

# Analyse des efficacités techniques des exploitations en Transition agroécologique en zone cotonnière au Nord du Bénin

## Analysis of the technical efficiency of farms undergoing agroecological transition in the cotton-growing zone of northern Benin

Abou Chabi Abdou Ganiou, Hountondji Sagbo Paul, Tovignan Silvère

Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamismes Economiques et Sociales (LARDES), Ecole Doctorales Sciences Agronomiques et de l'Eau (EDSAE), Université de Parakou (UP), BP 123 Parakou République du Bénin

**Auteur correspondant** : Abdou Ganiou ABOU CHABI, E-mail : [acaganiou@gmail.com](mailto:acaganiou@gmail.com)

**Comment citer l'article** : Abou Chabi Abdou Ganiou, Hountondji Sagbo Paul, Tovignan Silvère (2023). Analyse des efficacités techniques des exploitations en transition agroécologique en zone cotonnière au Nord du Bénin. Rev Ecosystèmes et Paysages (Togo), 3(2) : 1–15, e-ISSN (Online) : 2790-3230

DOI : <https://doi.org/10.59384/recopays.tg3219>

**Reçu** : 1 octobre 2023  
**Accepté** : 15 décembre 2023  
**Publié** : 30 décembre 2023



**Copyright**: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

### Résumé

L'agroécologie est de plus en plus présentée comme une solution crédible pour faire face aux défis économiques, environnementaux, sociaux et sanitaires soulevés par le système de production conventionnel. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité technique des exploitations en transition agroécologique en zone cotonnière. Une enquête a été conduite auprès de 240 producteurs de coton. La méthode basée sur les frontières stochastiques de production de type Cobb-Douglas a été utilisée pour l'analyse des données recueillies sur les efficacités et le modèle Tobit pour estimer les déterminants. Les résultats montrent que les facteurs tels que la quantité d'engrais (NPK et urée), de matière organique, et de main d'œuvre influencent positivement et significativement le rendement des exploitations cotonnières au seuil de 5 % et par conséquent leur efficacité technique. Les moyennes des indices d'efficacité technique des exploitations non agroécologiques et des exploitations en transition agroécologiques sont respectivement de 69,88 % et 74,65 % avec une moyenne 70,73 %. Cette différence est significative au seuil de 1 %. Les facteurs qui influencent cette efficacité technique sont l'âge, la visite des encadreurs, le recyclage des cultures, la synergie des producteurs pour les exploitations non agroécologiques. Pour les exploitations en transition agroécologique, les facteurs sont le sexe, l'alphabetisation, l'éducation secondaire et la formation en technique de production. Pour une stabilisation durable de ces efficacités, les politiques doivent viser prioritairement une utilisation rationnelle des facteurs de production tels que les herbicides, les engrais NPK et urées spécifiques de production utilisée au détriment de la matière organique de fertilisation (fumure le compost, etc.). Il faudrait aussi le renforcement des capacités des exploitants agricoles à travers la formation et l'encadrement sur l'agriculture durable ainsi que sur l'inclusion financière.

**Mots clés :** Efficacité technique, Transition agroécologique, Zone cotonnière, Bénin

### Abstract

Agroecology is increasingly presented as a credible solution to deal with the economic, environmental, social and sanitary figure raised by the conventional production system. The objective of this study is to evaluate the technical efficiency of agroecological transition farms in the cotton area. An investigation was conducted with 240 cotton producers. The COBB-Douglas-based production-based boundary method was used for the analysis of the data collected on the efficiencies and the Tobit model to estimate the determinants. The results show that factors such as the amount of fertilizer (NKPK et Urea), organic matter, and hand of work positively and significantly influence the performance of cotton farms at the 5 % threshold and consequently their efficiency technical. The averages of the technical efficiency indices of operators non agroecological operations and farms in agroecological transition are respectively 69,88 % and 74,65 % with an average 70,73 %. This difference is significant at the 1 % level. Factors that influence this technical efficiency are age, the visit of the supervisors, the recycling of cultures, the synergy of producers for non-agro-ecological farms. For agroecological transition operations, the factors are sex, literacy, secondary education and production technology training for sustainable stabilization of these efficiencies, policies should aim primarily a rational use of factors. Production such as herbicides, NPK fertilizers and production specific urees used to the detriment of organic fertilization material (manure compost, etc.). The capacity of farmers should also be strengthened through training and supervision on sustainable agriculture as well as financial inclusion.

**Keywords:** Technical efficiency, Agroecological Transition, Cotton-growing; Benin

## 1. Introduction

La population mondiale devrait atteindre d'ici 2050 près de 9 milliards d'habitants. Cette croissance de la population s'associe également avec une demande de plus en plus croissante en alimentation (Gouel et Guimbard, 2017 ; Muller et *al.*, 2017) et représente un défi pour la sécurité alimentaire, la lutte contre la pauvreté et la durabilité des écosystèmes (Bayiha, 2020). Selon Kombate *et al* (2022), la perte de la productibilité des terres cultivables due à leur forte vulnérabilité au changement climatique, à l'évolution croissante des populations, à l'urbanisation accélérée et à des pratiques de gestion inappropriée des ressources naturelles en particulier les terres forestières pourrait accroître le nombre d'africains sous-alimentés. Le secteur agricole apparaît comme le secteur pouvant contribuer à relever ces défis. Les agriculteurs des pays en développement par exemple devront produire deux fois plus pour faire face aux besoins alimentaires (FAO, 2011). Cette situation a fait appel à la mécanisation et l'utilisation intensive des intrants chimiques de synthèse (pesticides, engrais et herbicides) dans les pays en développement ces dernières décennies (Ekodo et Ndam, 2018). En Afrique notamment dans la région subsaharienne, l'agriculture constitue un secteur au cœur des préoccupations majeures avec une contribution de 15,5 % au PIB en 2020 (Banque Mondiale, 2020). Au Bénin, l'agriculture occupe une place de choix au regard de la main-d'œuvre (70 % de la population active) et de la contribution au PIB (au moins 28 %) (INSAE, 2018). En vue de mieux redynamiser ce secteur, base de l'économie béninoise, plusieurs filières sont promues dont la filière coton. Ce dernier est l'un des produits les plus commercialisés sur le marché international, le plus exporté dans les pays Africains ; il constitue leur base vitale de richesse, d'emplois et de développement (Allagbe *et al.*, 2014). La culture du coton a donc un impact économique, financier, politique et aussi social sur la lutte contre la pauvreté (Togbé *et al.*, 2014). Mais sa production et sa rentabilité restent dépendantes de la variabilité climatique et de la fertilité des sols (Djohy *et al.*, 2015). La production du coton conventionnel est la plus grande consommatrice des pesticides et fertilisants chimiques consommant elle seule près de 93 % des produits chimiques du marché (INSAE, 2020). Les conséquences de l'utilisation exagérée de ces intrants chimiques sont d'ordre économique (la baisse des rendements et des revenus des producteurs de coton) et environnementale (la dégradation des sols, la résistance des ravageurs aux pesticides). Rhodes *et al.* (2014) ont trouvé que cette culture constitue une source majeure de dégradation de l'environnement notamment dans les zones cotonnières où les problèmes

d'externalités négatives en termes environnemental et sanitaire sont déjà très flagrants. Conscients de ces maux, les producteurs, eux-mêmes, sont contraints de développer un certain nombre de pratiques ou de systèmes de culture pour assurer leur quotidien (Kinhou, 2019). Il ressort que pour atteindre les ODD, l'agriculture doit préserver le sol contre la dégradation et assurer la restauration des terres déjà dégradées (Sessou *et al.*, 2022). A cet effet, des efforts notables ont été réalisés pour développer la durabilité de l'environnement par une nette réduction des intrants (CNUCED, 2016). Parmi les nouvelles tendances et incitations, un courant fort se dessine autour de la notion d'agroécologie. Cette dernière est souvent présentée comme un modèle de développement alternatif capable de réconcilier la production agricole avec une meilleure conservation des ressources renouvelables. Elle vise à insérer plus harmonieusement la culture cotonnière dans des paysages agricoles à biodiversité entretenue, afin de favoriser les régulations écologiques et de réduire l'usage des intrants conventionnels (Deguine *et al.*, 2008).

Si la transition vers des systèmes de production agroécologique présente des avantages indéniables par rapport à l'agriculture conventionnelle, son adoption se heurte cependant à de puissants obstacles d'ordre technique tel que la forte demande de la main d'œuvre par rapport aux facilités qu'offrent les intrants chimiques, une mauvaise maîtrise des pratiques, la méconnaissance des prédateurs et des ravageurs pour une lutte biologique et une mauvaise pratique du travail des sols (Leclercq, 2020). En outre, de nombreuses pratiques agroécologiques (fabrication de compost, traitement de bio pesticides...) sont souvent associées à des besoins de main d'œuvre plus importants que dans l'agriculture conventionnelle (Pimentel *et al.*, 2005 ; Ribier & Griffon, 2006) et leur rémunération est différée aux récoltes ultérieures. Dans un tel contexte, l'on est en demeure de se demander ce que serait l'efficacité technique des exploitations en transition agroécologique de la zone cotonnière au Nord Bénin ? L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité technique des exploitations en transition agroécologique de la zone cotonnière au Nord Bénin.

## 2. Matériel et Méthode

### 2.1. Zone d'étude

Le secteur d'étude est constitué des quatre départements du Nord Bénin (Borgou, Alibori, Atacora et Donga). Elle est située entre 9°00'00'' et 12°00'00'' de latitude Nord puis 1°30'0'' et 3°00'00'' de longitude Est. Elle couvre une superficie estimée à environ 83723 km<sup>2</sup>, ce qui représente 72 % de l'ensemble du pays (114723 km<sup>2</sup>). Elle est limitée au Nord par le fleuve Niger, à l'Ouest par le Togo, au Nord-ouest par le Burkina Faso, au Sud par le département des collines et à l'Est par la République fédérale du NIGERIA. Elle abrite les quatre premiers Pôles de Développement Agricole (PDA). Mais l'étude se focalise sur les PDA 2 et 4 où les projets d'appui à la Transition Agro-écologique dans les Zones Cotonnières (TAZCO) et de Protection et Réhabilitation des Sols (ProSOL) interviennent (Figure 1). C'est une zone à forte potentialité agricole avec une faible densité d'occupation des terroirs (16 à 21 hab/ km<sup>2</sup>). Elle abrite un système d'intégration agriculture, élevage et foresterie basé sur l'anacardier et le coton, comme cultures locomotives. Le coton et le soja sont les deux cultures locomotives de cette zone, suivi des cultures secondaires tels que le maïs, l'igname et le sorgho qui y sont aussi développés pour exploiter les arrières effets de l'utilisation de l'engrais sur la culture du coton. C'est également une zone d'élevage de petits ruminants et de bovins conduits en élevage extensif (MAEP, 2017). Le climat est tropical. La moyenne pluviométrique annuelle des dix dernières années dans cette zone est comprise entre 1 000 mm et 1 200 mm. Les températures minimale et maximale y sont respectivement de 21°C et de 34,3°C avec une moyenne décennale de 27,7°C. Les sols sont de type ferrugineux tropical lessivés. La zone est une plaine érodée développée sur du gneiss et laissant en relief des éléments granitiques ou ferrugineux résistants (Guerin, 2017). Ces conditions climatiques et pédologiques permettent aux agriculteurs de cultiver une grande diversité de culture (Sinsin *et al.*, 2013).

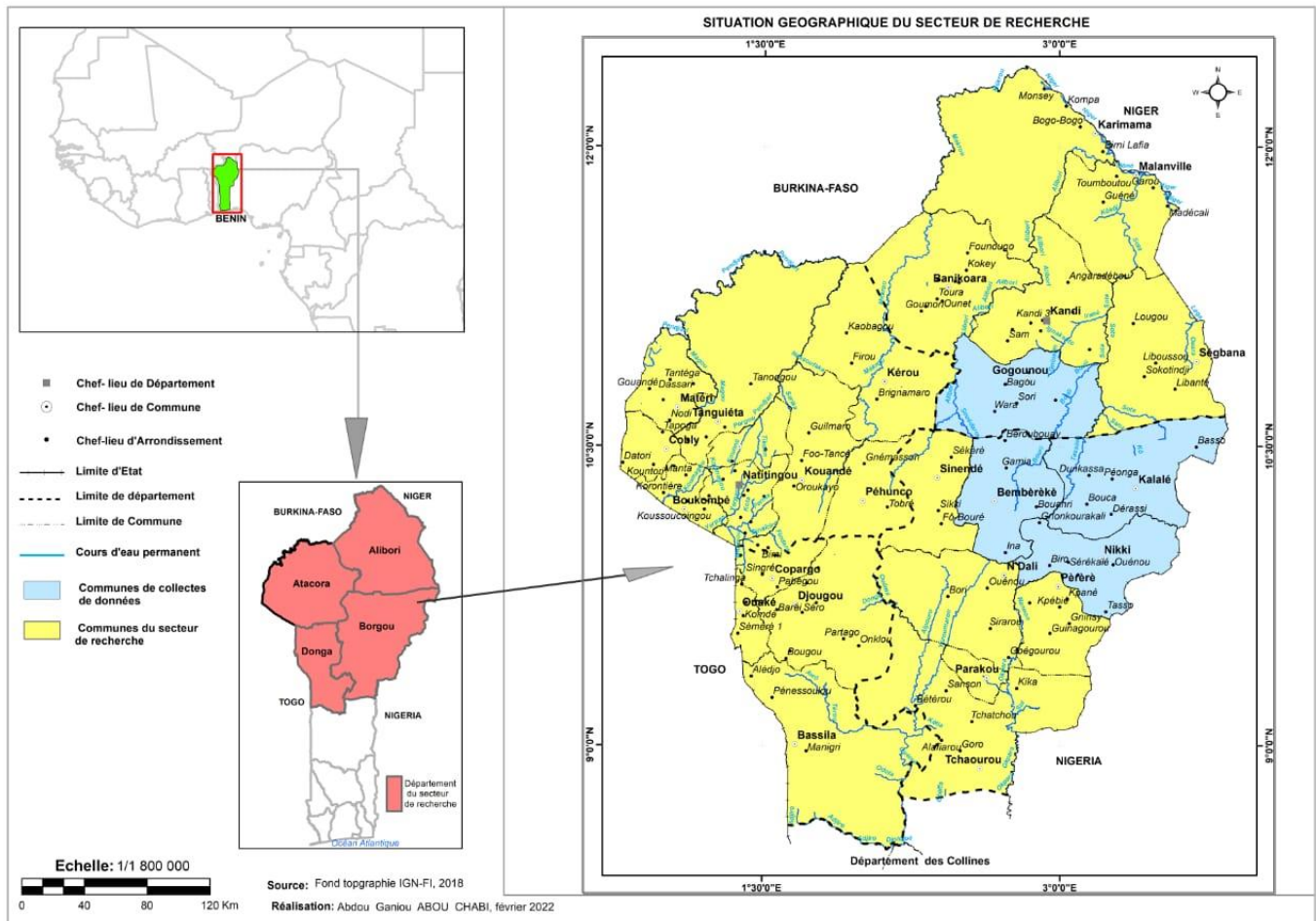


Figure 1. Localisation géographique de la Zone d'étude

## 2.2. Collecte des données

Plusieurs méthodes ont été combinées dans la constitution de l'échantillon. Il s'agit des méthodes d'échantillonnage stratifié, raisonné, et aléatoire. La méthode d'échantillonnage stratifié a été utilisée pour le choix des départements. Les départements ont été identifiés en fonction de leurs poids de production. Ainsi les départements de l'Alibori et du Borgou ont été choisis. En effet la production de ces deux départements représente environ 78 % de la production de l'ensemble de la zone d'étude et 67 % de la production nationale. Les communes quant à elles ont été choisies de façon raisonnée. Les critères d'appartenance à la fois soit au PDA2 ou au PDA4 et aux bénéficiaires des interventions TAZCO et/ou ProSOL et le partage de frontière avec au moins une des communes ont été déterminants dans les choix. C'est alors que les communes de Gogounou dans l'Alibori, Bembèrèkè, Kalalé, et Nikki dans le Borgou ont été échantillonnées. Les données sont essentiellement issues d'une collecte primaire auprès de 240 exploitants soient 60 par communes choisis de façon aléatoire. Le choix de ce nombre est motivé par les contraintes des effectifs de producteurs, du temps et du financement. Toutefois il répond bien aux exigences de la théorie de l'inférence statistique : Théorème des Centrales Limite (Gujarati, 2003). L'entretien structuré par l'usage de questionnaires individuels a été la principale méthode de collecte des données. Les données concernant les caractéristiques socio-démographiques et économiques, les pratiques culturelles, les quantités et prix des inputs et outputs ont été collectées.

## 2.3. Analyse des données

### 2.3.1. Approches d'estimation des niveaux d'efficacité

Plusieurs méthodes sont utilisées dans la littérature pour l'estimation de l'efficacité de la production. Il s'agit des méthodes d'estimation par la frontière (Ouattara, 2009) où la frontière de production ou de coût est obtenue par l'ensemble des points

décrivant les décisions optimales des agricultrices de produits (Fried et al., 1993 cités par Nuama, 2006). Deux approches principales à savoir l'approche déterministe et l'approche stochastique sont issues de cette méthode des frontières et utilisées. La procédure d'estimation d'une frontière déterministe peut être estimée soit par l'inférence statistique soit par des méthodes non statistiques (Greene 1980, Thiry et Tulkens 1989 cité par Diawlol, 2005). Cette approche a été utilisée par Bravo-Ureta et al. (1997) ; Richmond (1974) ; Greene (1980) ; Taylor et al., (1986) ; Bravo-Ureta et Rieger (1990). L'inconvénient majeur de ces procédures réside dans le fait qu'elles ne fournissent pas les propriétés statistiques des estimateurs. Aussi, négligent-elles la possibilité que la performance d'une exploitation puisse être influencée par plusieurs facteurs hors de contrôle tels que les aléas climatiques et le mauvais rendement des machines ou encore les pénuries des intrants (Midingoyi, 2008). Le niveau d'efficacité technique (TE), compris entre 0 et 1, est donné par :

$$TE_i = \frac{y_i}{\exp(x_i\beta)} = \frac{\exp(x_i\beta - u_i)}{\exp(x_i\beta)} = \exp(-u_i) \tag{1}$$

Où  $y_i$  est la production observée de l'exploitation  $i$  ;  $\exp(x_i\beta)$  est la production frontière estimée ;  $x_i$  le même vecteur d'intrants et  $\exp(x_i\beta - u_i)$  le ratio entre la production observée.

L'approche frontière stochastique considère que la production peut être influencée par des chocs exogènes qui échappent au contrôle de l'exploitation, et par les effets des erreurs de mesure. Cette approche est simultanément proposée et utilisé par Lovell et Schmidt (1977) ; Battese et Corra (1977) ; Meeusen et Van den Broeck (1977) et Coelli et al., (1998). Elle consiste à spécifier dans le terme d'erreur deux composantes : (1) l'une capte les effets de l'inefficacité par rapport à la frontière et (2) l'autre permet une variation aléatoire de la frontière à travers l'ensemble des entreprises de l'échantillon et capte les effets des erreurs de mesure et autres bruits statistiques hors du contrôle des producteurs. La frontière stochastique de production présente une variable aléatoire non-négative,  $v_i$ , ajoutée à l'équation (1) du cas déterministe précédant.

$$\ln(y_i) = x_i\beta + v_i - u_i \quad i = 1, 2, \dots, N$$

L'erreur aléatoire  $v_i$ , tient compte des erreurs de mesures et d'autres facteurs aléatoires comme les effets du climat, des phénomènes aléatoires sur la valeur de la variable production, etc., combinée aux effets des variables inputs non spécifiés. Les  $v_i$  sont supposés représenter des variables aléatoires présentant une distribution normale indépendante et identique avec une moyenne nulle et une variance constante,  $v^2$ , indépendant des  $u_i$  qui sont supposés suivre une distribution exponentielle identique et indépendante ou une distribution aléatoire semi-normale. Dans le cadre de cette recherche, l'approche frontière stochastique a été utilisée afin de prendre les facteurs aléas qui pourraient influencer l'inefficacité techniques des exploitants. Les paramètres de la frontière de production stochastique ont été estimés par la méthode du maximum de vraisemblance. La forme fonctionnelle Cobb-Douglas a été testée sur la base des tests statistiques de  $\chi^2$  du ratio de vraisemblance pour choisir celles qui donnent les meilleures estimations. En considérant un exploitant qui combine des facteurs de production (superficie, semences, main-d'œuvre, capital, herbicide et engrais (chimique et organique)) pour produire un bien *QPROD* (coton), la frontière de production stochastique est représentée par la forme fonctionnelle qui donne le modèle suivant :

$$(QPROD_i) = \beta_0 + \beta_1(QSEM_i) + \beta_2 \ln(QNPK) + \beta_3 \ln(QHERBI) + \beta_4 \ln(QUrée) + \beta_5 \ln(Capital) + \beta_6 \ln(QMOT_i) + \beta_7 \ln(QAMORT_i) + v_i - u_i,$$

où  $\ln$ : représente le logarithme népérien et  $i$  le producteur.

Les variables aléatoires hors du contrôle des producteurs, elles sont supposées être indépendamment et identiquement distribuées selon une loi normale d'espérance mathématique nulle et de variance  $\sigma v^2$  [ $V_i \approx (0, \sigma v^2)$ ], indépendantes des  $u_i$  qui représentent les 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  $(\mu, \sigma u^2)$ .

Les  $\beta$ ,  $\mu$  et  $\sigma^2$  sont les paramètres à estimer par la méthode du maximum de vraisemblance (MV) au niveau du modèle,

Les variables incluses dans le modèle sont définies comme suit :

**QPROD**: la production totale de coton (kg/Ha) au cours de la campagne considérée;

**QSEM**: la quantité totale de semence utilisée (kg/Ha);

**QNPK**: la quantité totale d'engrais NPK (kg/Ha)

**QUrée** : la quantité totale d'engrais Urée utilisée (kg/Ha) ;

**QHERBI**: la quantité totale d'herbicide utilisée (litre/Ha) ;

**Capital** : le cout total estimé de l'investissement

**QMOT:** la quantité totale de main-d’œuvre totale (familiale et salariée) utilisée est évaluée en homme-jour (H.j/Ha), elle regroupe la main-d’œuvre familiale, salariée et l’entraide; cet input est exprimé en nombre de travailleurs par jour.

### 2.3.2. Estimation des variables déterminants l’efficacité technique

Pour analyser les variables expliquant l’efficacité technique, le modèle tobit a été choisi, ceci en fonction du caractère des variables dépendantes (efficacité) qui se présentent comme des fréquences relatives et peuvent aussi être censurées.

Le modèle Tobit peut s’écrire :  $ETi^* = \alpha + Xi\beta + \varepsilon i$  (C. Ahouangninou, 2020)

Dans l’équation, ETi\* représente le score de la variable latente continue pour l’observation de l’individu i,  $\alpha$  représente la valeur de l’ordonnée à l’origine, Xi désigne l’ensemble des variables indépendantes telles que mesurées pour l’individu i,  $\beta$  est le vecteur des coefficients affectant ces variables à estimer et  $\varepsilon i$  constitue l’erreur du modèle. En tenant compte des variables trouvées par d’autres chercheurs qui ont déjà travaillé sur le sujet similaire, le tableau ci-dessous présente les variables explicatives introduites dans le modèle de déterminants de l’efficacité technique avec les signes attendus.

Le modèle Tobit incluant les variables explicatives se présente comme suit :

$$ET_i = \alpha_0 + \alpha_1SEX + \alpha_2AGE + \alpha_3TAILL + \alpha_4HER + \alpha_5EDPRM + \alpha_6EDSCON + \alpha_7ALPH + \alpha_8STIM + \alpha_9SUPC + \alpha_{10}FORM + \alpha_{11}DISM + \alpha_{12}FORMTC + \alpha_{13}VISIT + \alpha_{14}RECY + \alpha_{15}ROTL + \alpha_{16}SYNG + \alpha_{17}DIVERS + \alpha_{18}EFF + \alpha_{19}RESIL + \varepsilon_i$$

### 2.4. Variables introduites dans le modèle

**Tableau 1.** Variables introduites dans le modèle Tobit et le signe attendu

Variabes	Codes	Mesure	Signes attendus
Age	AGE	Variable continue	±
Sexe	SEX	Variable binaire (1= femme, 0= homme)	+
Alphabétisation	ALPH	Variable binaire (1= oui, 0=non)	+
Taille du ménage	TAILL	Variable continue	+
Héritage	HER	Variable binaire (1= oui, 0=non)	+
Education primaire	EDPRM	Variable binaire (1= oui, 0=non)	+
Education secondaire	EDSCON	Variable binaire (1= oui, 0=non)	+
Situation matrimoniale	SITM	Variable binaire (1= oui, 0=non)	+
Formation générale en agriculture	FORM	Variable binaire (1= oui, 0=non)	+
Formation en technique de production du coton	FORMTC	Variable binaire (1= oui, 0=non)	+
Rotation des cultures	ROTL	Variable binaire (1= oui, 0=non)	+
Superficie du coton	SUPC	Variable continue	±
Distance IMF-Village	DISM	Variable continue	+
Visite des encadreurs	VISIT	Variable binaire (1= oui, 0=non)	+
Recyclage	RECY	Variable binaire (1= score ≥50, 0= score <50)	+
Synergie	SYNG	Variable binaire (1= score ≥50, 0= score <50)	+
Diversification	DIVERS	Variable binaire (1= score ≥50, 0= score <50)	+
Efficience	EFF	Variable binaire (1= score ≥50, 0= score <50)	+
Résilience	RESIL	Variable binaire (1= score ≥50, 0= score <50)	+

**Tableau 2.** Presentation des formules

Numero	Formules	Sources
1	$TE_i = y_i / \exp(x_i\beta) = \frac{\exp(x_i\beta - u_i)}{\exp(x_i\beta)} = \exp(-u_i)$	Midingoyi, 2008
2	$\ln ( y_i) = x_i\beta + v_i - u_i \quad i = 1,2,\dots,N$	Coelli et al., (1998)
3	$ETi^* = \alpha + Xi\beta + \varepsilon i$	C. Ahouangninou (2020); Hountondji et al., (2018)

### 3. Résultats

#### 3.1. Profils des exploitants en transition agroécologique

Le tableau ci-dessous présente les résultats d'analyse des profils des exploitants en transition agroécologique. Ce tableau révèle qu'aucune exploitation n'est en transition agroécologique dans la commune de Nikki (0,0%). Dans les communes de Gogounou et de Bembèrèkè, les exploitants ayant des exploitations en transition agroécologique représentent respectivement 13 % et 7 % de l'ensemble des exploitants enquêtés dans ces communes. La commune ayant le plus grand nombre d'exploitations en transition agroécologique est celle de Kalalé où environ 32 % des exploitants enquêtés ont leurs exploitations en transition agroécologique.

**Tableau 3.** Profil des exploitants en transition agroécologique

Caractéristiques	Modalités	Non agroécologique (%)	Transition agroécologique (%)
Commune des exploitations	Nikki	100	0,00
	Gogounou	86,67	13,33
	Bembèrèkè	93,33	6,67
	Kalalé	68,33	31,67
Le sexe de l'enquêté	Féminin	78,75	21,25
	Masculin	91,25	8,75
Ethnie	Bariba	89,38	10,63
	Peulh	50,00	50,00
	Gando	86,36	13,64
	Autres	100,00	0,00
Niveau d'instruction	Aucune	88,71	11,29
	Primaire	75,00	25,00
	Secondaire	100,00	0,00
Activité principale	Agriculture	92,72	7,28
	Commerce	38,46	61,54
	Elevage	100,00	0,00
	Autres	100,00	0,00
Contact avec les services de vulgarisation	Non	100,00	0,00
	Oui	86,97	13,03
Appartenance à une organisation	Non	0,00	100,00
	Oui	87,82	12,18

**Source : Abou Chabi (2023)**

L'analyse du tableau 3 montre que 33 % des femmes sont dans la production du coton. Selon les types d'exploitation, le pourcentage de femme par rapport l'effectif total de femme ayant des exploitations en transition agroécologique est beaucoup plus élevé (21 %) que le pourcentage d'homme (9 %) ayant d'exploitations en transition agroécologique sur l'effectif total. Ceci s'explique par le fait que les femmes ont un accès difficile aux intrants de production ce qui leurs permet de pratiquer les mesures traditionnelles ou agroécologiques pour améliorer le rendement de leurs cultures. Dans tableau, on remarque également que les Peulhs adoptent beaucoup plus les pratiques agroécologiques que les autres ethnies. En effet, près de 50 % des Peulh enquêtés ont leurs exploitations en transition agroécologique, ce qui est beaucoup plus important que chez les Bariba et Gando où respectivement 11 % et 14 % des enquêtés ont leurs exploitations en transition agroécologique. Les exploitants ayant un niveau d'instruction primaire (25 %) sont ceux qui ont plus d'exploitations en transition agroécologique. Lorsque la production agricole n'est pas une priorité pour l'exploitant, il a tendance à plus utiliser les pratiques agroécologiques. Les exploitants qui ont l'agriculture

comme activité principale sont très peu (7 %) à avoir d'exploitations en transition agroécologique comparativement aux exploitants qui ont le commerce comme activité principale qui sont nombreux (62 %) à voir leurs exploitations en transition agroécologique. Les exploitants ayant de contact avec les services de vulgarisation ont aussi beaucoup plus d'exploitations en transition agroécologique. Les exploitants qui n'ont pas de contact avec les services de vulgarisation n'ont aucune exploitation en transition écologique. Le résultat contraire est observé au niveau des exploitants qui appartiennent à des organisations. En effet, les exploitants appartenant à des organisations de producteurs sont très peu (12 %) à avoir des exploitations en transition écologique contrairement aux exploitants n'appartenant pas à des organisations qui ont la totalité (100 %) de leurs exploitations en transition écologique. Cela peut s'expliquer par le fait que les exploitants appartenant à des organisations s'échangent entre eux, ce qui pourraient favoriser les partages des inquiétudes sur l'agroécologie. Certains producteurs ont des doutes sur la productivité des cultures suivant les pratiques agroécologiques.

### 3.2. Facteurs de production

Le tableau ci-dessous présente les quantités moyennes des différents facteurs de productions utilisées par les producteurs suivant le niveau de transition agroécologique. Le rendement moyen de production de coton dans la zone d'étude est de 1112 ( $\pm 320$ ) kg/ha. Celui des exploitations en transition agroécologie (1216,53  $\pm$  222,85 kg/ha) comparé au rendement moyen des exploitants qui ne sont pas en transition agroécologique (1100,57  $\pm$  330 kg/ha) est légèrement supérieur.

**Tableau 4.** Quantités moyennes des facteurs de production

Quantités des facteurs de production	Types d'exploitations	Moyenne	Ecart-type	Ensemble	t	Sig, (bilatérale)
Semence	Transition agroécologie	105,13	82,62	109,40 (63,08)	0,323	0,749
	Non Agroécologie	100,19	54,38			
Herbicides (l/ha)	Transition agroécologie	3,38	4,43	4,89 (3,70)	-2,094	0,043
	Non Agroécologie	5,13	3,55			
Matière organique (kg/ha)	Transition agroécologie	4,17	6,65	4,08 (8,13)	-0,734	0,467
	Non Agroécologie	3,19	8,34			
Engrais (Urée et NPK) (kg/ha)	Transition agroécologie	113,24	136,49	239,5 (159,12)	-5,434	0,000
	Non Agroécologie	258,50	154,12			
Pesticides (l/ha)	Transition agroécologie	2,88	3,14	2,94 (2,07)	0,952	0,348
	Non Agroécologie	3,43	1,87			
Main d'œuvre (H/J)	Transition agroécologie	17,10	9,99	14,80 (8,84)	1,378	0,176
	Non Agroécologie	14,49	8,64			
Capital fixe (FCFA/ha)	Transition agroécologie	15429	25617	17568 (21534)	-0,713	0,477
	Non Agroécologie	18015	20583			
Rendement (kg/ha)	Transition agroécologie	1245,820	414,798	1112,24 (320,30)	2,992	0,003
	Non Agroécologie	1087,113	289,319			

*Source :* Résultats d'enquête, 2022

Les exploitations en transition agroécologique utilisent peu d'herbicide. En effet, la quantité moyenne d'herbicide utilisée par les exploitations en transition agroécologie est inférieure (3 L/ha) par rapport à celle utilisée par les exploitations non agroécologique (5 L/ha) avec une différence significative au seuil de 1%. Le même constat a été fait au niveau de la quantité moyenne d'engrais (NPK et Urée) où les exploitations en transition agroécologie utilisent moins d'engrais comparativement aux exploitations non agroécologiques qui utilisent beaucoup plus ces facteurs dans la production du coton (113 kg/ha contre 258kg/ha). Par contre, la quantité de matière organique et de la main d'œuvre utilisées, dans la production sont beaucoup plus important au niveau des exploitations en transition agroécologique que chez les exploitations non agroécologiques. Par ailleurs la quantité de pesticides utilisée et capital financier investi au niveau des exploitations en transition agroécologiques est inférieur à celle des exploitations non agroécologiques (2,88L contre 3,43L). Cela s'explique par le fait que la transition agroécologie demande une forte utilisation du capital humain dans l'exécution des activités et la réduction des intrants chimiques (herbicides, pesticides).



### 3.3. Estimation de la frontière de production stochastique

Le tableau 4 présente les estimations des paramètres de la fonction de production frontière stochastique à l'aide de la méthode de maximum de vraisemblance (MV). Le modèle est globalement significatif au seuil de 1% avec un log de vraisemblable égal à 15,06. La présence d'inefficacité ou non a été analysée à travers les paramètres  $\sigma^2$  ( $\sigma^2$ ) et le gamma ( $\gamma$ ). Les paramètres ( $\sigma^2$ ) et ( $\gamma$ ) sont statistiquement différent de zéro au seuil de 1%. Ceci traduit la présence d'inefficacité dans la production du coton au niveau des sites de production étudiés. Le  $\sigma^2$  représenté par le gamma égale à 0,3382 montre que 33,82% des inefficacités techniques dépendent des producteurs et le reste 66,18% dépendent des facteurs aléatoires et/ou des erreurs de mesures.

**Tableau 5.** Estimation des paramètres de la fonction de production frontière stochastique

Facteurs de production	Coef.	Std. Err.	z	P> z
Quantité d'herbicide utilisée en litre par ha	0,0226	0,021	1,06	0,288
Quantité de pesticides utilisée en litre par ha	0,045	0,041	1,08	0,282
Quantité de matière organique utilisée en kg par ha	0,080	0,013	6,06	0,000
Quantité de semence utilisée en kg	0,009	0,047	0,20	0,844
Quantité totale de main d'œuvre utilisée en nombre homme-jour	0,151	0,036	4,12	0,000
Quantité d'engrais (Urée et NPK) utilisée en kg par ha	0,109	0,035	3,10	0,002
Capital	0,0138	0,013	1,06	0,288
Constante	5,683	0,323	17,55	0,000
Paramètres de validation du modèle				
Sigma_v2	0,0346	0,0047		
Sigma_u2	0,0175	0,0235		
Sigma2	0,0518	0,0238		
gamma	0,3382	0,4527		
Number of obs = 240				
Wald chi2(7) = 76,05				
Log likelihood = 15,06				
Prob > chi2 = 0,0000				

Légende : \*\*\* significativité à 1 %, \*\* significativité à 5 %, \* significativité à 10 %.

Source : Résultats d'enquête, 2022

Parmi les sept facteurs de production introduits dans le modèle, la quantité d'engrais (NPK et urée) utilisée, la quantité de la main d'œuvre et de matière organique utilisées s'avèrent significatifs et positifs au seuil statistique de 1%. En effet, l'augmentation de la quantité de la main d'œuvre dans la production du coton augmente le rendement du coton de 0,151 kg/ha. Ainsi, l'utilisation de main d'œuvre a aussi un effet sur l'efficacité technique des producteurs. Plus les exploitants utilisent de la main d'œuvre plus faciles deviennent les opérations culturales. Pour l'engrais, une augmentation de la quantité d'engrais d'une unité améliore positivement le rendement de 0,109 Kg/ha. Par rapport à la matière organique, une variation d'une unité de matière organique (compost, fumure, etc.) augmente le rendement de la culture de 0,080 kg/ha. Ce qui par conséquent améliore l'efficacité technique. La matière organique améliore durablement le niveau de fertilité du sol, ce qui entraîne un bon développement et la croissance des plants de coton.

Par ailleurs, les quantités de semence, d'herbicides et de pesticide utilisées ont une influence positive sur le rendement du coton, mais non significative au seuil de 5 %. Ce qui signifie qu'une augmentation de ces facteurs peut améliorer l'efficacité technique des exploitants.

### 3.4. Comparaison des moyennes des scores d'efficacité technique des exploitations

Le tableau 6 présente les scores d'efficacité technique de la production de coton en fonction des types d'exploitation (transition agroécologique et non). L'analyse du tableau 6 révèle que la moyenne d'efficacité technique de la production du coton dans la zone d'étude est de 0,7073. Ainsi les producteurs de la zone de recherche sont techniquement efficaces à 70,73%. Ce score d'efficacité est de 0,7465 pour les exploitations en transition agroécologique alors qu'il est de 0,6988 pour les exploitations non agroécologiques. On constate que le score est plus élevé chez les exploitants en transition agroécologique. Statistiquement il y a une différence significative au seuil de 5% entre ces efficacités. Cette supériorité de la moyenne d'efficacité des exploitations en

transition agroécologique peut s'expliquer par le fait que l'utilisation de la matière organique et adoption des pratiques agroécologiques permettent d'améliorer le rendement de la production.

**Tableau 6.** Test de comparaison des moyennes des scores d'efficacité technique

Types d'exploitation	Moyenne	Ecart-type	Test-t de comparaison	Sig
Transition agroécologique	0,7465	0,0723	4,291	0,000
Non agroécologique	0,6988	0,0189		
Ensemble	0,7073	0,3936		

Source : Résultats d'enquête, 2022

### 3.5. Déterminants de l'efficacité technique de la production du coton selon les types d'exploitations

Le tableau 6 présente les déterminants de l'efficacité technique de la production de coton suivant les deux types d'exploitations. Selon les paramètres, les modèles estimés sont globalement significatifs au seuil de 1%. Ainsi, des variables introduites dans le modèle, les facteurs tels que Taille du ménage, le niveau d'éducation, la situation matrimoniale, la superficie du coton, la distance IMF-Village et la diversification des cultures sont ceux qui influencent au seuil de 5 % les efficacités techniques des deux systèmes d'exploitation. Par ailleurs, les facteurs âge, la visite des encadreurs, le recyclage des cultures, la synthèse des cultures sont les facteurs supplémentaires qui influencent au seuil de 5 % l'efficacité technique au niveau des exploitations non agroécologiques. Pour les exploitations en transition agroécologique, en plus des variables d'influences communes, les facteurs comme le sexe, alphabétisation, l'éducation secondaire et la formation en technique de production du coton sont des facteurs qui influencent l'efficacité du système d'exploitation en transition agroécologique.

Les signes négatifs des facteurs éducation primaire et secondaire, la situation matrimoniale, la formation générale en agriculture, la superficie cultivée du coton, la distance IMF-Village et la diversification des cultures nous révèlent qu'être instruit, marié et avoir une formation générale ne permettent pas une allocation efficace des ressources dans la production quel que soit le type d'exploitation. Le constat est le même avec la superficie, la diversification des cultures ou la proximité avec les IMFs. Par contre un important effectif du ménage permet aux producteurs quel que soit le type d'exploitation d'allouer efficacement les ressources. Il permet aux producteurs d'avoir de la main d'œuvre pour l'exécution des activités.

Le signe positif d'influence des facteurs sexe, alphabétisation et la formation en technique de production du coton sur l'efficacité technique du système en transition agroécologique nous montre que ce sont les hommes alphabétisés, formés sur les techniques de production du coton qui allouent efficacement les facteurs de production dans la transition agroécologique.

En ce qui concerne le système d'exploitation non agroécologique, le recyclage des cultures (signe positif) permet aux producteurs qui ne sont pas en transition agroécologique d'allouer efficacement les ressources dans la production du coton en ce sens qu'il maintient la fertilité des sols. Le signe positif du facteur « visite des encadreurs » montre que les producteurs suivis par les conseillers agricoles améliorent leurs modes d'allocation des ressources. Quant aux facteurs âge et la synthèse agroécologique, eux montrent que ces facteurs ne sont pas en faveur de l'allocation des ressources pour les producteurs des exploitations non agroécologiques.

**Tableau 7.** Estimation des déterminants de l'efficacité technique de la production du coton selon les types d'exploitation

Variables	Non agroécologique			Exploitation en transition agroécologique		
	Coef.	t	P>t	Coef.	t	P>t
Age	-1,06e-07**	-2,35	0,020	3,11e-08	0.69	0.504
Sexe	1,45e-07	0,10	0,919	0,0000205*	10.76	0.000
Alphabétisation	9,41e-07	0,92	0,357	0,0000171*	9.24	0.000
Taille du ménage	1,50e-07**	2,39	0,018	2,01e-07*	3.00	0.010
Héritage	3,05e-07	0,24	0,807	1,91e-07	0.85	0.412

Education primaire	-5,32e-06*	-4,80 0,000	-2,48e-06*	-5.31 0.000
Education secondaire	-2,60e-06	-1,53 0,127	-,0000168*	-11.19 0.000
Situation matrimoniale	4,96e-06*	14,77 0,000	-1,01e-06*	-3.41 0.004
Formation générale en agriculture	-5,39e-06***	-1,68 0,094	-,000013*	-9.51 0.000
Formation en technique de production du coton	1,64e-06	1,45 0,149	4,56e-06*	3.82 0.002
Rotation des cultures	1,99e-06***	1,79 0,074	-3,95e-07	-1.43 0.174
Superficie du coton	9,48e-07*	2,69 0,008	-6,83e-07*	-3.37 0.005
Distance IMF-Village	-6,06e-09**	-2,34 0,020	-9,81e-09*	-9.50 0.000
Visite des encadreurs	1,93e-06**	-1,96 0,050	-3,91e-07	-1.36 0.197
Recyclage	2,07e-06**	1,96 0,050	7,95e-08	0.34 0.739
Synthèses	-4,01e-06*	-3,72 0,000	-1,79e-07	-0.44 0.666
Diversification	1,90e-06**	2,06 0,041	-,0000157*	-9.42 0.000
Constante	0,9967877	5,1e+05 0,000	,9967989	3.4e+05 0.000
Sigma	4,86e-06		2,87e-07	
LR chi2(18) = 216,98 Prob > chi2 = 0,0000 Log likelihood = 2248,6567 Pseudo R2 = -0,0507		LR chi2(17) = 152,46 Prob > chi2 = 0,0000 Log likelihood = 393,96689 Pseudo R2 = -0,2399		

Légende : \* significativité à 10 %, \*\* significativité à 5 %, \*\*\* significativité à 1 %.

Source : Résultats d'enquête, 2022

## 4. Discussion

### 4.1. Profils des exploitants en transition agroécologique

Les femmes (33 %) sont faiblement représentées dans la production du coton. Ce qui confirme les résultats de Batonwero *et al.* (2022), selon lesquels les hommes sont plus dominants et plus actifs dans le secteur agricole que les femmes puisque la production du coton est une activité pénible demandant assez de force de travail et du temps. Néanmoins le pourcentage de femme par rapport l'effectif total de femme ayant des exploitations en transition agroécologique est beaucoup plus élevé (21 %) que le pourcentage d'homme (9 %) ayant d'exploitations en transition agroécologique sur l'effectif total. Ceci s'explique par le fait que les pratiques agroécologiques permettent aux femmes d'avoir leurs propres champs et d'obtenir une indépendance économique. Ces résultats confirment bien l'importance que les femmes accordent aux pratiques agroécologiques. Ces résultats concordent bien avec ceux des travaux de Kinmagbahohoue et Yabi (2023). Dossa *et al.* (2018) ont également trouvé la même tendance que les femmes sont plus favorables à la production biologique que les hommes. On remarque également que les Peulhs adoptent beaucoup plus les pratiques agroécologiques que les autres ethnies. En effet, près de 50 % des Peulh enquêtés ont leurs exploitations en transition agroécologique, ce qui est beaucoup plus important que chez les Bariba et Gando où respectivement 11 % et 14 % des enquêtés ont leurs exploitations en transition agroécologique. Les exploitants ayant un niveau d'instruction primaire (25 %) sont ceux qui ont plus d'exploitations en transition agroécologique. Lorsque la production agricole n'est pas une priorité pour l'exploitant, il a tendance à plus utiliser les pratiques agroécologiques. Les exploitants qui ont l'agriculture comme activité principale sont très peu (7 %) à avoir d'exploitations en transition agroécologique comparativement aux exploitants qui ont le commerce comme activité principale qui sont nombreux (62 %) à voir leurs exploitations en transition agroécologique. Les exploitants ayant de contact avec les services de vulgarisation ont aussi beaucoup plus d'exploitations en transition agroécologique. Les exploitants qui n'ont pas de contact avec les services de vulgarisation n'ont aucune exploitation en transition écologique. Le résultat contraire est observé au niveau des exploitants qui appartiennent à des organisations. En effet, les exploitants appartenant à des organisations de producteurs sont très peu (12 %) à avoir des exploitations en transition écologique contrairement aux exploitants n'appartenant pas à des organisations qui ont la totalité (100 %) de leurs exploitations en transition écologique. Cela peut s'expliquer par le fait que les exploitants appartenant à des organisations sont dans un cadre de concertation où des conduites peuvent leur être dictées. Mieux certains producteurs ont des doutes sur la productivité des cultures suivant les pratiques agroécologiques. Les services apportés par la filière coton, incite les exploitants à suivre les recommandations de leurs conseillers. Dans certains cas, l'agriculteur n'a pas le choix d'une technique, il doit obligatoirement suivre la voie dictée par la

filière : c'est le cas des programmes de lutte contre les insectes (Patrick *et al* 2012). Pour Fares *et al* (2012) " la forme organisationnelle d'une filière peut être un verrou, dans la mesure où des configurations organisationnelles faiblement intégrées peuvent freiner la mise en place d'investissements indispensables à la promotion de la transition agroécologique".

## 4.2. Facteurs de production

Le rendement moyen de production de coton dans la zone d'étude est de 1112 ( $\pm 320$ ) kg/ha. Ce rendement moyen est légèrement supérieur au niveau des exploitations en transition agroécologie (1216,53  $\pm$  222,85 kg/ha) comparativement au rendement moyen des exploitants dont les exploitations sont non agroécologiques (1100,57  $\pm$  330 kg/ha). Les exploitations en transition agroécologique utilisent peu d'herbicide. En effet, la quantité moyenne d'herbicide utilisée par les exploitations en transition agroécologique est inférieure (3 L/ha) par rapport à celle utilisée par les exploitations non agroécologique (5 L/ha) avec une différence significative au seuil de 1%. Le même constat a été fait au niveau de la quantité moyenne d'engrais (NKP et Urée) où les exploitations en transition agroécologie utilisent moins d'engrais comparativement aux exploitations non agroécologiques qui utilisent beaucoup plus ces facteurs dans la production du coton (113 kg/ha contre 258 kg/ha). Par contre, les quantités de matière organique et de la main d'œuvre utilisées, dans la production sont beaucoup plus importantes au niveau des exploitations en transition agroécologique que chez les exploitations non agroécologiques. Par ailleurs la quantité de pesticides utilisée et capital financier investi au niveau des exploitations en transition agroécologique est inférieur à celle des exploitations non agroécologiques (2,88 L contre 3,43 L). Cela s'explique par le fait que la transition agroécologie demande une forte utilisation du capital humain dans l'exécution des activités et la réduction des intrants chimiques (herbicides, pesticides). Alors que l'agriculture industrielle tend à réduire les besoins en main-d'œuvre, les pratiques agroécologiques sont souvent chronophages et plus exigeantes en travail manuel surtout si les outils pour les appliquer font défaut (IPES-Food, 2020).

## 4.3. Estimation de la frontière de production stochastique

Les résultats de notre recherche révèlent que les facteurs de production tels que la quantité d'engrais (NPK et urée), la quantité de la main d'œuvre et de matière organique utilisées influencent positivement et de façon significative au seuil statistique de 1% le rendement de la production du coton. Et par conséquent améliorent le niveau d'efficacité technique de la production du coton. Ces résultats obtenus corroborent ceux des travaux de Aminou, (2018) qui a montré que les intrants urée, NPK ont un effet significatif sur la productivité des exploitants. En ce qui concerne la matière organique, les résultats de Hountondji *et al.* (2018) sur la production du coton biologique montrent que l'utilisation des matières organiques (fumure, compost, etc....) augmente le rendement de la culture du coton, ce qui améliore l'efficacité technique. La matière organique améliore durablement le niveau de fertilité du sol, ce qui entraîne un bon développement et la croissance des plants de coton. Par ailleurs, les quantités de semence, d'herbicide et de pesticide utilisées ont une influence positive sur le rendement du coton. Ces résultats confirment les travaux de Adegbola *et al.* (2008) ; Toléba *et al.*, (2016) et Aminou, (2018) qui ont montré que ces facteurs de production peuvent augmenter le rendement des cultures. Concernant le score d'efficacité, les résultats montrent que les producteurs sont efficaces techniquement à 70,65%. Ce score est presque la même que ceux trouvés par Midingoyi, (2008) qui a montré que la production du coton au Bénin a une efficacité technique moyenne de 0,7116. Ces résultats sont inférieurs à ceux trouvés par Hountondji *et al.* (2018), pour la production du coton biologique équitable au Bénin qui ont montré que les producteurs du coton biologique sont techniquement efficaces à 85 %. Par ailleurs, ce score moyen d'efficacité technique est supérieur à celui obtenu par Savadogo *et al.*, (2016) portant sur les producteurs agricoles au Burkina Faso avec un score de 65,2 et inférieur à ceux trouvés par Combarry, (2017) (85 %) dans le même pays. Par ailleurs, l'allocation des ressources dans la production du coton au Bénin est efficace techniquement que la culture du riz 65,40 % (Aminou, 2018) et inférieur à la culture du maïs 80,35 % (Toléba *et al.*, 2016).

## 4.4. Comparaison des moyennes des scores d'efficacité techniques des exploitations

L'analyse des scores d'efficacité techniques révèle que la moyenne d'efficacité technique de la production du coton dans la zone d'étude est de 70,65 %. Ce score d'efficacité diffère selon que l'on soit dans une exploitation en transition agroécologique ou non. Ainsi, le score des exploitations non agroécologiques est inférieur à celle des exploitations en transition agroécologique (0,7465 contre 0,6988). Cette infériorité de la moyenne d'efficacité des exploitations non agroécologiques sur celle des exploitations en transition agroécologique peut s'expliquer par le fait que l'agroécologie est exigeante en termes d'utilisation de la main d'œuvre et le capital investi. Le résultat de score moyen d'efficacité technique est soit supérieur, soit inférieur à ceux obtenus par d'autres chercheurs. Des études similaires portant sur les producteurs agricoles au Burkina Faso ont été réalisées entre autres par Savadogo *et al.*, (2016) qui trouvent un score de 65,2 %, et Combarry (2017) 85 %. Par contre, ce score est relativement le même que celui trouvé par Midingoyi (2008) qui a montré que la production du coton au Bénin a une efficacité

technique moyenne de 0,7116. Hountondji et al. (2018), eux, pour la production du coton biologique ont trouvé un score de 85 %. Par ailleurs, l'allocation des ressources dans la production du coton au Bénin est plus ou moins efficace techniquement en fonction des spéculations. Les résultats des études réalisées par Aminou, (2018) ; Toléba *et al.*, (2016) qui ont trouvé respectivement une efficacité technique moyenne de 65,40 % pour les producteurs de Riz et 80,35 % pour les producteurs de maïs l'illustrent clairement.

#### 4.5. Déterminants de l'efficacité technique de la production du coton selon les types d'exploitation

Les résultats sur l'identification des déterminants de l'efficacité technique de la production du coton montrent que les facteurs tels que la Taille du ménage, le niveau d'éducation, la situation matrimoniale, la superficie du coton, la distance IMF-Village et la diversification des cultures sont des facteurs qui influencent les efficacités techniques des deux types d'exploitations. Par rapport aux exploitations non agroécologiques, les facteurs d'influence sont l'âge, la visite des encadreurs, le recyclage des cultures, la synthèse des cultures contrairement aux exploitations en transition agroécologique dont les facteurs sont le sexe, alphabétisation, l'éducation secondaire et la formation en technique de production du coton. Ces résultats trouvés dans la présente recherche se rapportent à ceux des études de plusieurs chercheurs. Ces résultats sont conformes aux travaux de Ahouangninou *et al.*, (2020) selon lesquels l'âge du producteur, le niveau d'instruction et la formation technique sont les principaux déterminants des efficacités techniques. Les études de Arouna *et al.*, (2010) et de Singbo et Lansink, (2010) ont montré une corrélation significative entre le niveau d'efficacité et l'expérience respectives des producteurs d'anacarde et de légumes. La superficie emblavée a également été identifiée comme variable affectant l'efficacité technique des producteurs (Toléba *et al.*, 2016 ; Hountondji *et al.*, 2018). Pour Sawadogo *et al.*, (2022), la culture associée permet une plus grande efficacité d'utilisation des terres avec des avantages agroécologiques qui améliorent l'efficacité technique. C'est le cas dans cette étude avec les variables rotation et la diversification des cultures. C'est aussi un moyen d'amélioration et de stabilisation des rendements agricoles, d'utilisation plus efficace de l'espace et du temps (Chavas et Di Falco, 2012). L'agroécologie est un moyen pour réduire les risques de production et les contraintes de terres cultivables causées par la pression démographique et la dégradation continue des sols. Elle entraîne ainsi une efficacité plus élevée au niveau des exploitants (Raseduzzaman et Jensen, 2017).

### 5. Conclusion

L'agroécologie est de plus en plus démontrée comme une solution alternative à l'agriculture conventionnelle qui a montré ses limites. Cette étude a évalué l'efficacité technique des deux types exploitations dans la zone cotonnière du Bénin. En somme, les producteurs sont techniquement efficaces à 70,73% avec les exploitations en transition agroécologique qui sont plus efficaces compte tenu de la matière organique, la quantité d'engrais NPK et urée, et la quantité de man d'œuvre utilisées. Par ailleurs l'amélioration de ces efficacités techniques dépend des facteurs déterminants estimés. Ainsi, les politiques et les stratégies d'amélioration et de stabilisation durables de l'efficacité technique des exploitants agricoles dans la zone cotonnière du Bénin doivent viser prioritairement une utilisation rationnelle des facteurs de production tels que les herbicides, les engrais NPK et urées spécifiques de production au profit de la matière organique de fertilisation (fumure organique, compost, etc.). Les tests de comparaisons sont édifiants. Les résultats montrent que l'on peut produire en qualité et en quantité avec le potentiel naturel. Les politiques dans l'élaboration des plans stratégiques de développement du secteur agricole doivent tenir compte des mesures qui concourent à la gestion durable des terres. Ainsi on pourrait contribuer au changement de paradigme en optant pour la formule " Eviter-Réduire-Restaurer".

### Remerciement

Les auteurs remercient les producteurs de la zone d'études et les différents membres de l'encadrement technique

### Contribution des auteurs

Contribution des auteurs	
Rôle du contributeur	
Conceptualisation	Abdou Ganiou AB + Sylvère T
Gestion des données	Abdou Ganiou AB
Analyse formelle	Abdou Ganiou AB + Paul SH
Acquisition du financement	Abdou Ganiou AB
Enquête et investigation	Abdou Ganiou AB
Méthodologie	Abdou Ganiou AB+ Sylvère T + Paul SH

Gestion de projet	Abdou Ganiou AB
Ressources	Abdou Ganiou AB
Logiciels	Abdou Ganiou AB + Paul SH
Supervision	Sylvère T
Validation	Sylvère T + Abdou Ganiou AB
Visualisation	Sylvère T
Écriture – Préparation	Abdou Ganiou AB
Écriture – Révision	Abdou Ganiou AB

## Références

- Abdou Ganiou AB, Sylvère T, & Yabi J.A. (2022) Agroecological Transition in the Cotton Zone: Analysis of Technical-Economic and Environmental Performances in Northern Benin - A Literature Review. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.12.2022.p98>
- Abdou Ganiou AB, & Sylvère T, (2023) Caractérisation des exploitations en transition agroécologique en zone cotonnière au Nord-Bénin Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) <http://www.inrab.org> ISSN imprimé (print ISSN): 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN): 1840-7099
- Adegbola P, Sossou H, Singbo A, et Sodjinou E, (2008) Analyse de l'efficacité technique et économique dans les systèmes rizicoles du Centre et du Nord-Est du Bénin. (pp. 1–17) <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n10p169>
- Ahouangninou C, Boko S Y W, Arouna A, Logbo J, Fayomi B, Martin T, (2020) Performance environnementale et économique dans la production de la grande morelle (*Solanum Macrocarpon*) au Sud du Bénin : une évaluation des efficacités technique, allocative, économique *Agronomie Africaine* 32 (2) : pp 135 - 149 <http://www.inasp.info>
- Allagbé CM, Adégbola YP, Ahoyo Adjovi N R, Komlan-Ahihou C M, Crinot GFDJCE HM, Djèntonin AJP, Mensah G G S, & Mensah G A (2014) Document Technique d'Information N 1: Caractéristiques des systèmes de cultures à base de cotonculture adaptés à chaque zone cotonnière au Bénin. [http://www.slire.net/download/2199/dti\\_n\\_1\\_caract\\_ris-tiques\\_des\\_syst\\_mes\\_de\\_co\\_tonculture.pdf](http://www.slire.net/download/2199/dti_n_1_caract_ris-tiques_des_syst_mes_de_co_tonculture.pdf)
- Aminou FA A, (2018) Efficacité Technique des Petits Producteurs du Maïs au Bénin. *European Scientific Journal* July 2018 edition Vol.14, No.19 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857-7431. [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n19p109](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n19p109)
- Arouna A, Adégbola PY, Adékambi SA, (2010) Estimation of the economic efficiency of cashew nut production in Benin. Third African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference, Cape Town, South Africa, September 19-23, 17p. DOI: 10.22004/agecon.95913
- Banque Mondiale, (2020) *Données des comptes nationaux de la Banque Mondiale et fichiers de données des comptes nationaux de l'OCDE*
- Batonwero P, Agalati B, & Degla P, (2022) Déterminants socioéconomiques de la motivation entrepreneuriale des jeunes dans le secteur agricole au Nord Bénin. *Moroccan Journal of Entrepreneurship, Innovation and Management*, 7(1 & 2), 30-47.
- Chavas JP, & Di Falco S, (2012) On the Role of Risk Versus Economies of Scope in Farm Diversification With an Application to Ethiopian Farms. *Journal of Agricultural Economics*, 63, 25-55. <https://doi.org/10.48396/IMIST.PRSM/mjeim-y7i1%20&%202.35708>
- CNUCED, 2016 coton- un profil de produit de base par INFOCOMM, Genève, p. 42.
- Combarry OS, (2017) Analysing the efficiency of farms in Burkina Faso. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 12, 242-256. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:211139674>
- D'Annolfo R, Gemmill-Herren B, Gräub B, and Garibaldi L A (2017) A review of social and economic performance of agroecology. *Int.J. Agricult. Sustain.* 15, 632–644. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1398123>
- Djohy GL, Boï Wosso E, Kinzo NE, (2015) Variabilité climatique et production cotonnière dans la commune de Kandi au nord bénin. 6p, *XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, Liège 2015. doi:10.1080/14735903.2017.1398123
- DOSSA F K, (2018) Facteurs Socio-économiques Influençant L'adoption de Coton Biologique au Nord- Est du Bénin : Cas de la Commune de Kandi. *International Journal Progressive Sciences and Technologies* 6 (2), 577-584 <http://ijpsat.ijst-journals.org>

- Eric KS, Alexis H, Ezéchiél M, Alex GZ, Roch LM (2022) Perspectives de l'agriculture biologique au Bénin. *Rev Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 2022, No 02, vol 02 ; 199-211pp e-ISSN (Online): 2790-3230 DOI: [10.59384/RECOPAYS2022-2-1](https://doi.org/10.59384/RECOPAYS2022-2-1)
- Gujarati, DN (2003) Basic Econometrics. 4th Edition, McGraw-Hill, New York <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1142287>
- Hountondji PS, Tovignan S, et Sodjinou E, (2018) Analyse de l'efficacité économique de la production du coton biologique équitable au Bénin. Les Annales de l'Université de Parakou, Série " Sciences Naturelles et Agronomie", Décembre 2018; Vol.8 (No.2) : 27-38. <https://www.researchgate.net>
- IPES-Food, 2020. Valeur(s) ajoutée(s) de l'agroécologie : Déverrouiller le potentiel de transition en Afrique de l'Ouest. [www.ipes-food](http://www.ipes-food).
- Kinmagbahohou F H, & Yabi A J, (2023) « Déterminants de l'adoption simultanée des pratiques agroécologiques des producteurs de coton au nord du Bénin », African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 18 » pp: 144 – 16. DOI : 10.5281/zenodo.8024811
- Kombate B, Dourma M, Folega F, Atakpama W, Wala K, Batawila K, A Koffi (2022) Modélisation spatiale multifactorielle de la vulnérabilité des unités d'occupation du sol face au changement climatique dans la Région Centrale au Togo. *Rev Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 2022, No 02, vol 02 ; 34-52pp e-ISSN (Online) : 2790-3230 DOI : [10.59384/RECOPAYS2022-2-1](https://doi.org/10.59384/RECOPAYS2022-2-1)
- Leclercq JB, (2020). *Un label SPG (Système Participatif de Garantie) comme facteur favorable à la transition agroécologique. Le cas du label BioSPG au Burkina Faso* : Kestemont, Marie-Paule. <http://hdl.handle.net/2078.1/> thesis:22926
- Midingoyi GSK, (2008) Analyse des déterminants de l'efficacité de la production cotonnière au Bénin : Cas des départements de l'Alibori et de l'Atacora. TFE En Vue L'obtention Diplôme Master Complément. En Économie Sociol. Rural. Belg.
- Patrick D, Patrice A, Mélanie B, Patrice D, Aimé D, (2012) L'agroécologie pour l'agriculture familiale dans les pays du Sud : impasse ou voie d'avenir ? Le cas des zones de savane cotonnière de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. René Dumont revisité et les politiques agricoles africaines, Nov 2012, Paris, France. pp.93. <https://hal.science/cirad-01066447>
- Pimentel D, Hepperly P, Hanson J, (2005). Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, vol. 55, n. 7, p. 573-582. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0573:EEAECO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0573:EEAECO]2.0.CO;2)
- Raseduzzaman M, & Jensen E S, (2017). Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *European Journal of Agronomy*, 91, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.09.009>
- Ribier V, Griffon M, (2006) Quelles politiques agricoles pour accompagner la transition vers l'agro-écologie ? In: Club Déméter. *Le Déméter 2006: économie et stratégies agricoles*. Paris: Club Déméter. p. 145-163. <https://agritrop.cirad.fr/530721/>
- Savadogo K, Combarry O S, & Akouwerabou DB, (2016) Impacts des Services Sociaux sur la Productivité Agricole au Burkina Faso : Approche par la Fonction Distance Output. *Mondes en développement*, 2, 153-167. <https://doi.org/10.3917/med.174.0153>
- Singbo GA, Lansink OA (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.
- Togbé, CE Vodouhè SD, Gbèhounou, G (2014). [Evaluation of the 2009 reform of the cotton sector in Benin: perspectives from the field](https://doi.org/10.1080/14735903.2014.909643) . <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.909643>
- Toléba S M, Biaou G, Zannou A, & Saïdou A, (2016) Évaluation Du Niveau D'efficacité Technique Des Systèmes De Production A Base De Maïs Au Bénin. *European Scientific Journal*, 12(27), 276– 299. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n27p276>
- Wezel A, Bellon S, Doré T, Francis C, Vallod D, & David C, (2009) «Agroecology as a science, a movement and a practice: a review», *Agronomy for Sustainable Development* 29 (4), 503-515. Accessible sur <https://www.socla.co/wpcontent/uploads/2014/wezel-agroecology.pdf>