

# Effets socio-économiques de l'adoption des variétés de mil améliorées diffusées via la plateforme d'innovation de Tingoni (région de Ségou) sur la sécurité alimentaire des ménages agricoles

*Siaka Drissa Traoré*

Institut d'Economie Rurale (IER), Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba, ESPGRN-Bamako, Mali

*M'Piè Bengali*

Institut d'Economie Rurale (IER), Direction Générale

*Urbain Dembélé*

Institut d'Economie Rurale (IER), Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba, ESPGRN-Bamako, Mali

*Dommo Tembely*

*Kalifa Traoré*

Institut d'Economie Rurale (IER), Direction Générale

*Aune Jens Bernt*

*Synnevag Gry*

Département des Études Internationales pour le Développement et l'Environnement, Noragric, Université des Sciences de la Vie, Norvège

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n25p167](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n25p167)

Submitted: 12 July 2024

Accepted: 25 September 2024

Published: 30 September 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

*Cite As:*

Traoré, S. D., Bengali, M., Dembélé, U., Tembely, D., Traoré, K., Bernt, A. J., & Gry, S. (2024). *Effets socio-économiques de l'adoption des variétés de mil améliorées diffusées via la plateforme d'innovation de Tingoni (région de Ségou) sur la sécurité alimentaire des ménages agricoles*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (25), 167.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n25p167>

## Résumé

Au Mali, des changements rapides dû à la pression démographique et à la variabilité climatique sont intervenus ces dernières années. L'augmentation de la densité de population rurale, ne permet plus d'assurer un système durable de production. Pour remédier à ces contraintes, l'introduction et l'adoption des semences sont devenu une solution intournable. cette étude vise à analyser l'effet de production des variétés de

mil Toroniou et Synthétique 006 diffusées au niveau des membres de la plateforme de Tingoni sur la sécurité alimentaire. Elle a été conduite pendant les campagnes 2020-2021, 2021-2022 et 2022-2023 auprès de 53 exploitations agricoles. Elle a consisté à faire un suivi et collecte de données permanent auprès des exploitations pendant les campagnes et complétée par les enquêtes individuelles à travers un questionnaire semi-structuré. Les données ont été saisies sur une base de données conçue sur Excel à cet effet. Ensuite, elles ont été analysées avec le logiciel STATA 14 et SPSS 25. Le score de consommation et Household Food Insecurity Access Scale (HFIAS) ont été utilisés pour déterminer le niveau de consommation d'insécurité alimentaire des exploitations agricoles. Le statut de résidence des producteurs a une corrélation significative avec le niveau d'adoption des variétés de mil Toroniou et Synthétique 006. Les rendements moyens sont de 1037 kg/ha pour les adoptants des variétés de mil et 627 kg/ha pour les non adoptants. L'analyse de variance a montré une différence hautement significative ( $P \leq 0,001$ ) entre les rendements suivant le statut des producteurs. L'analyse de la sécurité alimentaire des membres de la plateforme de Tingoni montre que 74 % des exploitations adoptantes ont une consommation acceptable contre 42 % pour les non adoptantes. Les conditions liées à l'insécurité alimentaire ont montré qu'environ 68 % des producteurs adoptants sont dans les bonnes conditions. Par contre Seulement 42 % sont dans les bonnes conditions pour les non adoptants. Les technologies (variétés de mil Toroniou et Synthétique 006) contribuent à l'amélioration des revenus des producteurs. Ces revenus issus de la vente des surplus de production permettent de diversifier la ration alimentaire des exploitations. Par conséquent, contribue au bien-être des membres de la plateforme d'innovation de Tingoni.

---

**Mots-clés:** Plateforme d'innovation, variétés de mil, adoptants et non adoptants, sécurité alimentaire, ménages agricoles

---

## **Socio-economic effects of the adoption of improved millet varieties disseminated through the innovation platform of Tingoni (Ségou region) on the food security of agricultural households**

*Siaka Drissa Traoré*

Institut d'Economie Rurale (IER), Centre Régional de Recherche  
Agronomique de Sotuba, ESPGRN-Bamako, Mali

*M'Piè Bengali*

Institut d'Economie Rurale (IER), Direction Générale

*Urbain Dembélé*

Institut d'Economie Rurale (IER), Centre Régional de Recherche  
Agronomique de Sotuba, ESPGRN-Bamako, Mali

*Dommo Tembely*

*Kalifa Traoré*

Institut d'Economie Rurale (IER), Direction Générale

*Aune Jens Bernt*

*Synnevag Gry*

Département des Études Internationales pour le Développement et  
l'Environnement, Noragric, Université des Sciences de la Vie, Ås, Norvège

---

### **Abstract**

In Mali, rapid changes due to demographic pressure and climate variability have occurred in recent years. The increase in rural population density no longer makes it possible to ensure a sustainable production system. To remedy these constraints, the introduction and adoption of seeds has become an unavoidable solution. This study aims to analyze the production effect of the millet varieties Toroniou and Synthetic 006 disseminated at the level of the members of the Tingoni platform on food security. It was conducted during the 2020-2021, 2021-2022 and 2022-2023 campaigns on 53 farms. It consisted of continuous monitoring and data collection from farms during the campaigns and was supplemented by individual surveys through a semi-structured questionnaire. The data was entered into a database designed in Excel for this purpose. Then, they were analyzed with the STATA 14 and SPSS 25 software. The Consumption Score and the EAIAM Score were used to determine the level of food insecurity consumption of farms.

The residency status of growers has a significant correlation with the level of adoption of Toroniou and Synthetic 006 millet varieties. Average yields are 1037 kg/ha for adopters of millet varieties and 627 kg/ha for non-adopters. The analysis of variance showed a highly significant difference

( $P \leq 0.001$ ) between yields according to producer status. The analysis of the food security of the members of the Tingoni platform shows that 74% of adopting farms have an acceptable consumption compared to 42% of non-adopters. Food insecure conditions have shown that about 68% of adoptive producers are in good condition. On the other hand, only 42% are in good condition for non-adopters. The technologies (Toroniou millet varieties and Synthetic 006) contribute to the improvement of producers' incomes. This income from the sale of surplus production makes it possible to diversify the food ration of farms. As a result, contributes to the well-being of the members of Tingoni's innovation platform.

---

**Keywords:** Innovation platform, millet varieties, adopters and non-adopters, food security, farm households

## Introduction

L'agriculture contribue à hauteur de 37 % du PIB, emploie 80% de la population active et assure la création de 63 % des emplois (MA/CPS, 2024). Dans cette production agricole, la céréaliculture est la plus pratiquée. Le mil et sorgho souvent associés constituent les plus importantes céréales au Mali par leurs superficies qui représentaient 67% des superficies totales cultivées en céréales au cours de la campagne 2022-2023 (MA/CPS, 2024)

Le mil à lui seul est la troisième céréale cultivée après le maïs et le riz (MDR, 2019). Sa superficie est estimée à environ 33 % des superficies totales cultivées en céréale avec une production annuelle de 1 849 241 tonnes (MDR, 2019). Cette production représente environ 17 % de la production totale céréalière après le maïs et le riz qui totalisent respectivement 36,09 % et 30,70 % (MDR, 2019).

Cependant, au cours des dernières décennies au Mali, la production de céréales sèches a augmenté principalement grâce à l'augmentation de la superficie cultivée plutôt qu'à l'intensification (SISSOKO, 2019).. En effet, les rendements obtenus pour la culture du mil (0,959 t/ha) au niveau des producteurs sont faibles comparativement à ceux du maïs (2,538 t/ha) et du riz (2,541 t/ha) (SISSOKO, 2019). Les raisons de ce faible niveau de rendements du mil sont nombreuses à savoir la pratique traditionnelle de la culture avec peu ou pas d'intrants (MA/CPS, 2024). La faible productivité du mil est certainement liée aux contraintes techniques (non maîtrise des bonnes techniques de production, l'insuffisance d'accès aux variétés adaptées, insuffisance pluviométrique) et Agro-socio-économiques (Agrhyment, 2012).

Pour augmenter la productivité du mil et assurer une autosuffisance alimentaire, il est important booster le rendement de mil le mil à travers l'introduction et adoption des semences adaptées aux changements climatiques.

Les semences adaptées sont des facteurs indispensables à l'augmentation de la production au vue des chercheurs et décideurs politique (FAO, 2017). Dans le processus de la recherche de la souveraineté alimentaire, des variétés adaptés ont été mises au point par l'Institut d'Economie Rurale (IER). Parmi ces variétés, le mil Toroniou et Synthétique 006 ont été retenus par les membres de la plateforme de Tingoni à cause de leurs résistances à la sécheresse et aux ravageurs et leurs rendements élevés. De nos jours, ces deux variétés sont en diffusion à grande échelle en milieu paysan à travers les approches de recherche-intégré pour développement qui s'opérationnalise à travers les plateformes d'innovation. Dans le cadre le projet d'Adaptation de l'Agriculture et de l'Élevage au Changement Climatique (ACC) phase 2, l'IER a mis en place plusieurs plateformes d'innovation pour la mise à échelle des technologies. La plateforme de Tingoni, objet de la présente étude, couvre 3 communes des cercles de Baraouéli et Ségo. Au niveau de cette plateforme d'innovation, les variétés de mil Toroniou et Synthétique 006 ont été introduites. Plusieurs variétés de mil sont développées et diffusées auprès des exploitations agricoles et leurs impact sur la sécurité alimentaire reste peu étudiés. Le présent travail met en évidence les attributions et les causalités de l'adoption des variétés de mil Toroniou et synthétique 006 sur la sécurité des membres de la plateforme de Tingoni.

## **Matériel et Méthodes**

### **Zone d'étude**

Les travaux ont été réalisés dans les villages de Tingoni, Tigui dans le cercle de Baraouéli et Binkèbougou dans le cercle de Ségo.

Baraouéli chef-lieu de cercle, est dans la région de Ségo avec superficie de 864 km<sup>2</sup>. Son climat est type soudano-sahélien. La campagne agricole s'étend de Juin à Septembre. La température moyenne varie entre 35 et 40° en saison sèche contre 20 à 30° période froide. Les principaux sols rencontré sont les sols sablo limoneux et les sols argilo limoneux. La commune de Baraoueli n'est pas arrosée par un cour d'eau. Par contre, il existe beaucoup de mares d'abreuvement des animaux. La commune de Baraouéli compte 40 302 habitants pour 49 habitants/km<sup>2</sup>. Les principales ethnies de la commune sont les Bambaras, Sarakolés, Peulhs, Toucouleurs, Haoussas (PROMISAM, 2010).

Ségo chef-lieu de cercle est l'un des sept l'ancienne région administrative de Ségo. Il est limité à l'Est celui de Macina, à l'ouest par ceux de Koulikoro et Banamba, au nord par celui de Niono, au Nord Est par Nara et au Sud par ceux de Bla et San. La superficie totale du cercle est de 10844 km<sup>2</sup> avec 670 165 habitants (RGPH, 2024). Cette population est présente dans vingt-neuf (29) communes rurales et une (1) commune urbaine. L'ethnie principale du cercle est le bambara qui cohabite avec les peulhs, les

miniakas, les bozos, les somonos, les Dogons et les Sarakolés. Le climat est caractérisé par les vents secs et de type sahélien (PROMISAM, 2012).

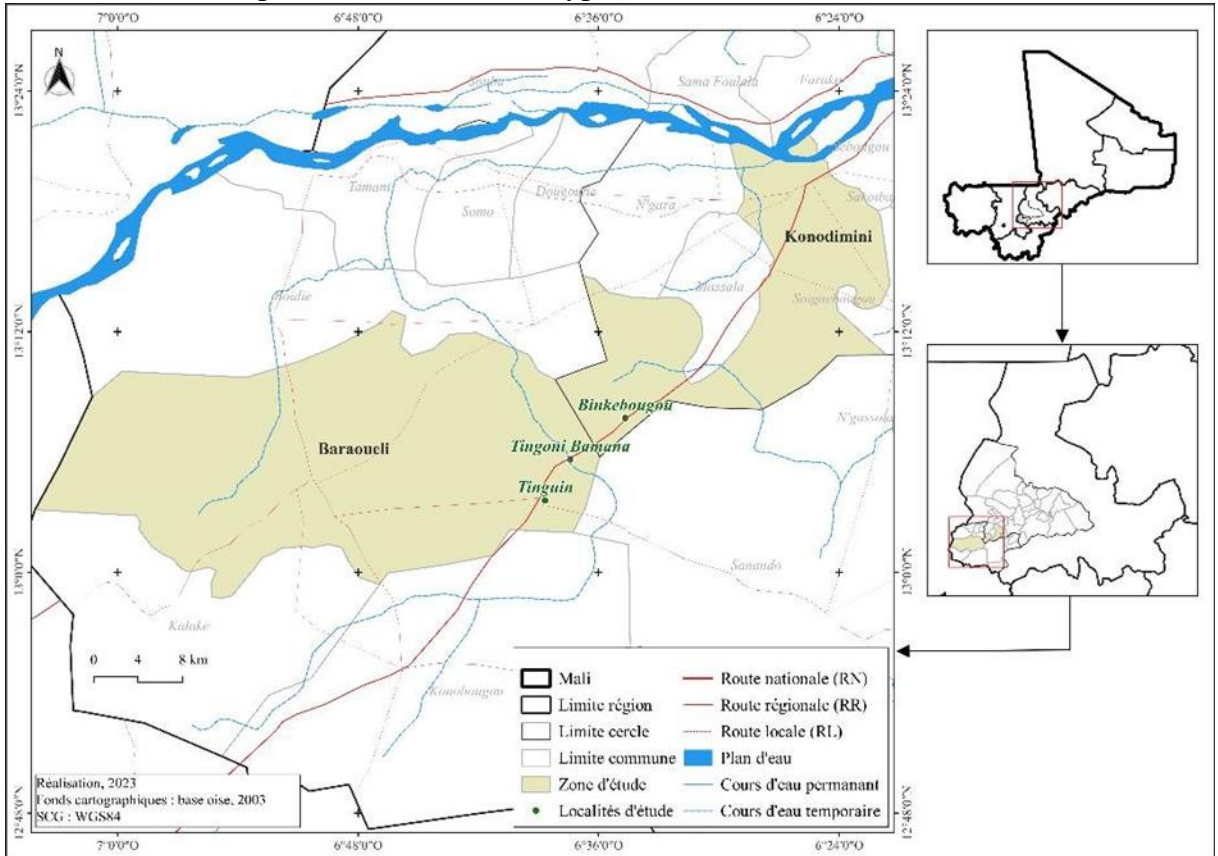


Figure 1 : Carte de localisation des sites d'étude

Les trois sites d'étude ont été retenus parmi les villages bénéficiaires des semences adaptées du volet plateforme du projet ACC-II. Les exploitations agricoles dans les villages ont été retenues de façon raisonnée. Les conditions étaient d'être membre de la plateforme d'innovation et avoir reçu l'un des variétés de mil. Pour cela 53 exploitations agricoles dont 34 ayant reçues la variété améliorée ont été retenues pour cette étude. Cette enquête a été réalisée à travers un questionnaire semi-structuré adressé aux producteurs et aux personnes ressources.

## Materiel Vegetal

### Substrats organiques

Les variétés de mil Toroniou et Synthétique 006 ont été choisies par leurs rendements élevés (plus de 2T/ha) dans les conditions de sécheresses. En plus de leurs résistances à la sècheresse et leurs rendements élevés, elles sont précoces, farineux et ont une valeur marchande très élevée sur le marché. Ces

variétés ont été mises au point par l'IER à travers la Station de Recherche Agronomique (SRA) de Cinzana. Ces variétés ont été comparées aux variétés locales.

## **Methode**

### **Echantillonnage**

Dans les sites d'étude, le choix des producteurs a porté sur ceux ayant reçus les semences de variétés de mil Toroniou et Synthétique 006 et un groupe de contrôle (ceux n'ayant pas reçus la technologie). Au total 53 exploitations ont été suivies par les agents du projet chargés de la collecte de données de 2020 à 2023 dont 34 bénéficiaires et 19 non bénéficiaires.

Ces exploitations ont été choisies pour participation aux activités de la plateforme, d'adoption des deux variétés lors d'une assemblée générale de la plateforme d'innovation. Le choix des exploitations adoptants a été fait de façon systémique. Toutes les exploitations adoptants des deux variétés ont été enquêtés. Le factuel des exploitations non bénéficiaires a été comparé aux adoptants afin de retenir de 19 exploitation non adoptants qui représentent les mêmes caractères que celles adoptants.

### **Collecte des informations**

La collecte des informations a été réalisée à travers des suivis des opérations de cultures des parcelles ayant reçues des semences de mil Toroniou et Synthétique 006 et celles n'ayant pas reçues durant les campagnes 2020-2021, 2021-2022 et 2022-2023. Ces données ont été enrichies par des entretiens individuels sur la base d'un questionnaire semi-structuré élaboré pour les producteurs. Les données collectées ont porté d'abord sur les caractéristiques socioéconomiques, la production du mil, les opérations culturales du mil, les sources de revenu et dépenses du producteur, les équipements agricoles utilisés et les informations liées à la sécurité alimentaire .

### **Analyse des données**

Une base de données a été élaborée pour la saisie des données sur le logiciel SPSS Vers 2025. Les analyses ont été faites avec le même logiciel. Le rendement moyen a été calculé pour tous les producteurs enquêtés.

Les coûts variables ont été calculés. Ils représentent le coût des semences, le coût des engrais, le coût des produits phytosanitaires, le coût de la main-d'œuvre salariale et autres charges de production. Le coût variable a été calculé par la formule :

$$CV = \sum_i^n Q_i P U_i$$



Avec  $Q_i$  la quantité de l'intrant  $i$ ,  $PU_i$  le prix unitaire correspondant à l'intrant  $i$  et  $n$  le nombre d'intrants utilisé dans la production du mil.

Les indicateurs de rentabilité tels que le produit brut et la marge brute ont été évalués. Tous ces indicateurs ont été ramenés à l'hectare afin de permettre la comparaison des résultats.

**Le produit brut en valeur (PBV)** correspond au rendement (Rdt) multiplié par le prix unitaire (PU) :

$$\text{PBV} = \text{Rdt} * \text{PU}$$

**La marge brute (MB)** représente le bénéfice de l'exploitant une fois acquitté de toutes les charges courantes (coûts variables) :

$$\text{MB} = \text{PBV} - \text{CV}$$

**Le taux de rentabilité** quant à lui est donné par le rapport entre la marge brute et le coût variable engagé dans la production :

$$\text{TR} = \text{MB}/\text{CV}$$

### **Model d'analyse**

Le modèle Logit a été utilisé. Le modèle permet de comprendre l'influence des variables indépendantes sur la probabilité d'occurrence de l'événement. . Aussi la modèle Local Average Response Function (LARF) basée sur l'approche contrefactuelle a été utilisé pour déterminer les facteurs inobservables et estimer les effets non biaisés.

### **Score de consommation alimentaire (SCA)**

La méthode du score de consommation alimentaire (SCA) ou le score EAIAM est utilisée pour appréhender l'état de la sécurité alimentaire des ménages. Le SCA reflète la diversité du régime alimentaire ainsi que la valeur (le contenu) en calories, en macronutriments et en micronutriments des aliments consommés (PAM, 2009). Ce score repose sur la diversité du régime alimentaire, la fréquence de consommation (nombre de jours au cours desquels un groupe d'aliments donné a été consommé sur une période de référence, généralement définie en jours) et l'élément nutritif relatif des sept groupes d'aliments (PAM, 2009).

Le SCA est calculé à partir des types d'aliments et de la fréquence de consommation sur une période de sept (07) jours.

Le score calculé est comparé au seuils des catégories alimentaires prédéfinis par le PAM. Pour le PAM, (2009).: PAM, les catégories retenues, les seuils suivants ont été appliqués

Catégorie alimentaire faible de 0 à 21 ;

Catégorie alimentaire limite de 21,5 à 35 ;

Catégorie alimentaire acceptable - > 35.



**Tableau 1 : Mode de calcul du SCA : Application dans STATA & Excel**

Groupe alimentaire	Aliments	Pondération (A)	Jours de consommation au cours des 7 derniers jours (B)	Note (A*B)
Céréales et tubercules	Maïs, riz, sorgho, mil, pain et autres céréales, manioc, pommes de terre et patates douces, igname	2		
Légumineuses (Légumes secs)	Haricot, pois, arachides en coques et noix de cajou	3		
Légumes	Légumes, condiments et légume-feuilles	1		
Fruits	Fruits	1		
Viande et poissons	Boeuf, chèvre, volailles, porc, oeuf et poissons	4		
lait et produits laitiers	Lait, yaourt et autres produits laitiers	4		
sucre	Sucre et produit sucrés	0,5		
Huiles, graisses et beures	Huiles, matières grasse et beurre	0,5	Faire l'estimation de cette colonne dans STATA	
Score composite				SCA= somme (A*B) ; Faire l'estimation de cette colonne dans le tableur Excel
<b>Réaliser un test t-student entre les SCA des groupes bénéficiaires et non bénéficiaires</b>				

**Tableau 2 : Calcul du Nombre de jours moyen de consommation des différents groupes alimentaires**

Groupe alimentaire	Commandes dans STATA
Céréales et tubercules	Sum nbr_jr_cons if SCA_id==1 ;
Légumineuses (Légumes secs)	Sum nbr_jr_cons if SCA_id==2 ;
Légumes	Sum nbr_jr_cons if SCA_id==3 ;
Fruits	Sum nbr_jr_cons if SCA_id==4 ;
Viande et poissons	Sum nbr_jr_cons if SCA_id==5 ;
lait et produits laitiers	Sum nbr_jr_cons if SCA_id==6 ;
sucre	Sum nbr_jr_cons if SCA_id==7 ;
Huiles, graisses et beures	Sum nbr_jr_cons if SCA_id==8

## Echelle de l'Accès déterminant l'Insécurité alimentaire des ménages : Household Food Insecurity Access Scale (HFIAS)

HFIAS est un processus de collecte d'information sur l'insécurité alimentaire au niveau des populations d'enquête. Quatre indicateurs sont calculés et dégagent une information récapitulative sur les éléments suivants (FANTA, 2007) :

- √ Conditions liées à l'insécurité alimentaire (accès) du ménage,
- √ Domaines liés à l'insécurité alimentaire (accès) du ménage,
- √ Score de l'échelle liée à l'insécurité alimentaire (accès) du ménage,
- √ Prévalence liée à l'insécurité alimentaire (accès) du ménage.

### **La condition liée à l'insécurité alimentaire (accès) du ménage**

Cette information est spécifique et désagrégée sur la perception des enquêtés.

$$F (\%) = \frac{S}{N} \times 100$$

S=Nombre de l'exploitation (avec réponse = 1 à Q<sub>7</sub>) ; N= Nombre total des exploitations répondant à Q<sub>7</sub>).

### **Le domaine lié à l'insécurité alimentaire (accès) du ménage**

Ce paramètre collecte des informations sur la prévalence des exploitations dans chacun des trois domaines à savoir (i) angoisse et incertitude, (ii) qualité insuffisante et (iii) apport alimentaire insuffisant ainsi que ses conséquences physiques.

Formule du calcul du domaine dans le cas de pourcentage du ménage avec qualité insuffisante de la nourriture :

Domaine = ((Nombre de ménages avec réponse = 1,2 ou 3 à Q<sub>2</sub> ou 1,2 ou 3 à Q<sub>3</sub> ou 1,2 ou 3 à Q<sub>4</sub>) / Nombre total de ménages répondant à Q<sub>2</sub> ou Q<sub>3</sub>, OU Q<sub>4</sub>) \*100

### **Le score EAIAM**

Cet indicateur donne le niveau d'insécurité alimentaire (accès) dans le ménage sur les quatre dernières semaines (30 derniers jours). Le score EAIAM est calculé en additionnant les codes pour chaque réponse aux questions sur la fréquence de survenance. A la suite, les scores sont additionnés pour tous les cas où la réponse à la question correspondante était « non ». Le seuil maximum pour cet indicateur est fixé à 27 à raison de 3 points par modalité et le minimum est 0.

Plus le score est faible, moins, ménage fait l'expérience de l'insécurité alimentaire (accès).

Score EAIAM (0-27) = somme des réponses aux questions sur la fréquence de survenance (Q<sub>1a</sub> + Q<sub>2a</sub> + Q<sub>3a</sub> + Q<sub>4a</sub> + Q<sub>5a</sub> + Q<sub>6a</sub> + Q<sub>7a</sub> + Q<sub>8a</sub> Q<sub>9a</sub>)

Score moyen HFIAS= (Somme de score EAIAM dans l'échantillon/ Nombre de score EAIAM (ménage) dans l'échantillon), FANTA (2007).

## Résultats obtenus

### Caractéristiques sociodémographiques des ménages de l'échantillon

Les résultats du tableau 3 montrent que Tous les producteurs enquêtés sont des hommes en majorité de l'ethnie bambara (50 %) qui cohabitent avec les peulhs (33 %) et quelques Dogons, Dafing et Malinké. Le test de Pearson a montré qu'il n'y a de différence significative entre les bénéficiaires des variétés de mil Toroniou et Synthétique 006 et les non-bénéficiaires des variétés de mil Toroniou et Synthétique 006 en ce qui concerne l'ethnie des producteurs. L'analyse du statut de résidence dans les villages des producteurs a montré que 52 % sont des allochtones. Cependant, le statut de résidence a montré une corrélation significative entre les bénéficiaires et les non-bénéficiaires. La majorité des producteurs suivis et enquêtés n'ont pas fréquenté l'école formelle. 17% ont fréquentés l'école coranique/medersa. L'analyse de variance n'a pas montré de différence significative entre le niveau d'éducation et le statut des producteurs. La catégorisation de la taille des exploitations a montré que 31% des producteurs sont entre le quartile 2 et 3. La corrélation de Pearson a montré qu'il n'y a pas de liaison entre la taille et le statut d'adoption des variétés. De même, il n'y a pas de corrélation entre les superficies de production et le statut des producteurs dans la plateforme de Tingoni (Tableau 3).

**Tableau 3 :** Caractéristiques sociodémographiques des producteurs suivant le statut

Caractéristiques	Bénéficiaires		Non bénéficiaires		Ensemble Site		Khi-Chi-deux	ddl	Sig.
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)			
<b>Ethnie des producteurs</b>									
Mianka	1	3	0	0	1	2			
Banbara	15	43	12	63	27	50			
Dogon	2	6	1	5	3	6	3,086 <sup>a</sup>	5	0,687
Peulh	13	37	5	26	18	33			
Malinké	2	6	0	0	2	4			
Dafing	2	6	1	5	3	6			
<b>Statut de résidence</b>									
Autochtone	13	37	13	68	26	48	4,826 <sup>a</sup>	1	0,028*
Allochtone	22	63	6	32	28	52			
<b>Niveau d'éducation</b>									
Aucun	27	77	16	84	43	80	3,125 <sup>a</sup>	3	0,373
Primaire	1	3	0	0	1	2			
Secondaire	0	0	1	5	1	2			
Medersa/Coranique	7	20	2	11	9	17			
<b>Taille de l'exploitation</b>									
Mix-Q1	8	23	5	26	13	24	1,592 <sup>a</sup>	3	0,661
Q1-Q2	11	31	3	16	14	26			
Q2-Q3	10	29	7	37	17	31			
Q3-Max	6	17	4	21	10	19			

Superficie de production									
Mix-Q1	12	34	3	18	15	29	3,727 <sup>a</sup>	3	0,293
Q1-Q2	9	26	3	18	12	23			
Q2-Q3	10	29	6	35	16	31			
Q3-Max	4	11	5	29	9	17			

\*: test significatif ( $p < 0,05$ ) ;

### Caractérisation économique des ménages de l'échantillon

La superficie moyenne des parcelles de mil est 3,81 ha/exploitation avec un rendement moyen de 890 kg/ha. L'analyse de variance a montré une différence hautement significative ( $P \leq 0,001$ ) entre les rendements suivant le statut des producteurs. Le produit brut en valeur est 259 375 F CFA/ha pour les bénéficiaires contre 171 118 F CFA/ha pour les non bénéficiaires. Le T-Test a montré une différence hautement significative des produits bruts suivant le statut des producteurs. Les charges variables sont respectivement de 39 388 F CFA/ha et 39 111 F CFA/ha pour les non bénéficiaires et les bénéficiaires. L'analyse de variance a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les indicateurs des charges variables et le statut des producteurs enquêtés. Cependant, une différence hautement significative au seuil de 1% a été observée pour la marge brute ( $P \leq 0,01$ ) et la marge nette ( $P \leq 0,01$ ). Le coût unitaire de production pour les bénéficiaires est de 37 F CFA/kg contre 72 F CFA/kg pour les non bénéficiaires. L'analyse du taux de rentabilité a montré que pour chaque 1 F investi dans la production de mil Toroniou et Synthétique 006 procure environ 27,59 FCFA contre 13,26 F CFA pour les variétés locales. Ces indicateurs de rentabilité montrent que la production avec ces variétés améliorées est rentable pour les producteurs (Tableau 4)

**Tableau 4** : Indicateurs de rentabilité de production de mil suivant le statut des producteurs

Variables/indicateurs	Bénéficiaires	Non bénéficiaires	Ensemble site	t	ddl	Sig. (bilatérale)
Superficie (ha)	3,79	3,84	3,81	- 0,0430	50,773	0,966
Rendement (kg/ha)	1 037	627	890	3,7091	48,994	0,001**
Produit brut (F CFA/ha)	259 375	171 118	227 736	2,8532	34,824	0,007**
Coût des semences (F CFA/ha)	2 878	1 375	2 339	1,2491	50,415	0,217
Coût des fertilisants (F CFA/ha)	12 670	13 202	12 861	- 0,1090	38,010	0,914
Coûts des produits Pht. (F CFA/ha)	2 608	1 916	2 360	0,5961	50,955	0,554
Coût de MO (F CFA/ha)	15 559	17 789	16 358	- 0,2561	50,999	0,799
Coûts autres dépenses (F CFA/ha)	5 397	5 105	5 292	0,1052	45,101	0,917
Total charges variables	39 111	39 388	39 211	- 0,0275	49,131	0,978
Marge brute (F CFA/ha)	235 823	149 519	204 883	2,9288	34,461	0,006**
Marge nette (F CFA/ha)	220 264	131 729	188 525	3,1445	33,014	0,004**
Coût unitaire (F CFA/kg)	37	72	50	- 2,7658	33,698	0,009**
TRI	27,59	13,26	22,45	1,2163	49,960	0,230

\*: test significatif ( $p < 0,05$ ) ; \*\* : test hautement significatif ( $P < 0,01$ );

## Evaluation du niveau de sécurité alimentaire des ménages

### - Analyse de la consommation des ménages agricoles

Le score moyen de consommation des bénéficiaires est de  $57,85 \pm 16,43$  contre  $56,15 \pm 16,81$  pour les non bénéficiaires. L'analyse de variance n'a pas montré de différence significative entre les scores de consommation suivant le statut des producteurs (Tableau 5).

**Tableau 5** : Score de Consommation Alimentaire (SCA) suivant le statut des producteurs

statut	Effectif	Moyenne	Ecart-type	t	ddl	Sig. (bilatérale)
Bénéficiaires	34	57,8521	16,43357	-0,379	53	0,705
Non Bénéficiaires	19	56,1515	16,81047			
Ensemble	53	57,0018	16,62202			

### - Niveau de consommation alimentaire des ménages

Il ressort du Tableau 6 qu'environ 74 % des bénéficiaires ont une consommation acceptable contre 42 % pour les non bénéficiaires. (32 %) et 26 % des non bénéficiaires sont respectivement dans la consommation alimentaire limite et faible. Le test de Pearson a montré une différence significative au seuil de 5 % pour le score de consommation alimentaire entre le statut des producteurs.

**Tableau 6** : Niveau de consommation alimentaire suivant le statut des producteurs

Statut	Consommation faible		Consommation limite		Consommation acceptable		Khi-Chi-deux	ddl	Sig.
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)			
Adoptant	3	8,8	6	17,6	25	73,5	6,587 <sup>a</sup>	2	0,037*
Non adoptant	5	26,3	6	31,6	8	42,1			
Ensemble	8	15,1	12	22,6	33	62,3			

\*: test significatif ( $p < 0,05$ ) ;

### - Conditions liées à l'insécurité alimentaires

Les conditions liées à l'insécurité alimentaire sont présentées dans le tableau 7. Il ressort qu'environ 68% des producteurs bénéficiaires sont dans les bonnes conditions. Par contre 42 % de des non bénéficiaires sont dans les bonnes conditions. L'analyse de variance a montré une différence hautement significative ( $P \leq 0,001$ ) entre les conditions liées à l'insécurité alimentaire suivant le statut

**Tableau 7** : Conditions liées à l'insécurité alimentaire (accès) des ménages suivis

Statut	Bonne condition		Mauvaise condition		Khi-Chi-deux	ddl	Sig.
	(n)	(%)	(n)	(%)			
Bénéficiaires	23	67,6	11	32,4	5,024 <sup>a</sup>	2	0,001**
Non bénéficiaires	8	42,1	11	57,9			
Ensemble	31	58,5	22	41,5			

\*\* : test hautement significatif ( $P < 0,01$ );

- **Domaine lié à l'insécurité alimentaire des ménages agricoles**

Environ 58 % des non bénéficiaires n'ont pas de nourriture suffisante pour leurs membres alors que la proportion des bénéficiaires avec insuffisance de nourriture est de 32 %. L'analyse de variance a montré qu'il y'a une différence hautement significative au seuil de 1 % de l'insuffisance alimentaire entre le statut des producteurs (Tableau 8).

**Tableau 8 :** Domaine lié à l'insécurité alimentaire (accès) des ménages suivis

Groupes des enquêtés	% des ménages avec qualité insuffisante de la nourriture		Khi-Chi-deux	ddl	Sig.
	(n)	(%)			
Bénéficiaire	11	32,4	4,702 <sup>a</sup>	1	0,002**
Non bénéficiaire	11	57,9			
Ensemble	22	41,5			

\*\* : test hautement significatif (P<0,01);

**Discussions**

La décision des producteurs de mil à adopter les nouvelles variétés Toroniou et Synthétique 006 n'est pas systématique. Elle dépend d'abord de certains facteurs dont le plus important est lié aux informations utiles données par les facilitateurs des plateformes qui assurent la diffusion de ces technologies. Les résultats montrent que l'implication des producteurs de la plateforme d'innovation (PI) dans la diffusion des technologies est non seulement favorable à l'accès aux informations sur ces technologies mais aussi à leur adoption. Le développement des activités à travers la PI est déterminant dans le processus d'acquisition de savoir ou de connaissances sur les nouvelles technologies (Ho et Liu, 2011). Les hommes demeurent les précurseurs de ces technologies au niveau des ménages agricoles.

En effet, les hommes ont plus accès aux facteurs de production et sont généralement les décideurs dans les ménages agricoles. Ces actions d'adoption pour les hommes sont dans le but de booster leurs revenus à travers les potentialités disponible par contre les femmes ne prennent pas de risques et conservent les anciennes variétés (Oloumilade et Yabi, 2019). Nos résultats confirment ceux de certains auteurs. En effet, Yabi et al. (2016) ont montré les bonnes pratiques d'application de la fumure organique est adopté par les hommes que les femmes. Quant à Dibba et al. (2012), ont montré que les hommes adoptent plus les variétés améliorées de riz que les femmes dans les systèmes de production intensifs. Un résultat similaire a été trouvé par Adesina et al. (2000) dans une étude sur les technologies en couloirs.

L'analyse du statut de résidence des producteurs a montré qu'il y a une corrélation significative avec l'adoption des variétés de mil dans la zone de Tingoni. Dans notre cas d'étude, les producteurs allochtones n'ont pas accès libre à la terre de production ainsi, ils ne veulent pas prendre de risque d'investir dans les nouvelles technologies.

L'analyse de la productivité a montré que les rendements des variétés améliorées (1 037 kg/ha) sont meilleur par rapport aux variétés locales (627 kg/ha) soit un gain de 60,5 %. Ces résultats montrent l'utilisation des variétés adaptées du mil améliorent la production. Ces résultats ont été confirmés par plusieurs auteurs dans le cadre des études d'impact. Ces auteurs ont confirmé que l'utilisation des semences adaptées au niveau des exploitations agricoles boostent significativement le rendement des cultures (Meughoyi, 2015 ; Ogunniyi et Kehinde, 2015 ; Tesfaye et al., 2016). Une étude réalisée au Bénin a montré qu'il y'a une différence significative sur le rendement entre les bénéficiaires et les non bénéficiaires des semences améliorées (Nouhoheflim et al. 2004). Au Niger également, Assiya (2010) a montré l'utilisation des variétés améliorées permet d'augmenter le revenu des producteurs. Au Nigéria, Awotide et al. (2012) ont confirmé les avantages positifs liés à l'utilisation des semences améliorées. FAO (2013) a estimé à 25% le taux des rendements des cultures à travers l'utilisation des variétés améliorées du mil et du niébé.

L'analyse des indicateurs de la rentabilité productrice avec et sans variétés améliorées a montré une différence hautement significative pour les marges brutes ( $P \leq 0,01$ ) et les marges nettes ( $P \leq 0,01$ ). Le coût unitaire de production chez les bénéficiaires est de 37 F CFA/kg contre 72 F CFA/kg pour les non bénéficiaires. Beaucoup d'auteurs ont montré que l'augmentation des rendements à travers l'utilisation des variétés améliorées améliore la sécurité alimentaire et une augmentation du revenu des agriculteurs (Awotide et al., 2012 ; Arouna et Diagne, 2013 ; Shiferaw et al., 2014 ; Moti et al., 2015 ; Tesfaye et al., 2016). Nos résultats confirment ceux de Abdou et al. (2017) qui ont confirmé la production des variétés améliorées mil et sorgho est une activité rentables pour les acteurs de Niger. L'évaluation de l'effet d'utilisation des variétés améliorées sur les conditions de vie des acteurs a montré que 74% des ménages bénéficiaires ont une consommation acceptable contre 42 % pour les non bénéficiaires. Les conditions liées à l'insécurité alimentaire ont montré qu'environ 58 % des producteurs non bénéficiaires sont dans les mauvaises conditions contre 32 % pour les bénéficiaires. Nos résultats sont confirmés par Abdou et al. (2017) qui ont montré que les semences améliorées du mil contribue à l'atteinte de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des ménages. Ils ont aussi montré que l'utilisation des variétés améliorées du mil et du niébé permet aux producteurs de couvrir tous les besoins alimentaires de l'exploitation. En Afrique de l'Est (Ethiopie), Schiferaw et al. (2014) ont montré que la production avec variété améliorée de Blé contribue à l'atteinte de la sécurité alimentaire dans les exploitations agricoles.



## Conclusion

Les plateformes d'innovations ont facilité l'introduction et la mise à grande échelle des variétés de mil *Torinion* et *Synthétique 006* dans la zone sahélienne de Ségou. Elles sont constituées de différents groupements d'acteurs ayant l'objectif commun de lutte contre les effets néfastes des changements climatiques et travaillent en synergie d'action et de façon complémentarité en mutualisant les connaissances, les expériences et les ressources. L'acquisition des connaissances par les acteurs du développement agricole en général et les producteurs du mil en particulier a été favorisée par une communication de proximité à travers les réunions d'informations, les radios locales et l'utilisation des réseaux sociaux. Ainsi, cette communication s'est montrée fondamentale à l'adoption des mils *Torinion* et *Synthétique 006*. Les résultats montrent que l'implication des producteurs de la plateforme d'innovation (PI) dans la diffusion des technologies est non seulement favorable à l'accès aux informations sur ces technologies mais aussi à leur adoption. Au sein de ces groupes, on constate que les producteurs de sexe masculin sont les précurseurs de l'adoption car ils ont plus accès aux facteurs de production et plus aptes à prendre des risques et des décisions dans l'utilisation des nouvelles technologies que les femmes et les autres catégories sociales.

L'étude montre que l'adoption des deux variétés améliorées de mil améliore la sécurité alimentaire et les revenus des ménages et contribue efficacement à l'atteinte du bien-être de la population. Cette adoption des variétés améliorées introduites n'est influencée ni par l'ethnie, ni la taille de l'exploitation, ni par la superficie emblavée mais par le statut d'adoptant et de non adoptant. A l'instar des résultats de recherche obtenus dans d'autres zones, les rendements de mil des producteurs ayant adopté les deux technologies sont nettement supérieurs à ceux des producteurs n'ayant pas adopté les technologies dans la zone d'étude.

L'adoption des variétés améliorées de mil est rentable. L'analyse du taux de rentabilité a montré que chaque 1 F investi dans la production de mil Torioniou et Synthétique 006 procure 27,59 FCFA à Tingoni contre 13,26 FCFA pour les variétés locales.

En ce qui concerne la sécurité alimentaire des exploitations agricoles, le score moyen de consommation des bénéficiaires est supérieur aux non bénéficiaires. Il ressort également que 3/4 des bénéficiaires ont une consommation acceptable contre 42 % pour les non bénéficiaires. L'adoption des variétés de mil Torioniou et Synthétique 006 a diminué de 26 % le taux d'insécurité alimentaire des exploitations agricoles.

**Études humaines:** Un formulaire de consentement éclairé a été soumis avec le protocole de recherche aux producteurs pour leur accord. A la suite, ils ont

été rassurés que tout ce qu'ils diront restera confidentiel et ne sera partagé avec personne. Ils ont été assurés que leurs noms ne seront pas inclus dans les rapports. Ils ont été informés qu'ils n'auront pas d'argent ou quoi que ce soit d'autre pour répondre à mes questions, mais c'est l'occasion d'aider le projet à mieux comprendre vos besoins. Tous les participants à cette étude ont attesté que qu'ils ont bien compris le protocole de recherche après avoir été clairement informé par l'investigateur à travers la fiche d'information générale du projet. Ils ont attesté adhérer librement et volontairement à la mise en œuvre du protocole.

**Conflits d'intérêts:** Dans le cadre de cette étude, il n'y a pas de conflit d'intérêts.

**Disponibilité des données:** Toutes les données utilisées dans le cadre de cette étude ont été analysées pour les besoins du projet et du présent article. Il n'y a pas de base de données en ligne.

**Déclaration de financement:** Nos remerciements vont aux paysans collaborateurs des villages de Tingoni, Tigui dans le cercle de Baraouéli et Benkebougou dans le cercle de Ségou et au projet ACC-II à travers sa composante 7 sur les plateformes d'innovation, qui a accepté de financer cette recherche.

### References:

1. Abdou M. M., Issa S., Gomma A. D., Sow A., Sawadogo G. J., 2017. Estimation des rendements et de la rentabilité économique de production de trois cultures : le sorgho, le niébé et la dolique à Djirataoua (Maradi – République du Niger). *J.Appl. Biosci.* 2017
2. Adesina A.A., Mbila D., Nkamleu G.B., & Endamana, D., 2000. Econometric analysis of the determinants of adoption of alley farming by farmers in the forest zone of southwest Cameroon. *Agric. Ecosyst. Environ.* 80, 255–265.
3. AGRHYMET. 2012. Le Sahel face aux changements climatiques : Enjeux pour un développement durable ; Niamey-Niger. 38pp.FAO, 2017
4. Arouna A., et Diagne A., 2013. Impact de la production de semence riz sur le rendement et le revenu des ménages agricoles : une étude de cas du Bénin. 4th International Conference of the African Association of Agricultural Economists. Hammamet, Tunisia. 17 pp.
5. Assiya A.C., 2010. Evaluation des impacts socio-économiques de l'utilisation des variétés améliorées (Mil HKP et Niébé TN5-78) au niveau ménages dans la région de Zinder : cas de Garagoumsa, Tirmini

- et Tanout au Niger. Mémoire d'Ingénieur Agronome. Institut Polytechnique Rural (à vérifier), Mali. 107pp.
6. Awotide B., Diagne A., et Omonona B., 2012. Impact of improved agricultural technology adoption on sustainable rice productivity and rural farmers' welfare in Nigeria: A local average treatment effect (Late) technique. African Economic Conference. Kigali, Rwanda. 23 pages.
  7. Commissariat à la Sécurité Alimentaire (CSA) Projet de Mobilisation des Initiatives en matière de Sécurité Alimentaire au Mali (PROMISAM, 2012). Synthèses des plans communaux de Sécurité Alimentaire des communes du cercle de Ségou 2008-2012. 14 pages
  8. Commissariat à la Sécurité Alimentaire (CSA) Projet de Mobilisation des Initiatives en matière de Sécurité Alimentaire au Mali (PROMISAM, 2010). Synthèses des plans communaux de Sécurité Alimentaire des communes du cercle de Baraouéli 2006-2010. 12 pages
  9. CPS/MDR, 2019 : Plan de campagne agricole consolidé et harmonisé 2018/2019, page 15 à 42. Ministère de l'agriculture, Ministère de l'élevage et de la pêche, République du Mali.
  10. Dibba L., Diagne A., Fialor S. C., Nimoh F., 2012a. 'Diffusion and adoption of new rice varieties for Africa (Nerica) in the Gambia', African Crop Science Journal, 20(1), Vol. 20, Issue Supplement s1, pp. 141 – 153.
  11. FANTA III, 2007. Echelle de l'Accès déterminant l'Insécurité alimentaire des Ménages (HFIAS) pour la Mesure de l'Accès alimentaire des Ménages : Guide d'Indicateurs. Version 3. Août 2007. 33p.
  12. FAO., 2017. Les contributions de la recherche agricole pour l'agro écologie en Afrique de l'Ouest. Rapport rédigé en partenariat avec la FAO dans le cadre du projet de 'Renforcement des capacités et sensibilisation aux méthodes et approches de l'agriculture intégrée ainsi qu'aux politiques publiques pour l'agro écologie au Mali'. BEDE-FAO, 30 p.
  13. Ho, M.H., Liu, J., 2011. Knowledge brokerages across borders – the diffusion of Data Envelopment Analysis (DEA) methodology. Paper presented at the DIME Final Conference, 6- 8 April, 2011, Maastricht, 20p.
  14. Meughoyi, T.C., 2015. Semences améliorées et productivité agricole des exploitations familiales agricoles au Cameroun. Conférence sur « Accélérer la productivité agricole : la technologie et l'innovation, les actifs, l'accès au financement » au Cameroun, pp. 1-13.

15. Ministère de l'Agriculture (MA)/Cellule de Planification et de Statistique (CPS)/Secteur Développement Rural (SDR) du Mali. (2016). Annuaire statistique Secteur Développement Rural 2023. 161p
16. Moti, J., Menale, K. et Paswel, M., 2015. Impact of improved maize variety adoption on household food security in Ethiopia: An endogenous switching regression approach. *Agriculture in an interconnected World*. Milan, Italy: International Conference of Agricultural Economics. (page)
17. Nouhoeflin, T., Coulibaly, O. et Adegbedi, A., 2004. Impact des nouvelles technologies de culture du niébé sur la production, les revenus et leur distribution au Bénin in *Savanes africaines : Des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis*. Actes du colloque, Garoua, Cameroun Cirad, Montpellier, France, 6 p.
18. Ogunniyi, A. et Kehinde, O., 2015. Impact of agricultural innovation on improved livelihood and productivity outcomes among smallholder farmers in rural Nigeria. Maastricht School of Management, Working paper N°2015/07, pp. 1-23.
19. OLOUMILADE, M. O.; YABI, J. A., 2019. Facteurs explicatifs de l'adoption des variétés améliorées de soja dans le département du Borgou au nord du Bénin. *Les Cahiers du Cread*, vol. 35 - n° 01 – 2019. (page)
20. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)-Niger. 2013. Multiplication et diffusion des semences de qualité des variétés améliorées et adaptées au changement climatique. Fiche de bonne pratique, 8p. <http://www.fao.org/docrep/019/ar725f/ar725f.pdf> (consulté le 14/08/2016). FAO, 2013.
21. Shiferaw, B., Menale, K., Moti, J. et Chilot, Y., 2014. Adoption of improved wheat varieties and impacts on household food security in Ethiopia. *Food Policy* (Elsevier Ltd.) 44:272-284.
22. SISSOKO P., 2019. Le microdosage d'engrais : une technique d'amélioration des moyens d'existence des producteurs pauvres au Sahel. Cas des exploitations agricoles à base de mil et de sorgho au Mali. Thèse de doctorat (PhD). Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique), 269p.
23. Tesfaye, B., Bedada, B. and Mesay, Y., 2016. Impact of improved wheat technology adoption on productivity and income in Ethiopia. *African Crop Science Journal* 24 (Issue supplement S1) : 127-135.
24. Yabi J. A., Bachabi F. X., Labiyi I. A., Ode C. A., Ayena R. L., 2016. 'Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin', *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(2), pp. 779–792.