

# *Efficacité Economique Des Producteurs Du Piment Et De La Tomate Adoptants Les Stratégies D'Adaptation Face Aux Variabilités Climatiques Dans Les Communes De Djougou Et De Tanguiéta Au Nord-Ouest Du Bénin*

Malick BABAHA-DAOUDA<sup>1\*</sup>, Afouda Jacob YABI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES),  
Université de Parakou, BP 123 Parakou, Bénin



**Résumé** – Cette étude vise à évaluer l'efficacité économique des producteurs de piment et de tomate des communes de Djougou et de Tanguiéta au Nord –Ouest du Bénin, adoptants des stratégies d'adaptation face aux variabilités climatiques. A partir d'une frontière stochastique de production Cobb-Douglas, les différentes efficacités ont été estimées. Les facteurs responsables de l'inefficacité ont été mis en relief par l'estimation d'un modèle Tobit pour tenir compte du caractère tronqué de la variable dépendante (efficacité). La collecte des données quantitatives et qualitatives a porté sur un échantillon de 300 producteurs de piment et de tomate choisis de façon aléatoire dans 18 villages de la commune de Djougou et 12 villages de la commune de Tanguiéta. L'analyse des résultats des trois stratégies d'adaptation montre que l'adoption de la fumure organique améliore l'efficacité économique des producteurs du piment et de la tomate comparativement aux autres stratégies. Les indices d'efficacité économique de cette stratégie sont de l'ordre de 0,72 et 0,61 respectivement pour la production du piment et de la tomate. De l'analyse des communes, les producteurs de piment et de tomate sont économiquement plus efficaces dans la commune de Tanguiéta. Soit des indices d'efficacité de 0,71 et 0,57 respectivement pour la production du piment et de la tomate. Les résultats de l'analyse économétrique montrent que la taille du ménage, la situation matrimoniale, le contact avec les services de vulgarisation, l'appartenance à une organisation et le mode de faire valoir influencent significativement l'efficacité économique du producteur du piment et de la tomate.

**Mots clés** – Efficacité économique, déterminants de l'efficacité, frontière de production stochastique, Tanguiéta, Djougou.

**Abstract** – This study aims to evaluate the economic efficiency of pepper and tomato producers in the municipalities of Djougou and Tanguiéta in northwestern Benin, adopting adaptation strategies to climate variability. From a stochastic Cobb-Douglas production frontier, the different efficiencies have been estimated. The factors responsible for the inefficiency have been highlighted by estimating a Tobit model to take into account the truncated character (0 or 1) of the dependent variable (efficiency). Quantitative and qualitative data have been collected from a sample of 300 pepper and tomato producers randomly selected from 18 villages in the commune of Djougou and 12 villages in the commune of Tanguiéta. The analysis of the results of the three adaptation strategies shows that the adoption of organic manure improves the economic efficiency of chilli and tomato producers compared to the other strategies. The economic efficiency indices of this strategy are around 0.72 and 0.61 for chilli and tomato production respectively. From the analysis of the communes, pepper and tomato producers are more economically efficient in the commune of Tanguiéta. The efficiency indices for pepper and tomato production are 0.71 and 0.57 respectively. The results of the econometric analysis show that household size, marital status, contact with extension services, membership in an organization and mode of assertion significantly influence the economic efficiency of the pepper and tomato producer.

**Keywords** – Economic efficiency, determinants of efficiency, stochastic production frontier, Tanguiéta, Djougou.

## **I. INTRODUCTION**

Le potentiel de croissance économique des pays d'Afrique Subsaharienne dépend largement du

Secteur agricole [1]. Cette agriculture de type pluviale, qui reste la principale source de subsistance de la population rurale de l'Afrique de l'Ouest [2], est touchée et continuera à être affectée par les aléas climatiques, ceteris paribus, avec des impacts différenciables selon les unités géographiques [3]. Selon [4], les impacts des aléas climatiques sur les rendements des cultures sont plus importants dans le nord de l'Afrique de l'Ouest (-18% d'impact médian) que dans le sud (-13%). Les aléas climatiques constituent un défi pour les pays en développement car ils entravent et continueront d'affecter leur production agricole en raison de leurs faibles capacités d'adaptation [5].

Au Bénin, la production agricole a plusieurs composantes telles que les cultures de rentes, vivrières et maraîchères [6]. Elle contribue environ à 30 % au PIB et mobilise plus 50 % de la population active [7].

Les cultures maraîchères sont pratiquées dans toutes les régions du Bénin et représente une source alimentaire variée qui complète les besoins des populations en aliments de base et l'amélioration des conditions économiques des ménages ([8], [9]). Au Bénin, le maraîchage est l'une des branches de l'horticulture, qui contribue à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté des ménages [10]. Ce sont des cultures de jardin indispensables à l'organisme pour leurs apports en oligo-éléments (vitamines et sels minéraux) [11]. Il constitue une source importante d'emplois et de revenus pour de nombreux producteurs dans les zones périurbaines et rurales du Bénin [12]. La production des cultures maraîchères au Bénin s'est vue accrue en moyenne entre 2003 et 2013 de 14,6% passant de 241.399 tonnes à 549.310 tonnes [13]. Cependant la production nationale des cultures maraîchères ne satisfait pas la demande interne, elle est compensée donc par des importations des pays voisins [14]. Comme tous les autres productions pluviales, le maraichage au Benin est confronté aux effets de la variabilité climatique [15].

Conscients des conséquences liées aux aléas climatiques, les producteurs adoptent des stratégies d'adaptation aux variabilités climatiques. L'utilisation des techniques de conservation d'eau et de sols, la modification des dates de semis, les systèmes d'irrigation, l'adoption des variétés de cultures améliorées, l'agroforesterie, la forte utilisation d'engrais, l'investissement dans l'amélioration des pratiques de gestion des terres représentent les principales stratégies d'adaptation mise en place par les producteurs ([16], [17], [18], [19]). Les études sur le maraîchage ont très peu abordé les questions relatives à l'implication de l'adoption des stratégies d'adaptation aux variétés climatiques sur l'efficacité économique des producteurs ([8], [20], [14], [7], [6]) ; La justification des choix des stratégies d'adaptation aux variations climatiques s'est focalisée sur la rentabilité économique et financière ([21], [22]). Cette étude vient combler ce vide en analysant les performances économiques des adoptants des stratégies d'adaptation aux aléas climatiques dans la production du piment et de la tomate.

## **II. MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **2.1. Milieu d'étude**

Cette étude a été réalisée dans les départements de l'Atacora et de la Donga, correspondant à la zone agro-écologique IV [23]. Dans le souci de prendre en compte du continuum rural-urbain dans l'analyse, nous avons ciblé deux communes : la commune de Tanguiéta, à caractère rural et frontalière avec le Burkina Fasso et la Commune de Djougou à caractère urbain qui est une ville carrefour. Ces deux communes connaissent un développement de la production maraîchère au cours de ces dernières années.

La commune de Djougou est limitée au nord par les communes de Kouandé et de Péhunco, au sud par la commune de Bassila, à l'est par les communes de Sinendé, de N'dali et de Tchaourou, et à l'ouest par les communes de Ouaké et de Copargo. Le climat de la commune de Djougou est de type soudano-guinéen avec une saison de pluies (avril à octobre) et une saison sèche (octobre à avril).

La commune de Tanguiéta est limitée au Nord par le Parc de la Pendjari, au Sud par les communes de Toucountouna et de Boukombé, à l'Ouest par les Communes de Matéri et de Cobly, à l'Est par les communes de Toucountouna, de Kérou et de Kouandé. Le climat de la commune de Tanguiéta est de type soudano-sahélien avec une saison pluvieuse qui va de mai à novembre et une saison sèche qui s'étend de novembre à mai.

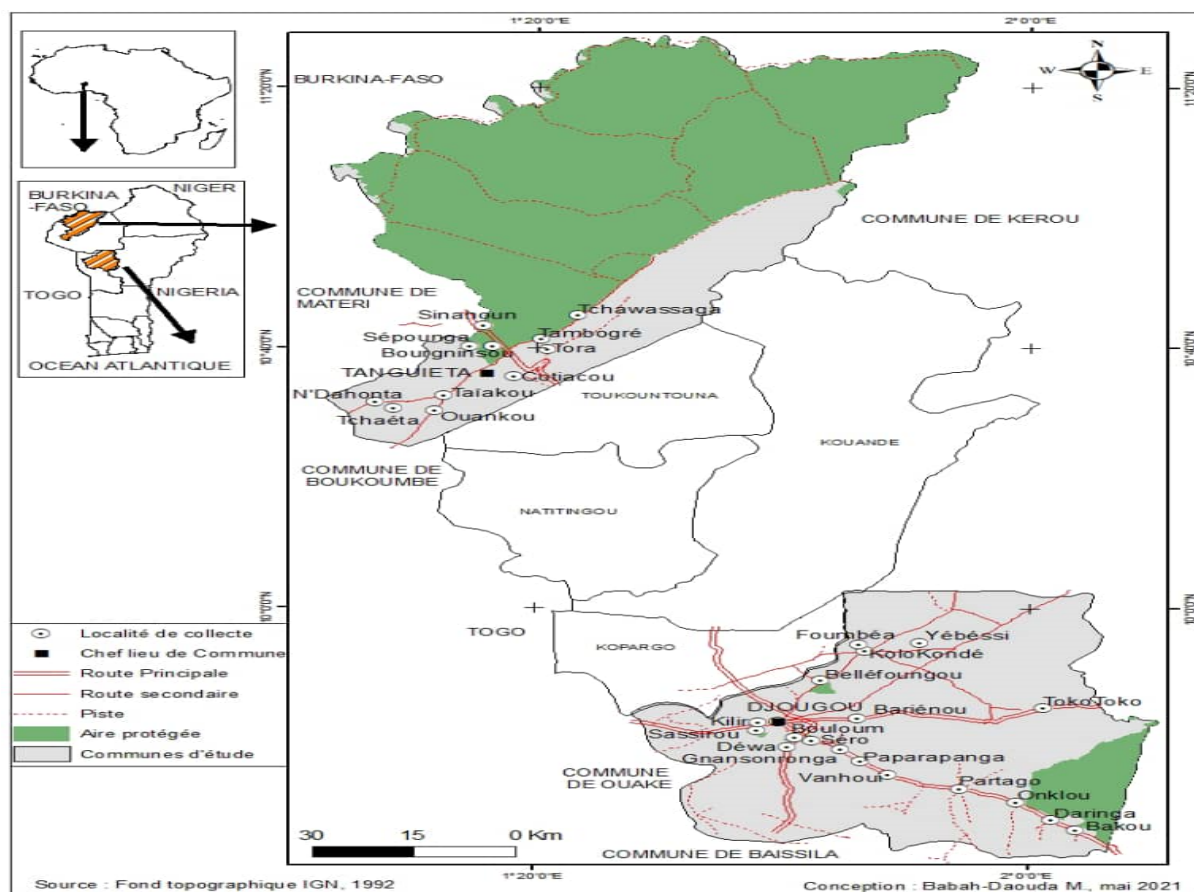


Figure 1: Situation géographique de la zone de recherche

Source : Réalisée par l'auteur, 2020

## 2.2. Cadre théorique sur les déterminants de l'efficacité économique des producteurs

[24] ont montré que l'efficacité technique des petits producteurs d'arachide, de maïs en monoculture et de ces cultures en association au Cameroun sont attribuables essentiellement au crédit, à la fertilité des sols, à l'accès à l'encadrement et au désenclavement. [25] a analysé les déterminants de l'efficacité technique des agricultrices des cultures vivrières en Côte d'Ivoire et a conclu que la taille de ménage, l'accès à la vulgarisation et au crédit sont les déterminants majeurs de l'amélioration de l'efficacité des agricultrices.

Au Bénin, les études sur les déterminants de l'efficacité des agriculteurs portent sur les cultures. [26], trouvent que le contact des producteurs avec les agents de vulgarisation, la part de noix de cajou dans le revenu sont des déterminant de l'efficacité des producteurs d'anacarde, de riz et le maraîchage et que la superficie emblavée affecte négativement l'efficacité technique. [27] trouvent que la gestion de l'eau joue un rôle important dans l'efficacité de la production des maraîchers et riziculteurs. Ils concluent qu'âge du producteur, son niveau d'éducation, son expérience, la taille de l'exploitation sont les déterminants des efficacités technique, allocative et économique dans les systèmes intégrés riz-maraîchage.

## 2.3. Collecte des données

La collecte des données s'est faite dans trente (30) villages dont 18 dans la commune de Djougou et douze (12) dans la commune de Tanguéta. Par village sélectionné, un échantillon de 10 producteurs potentiels de piment et/ou de la tomate était constitué de manière aléatoire. Au total un effectif de trois cent (300) producteurs de piment et/ou de la tomate dont cent quatre-vingt (180) dans la commune de Djougou et cent vingt (120) dans la commune de Tanguéta a été enquêté. Les données quantitatives ont été

collectées à l'aide d'un questionnaire structuré amélioré lors de la phase exploratoire. Ces données quantitatives ont été complétées par des données qualitatives obtenues à travers des entretiens semi structurés et non structurés et des observations participantes.

## 2.4. Analyse des données

### 2.4.1. Les approches d'évaluation d'efficacité de production

La littérature micro-économique distingue en matière d'évaluation d'efficacité de production deux grandes approches. Il s'agit des approches paramétrique et non paramétrique. L'approche paramétrique, suppose une maîtrise correcte de la fonction de production, de coût ou de profit à spécifier, qui peut être de type Cobb-Douglas ou Trans-log [28]. Quant à l'approche non-paramétrique, elle est une approche introduite par [29]. Il s'agit d'une analyse par la méthode des enveloppées (*Data Envelopment Analysis, DEA*) qui est généralement de type déterministe, et n'impose pas une forme fonctionnelle à la fonction de production. Cette méthode est donc particulièrement adaptée à la mesure de l'efficacité relative des firmes quand plusieurs inputs sont utilisés pour produire plusieurs outputs et, mieux encore, elle la rend possible quand la technique de production est incertaine ou inconnue. Son principal inconvénient est qu'elle est sensible aux erreurs de mesures. Selon [30], cette approche ne prend pas en compte les variations aléatoires qui pourraient influencer l'efficacité ou l'inefficacité d'une exploitation, et son utilisation n'est par conséquent souhaitée que dans le cas où les secteurs de production dont on analyse l'efficacité présentent des effets aléatoires très faibles, une multitude d'output, des difficultés dans la détermination des prix et où les décisions d'optimisation de coût ou de profit ne constituent pas une priorité.

Ainsi, pour les secteurs ne présentant pas ces caractéristiques, l'approche paramétrique se basant sur la détermination d'une frontière de production est préconisée. Deux types de frontières sont distingués : la frontière déterministe et la frontière stochastique. Dans le cadre de cette étude seule l'approche à frontière stochastique sera présentée et adoptée à cause des facteurs aléatoires et imprévisibles susceptibles d'influencer le système de production agricole.

### 2.4.2. L'approche paramétrique de frontière stochastique

L'approche paramétrique par l'utilisation de la frontière stochastique fut introduite par [31]. Cette approche a fait l'objet d'application dans plusieurs travaux empiriques au cours de ces dernières années. Elle postule que le terme d'erreur de l'estimation de la frontière de production est composé de deux parties indépendantes à savoir :

- *Une composante purement aléatoire ( $v$ ) qui se trouve dans n'importe quelle relation et qui se distribue de chaque côté de la frontière de production. Cette composante aléatoire est une mesure de l'erreur et d'autres facteurs aléatoires tels que les aléas climatiques, etc. sur l'output et des effets combinés des variables non spécifiés inputs sur la fonction de production.*
- *Une composante représentant l'inefficacité technique ( $u_i$ ) et qui est répartie d'un seul côté de la frontière qui est une variable aléatoire positive.*

L'équation de la frontière de production stochastique est alors définie par :

$$\ln(y_i) = X_i\beta + v_i - u_i \quad \text{Avec } i = 1, \dots, N \quad 1$$

Le terme frontière stochastique de production provient du fait que les valeurs des outputs sont limitées par la variable stochastique qui s'écrit :  $e^{(X_i\beta + v_i)}$ . De même, la variable aléatoire ( $v$ ) qui peut être positive ou négative implique que la frontière stochastique varie autour de la partie déterministe du modèle frontière  $e^{(X_i\beta)}$ .

### 2.4.3. Présentation du modèle frontière stochastique de production

Considérons une exploitation donnée ayant adopté un système de production «  $k$  » et produisant un seul output. La fonction de frontière stochastique de production est définie par :

$$Y_{i(k)} = f(x_{i(k)}, \beta_{(k)})e^{(v_{i(k)} - u_{i(k)})}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad k = 1, 2, 3, 4$$

- $Y_{i(k)}$ , représente le niveau d'output de l'unité  $i$  pratiquant le système  $k$ ;
- $x_{i(k)}$ , est le vecteur des inputs utilisés par la firme  $i$  dans le système  $k$ ;

-  $\beta_{(k)}$ , correspond au vecteur des paramètres aléatoires du terme associé aux  $x$  variables de la frontière stochastique du système de production  $k$  ;

-  $v_{i(k)}$  représentent les composantes aléatoires du terme d'erreur, et sont indépendamment et identiquement distribuées selon une loi normale d'espérance mathématique nulle et de variance  $\sigma_{v(k)}^2 [v_{i(k)} \approx N(0, \sigma_{v(k)}^2)]$ .

Les  $u_{i(k)}$  sont indépendants des  $v_{i(k)}$  et suivent des distributions normales tronquées à zéro

$$\sigma_{u(k)}^2 [v_{i(k)} \approx N(u_{i(k)}, \sigma_{u(k)}^2)]$$

Avec « n » correspond au nombre d'exploitation pratiquant le système k. En omettant l'indice k, l'équation 2 de la frontière de production peut s'écrire également :

$$Y_i = f(x_i, \beta) e^{(v_i - u_i)} \equiv e^{(x_i \beta + v_i - u_i)},$$

Cette formulation suppose que l'exponentiel de la fonction de production frontière est linéaire du vecteur des paramètres  $\beta$  de sorte que  $x_i$  soit le vecteur des fonctions logarithmiques des inputs de l'unité  $i$ .

L'estimation par la méthode du Maximum de vraisemblance donne les paramètres caractéristiques de la frontière de production et ceux relatifs à la fonction de la vraisemblance. Le ratio de variance qui est égale à  $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$  où  $\sigma_v^2 + \sigma_u^2 = \sigma_s^2$ , est la variance totale. Il est un indicateur de la contribution de l'erreur due à l'inefficacité ou de l'erreur aléatoire ( $1 - \gamma$ ) dans la variabilité totale. Ce ratio est compris entre 0 et 1. La valeur « 0 » du ratio indique qu'il n'y a pas de variation technique entre les producteurs et que la variation totale est due aux erreurs aléatoires. Dans ce cas, on peut conclure que la frontière stochastique n'est pas la bonne spécification du modèle et l'estimation de la fonction de production par la méthode des moindres carrés ordinaires est suffisante pour décrire la technologie. Par contre, si le  $\gamma = 1$ , il ressort que la totalité de la variation observée entre producteurs est due à l'inefficacité.

#### 2.4.4. Estimation des indices de l'efficacité technique

Les formes fonctionnelles de Cobb douglas et Translog ont été testées sur la base des tests statistiques de  $\chi^2$  du ratio de vraisemblance pour choisir celle qui donne des meilleures estimations.

La forme fonctionnelle de type Cobb –Douglas donne le modèle suivant :

$$\ln(\text{Prod}_i) = \ln(A) + \alpha_1 \ln(q\text{sem}_i) + \alpha_2 \ln(q\text{herb}_i) + \alpha_3 \ln(q\text{fert}_i) + \alpha_4 \ln(q\text{engr}_i) + \alpha_5 \ln(q\text{moe}_i) + \alpha_6 \ln(\text{Amort}_i) + \alpha_7 \ln(\text{Super}_i) + (V_i - U_i)$$

Où

- $i$  : représente le producteur  $i$
- $Prod$  : la production totale récoltée en Kilogramme (kg) ;
- $qsem$  : la quantité de semences utilisée en Kilogramme (kg) ;
- $qherb$  : la quantité totale de l'herbicide utilisée en Litre (L)
- $qfert$  : la quantité de fertilisants utilisée en kilogramme (kg)
- $qengr$  : la quantité totale d'engrais utilisée en Kilogramme (kg)
- $qmoe$  : la quantité totale de main-d'œuvre utilisée en homme-jour
- $Amort$  : la valeur totale de l'amortissement des outils utilisés dans la production
- $super$  : la superficie emblavée pour le maïs en Hectare
- $V_i$  : variables aléatoires hors du contrôle des producteurs et sont supposées être indépendamment et identiquement distribuées selon une loi normale d'espérance mathématique nulle et de variance  $\sigma_{v(k)}^2 [v_{i(k)} \approx N(0, \sigma_{v(k)}^2)]$  indépendante des  $U_i$
- $U_i$  : sont des variables aléatoires d'inefficacité technique et sont supposées être indépendamment et identiquement distribuées comme des variables aléatoires non négatives, obtenues par une troncature à zéro, de la distribution de type  $N(u_{i(k)}, \sigma_{u(k)}^2)$ .

Les  $\alpha$ ,  $\gamma$  et  $\sigma^2$  sont les paramètres à estimer par la méthode du maximum de vraisemblance au niveau du modèle. Ces paramètres sont les coefficients de la frontière de production dont les résidus ont permis de déterminer les indices d'efficacité technique et plus précisément par la formule suivante définie par [30] :  $TE_i = \exp(-U_i)$

#### 2.4.5. Estimation des indices d'efficacité allocative

La fonction frontière de coût peut être obtenue par dérivation de la fonction frontière de production de type Cobb douglas et Translog. Le développement de la forme Cobb-Douglas se présente comme suit :

$$\ln(C_i) = \ln(B) + \beta_1 \ln(C_{prod}_i) + \beta_2 \ln(C_{sem}_i) + \beta_3 \ln(C_{herb}_i) + \beta_4 \ln(C_{engr}_i) + \beta_5 \ln(C_{fert}_i) + \beta_6 \ln(C_{energ}_i) + \beta_7 \ln(C_{moe}_i) + \beta_8 \ln(A_{mortis}_i) + (V_i + U_i)$$

Avec :

- $i$  : représente le producteur  $i$
- $prod$  : la production totale récoltée en Kilogramme ( $kg/m^2$ ) ;
- $C_{sem}$  : le coût total de semences en FCFA/ $m^2$  ;
- $C_{herb}$  : le coût total de la quantité d'herbicide utilisée en FCFA/ $m^2$  ;
- $C_{engr}$  : le coût total de la quantité d'engrais utilisée en FCFA/ $m^2$  ;
- $C_{fert}$  : le coût total de la quantité de fertilisants utilisée en FCFA/ $m^2$  ;
- $C_{moe}$  : le coût de l'homme jour en FCFA/ $m^2$  ;
- $V_{mortis}$  : La valeur totale de l'amortissement des outils utilisés dans la production en FCFA  $m^2$ .
- $V_i$  : terme d'erreur
- $U_i$  : terme d'inefficacité allocative

Les  $\beta$ , sont les paramètres à estimer par la méthode du maximum de vraisemblance au niveau du modèle. Ces paramètres sont les coefficients de la frontière de production dont les résidus ont permis de déterminer les indices d'efficacité allocative et d'efficacité économique. D'après [30], l'efficacité économique ( $EE_i$ ) du producteur  $i$  se présente:

$$EE_i = \exp(-U_i).$$

L'efficacité économique ( $EE$ ) peut être décomposée par le produit de l'efficacité technique ( $ET$ ) et de l'efficacité allocative ( $EA$ ) donnée par la formule :  $EE = ET * EA$ .

#### 2.4.6. Déterminants de l'efficacité économique

Pour analyser les facteurs qui expliquent l'efficacité des producteurs, une régression économétrique des indices d'efficacité économique (score d'inefficacité) a été utilisée. Cette méthode a été proposée par [32] et a été utilisée par ([33], [34]). Les effets de ces facteurs sur le niveau d'efficacité économique sont estimés par la méthode de régression Tobit compte tenu du caractère tronqué des indices d'efficacité qui sont compris entre 0 et 1. Le modèle se présente sous la forme suivante :

$$EE_i = \alpha_0 + \alpha_i \sum X_i + e_i$$

Avec  $EE$  représentant l'efficacité économique,  $X_i$  les variables explicatives,  $\alpha_0$  et  $\alpha_i$  les coefficients de régression et  $e_i$  les termes d'erreurs.

$$EE_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(age) + \alpha_2 sexe + \alpha_3 sitmat + \alpha_4 instruc + \alpha_5 \ln(exp) + \alpha_6 \ln(tailm) + \alpha_7 cpm + \alpha_8 dc + \alpha_9 afo + \alpha_{10} csv + \alpha_{11} accred + \alpha_{12} ve + \alpha_{13} aorg + \alpha_{14} mfv$$

Le tableau ci-dessous présente la liste des variables utilisées dans le modèle Tobit.

Tableau 1 : Variables explicatives introduites dans le modèle Tobit.

Variables	Description	Types	Modalités
age	L'âge du producteur	Continue	-
sexe	Sexe du producteur	Dichotomique	1= Masculin ; 2= Féminin

sitmat	Situation matrimoniale du producteur	Dichotomique	1= Marié 2= Non marié
instruc	Niveau d'instruction du producteur	Dichotomique	1= instruit 2= non instruit
exp	Nombre d'années d'expérience du producteur	Continue	-
tailm	La taille du ménage	Continue	-
cpm	Construction de puits maraîcher	Dichotomique	1= oui ; 2= non
dc	Diversification de cultures	Dichotomique	1= oui ; 2= non
afo	Adoption de la fumure organique	Dichotomique	1= oui ; 2= non
csv	Contact avec le service de vulgarisation	Dichotomique	1= oui ; 2= non
accred	Accès au crédit	Dichotomique	1= oui ; 2= non
ve	Visite d'échanges	Dichotomique	1= oui ; 2= non
aorg	Appartenance à une organisation	Dichotomique	1= oui ; 2= non
mfv	Mode de faire valoir	Dichotomique	1= propriétaire de la terre ; 2= non propriétaire de la terre

### III. RÉSULTATS

#### 3.1. Analyse de la fonction de production Cobb-Douglas du piment

Le tableau 2 présente les paramètres de la fonction frontière stochastique de production du piment et les paramètres de la variance de la fonction de vraisemblance. De l'analyse des résultats de l'estimation de la fonction de production du piment, chaque facteur explicatif a une influence spécifique sur le niveau de production du piment

**Le coût de l'amortissement :** la variable amortissement est négativement et significativement corrélée avec le niveau de la production du piment au seuil de 1%. En effet, une augmentation de 1% des dépenses d'amortissement, entraîne une baisse de la quantité de piment produite de 1 %

**La Quantité de fertilisant :** la quantité de fertilisant utilisée est positivement corrélée et significativement corrélée avec le niveau de production du piment au seuil de 5%. En effet, une augmentation de 1% de la quantité de fertilisant, entraîne une augmentation de la production de piment de 0.01%.

**La quantité de la main d'œuvre :** La quantité de la main d'œuvre utilisée est positivement corrélée et significativement corrélée avec le niveau de production du piment au seuil de 1%. En effet, une augmentation de 1% de la quantité de main d'œuvre, entraîne une augmentation de la production de piment de 0.06%.

**La superficie emblavée :** la superficie emblavée est négativement et significativement corrélée avec le niveau de production du piment au seuil de 1%. En effet, une augmentation de 1% de la quantité de fertilisant, entraîne une baisse de la production de piment de 0.05%.

#### 3.2. Analyse de la fonction de production Cobb-Douglas de la tomate

Le tableau 3 présente les paramètres de la fonction frontière stochastique de production de la tomate et les paramètres de la variance de la fonction de vraisemblance. De l'analyse des résultats de l'estimation de la fonction de production de la tomate, chaque facteur explicatif a une influence spécifique sur le niveau de production de la tomate.

**Le coût de l'amortissement** : la variable amortissement est négativement et significativement corrélée avec le niveau de la production de la tomate au seuil de 1%. En effet, une augmentation de 1% des dépenses d'amortissement, entraîne une baisse de la quantité de tomate produite de 0,75

**La quantité d'herbicide** : la quantité d'herbicide utilisée est positivement et significativement corrélée avec le niveau de production de la tomate au seuil de 10%. En effet, une augmentation de 1% de la quantité d'herbicide, entraîne une augmentation de la production de la tomate de 0,28%.

**La quantité d'engrais** : la quantité d'engrais utilisée est positivement et significativement corrélée avec le niveau de production de la tomate au seuil de 10%. En effet, une augmentation de 1% de la quantité d'engrais, entraîne une augmentation de la production de la tomate de 0,28%.

Tableau 2 : Estimation de la fonction de production Cobb-Douglas du piment

Variables explicatives	Coefficients	Ecart type	T de student	Probabilité
(Constante)	-1,122	0,020	-56,209	0,00
lnAmortis	-1,009***	0,001	-124,2	0,00
lnqsem	-0,011	0,001	-1,601	0,11
lnqherb	0,008	0,003	0,989	0,32
lnqfert	0,014**	0,001	2,0414	0,04
lnqengr	-0,011	0,002	-1,294	0,2
lnqmoe	0,064***	0,003	4,061	0,00
lnsuper	-0,05***	0,004	-2,854	0,00
Nombre d'observation			203	
Statistique F de Fisher			3747,6** (ddl1=7; ddl2=195 ; P=0,00)	
R <sup>2</sup>			0,992	

Les variables marquées \* sont significatives à 10% ; \*\* significatives à 5% et \*\*\* significatives à 1%.

Tableau 3 : Estimation de la fonction de production Cobb-Douglas de la tomate

Variables explicatives	Coefficients	Ecart type	T de student	Probabilité
(Constante)	8,431	2,283	3,694	0,000
lnAmortis	-0,752***	0,05	-15,01	0,000
lnqsem	0,27	0,174	1,552	0,123
lnqherb	0,276*	0,146	1,884	0,062
lnqfert	-0,075	0,135	-0,552	0,582
lnqengr	0,508*	0,274	1,853	0,066
lnqmoe	0,192	0,298	0,644	0,520
lnsuper	-0,604	0,456	-1,323	0,188
Nombre d'observation			141	



Variables explicatives	Coefficients	Ecart type	T de student	Probabilité
Statistique F de Fisher				
		737,33** (ddl1=7; ddl2=127 ; P=0,00)		
R <sup>2</sup>			0,975	

Les variables marquées \* sont significatives à 10% ; \*\* significatives à 5% et \*\*\* significatives à 1%.

### 3.3. Analyse de la fonction Cobb-Douglas de coût de production du piment

L'analyse du tableau 4 montre les variables qui influencent de production total du piment.

**Coût de la main d'œuvre :** la variable coût de la main d'œuvre est positivement et significativement corrélée avec le coût total de production du piment au seuil de 1% ; En effet, lorsque le coût total de la main d'œuvre augmente de 1%, le coût de production du piment augmente de 0,40%.

**Coût de l'amortissement :** le coût de l'amortissement est positivement et significativement corrélé au seuil de 1% avec le coût total de production du piment. En effet, une augmentation du coût de l'amortissement de 1% entraine une augmentation du coût total de production du piment de 0,12%

**Coût de l'énergie :** le coût de l'énergie est positivement et significativement corrélé au seuil de 1% avec le coût total de production du piment. En effet, une augmentation du coût de l'énergie de 1% entraine une augmentation du coût total de production du piment de 0,11%.

**Coût de semence :** le coût de semences est négativement et significativement corrélé au seuil de 5% avec le coût total de production du piment. En effet, une augmentation du coût de semence de 1% entraine une baisse du coût total de production du piment de 0,14%.

**Coût des fertilisants :** le coût des fertilisants est positivement et significativement corrélé au seuil de 5% avec le coût total de production du piment. En effet, une augmentation du coût de des fertilisants de 1% entraine une augmentation du coût total de production du piment de 0,08%.

**La quantité produite :** la quantité produite est positivement et significativement corrélé au seuil de 5% avec le coût total de production du piment. En effet, une augmentation de la production de piment de 1% entraine une augmentation du coût total de production du piment de 0,08%.

### 3.4. Analyse de la fonction Cobb-Douglas de coût de production de tomate

L'analyse du tableau 5 montre les variables qui influencent de production total de la tomate

**Coût de la main d'œuvre :** la variable coût de la main d'œuvre est positivement et significativement corrélée avec le coût total de production de la tomate au seuil de 1% ; En effet, lorsque le coût total de la main d'œuvre augmente de 1%, le coût de production de la tomate augmente de 0,23%.

**Coût de l'amortissement :** le coût de l'amortissement est positivement et significativement corrélé au seuil de 1% avec le coût total de production de la tomate. En effet, une augmentation du coût de l'amortissement de 1% entraine une augmentation du coût total de production de la tomate de 0,15%.

**Coût des fertilisants :** le coût des fertilisants est positivement et significativement corrélé au seuil de 1% avec le coût total de production de la tomate. En effet, une augmentation du coût de des fertilisants de 1% entraine une augmentation du coût total de production de la tomate de 0,23%.

**Coût de l'engrais :** le coût de l'engrais est positivement et significativement corrélé au seuil de 1% avec le coût total de production de la tomate. En effet, une augmentation du coût de l'engrais de 1% entraine une augmentation du coût total de production de la tomate de 0,58%.

**La quantité produite :** la quantité produite est négativement et significativement corrélé au seuil de 5% avec le coût total de production de la tomate. En effet, une augmentation de la production de la tomate de 1% entraine une baisse du coût total de production de la tomate de 0,14%.

Tableau 4 : Estimation de la fonction Cobb-Douglas de coût du piment

<b>Variabiles explicatives</b>	<b>Coefficients</b>	<b>Ecart type</b>	<b>T de student</b>	<b>Probabilité</b>
(Constante)	1,815	0,155	11,74	0,000
lnCmoe	0,403***	0,023	17,827	0,000
lnAmortis	0,118***	0,024	4,866	0,000
lnCenerg	0,110***	0,033	3,300	0,001
lnCherb	0,059	0,067	0,882	0,379
lnCsem	-0,144**	0,058	-2,492	0,014
lnCfert	0,075**	0,033	2,24	0,026
lnCengr	0,264	0,052	5,091	0,000
lnProd	0,075**	0,035	2,135	0,034
Nombre d'observation			203	
Statistique F de Fisher			72,58** (ddl1=8; ddl2=194 ; P=0,00)	
R <sup>2</sup>			0,75	

Les variables marquées \* sont significatives à 10% ; \*\* significatives à 5% et \*\*\* significatives à 1%.

Tableau 5 : Estimation de la fonction Cobb-Douglas de coût de la tomate

<b>Variabiles explicatives</b>	<b>Coefficients</b>	<b>Erreur type</b>	<b>T de student</b>	<b>Probabilité</b>
(Constante)	0,542	0,193	2,806	0,006
lnCmoe	0,228***	0,038	6,011	0,000
lnAmortis	0,149***	0,026	5,671	0,000
lnCenerg	0,200	0,037	5,37	0,000
lnCherb	0,046	0,032	1,413	0,160
lnCsem	-0,031	0,052	-0,589	0,557
lnCfert	0,227***	0,043	5,254	0,000
lnCengr	0,576***	0,056	10,286	0,000
lnProd	-0,144**	0,059	-2,44	0,016
Nombre d'observation			141	
Statistique F de Fisher			85,05 (ddl1=8; ddl2=126 ; P=0,00)	
R <sup>2</sup>			0,78	

Les variables marquées \* sont significatives à 10% ; \*\* significatives à 5% et \*\*\* significatives à 1%.

### **3.5. Analyse comparative des niveaux d'efficacité des producteurs de piment**

#### **3.5.1. Selon les stratégies d'adaptation**

La Figure 2 présente les scores moyens d'efficacité technique, allocative et économique des producteurs de piment selon les stratégies d'adaptation. Le score moyen d'efficacité économique des producteurs de piment est 0,72 avec un minimum de 0,10 et 0,93. Par rapport aux stratégies d'adaptation, il est de 0,70 pour la diversification agricole avec un minimum de 0,10 et un maximum de 0,90 ; Il est de 0,68 pour la construction de puits maraîchers et varie entre 0,10 et 0,93 et pour la fumure organique il est de 0,72 variant entre 0,29 et 0,89. Le test statistique de student au seuil de 10% met en évidence une différence d'indice entre les trois stratégies d'adaptation pour de production du piment. Donc l'adoption des stratégies d'adaptation influence les indices d'efficacité économique des producteurs de piment.

#### **3.5.2. Selon les communes**

La Figure 4 présente les scores moyens d'efficacité technique, allocative et économique des producteurs de piment selon les communes. Le score moyen de l'efficacité économique dans la commune de Djougou est 0,68 avec un minimum de 0,22 et un maximum de 0,86. Dans la commune de Tanguéta il est de 0,71 avec un minimum de 0,10 et un maximum de 0,93. Le

Test ANOVA des indices d'efficacité économiques de la production du piment entre les communes est significatif au seuil de 5%. Donc il existe une différence d'indice moyen d'efficacité économique de production du piment significative entre les deux communes.

### **3.6. Analyse comparative des niveaux d'efficacité des producteurs de tomate**

#### **3.6.1. Selon les stratégies d'adaptation**

La Figure 3 présente les scores moyens d'efficacité technique, allocative et économique des producteurs de tomate selon les stratégies d'adaptation. Le score moyen d'efficacité économique des producteurs de piment est 0,57 avec un minimum de 0,04 et 0,88. Par rapport aux stratégies d'adaptation, il est de 0,55 pour la diversification agricole avec un minimum de 0,20 et un maximum de 0,90 ; Il est de 0,61 pour la construction de puits maraîchers et varie entre 0,20 et 0,88 et pour la fumure organique il est de 0,72 variant entre 0,20 et 0,89. Le test statistique de student au seuil de 10% met en évidence une différence d'indice entre les trois stratégies d'adaptation pour de production de la tomate. Donc l'adoption des stratégies d'adaptation influence les indices d'efficacité économique des producteurs de tomate.

#### **3.6.2. Selon les communes**

La Figure 5 présente les scores moyens d'efficacité technique, allocative et économique des producteurs de tomate selon les communes. Le score moyen de l'efficacité économique dans la commune de Djougou est 0,55 avec un minimum de 0,04 et un maximum de 0,90. Dans la commune de Tanguéta il est de 0,57 avec un minimum de 0,15 et un maximum de 0,89.

Le Test ANOVA des indices d'efficacité économiques de la production du piment entre les communes est significatif au seuil de 5%. Donc il existe une différence d'indice moyen d'efficacité économique de production de la tomate significative entre les deux communes.

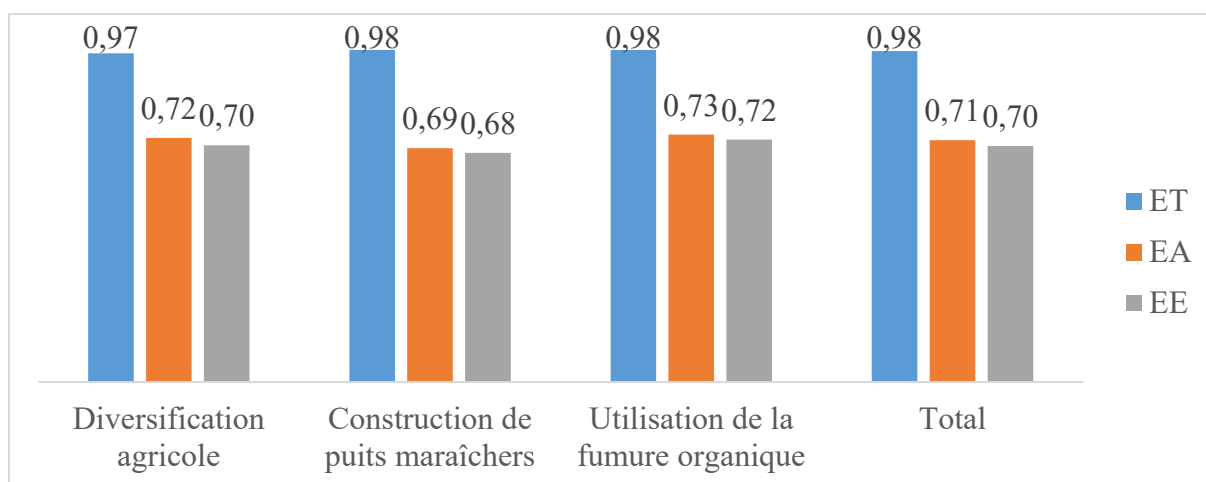


Figure 2 : Indice d'efficacité technique, allocative et économique des producteurs de piment selon les stratégies d'adaptation

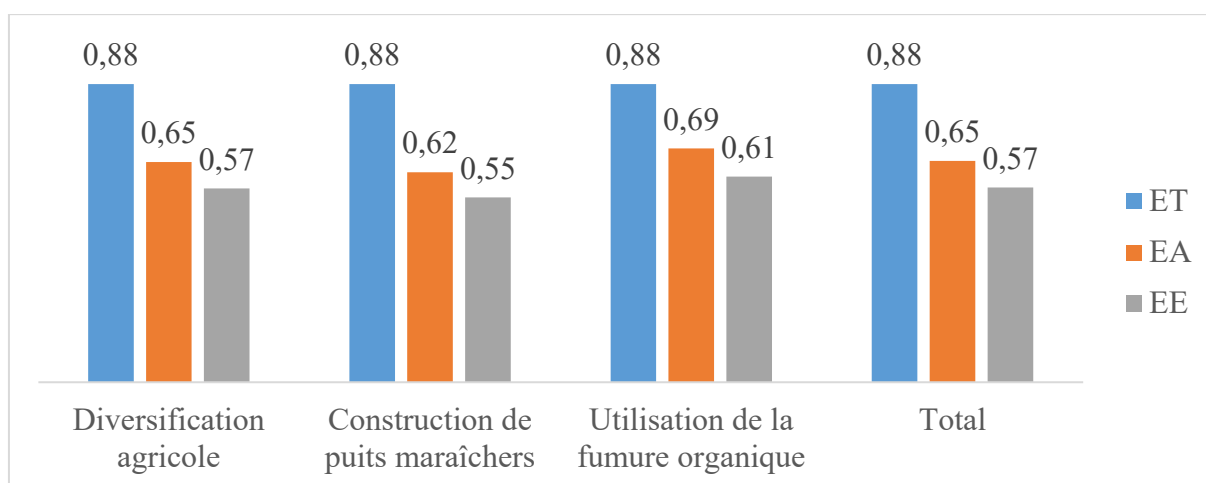


Figure 3 : Indice d'efficacité technique, allocative et économique des producteurs de tomate selon les stratégies d'adaptation

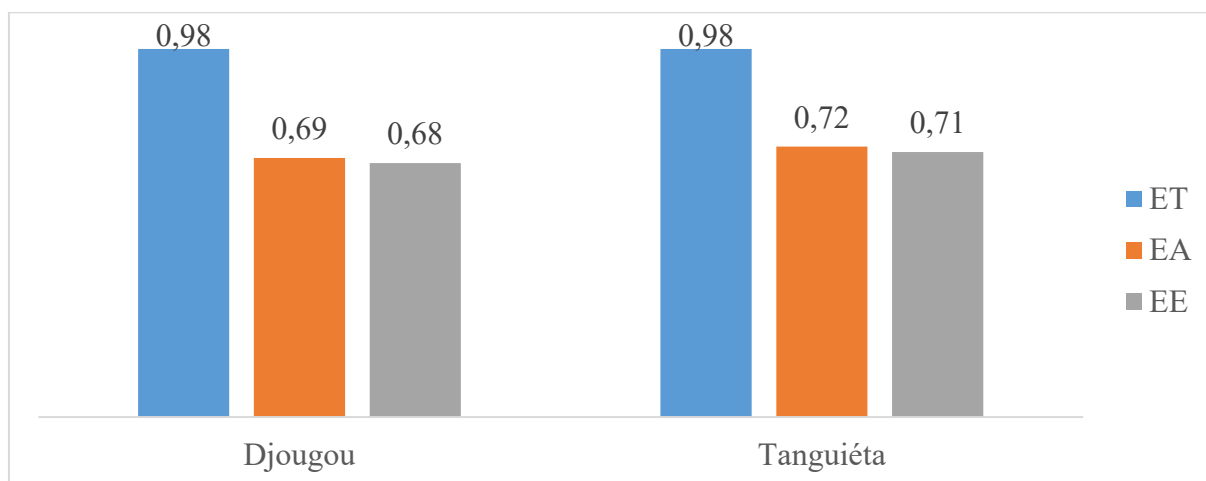


Figure 4 : Indice d'efficacité technique, allocative et économique des producteurs de piment selon les communes

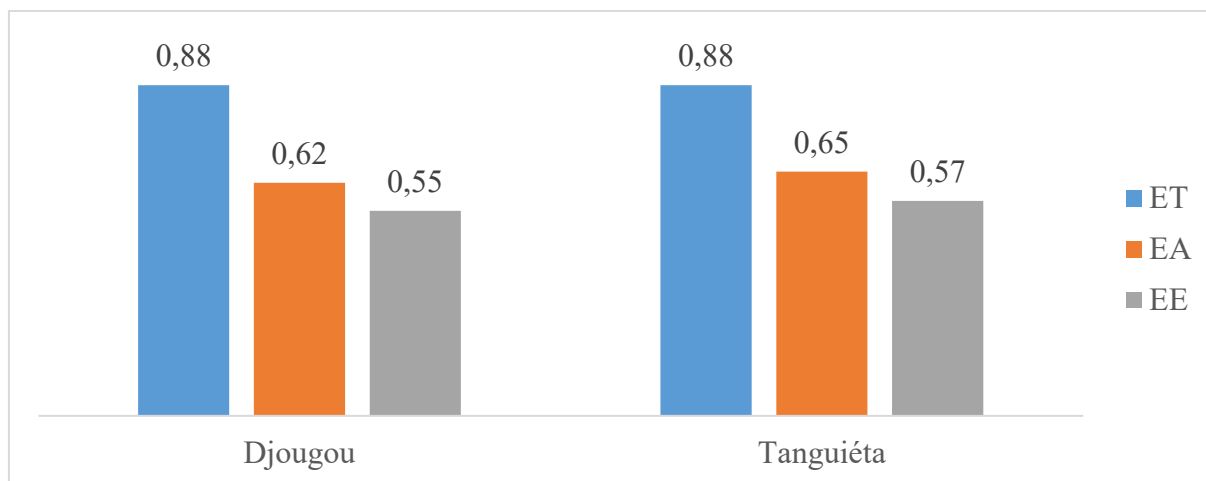


Figure 5 : Indice d'efficacité technique, allocative et économique des producteurs de tomates selon les communes

### 3.7. Déterminants de l'efficacité économique des producteurs dans la production du piment

Le Tableau 6 présente des résultats de l'analyse des déterminants de l'efficacité économique des producteurs de piment.

**La taille du ménage :** la variable taille du ménage est positivement et significativement corrélée au seuil de 5% avec l'efficacité économique du producteur de piment. Le résultat révèle que plus la taille du ménage augmente plus le producteur de piment est efficace

**La situation matrimoniale :** la situation matrimoniale du producteur de piment est positivement et significativement corrélée au seuil de 5% avec l'efficacité économique du producteur de piment. Ceci suggère que les producteurs de piment mariés ont des niveaux d'efficacité plus élevés que les producteurs non mariés.

**Adoption de la fumure organique :** l'adoption de la fumure organique est positivement et significativement corrélée au seuil de 10% avec l'efficacité économique du producteur de piment. Ceci montre que les producteurs qui adoptent la fumure organique ont des niveaux d'efficacité plus élevés que les producteurs qui adoptent une autre stratégie.

**Le contact avec le service de vulgarisation :** la variable contact avec le service de vulgarisation est positivement et significativement corrélée au seuil de 5% avec l'efficacité économique du producteur de piment. Ceci montre que les producteurs qui sont en contact avec le service de vulgarisation ont des niveaux d'efficacité plus élevés que les producteurs qui ne sont pas en contact avec le service de vulgarisation.

**L'appartenance à une organisation :** la variable appartenance à une organisation est positivement et significativement corrélée au seuil de 1% avec l'efficacité économique du producteur de piment. Ceci montre que les producteurs de piment qui appartiennent à des organisations ont des niveaux d'efficacité meilleurs que les producteurs de piments qui ne sont pas dans des organisations.

**Moyen de faire valoir :** la variable moyenne de faire valoir est négativement et significativement corrélée au seuil de 10% avec l'efficacité économique du producteur de piment. Ceci montre que les producteurs de piment qui sont propriétaires de la terre ont des niveaux d'efficacité inférieurs aux producteurs de piment qui ne sont pas propriétaires de terre.

### 3.8. Déterminants de l'efficacité économique des producteurs dans la production de tomate

Le Tableau 7 présente des résultats de l'analyse des déterminants de l'efficacité économique des producteurs de tomate.

**La taille du ménage :** la variable taille du ménage est positivement et significativement corrélée au seuil de 5% avec l'efficacité économique du producteur de tomate. Le résultat révèle que plus la taille du ménage augmente plus le producteur de tomate efficace

**La situation matrimoniale :** la situation matrimoniale du producteur de tomate est positivement et significativement corrélée au seuil de 10% avec l'efficacité économique du producteur de tomate. Ceci suggère que les producteurs de tomate mariés ont des niveaux d'efficacité plus élevés que les producteurs non mariés.

**L'appartenance à une organisation :** la variable appartenance à une organisation est positivement et significativement corrélée au seuil de 1% avec l'efficacité économique du producteur de la tomate. Ceci montre que les producteurs de tomate qui appartiennent à des organisations ont des niveaux d'efficacité meilleurs que les producteurs qui ne sont pas dans des organisations

Tableau 6 : Déterminants l'efficacité économique des producteurs du piment

Variables explicatives	Coefficients	Ecart type	t de student	Probabilité	
(Constante)	0,60	0,22	2,71	0,01	
Lnage	0,01	0,07	0,13	0,90	
Lntailm	0,05**	0,02	-2,39	0,02	
Lnexp	0,03	0,02	1,29	0,20	
sexe	-0,03	0,02	-1,33	0,18	
sitmat	0,09***	0,03	2,49	0,01	
instruc	-0,03	0,02	-1,18	0,24	
cpm	0,01	0,02	0,32	0,75	
dc	0,01	0,02	0,01	0,90	
afo	0,03*	0,02	1,65	0,10	
csv	0,04**	0,02	-2,17	0,03	
accred	0,03	0,03	1,00	0,32	
ve	0,01	0,02	0,25	0,80	
aorg	0,06***	0,02	2,46	0,01	
mfv		-0,04*	0,02	-1,85	0,07
Variable dépendante			Indice d'efficacité		
Nombre d'observations			203		
Statistique F de Fisher			2,61**(ddl=14; dd2=189; p=0,00)		
R <sup>2</sup>			0,56		

Les variables marquées \* sont significatives à 10% ; \*\* significatives à 5%. et \*\*\* significatives à 1%.

Tableau 7 : déterminants l'efficacité économique des producteurs de la tomate

Variables explicatives	Coefficients	Erreur type	t de student	Probabilité
(Constante)	0,62	0,22	2,78	0,01
Lnage	0,01	0,07	0,08	0,94
Lntailm	0,05**	0,03	-1,94	0,05

**Efficacité Economique Des Producteurs Du Piment Et De La Tomate Adoptants Les Stratégies D'Adaptation Face Aux Variabilités Climatiques Dans Les Communes De Djougou Et De Tanguéta Au Nord-Ouest Du Bénin**

Variables explicatives	Coefficients	Erreur type	t de student	Probabilité
Lnexp	0,02	0,02	0,70	0,49
sexe	-0,02	0,03	-0,78	0,43
sitmat	0,07*	0,04	1,72	0,09
instruc	0,01	0,02	0,58	0,57
cpm	-0,03	0,03	-1,11	0,27
dc	-0,05	0,03	-1,61	0,11
afo	0,11***	0,03	3,12	0,00
csv	-0,01	0,03	-0,44	0,66
accred	0,03	0,03	1,00	0,32
ve	-0,04	0,04	-1,03	0,30
aorg	0,04	0,02	1,46	0,15
mfv	-0,03	0,02	-1,49	0,14
Variable dépendante	Indice d'efficacité			
Nombre d'observations	141			
Statistique F de Fisher	1,86**(ddl=14; dd2=127; p=0,00)			
R <sup>2</sup>	0,59			

Les variables marquées \* sont significatives à 10% ; \*\* significatives à 5% et \*\*\* significatives à 1%.

#### IV. DISCUSSION

L'efficacité allocative moyennes dans la zone d'étude est de 0,71 pour les producteurs de piment et 0,65 pour les producteurs de tomate. Ce résultat est conforme à celui de [35], qui a montré que l'efficacité allocative moyenne des producteurs de piment dans le Nord –Est du Bénin est de 0,63, [36] qui a montré que l'efficacité allocative moyenne dans la commune de Kèrou est de 0,61 pour la production du gombo et de [37] qui a obtenu une efficacité allocative (0,68) dans ses travaux sur la production du crincrin (*Corchorus olitorius*) dans la vallée du Mono. Par contre il est plus faible que celui obtenu par [20], sur la grande morelle (*Solanum macrocarpon*) au Sud-Bénin qui est de 0,88.

Les résultats de l'étude indiquent que l'utilisation de la fumure organique améliorent l'efficacité économique de la production du piment et de la tomate. Ces résultats sont conformes à celui de de certains auteurs ([38], [39]) qui ont montré que la production des produits maraîchers tels que le piment, la tomate, le gombo et l'oignon dans un sol riche en matière organique améliore le rendement des produits.

Le contact du producteur de piment avec le service de vulgarisation est positivement et significativement corrélée avec l'efficacité économique. Ces résultats corroborent à ceux de [35], [25], [40] qui ont trouvé un effet positif sur le niveau d'efficacité technique et économique de la production lorsque les producteurs sont en contact avec les agents de vulgarisation. Selon [20], les rencontres des producteurs maraîchers avec les agents de vulgarisation sont un moyen de discuter des difficultés qu'ils rencontrent dans la production et l'application des conseils et connaissances qu'ils reçoivent peut leur permettre d'être techniquement efficaces [41].

La taille du ménage est positivement et significativement corrélée avec l'efficacité économique du producteur de piment et de tomate. Ce résultat est conforme à celui de certains auteurs ([35] [42], [43], [44]). Ces auteurs ont montré dans leurs recherches que la taille du ménage influence positivement le revenu net agricole étant donné que cette variable est source de disponibilité de main-d'œuvre agricole et par ricochet influence positivement l'efficacité de la production.

## V. CONCLUSION

Cette étude réalisée dans les départements de l'Atacora et de la Donga au Nord-Ouest du Bénin, a pour objectif d'analyser les indices d'efficacité technique, allocatives et économique en fonction des adoptants des stratégies d'adaptation aux variabilités climatiques et de déterminer les facteurs socio-économiques associées à l'efficacité économique des producteurs de piment et de la tomate.

L'analyse des niveaux d'efficacité économique a permis de constater que les producteurs adoptants de la fumure organique face aux variabilités climatiques sont relativement plus efficaces que les producteurs adoptants les autres stratégies. En effet, les indices d'efficacité économique moyens de la production du piment sont à l'ordre de 0,70 ; 0,68 et 0,72% respectivement pour les adoptants le la diversification agricole, la construction de puits maraîcher, l'utilisation de la fumure organique. Pour la production de la tomate les indices d'efficacité économique moyens sont à l'ordre de 0,57 ; 0,55 et 0,61% respectivement pour les adoptants le la diversification agricole, la construction de puits maraîcher et l'utilisation de la fumure organique.

Par rapport aux communes, la commune de Tanguiéta a le niveau d'efficacité économique le plus élevé. En effet pour la production du piment ils sont de l'ordre de 0,68 ; 0,71 respectivement pour la commune de Djougou et de Tanguiéta. Pour la production de la tomate ils sont de l'ordre de 0,55 ; 0,57 respectivement pour la commune de Djougou et de Tanguiéta.

Quant à l'analyse des facteurs qui influencent l'efficacité économique de la production du piment et de la tomate, la taille du ménage, la situation matrimoniale, le contact avec les services de vulgarisation, l'appartenance à une organisation et le mode de faire valoir influencent significativement l'efficacité du producteur de tomate ou du piment.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les membres du LARDES qui ont participé à cette recherche.

## REFERENCES

- [1] OCDE/FAO. (2016). L'agriculture en Afrique subsaharienne: Perspectives et enjeux de la décennie à venir. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025, Paris, Éditions OCDE, 141 p.
- [2] Callo-Concha, D. (2018). Farmer Perceptions and Climate Change Adaptation in the West Africa Sudan Savannah: Reality Check in Dassari, Benin, and Dano, Burkina Faso. *Climate* 6, 44. <https://doi.org/10.3390/cli6020044>.
- [3] Lokonon, B.O.K. and Mbaye, A.A. (2018). Climate change and adoption of sustainable land management practices in the Niger basin of Benin. *Nat. Resour. Forum* 42, 42–53. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12142>.
- [4] Roudier, P., Sultan, B., Quirion, P., Berg, A. (2011). The impact of future climate change on West African crop yields: What does the recent literature say? *Global Environmental Change*, 21(3): 1073–1083.
- [5] GIEC. (2014). Changements climatiques : Rapport de synthèse, contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161 p.
- [6] Mounirou, I. (2017). Modélisation de type garch de la volatilité des prix du piment sec sur les marchés centrales du Bénin. *Revue des Etudes Multidisciplinaires en Sciences Economiques et Sociales*.
- [7] Biaou, D., Yabi, J.A., Yegbemey, R.N., Biaou, G. (2016). Performances technique et économique des pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols en production maraîchère dans la commune de Malanville, Nord Bénin. *International Journal of Innovation and Scientific Research* 21, 201–211.
- [8] 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.
- [9] Bognini, S. (2011). Impacts of Climate Change on Vegetable Crops in Northern Burkina Faso: Case of Ouahigouya (Impacts des changements climatiques sur les cultures maraîchères au nord du Burkina Faso: Cas de Ouahigouya). RENAF/SMHI, Ouagadougou, 38 p.



- [10] Allagbe, C., Adegbola, Y., Ahoyo Adjovi, N., Komlan-Ahihou, C., Crinot, G., Hessavi, P., Djenontin, P., Mensah, A. (2014). Evaluation socio-économique des systèmes de cultures à base de cotonculture au Bénin. Rapport technique d'exécution de la CRA Agonkanmey/INRAB/MAEP et PAFICOT/Bénin, 44 p.
- [11] CIRAD-FRA. (2010). Cirad 2009, Montpellier, 80 p.
- [12] Sikirou. R., Afouda, L., Zannou, A., Assogba-komlan, F., Gbehounou, G. (2001). Diagnostic des problèmes phytosanitaires des cultures maraîchères au Sud Bénin : cas de la tomate, du piment, de l'oignon et du gombo. In Actes 2 de l'atelier scientifique sud et centre du 12 au 13 décembre à Niaouli, 102-124.
- [13] PNUD. (2015). Rapport sur le développement humain. Le travail au service du développement humain, 48 p.
- [14] Allogni, W., Coulibaly, O., Biaou, G., Mensah, G., Sæthre, M. (2015). Rentabilité financière des méthodes de lutte contre les pucerons du chou (*Plutella xylostella* L.), du piment (*Capsicum* spp) et de la grande morelle (*Solanum scabrum*) au Sud-Bénin.
- [15] Gnanglè, P. C., J. Yabi, J. A., Yegbemey R. N., Glèlè, L. R. K., Sokpon, N. (2012). Rentabilité économique des systèmes de production des parcs à Karité dans le contexte de l'adaptation au changement climatique du Nord-bénin. In African Crop. Science Journal, Vol. 20, 589-602.
- [16] Ouedraogo, M., Dembele, Y., Some, L. (2010). Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements des précipitations : cas des paysans du Burkina Faso. Vol. 21, n° 2. PP. 87-96.
- [17] Kouassi, KF., Diomandé, B.I., Koffi, K.N. (2015). Types de réponses apportées par les paysans face aux contraintes pluviométriques dans le Centre de la Côte d'Ivoire : Cas du département de Daoukro. XXVIII<sup>e</sup> Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège, pp. 55-360.
- [18] Sarr, B., Atta, S., Ly, M., Salack, S., Ouback, T., Subsol, S., Geoges, D.A. (2015). Adapting to climate variability and change in smallholder farmer communities: A case study from Burkina Faso, Chad and Niger (CVADAPT). Journal of Agricultural Extension and Rural Development, vol. 7, 1, pp. 16-27
- [19] Wood, S., Jina, A., Jain, M., Christjanson, P., DeFries, R.S. (2014). Smallholder farmer croppings decisions related to climate variability across multiple regions, Global Environmental Change, 25, pp. 163-172.
- [20] Ahouangninou, C. (2013). Durabilité de la production maraîchère au sud-Bénin: un essai de l'approche écosystémique (PhD Thesis). UAC.
- [21] Nouatin, G., Achabi, F.X. (2010). Urbanisation et viabilité de l'activité maraîchère : cas d'une ville à statut particulier au Bénin (Parakou). Vertigo, Volume.10, N°2, 15 p.
- [22] Dossou, J. P. (2012). Sécurité foncière et maraichage dans la commune de Porto-Novo au Bénin. Rev. Spe. Jour. Sci. FLASH, Volume 2, N° 5, pp. 159-172.
- [23] PANA-BENIN. (2008). Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin. MEPN/UNDP. Cotonou, 81pp.
- [24] Nyemeck, B.J., Tonyè, J.N., Wandji, G., Akoa M. (2004). Factors affecting the technical efficiency among smallholder farmers in a slash and burn agriculture zone of Cameroon. Food Policy, Elsevier, vol.24, p. 531-545.
- [25] Nuama, E. (2006). Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire. Economie rurale, 296 :39-53.
- [26] Arouna, A. (2009). Domestic and Agricultural Water Use by Rural Households in the Oueme River Basin (Benin), An Economic Analysis Using Recent Econometric Approaches. Thèse pour l'obtention du diplôme de PhD en science agronomique. Institute of FarmManagement Universität Hohenheim.
- [27] Singbo, G.A., Lansink, O.A. (2010). Lowland farming system inefficiency in Benin West Africa: directional distance and truncated bootstrap approach. Food Sec, 2:367-382. Doi:10.1007/s12571-010-0086-z.

- [28] Kwan, S. and Eisenbeis, R.A. (1997). Bank risk, capitalization and operating efficiency. *Journal of Financial Services Res.*, 12: 117-131.
- [29] Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *J. R. Stat. Soc. Ser. Gen.* 120, 253. <https://doi.org/10.2307/2343100>.
- [30] Coelli, D.S., P.R., Battese, G.E. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.
- [31] Aigner, D., Lovell, C., Schmidt, P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Functions. *Journal of Econometrics*, vol.6, pp.21- 37.
- [32] Ray, 1988. « Data Envelopment Analysis, nondiscretionary inputs and efficiency: An alternative interpretation ». *Socio-Econ. Plann. Sci.* Vol.22, n°4, pp.167-176.
- [33] Ouattara, W., 2009. Analyse de l'efficacité économique en côte d'ivoire. CAPEC. 19 pages
- [34] Choukou, M.M., Zannou, A., Biaou, G., Ahohuendo, B., 2017. Analyse de l'efficacité économique d'allocation des ressources dans la production du maïs au Kanem-Tchad.
- [35] Wad, D. (2020). Analyse de l'efficacité économique des stratégies d'adaptation développées par les producteurs du piment face aux variabilités climatiques dans le Département de l'Alibori au Nord-Est du Bénin. Thèse de doctorat de l'EDSAE-UP.
- [36] Safiri, A. (2016). Efficacité économique des unités de production du gombo dans la commune de kèrou, département de l'Atacora (Bénin), mémoire pour l'obtention du diplôme d'études approfondies (DEA), *Economie du Développement Rural*, 56 p.
- [37] Dahoundo, S. (2009). Analyse de la rentabilité financière et de l'efficacité économique de la production du crincri (Corchorus olitorius) dans la vallée du Mono, 85 p.
- [38] Charreau, C., Nicou, R. (1971). L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest. Africaine et ses incidences agronomiques. *Pédologie CNRA/Bambey (IRAT/Sénégal)*, bulletin agronomique N°23, 5 p.
- [39] Claude, B., Lydia, B., Camille, J., Louise, G. (2018). Analyses des sols de la Ferme biologique du Bec Hellouin, 26 p.
- [40] Arouna, A., Adégbola, P.Y., Adékambi, S.A. (2010). Estimation of the economic efficiency cashew nut production in Benin. Third African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48 th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference, Cape Town, South Africa, September 19-23, 2010.
- [41] Angaman, T. (2015). Analyse de l'efficacité économique des riziculteurs ivoiriens. Mémoire de Master en Economie et Politiques Agricoles. Université Ouaga II (Burkina-Faso), 49p.
- [42] Dassoundo-Assogba, C. F. J., Yabi, J. A., OGOUNIYI, E. B. (2019). Efficacité économique de la production piscicole dans la vallée de l'ouémé au sud du Bénin. *Agronomie, Société et Environnement (BASE)*, in press, 18 p.
- [43] Labiyi, I.A., Yegbemey, R.N., Olodo, V.D., Yabi, J.A. (2018). Pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols et performance économique des producteurs de maïs au Nord-Bénin.
- [44] Phiri, F. and Yuan, X. (2018). Technical Efficiency of Tilapia Production in Malawi And China: Application of Stochastic Frontier Production Approach. *J Aquac Res Development* 9: 532. doi: 10.4172/2155-9546.1000532.