et al., (2018) révélaient aussi que l'utilisation de semences de bonne qualité et l'application d'insecticides chimiques sont des variables qui influencent positivement l'efficacité technique des producteurs de soja au Bénin. De toutes ces analyses, il ressort que le degré d'application de l'itinéraire technique de production détermine leur niveau d'efficacité technique.

❖ L'âge

Dans le processus de prise de décision en matière de production agricole, l'âge de l'agriculteur est un facteur très important pouvant expliquer son comportement et ses actions. Certaines études ont montré que l'augmentation de l'âge des producteurs augmente leur inefficacité technique (Abur, 2014; Kibret et Abebo, 2019). Ces auteurs pensent que les agriculteurs plus âgés peuvent ne pas être agiles pour rechercher de nouvelles informations susceptibles de contribuer à l'amélioration de leur production. Au contraire, Malinga et al., (2015) et Zalkuw et al., (2014) ont montré que les agriculteurs les plus âgés sont techniquement plus efficaces dans la production de tomates que leurs homologues plus jeunes. Ces derniers supposent que l'âge du chef de ménage reflète son expérience dans la production de tomate. Alors que l'expérience des producteurs est associée à l'accumulation de compétences pouvant concourir à l'amélioration de leur productivité. Le parcours des travaux de ces auteurs montre qu'il existe diverses opinions sur l'effet de l'âge sur l'efficacité technique des agriculteurs.

❖ Le niveau d'éducation formelle

Dans plusieurs études, il a été montré que le niveau d'éducation formelle des agriculteurs est un facteur déterminant leur niveau d'efficacité (Adeoye, 2020; Hafner et al., 2018; Omotesho et al., 2020). En effet, les travaux de Abebe (2014) ; Abur (2014) ; Ibitoye et al., (2015) ; Tabe-Ojong Jr et Molua (2017) et Adeoye (2020) ont démontré que le niveau d'éducation des producteurs a une influence positive sur leurs niveaux d'efficacité. Ces auteurs pensent que les producteurs qui ont reçu une éducation adoptent facilement les nouvelles techniques et technologies en raison de leur capacité accrue à acquérir des connaissances techniques, ce qui les rapproche de la sortie frontière de production. Par ailleurs, dans les études de Hafner et al., (2018) et Omotesho et al., (2020), l'influence du niveau d'éducation sur l'efficacité des producteurs agricoles est négative. Ce qui signifie que plus le producteur a un niveau d'éducation élevé, moins son score d'efficacité augmente. En résumé, l'effet du niveau

d'éducation formelle reçue par les producteurs sur leur efficacité technique varie d'une étude à une autre et on note une divergence d'opinions des auteurs l'ayant abordé.

❖ L'alphabétisation en langue locale

Généralement, dans les études ayant pris en compte l'alphabétisation en langue locale dans les modèles qui déterminent l'efficacité, il est révélé que cette variable influence positivement et significativement l'efficacité technique des agriculteurs (Tangara et al., 2021; Traore et al., 2021). Tout comme l'éducation formelle, ces auteurs pensent que l'alphabétisation en langue locale éveille certaines facultés mentales des exploitants à assimiler de manière facile et rapide de nouvelles connaissances acquises. Ainsi, les signes attendus des différentes variables explicatives introduites dans le modèle de régression estimé sont consignés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Description des variables explicatives introduites dans le modèle des déterminants

Variables	Codes	Modalités	Signes attendus
Caractéristiques sociodémographiques			
Age du producteur	<i>AGE</i>	Variable continue	+
Accès à l'éducation formelle	<i>EDUCF</i>	0 = Non ; 1 = Oui	+
Nombre d'années de scolarisation validées avec succès	<i>NASV</i>	Variable continue	+
Alphabétisation en langue locale	<i>ALPH</i>	0 = Non ; 1 = Oui	+
Techniques de production d'oignon			
Utilisation de matières organiques	<i>UTMO</i>	0 = Non ; 1 = Oui	+
Utilisation de semences certifiées	<i>UTSC</i>	0 = Non ; 1 = Oui	+
Utilisation de planches comme support à la culture de l'oignon	<i>UTPL</i>	0 = Non ; 1 = Oui	+
Utilisation de planches comme support à la culture de l'oignon	<i>UTCA</i>	0 = Non ; 1 = Oui	+

Source : Résultats d'analyse, 2022

Ainsi, après introduction de ces variables, la forme empirique du modèle donne l'équation suivante :

$$ET_i = \gamma_0 + \gamma_1 AGE_i + \gamma_2 EDUCF_i + \gamma_3 NASV_i + \gamma_4 ALPH_i + \gamma_5 UTMO_i + \gamma_6 UTSC_i + \gamma_7 UTPL_i + \gamma_8 UTCA_i + \varepsilon_i \quad (10)$$

Avec :

I	Représente le producteur i ($i=1,2,3,\dots,120$)
ET	L'efficacité technique
ε_i	Les termes d'erreurs
γ_0	Les termes constants

3. Résultats

3.1. Caractéristiques des producteurs d'oignon de contre-saison enquêtés

Les résultats présentés dans le tableau 2 décrivent les caractéristiques sociodémographiques des producteurs enquêtés. Ils nous révèlent qu'en moyenne, les maraîchers étaient âgés de 39 (± 11) ans environ. A cet âge moyen, s'associent leurs expériences moyennes de 23 ($\pm 9,85$) ans en agriculture et de 22 ($\pm 10,07$) ans dans la production de l'oignon. 24,16 % des producteurs d'oignon ont reçu une éducation formelle. En moyenne, ces derniers ont validé 2 ($\pm 2,68$) années de scolarisation avec succès, ce qui équivaut au cours préparatoire dont les objectifs prioritaires sont de permettre aux élèves d'apprendre à lire, à écrire et à compter. En ce qui concerne l'éducation non formelle, seulement 8,33 % ont suivi un programme d'alphabétisation en langue locale. Par ailleurs, tous les producteurs enquêtés ont comme activité principale l'agriculture, avec pour culture principale majoritairement l'oignon. Quand on s'intéresse aux techniques de production de l'oignon, même si seulement 18,33 % des producteurs d'oignon sont en contact avec les services de vulgarisation, les résultats montrent que plus de la moitié des producteurs (50,83 %) ont utilisé des matières organiques, 38,33 % ont utilisé des semences certifiées et 74,16 % ont utilisé des casiers comme supports à la culture de l'oignon.

Tableau 2 : Caractéristiques sociodémographiques des producteurs d'oignon

Variable		Moyenne	Ecart-type
Âge du producteur		38,64	11
Expérience en agriculture		23,25	9,85
Expérience dans la production d'oignon		22,50	10,07
Education formelle		0,24	0,42
Nombre d'années d'inscription validée avec succès		1,37	2,68
Pouvez-vous lire et écrire dans votre langue locale ?		0,08	0,27
Avez-vous utilisé de Matières organiques		0,50	0,50
Support de production	Semence certifiée	0,38	0,48
	Planches	0,04	0,20
	Casiers	0,74	0,43
Variables		Fréquence absolue	Fréquence relative (%)
Contact avec les services de vulgarisation (Oui)		22	18,33
Niveau d'éducation formelle	Primaire	19	15,83
	Secondaire cycle 1	8	6,67
	Secondaire cycle 2	2	1,67
Culture principale de l'enquête	Oignon	118	98,33
	Riz	2	1,67

Source : Résultats d'analyse, 2022

3.2. Fonction de production stochastique

3.2.1. Description des facteurs de production

Les facteurs de production utilisés par les maraîchers dans la production d'oignon sont décrits dans le tableau 3 ci-après. L'analyse de ce tableau révèle qu'en moyenne les producteurs ont alloué une superficie de 1,18 ($\pm 1,25$) hectares de terre à la production d'oignon. Sur une telle surface, ils ont utilisé moyennement 3,90 ($\pm 3,48$) kilogrammes de semences ; 1001,97 ($\pm 1115,73$) kilogrammes d'engrais chimique de synthèse ; 3,10 ($\pm 3,33$) litres de pesticides et 290,48 ($\pm 215,58$) litres d'essence pour l'arrosage durant tout le cycle de production. En effet, l'usage de toutes ces quantités d'intrants leur a conféré un rendement moyen de 9992,80 ($\pm 7427,58$) kilogrammes d'oignon par hectare.

Tableau 3 : Présentation des facteurs de production

Variable	Moyenne	Ecart type
Superficie d'oignon (ha)	1,183333	1,254292
Quantité de semences (kg/ha)	3,900786	3,482695
Quantité d'engrais (kg/ha)	1001,976	1115,739
Quantité de pesticides (L/ha)	3,107071	3,330677
Quantité d'essence (L/ha)	290,4834	215,5841
Rendement (kg/ha)	9992,802	7427,582

Source : Résultats d'analyse, 2022

3.2.2. Fonction de production

Les paramètres de la variance du test de vraisemblance suivant une loi normale de distribution de Chi2 (χ^2) à 5 degrés de liberté et les paramètres de la fonction de production d'oignon sont renseignés dans le tableau 4 ci-dessous. Les résultats indiquent à travers la valeur du paramètre de vraisemblance ($LR = 7,18 > 2,71$) que l'hypothèse nulle H_0 selon laquelle il n'existe pas d'inefficacité technique dans la production d'oignon des enquêtés est rejetée. En outre, lorsqu'on s'intéresse à la valeur de la variance Gama ($\gamma = 0,92$) et sa significativité au seuil de 1 %, on pourrait comprendre qu'elle traduit que plus de 92 % de la variation de la quantité d'oignon récoltée était due à des différences dans le niveau d'efficacité des producteurs et que seulement environ 8 % de cette variation était due aux effets aléatoires hors de leur contrôle. Sur un ensemble de six variables considérées dans la fonction de production, une seule (superficie) a un effet significatif pour expliquer la variation de la production d'oignon chez les producteurs.

En effet, le coefficient estimé pour la superficie (0,85) pour la production d'oignon est négatif et statistiquement significatif au seuil de 1 %. La valeur de ce coefficient explique que dans la zone d'étude, l'extension de la superficie n'entraîne pas une augmentation de la quantité d'oignon de contre-saison produite.

Par ailleurs, quand bien même que les résultats n'indiquent aucune significativité statistique, un regard sur les valeurs des coefficients de l'engrais, les semences, les pesticides, l'essence et la main d'œuvre familiale montre que tous ces intrants ont une influence négative sur le rendement de production d'oignon. Ce qui traduit que l'augmentation d'un quelconque de ces

intrants engendre la baisse de la production d'oignon dans la zone d'étude, toutes choses étant égales par ailleurs.

Tableau 4 : Fonction de production

Variables	Coefficient	Erreur-Type	t-ratio
Constance (α_0)	-0,88	0,60	-14,50***
SEMENCE	-0,01	0,09	-0,17
ENGRAIS	-0,07	0,08	-0,94
PESTICIDE	-0,05	0,09	-0,53
ESSENCE	-0,04	0,07	-0,61
SUPERFICIE	-0,85	0,13	-6,49***
MOF	-0,02	0,05	-0,44
Sigma-squared (σ^2)	2,34	2,75	0,85
Gamma (γ)	0,92	0,08	10,64***
Mu	-1,62	4,21	-0,38
Nombre d'observation	120		
Log de vraisemblance	-133,11		
LR	7,18		
Efficacité technique	Moyenne	Minimum	Maximum
	0,577	0,113	0,931

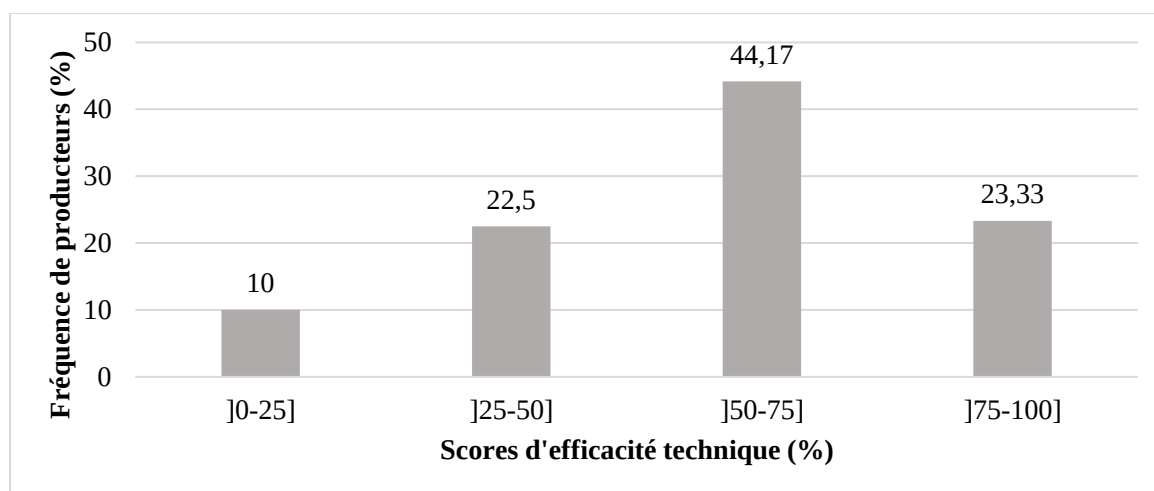
Source : Résultats d'analyse, 2022

3.2.3. Répartition des scores d'efficacité technique des producteurs d'oignon

Le tableau 4 ci-dessus montre que l'indice d'efficacité technique varie d'un maraîcher à l'autre et s'étend d'un minimum de 0,11 à un maximum de 0,93, avec une moyenne de 0,57. Par ailleurs, comme l'indique la figure 1, la classe modale des indices d'efficacité technique est comprise entre 0,50 et 0,75. Seulement 23,33 % des producteurs ont un indice d'efficacité compris entre]75 % ; 100 %]. Ces résultats impliquent que le producteur d'oignon ayant atteint le score moyen d'efficacité technique (0,57) a besoin de 38,71 % [$1 - (0,57/0,93) * 100$] d'économie d'intrants pour atteindre le statut du producteur d'oignon le plus techniquement efficace. Le maraîcher le moins performant (0,11) du point de vue efficacité technique doit

économiser 88,17 % [$1 - ((0,11/0,93) * 100)$] de ses intrants pour devenir le producteur le plus performant.

Figure 2 : Répartition des producteurs d'oignon selon leurs niveaux d'efficacité technique



Source : Résultats d'analyse, 2022

3.3. Déterminants de la fonction de production

Les résultats du tableau 5 montrent les déterminants de l'efficacité technique des producteurs d'oignon. Il ressort de ces résultats que le modèle estimé est globalement significatif au seuil de 1 %. Cela explique que chaque facteur introduit dans le modèle a un effet explicatif sur le score d'efficacité technique des producteurs. En d'autres termes, il existe au moins un facteur qui permet de discriminer les producteurs d'oignon qui sont techniquement efficaces de ceux qui ne le sont pas, car les coefficients des variables explicatives introduites dans l'estimation ne sont pas simultanément nuls. En effet, sur un ensemble de huit (8) variables explicatives introduites dans le modèle, quatre (4) ont un effet statistiquement significatif sur les indices d'efficacité technique des producteurs d'oignon.

Le coefficient de la variable alphabétisation en langue locale a montré une relation positive et significative au seuil de 1 % avec le niveau d'efficacité technique des producteurs. Ces résultats traduisent que les producteurs d'oignon alphabétisés en langue locale sont techniquement plus efficaces que ceux qui ne sont pas alphabétisés en langue locale. Les résultats ont également révélé que le coefficient des variables : utilisation de matières organiques, utilisation de semences certifiées et utilisation de casiers comme supports à la culture de l'oignon influencent positivement et significativement l'efficacité technique des producteurs respectivement au seuil de 5 %, 1 % et 10 %.

Tableau 5 : Déterminant de l'efficacité technique des producteurs d'oignon

Signification	Coef.	Std. Err.	T	P>t [95 %
Âge du producteur	0,0005	0,001	0,40	0,688
Accès à l'éducation formelle	-0,02	0,08	-0,29	0,772
Nombre d'années de scolarisation validée avec succès	0,01	0,01	0,85	0,400
Alphabétisation en langue locale	0,19	0,04	4,68	0,000
Utilisation de matières organiques	0,08	0,03	2,53	0,013
Utilisation de Semences certifiées	0,14	0,03	4,05	0,000
Planches comme support à la culture de l'oignon	0,028	0,08	0,35	0,725
Casiers comme support à la culture de l'oignon	0,06	0,03	-1,73	0,087
_cons	0,47	0,06	7,23	0,000
F (8, 112) = 7,12 Prob > F = 0,0000*** Log pseudolikelihood = 44,070697 Pseudo R2 = -0,8411				

Source : Résultats d'analyse, 2022

4. Discussion

Le score d'efficacité technique moyen atteint par les producteurs d'oignon de la zone d'étude est de 57,7 %. Ce résultat justifie la surexploitation des intrants de production que révèlent les estimations de la fonction de production. En effet, les producteurs d'oignon du Nord-Bénin s'adonnent non seulement à l'agriculture extensive mais utilisent de façon abusive les intrants de production. En moyenne, même avec une économie de 38,71 % des intrants utilisés actuellement, les producteurs peuvent toujours atteindre leur niveau de production actuel. Ces résultats comparés à ceux trouvés par Gebremariam et al., (2019) en Ethiopie montrent que les exploitations productrices d'oignon du Nord-Bénin sont techniquement moins efficaces. Tout comme ces auteurs, Omolehin et al., (2019) ont trouvé qu'au Nigéria, que ça soit en système irrigué (89 %) ou en système pluvial (83 %), les producteurs d'oignon étaient techniquement plus efficaces que ceux de notre zone d'étude. Particulièrement au Bénin, les études de Omotesho et al., (2020) ont montré que le score d'efficacité technique moyen atteint par les producteurs d'oignon irrigué de la commune de Grand-Popo était de 88,35 %. Cependant, la variation entre les scores d'efficacité technique trouvés par ces auteurs dans d'autres pays et au Bénin et le score trouvé dans cette étude peuvent être expliqués par la diversification des zones d'étude. Quand l'on s'intéresse à la répartition des producteurs enquêtés selon leurs classes

d'efficacité technique, les résultats montrent que majoritairement (44,17 %) les producteurs ont obtenu un score d'efficacité technique compris entre 50 et 75 %. Les bornes de cette classe modale obtenue sont inférieures à celles trouvées par Omotesho et al., (2020) (80 à 95 %) et Gebremariam et al., (2019) dans leurs études. Toutefois, le fait que le score d'efficacité technique maximum atteint par les producteurs soit égal à 0,93 révèle la présence des producteurs de référence qui peuvent faciliter la tâche aux agents de vulgarisation en servant de relais pour l'amélioration des indices d'efficacité dans la zone d'étude.

Par ailleurs, les résultats ont montré une relation positive et significative entre le coefficient de la variable qui illustre l'utilisation de semences certifiées et le score d'efficacité technique des producteurs. L'augmentation d'une unité de semences certifiées augmente de 0,14 % l'efficacité technique du producteur d'oignon. Ceci confirme les résultats de Aminou (2021) et Traore et al., (2021) qui ont démontré que les exploitants qui utilisent des semences certifiées ont tendance à être techniquement efficaces comparativement à ceux qui utilisent les semences locales. Généralement, les semences certifiées ont une forte potentialité productive et plus résistantes aux attaques des ravageurs. Le modèle des déterminants montre également que le coefficient de la variable alphabétisation en langue locale influence positivement et significativement le score d'efficacité technique des producteurs au seuil de 1 %. Ces résultats confirment les opinions de Tangara et al., (2021) et Traore et al., (2021) selon lesquelles l'alphabétisation en langue locale éveille certaines facultés mentales des exploitants à assimiler de manière facile et rapide de nouvelles connaissances acquises et par conséquent améliore leur productivité. L'utilisation de matières organiques notamment des bouses de vache s'est révélée un facteur influençant positivement et significativement le niveau d'efficacité des producteurs d'oignon. Les matières organiques, renforçant la fertilité des sols, constituent un facteur qui peut bien expliquer l'efficacité technique des producteurs. Tout comme les autres variables, l'utilisation des casiers comme support à la culture de l'oignon a une influence positive et significative sur l'efficacité technique des producteurs. En effet, en production de contre-saison, les casiers sont plus avantageux parce qu'ils permettent de retenir l'eau pendant longtemps que les planches. Aussi, Pierre Sakatai et al., (2021) ont montré dans leurs études que comparativement aux systèmes billons et planches, la production d'oignon irrigué sous le système casiers donne plus de rendement.

Conclusion

L'objectif de cet article a été de déterminer le niveau d'efficacité technique des producteurs d'oignon du Nord-Bénin. Les résultats de l'estimation de la fonction de production montrent que 92 % de la variation de la quantité d'oignon récoltée était due à des différences dans le niveau d'efficacité des producteurs et que seulement environ 8 % de cette variation était due aux effets aléatoires hors de leur contrôle. En effet, ils font une surexploitation des facteurs de production ce qui ouvre un autre débat sur la durabilité de ces exploitations. Moyennement, les producteurs d'oignon de la zone d'étude n'avaient atteint que seulement 57 % de l'efficacité technique. Les facteurs tels que l'alphabétisation en langue locale, l'utilisation de semences certifiées, l'utilisation de matières organiques et l'utilisation des casiers comme support à la culture d'oignon ont une influence positive et significative respectivement au seuil de 1 %, 1 %, 5 % et 10 % sur le niveau d'efficacité technique des producteurs. Ainsi, l'intensification des programmes d'alphabétisation en langue locale et le renforcement des capacités techniques des producteurs sont autant de facteurs que doit prendre en compte toute initiative d'accompagnement pour combler le vide constaté sur le marché.

Références Bibliographiques

- Abebe, G.G. (2014). Off-farm income and technical efficiency of smallholder farmers in Ethiopia. A Master's Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, 61p.
- Abur, C.C. (2014). An assessment of irrigated tomato farming on resource productivity of farmers in Vandeikya local government area of Benue state: Application of technical efficiency model. *Global Journal of Human Social Science-GJHSS-E* 14.
- Adeoye, I.B. (2020). Factors affecting efficiency of vegetable production in Nigeria: A review. *Agricultural Economics* 1, 1–14.
- Adjatini, A., Bonou-Gbo, Z., Boco, A., Yedomonhan, H. & Dansi A. (2019). Diversité biologique et caractérisation de l'activité de maraîchage sur le site de Grand-Popo au Sud Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 13, 2750–2764.
- Agossadou, E.K., Tassou Zakari, F., Dohou, M.D., & Yabi, J.A. (2022). Outils de gestion des risques de production et de commercialisation dans les exploitations de maïs au Nord-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)* 32, 19.
- Aminou, F.A.A. (2021). Efficacité Technique des Petits Producteurs du Maïs au Bénin. Document de Politique Générale No.752.
- Anyatengbey, V.A. (2020). Resource use efficiency of onion farmers in the upper east region of Ghana. PhD Thesis, University For Development Studies, 167. <http://hdl.handle.net/123456789/2806>
- Bello, S., Amadji, L.G., & Ahanchédé, A. (2019). Efficacité technique et rentabilité économique des méthodes de contrôle culturale et chimique des mauvaises herbes en culture d'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.Plant Sci. ISSN 2071-7024)* 42 (2): 7207-7225, 19.
- Bibi, N., Shah, M.H., Khan, N., Mahmood, Q., Aldosari, A.A., & Abbasi, A.M. (2021). Analysis and health risk assessment of heavy metals in some onion varieties. *Arabian Journal of Chemistry* 14, 103364.

- Crinot, G.F., Adegbola, P.Y., Atacolodjou, A.L., Mensah, S.E., & Kouton-Bognon, B.Y.F. (2019). Analyse de l'efficacité technique des producteurs d'oeufs de volaille en République du Bénin. Association Africaine des Agroéconomistes, 12p.
- Dayou, E.D., Zokpodo, B.K., Montcho, M., Ajav, E.A., Bamgboye, I.A., & GldeKaka, R.L. (2020). Current Agricultural and Environmental Policies in Benin Republic. Sustainable Agriculture Research 9, 87–100.
- Gebremariam, H.G., Weldegiorgis, L.G., & Tekle, A.H. (2019). Efficiency of male and female as irrigated onion growers. International Journal of Vegetable Science 25, 571–580.
- Hafner, C.M., Manner, H., & Simar, L. (2018). The “wrong skewness” problem in stochastic frontier models: A new approach. Econometric Reviews 37, 380–400.
- Ibitoye, S.J., Shaibu, U.M., & Omole, B. (2015). Analysis of resource use efficiency in tomato (*Solanum lycopersicum*) production in Kogi State, Nigeria. Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology 6, 220–229.
- Ibrahim, H.Y., & Omotesho, O.A. (2013). Determinant of technical efficiency in vegetable production under Fadama in northern guinea savannah, Nigeria. Journal of Agricultural Technology 9, 1367.
- Kamga, R.T., Tchouamo, I.R., Chendjou, R., Bidogeza, J.C., & Afari-Sefa, V. (2016). Gender inequality in smallholder onion (*allium cepa* L.) production in the far north region of Cameroon. Journal of Gender, Agriculture and Food Security 1, 85–103.
- Kansiime, M.K., van Asten, P., Sneyers, K. (2018). Farm diversity and resource use efficiency : Targeting agricultural policy interventions in East Africa farming systems. NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences 85, 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2017.12.001>
- Kibret, B.G., & Abebo M.T. (2019). Technical efficiency of red pepper production and its determinants among smallholder farmers in Shashogo district of Hadiya zone, SNNP region, Ethiopia. Journal of Resources Development and Management 58, 43–52.
- Kpadenou, C.C., Tama, C., Tossou, B.D. & Yabi, J.A. (2020). Facteurs D'adoption de la Gestion Intégrée des Ravageurs en Production Maraîchère Dans la Vallée du Niger au Bénin. Euro Sci J 16, 101–120.

- Kpenavoun, S.C., Okry, F., Santos, F., & Hounhouigan, D.J. (2018). Efficacité technique des producteurs de soja du Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques* 22, 93–110. <https://doi.org/10.4314/asab.v22i1>.
- Louis, G. (2015). *Le comportement microéconomique du consommateur : la théorie des choix et de l'utilité*. Publications Pimido.
- Malinga, N.G., Masuku, M.B., & Raufu, M.O. (2015). Comparative analysis of technical efficiencies of smallholder vegetable farmers with and without credit access in swazil and the case of the Hhohho region. *International Journal of Sustainable Agricultural Research* 2, 133–145.
- Mamam, T.S., Gauthier, B., Afio, Z., & Aliou, S. (2018). Efficacité économique des systèmes de production dans une amélioration de la productivité de maïs au Bénin. *IOJPH-International open Journal of Agriculture and Environmental Research* 1, 16–35.
- Mensah, A.C.G., Sikirou, R., Assogba Komlan, F., Yarou, B.B., Midingoy, G.S.-K., Honfoga, J., Dossoumou, M.E.E.A., Kpera, G.N., & Djinadou A.K.A. (2019). Mieux produire l'oignon au Bénin. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB).
- Miassi, Y.E.S., Dossa, F.K., & Banzou, K. (2018). Onion (*Allium Cepa*) Production in Urban and Peri-Urban Areas: Financial Performance and Importance of This Activity for Market Gardeners in Southern Benin. *Current Investigations in Agriculture and Current Research* 3.
- Mirza, H., Kamrun, N., & Karim, M.R. (2007). Effectiveness of different weed control methods on the performance of transplanted rice. *Pakistan Journal of Weed Science Research* 13, 17–25.
- Mollavali, M., Bolandnazar, S.A., Schwarz, D., Rohn, S., Riehle, P., & Zaare Nahandi, F. (2016). Flavonol glucoside and antioxidant enzyme biosynthesis affected by mycorrhizal fungi in various cultivars of onion (*Allium cepa* L.). *Journal of agricultural and food chemistry* 64, 71–77.
- Ojo, M.A., Mohammed, U.S., Adeniji, B., & Ojo, A.O. (2009). Profitability and technical efficiency in irrigated onion production under Middle Rima valley irrigation project in Goronyo, Sokoto State Nigeria. *Continental Journal of Agriculture*, 3, 7–14.

- Omolehin, R.A., Lawal, M., & Ayodeji, C.A. (2019). Measurement of Technical Efficiency of Irrigated and Rainfed Onion Farms in Kano State of Nigeria. *Measurement* 54.
- Omotesho, O.A., Douvi, C.P., & Olaghere, I.L. (2020). Economic viability of onion production in the commune of Grand-Popo, Republic of Benin. *Journal of Agribusiness and Rural Development* 57, 289–297. <https://doi.org/10.17306/J.JARD.2020.01304>
- Pierre Sakatai, D., Jaza Folefack, A.J., & Vand, S. (2021). Évaluation optimale des facteurs contraignants à la production des bulbes d'oignon sous différents systèmes culturaux au Cameroun. *Tropicultura*. <https://doi.org/10.25518/2295-8010.1799>
- Sakatai, D.P., Chendjou, R., Bassala, J.-P.O., Sobda, G., Kamga, R.T., & Hamidou, A.A. (2019). Caractérisation de cinq variétés d'oignons (*Allium cepa*. L) à partir des paramètres physiques de la maturation des bulbes en vue d'optimiser leur production à l'Extrême-Nord Cameroun. *Afrique SCIENCE* 15, 314–331.
- Sissoko, P., & Lebailly, P. (2019). Les déterminants des rendements du mil et du sorgho avec la technique de microdosage d'engrais. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Veterinaires* 7 (2): 213-222, 10.
- Tabé-Ojong Jr, M.P., & Molua, E.L. (2017). Technical efficiency of smallholder tomato production in semi-urban farms in Cameroon: A stochastic frontier production approach. *J. Mgmt. & Sustainability* 7, 27.
- Tangara, M.B., Traoré, B., & Doumbia, D. (2021). Mesure de l'efficacité technique des riziculteurs de la région de Segou au Mali. *Revue Malienne de Science et de Technologie* 2.
- Tegegne, B., Tadesse, G., & Zemedu, L. (2014). Technical efficiency in irrigated small-scale agriculture: Empirical evidence from onion farming in Kobo District of Northeast Ethiopia. *Journal of Agricultural Economics and Development* 3, 035–046.
- Traore, B., & Coulibaly, A. (2021). Productivité et rentabilité financière des cultures maraichères au Plateau Dogon : cas de l'Echalote. *Revue Malienne de Science et de Technologie* 2.

- Yayaya, K., Umar, S., & Gindi, A.A. (2019). Economics and Performance Efficiency of Onion Farmers in Aliero Local Government Area of Kebbi State, Nigeria. *Annals of Arid Zone* 58.
- Zalkuw J., Singh R., Pardhi R., Gangwar A., (2014), « Analysis of technical efficiency of tomato production in Adamawa State, Nigeria », *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology* 7, 645–650.