



**ANNALES**  
**DE**  
**L'UNIVERSITE**  
**MARIEN NGOUABI**

---

***Sciences Économiques et Gestion***

---

**VOL. 21, N° 2 – ANNEE: 2021**

**ISSN : 1815 – 4433 - [www.annalessumng.org](http://www.annalessumng.org)**

**Indexation : Google Scholar**

# ANNALES DE L'UNIVERSITE MARIEN NGOUABI SCIENCES ECONOMIQUES ET GESTION



VOLUME 21, NUMERO 2, ANNEE: 2021

www.annaesumng.org

## SOMMAIRE

### Directeur de publication

G. ONDZOTTO

### Rédacteur en chef

J. GOMA-TCHIMBAKALA

### Rédacteur en chef adjoint

Mathias M. A. NDINGA

### Comité de Lecture :

AMOUSSOUGA GERO F. V.,  
Cotonou (Bénin)  
BEKOLO-EBE B., Douala  
(Cameroun) BIAO A., Parakou  
(Bénin)  
BIGOU LARE, Lomé (Togo)  
DIATA H., Brazzaville (Congo)  
KASSE M., Dakar (Sénégal)  
LENGA S. D., Brazzaville (Congo)  
MAKOSSO B., Brazzaville  
(Congo) MANTSIE R., Brazzaville  
(Congo) N'GBO AKE G., Abidjan  
(Côte d'Ivoire)  
ONDO-OSSA A., Libreville  
(Gabon) YAO NDRE, Abidjan  
(Côte d'Ivoire)

### Comité de Rédaction :

DZAKA KIKOUTA., Brazzaville  
(Congo)  
MAMPASSI J. A., Brazzaville  
(Congo)

### Webmaster

R. D. ANKY

### Administration - Rédaction

Université Marien Ngouabi  
Direction de la Recherche  
Annales de l'Université Marien  
Ngouabi  
B.P. 69, Brazzaville – Congo  
E-mail : annales@umng.cg

ISSN : 1815 - 4433

- 1 **Mode d'accès à la terre : quels sont les effets sur la productivité des agriculteurs congolais ?**  
MBOULOU S. R.
- 15 **Caractéristiques et déterminants de la pauvreté en Afrique : un état des lieux**  
BOUTALEB K, BOUTALEB O
- 32 **Changement climatique et production agricole au Congo**  
MOULOU A., OFFELE OKOPOUE J.
- 48 **Perceptions et adaptations au changement climatique dans le sud du Mali**  
SOUMAORO T, KONTE M. A., DAGNOKO S
- 66 **Facteurs explicatifs de l'orientation géographique des importations du Congo en Asie et dans l'Union européenne (UE28)**  
KOUTIMA BANZOUZI J. M.
- 87 **Ouverture commerciale et croissance économique au Togo**  
KPEMOUA P.
- 106 **Incidence de la qualité de la gouvernance sur la dette publique extérieure au Congo**  
OKANI ONUO D. P.
- 120 **Effet économique de la pandémie covid-19 sur l'espérance de vie dans les pays de la communauté économique des états de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO)**  
KOUDJOM E., ADONKOR K., TSAMBOU A. D.
- 132 **Impacts du changement climatique sur la production du maïs au Mali**  
KONTE M. A., SOUMAORO



## **PERCEPTIONS ET ADAPTATIONS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE SUD DU MALI**

SOUMAORO T<sup>1</sup>, KONTE M. A.<sup>1</sup>, DAGNOKO S<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. UFR des Sciences économiques et de gestion,  
Université Gaston Berger (UGB) de Saint-Louis du Sénégal,

<sup>2</sup>. AFRICA ASSOCIATION Mali

Email : soumaoro.tiemoko@ugb.edu.sn

---

### **RESUME**

Cette recherche vise à déterminer les facteurs qui influencent la perception et l'adaptation des maraîchers au changement climatique dans le sud du Mali. Dans ce but, des entretiens avec 194 producteurs ont été réalisés dans trois cercles de la région sud : Sikasso, Koutiala et Bougouni. L'étude a révélé que l'accès à l'information sur les prévisions météorologiques et les technologies agricoles améliorées ; l'accès facile aux ressources et aux services financiers était les principales contraintes à l'adaptation au changement climatique pour les producteurs de légumes dans la zone d'étude. L'étude a également utilisé le modèle probit de Heckman sur la base des données collectées auprès des agriculteurs. Les résultats du modèle probit de Heckman indiquent que l'expérience agricole et le niveau d'éducation influencent la probabilité de percevoir le changement climatique. D'autre part, l'expérience agricole, l'appartenance à une organisation paysanne (OP), l'accès au crédit, l'accès à la vulgarisation et l'accès aux informations climatiques sont des facteurs qui influencent la décision des producteurs de s'adapter au changement climatique. À la lumière de ce qui précède, les décideurs devraient donc concevoir des politiques visant à améliorer ces facteurs.

---

**Mots-clés** : : Adaptation, changement climatique, sud du Mali, probit de Heckman, production maraîchère

---

---

### **ABSTRACT**

This research aims to determine the factors that influence the perception and adaptation of market gardeners to climate change in southern Mali. To this end, interviews with 194 producers were conducted in three cercles of the southern region: Sikasso, Koutiala and Bougouni. The study found that access to information on weather forecasts and improved agricultural technologies; easy access to financial resources and services were the main constraints to climate change adaptation for vegetable producers in the study area. The study also used the Heckman probit model based on the data collected from the farmers. The results of the Heckman probit model indicate that farming experience and education level influence the probability of perceiving climate change. On the other hand, farming experience, membership of farmer organization (FO), access to credit, access to extension and access to climate information are factors that influence the decision of producers to adapt to climate change. In light of the above, policy makers should therefore design policies to improve these factors.

---

**Keywords:**

---

## INTRODUCTION

Le changement climatique et ses impacts sont désormais devenus l'un des plus grands défis pour l'humanité, son environnement et ses économies (GIEC, 2013). Au niveau mondial, il se traduit par l'augmentation de la température moyenne de la planète, la fonte des glaciers, l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes, la disparition d'espèces d'origine animale, la modification du régime des précipitations, etc. La température moyenne, dans le monde, augmentera de 1,8°C à 4°C, et dans le pire des cas de 6,4°C d'ici la fin du siècle (GIEC, 2007). Les pays en développement sont particulièrement vulnérables aux effets néfastes du changement climatique, car leurs économies reposent principalement sur des ressources naturelles très sensibles au climat et sur leurs capacités d'adaptation limitées. Selon la FAO<sup>1</sup>, le changement climatique menace de provoquer des déclinés importants dans les systèmes de production agricole et d'élevage (jusqu'à une réduction estimée à 50 % des rendements des céréales pluviales d'ici 2050) ainsi qu'une dégradation continue des écosystèmes déjà soumis à un stress excessif.

En Afrique, le changement climatique et la dégradation des sols menacent la survie et

les moyens de subsistance de millions de personnes (Sultan, 2011). La fertilité des sols diminue dans de nombreuses régions du continent.

Le 5e rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2014) est alarmant et assez révélateur du niveau de vulnérabilité du continent africain. Il estime que 75 à 250 millions de personnes en Afrique seront confrontées à un stress hydrique important d'ici 2020 et 350 à 600 millions d'ici 2050 en raison du changement climatique ; que la production agricole en Afrique sera gravement compromise en

raison de la perte de terres, de saisons de croissance plus courtes et d'une incertitude accrue quant à la nature et au moment des semis, il prévoit également une réduction possible de 50 % des rendements des cultures pluviales d'ici 2020 dans certains pays d'Afrique du Nord et une réduction potentielle de 90 % du revenu net des cultures d'ici 2100 en Afrique du Sud.

Le Mali est considéré comme l'un des pays les plus vulnérables au monde au changement climatique en raison de sa situation géographique (semi-aride tropical), mais aussi de sa dépendance économique à l'agriculture et de la récurrence des risques naturels (sécheresses et inondations). Ainsi, les sécheresses et les inondations représentent 80% des pertes humaines et 70% des pertes économiques liées aux risques naturels en Afrique subsaharienne (Bhavnani et al. 2008).

Entre 1951-1970, on constate une baisse de 20% par rapport à la période de référence 1971-2000 entraînant un déplacement des isohyètes de 200 km vers le Sud (MEDD, 2018).

Selon la même source, les isohyètes de 1200 mm n'existent plus sur la carte du Mali. Cela montre à quel point le régime des pluies au Mali est irrégulier.

Face à ces défis, afin d'accroître la sécurité alimentaire et nutritionnelle, les communautés agricoles des régions du Mali ont développé des stratégies d'adaptation qui améliorent la productivité, l'efficacité, la rentabilité et l'équité de leurs systèmes de production et de commercialisation agricoles (PNUD, 2014).

En outre, l'agriculture fournit des emplois à plus de 70% de la population rurale et constitue la principale source de revenus (Banque mondiale, 2014). Avec l'urbanisation galopante des villes maliennes, on constate une forte augmentation de la demande en produits maraîchers, résultant du

1

<http://www.fao.org/agriculture/ippm/activities/climate-change-adaptation/fr/>

changement des habitudes de consommation. Dans ce cas, le maraîchage apparaît comme un secteur en devenir.

De plus, la plupart des systèmes de maraîchage ne sont pas à forte intensité de capital au départ. Par ailleurs, le maraîchage est une activité génératrice de revenus pour les agriculteurs. En réalité, elle permet d'améliorer leurs conditions de vie socio-économiques et de répondre au problème récurrent de l'insécurité alimentaire.

Cependant, les perturbations climatiques actuelles et futures risquent de compromettre le développement du maraîchage où les conditions agroclimatiques sont de plus en plus difficiles.

Le changement du régime des pluies et la hausse des températures entravent actuellement l'activité maraîchère en raison de la faible disponibilité de l'eau d'irrigation. Cette situation entraîne une baisse des rendements de la production maraîchère.

De nombreuses études ont été réalisées sur l'adaptation du secteur agricole au changement climatique et dans différents domaines. De même, les études sur l'adaptation au changement climatique au Mali se sont entièrement limitées aux facteurs qui influencent les adaptations effectives au niveau des exploitations (Traoré, 2014, Sanogo et al, 2017 et Makougoum, 2018) et n'examinent guère de manière explicite la façon dont les agriculteurs perçoivent les changements à long terme du climat local avant même la décision de s'adapter ou non.

Ainsi, à partir du cas des maraîchers du sud du Mali, cet article vise à répondre à deux questions de recherche. Premièrement, nous examinerons comment les agriculteurs perçoivent les changements à long terme du climat local. Deuxièmement, nous analyserons comment les agriculteurs adaptent leurs exploitations en réponse au changement climatique perçu.

## 2. Matériaux et méthodes

### 2.1. Choix des domaines d'études

Située à l'extrême sud du Mali, la région de Sikasso est bordée au nord-ouest par la région de Koulikoro, au nord-est par la région de Ségou, à l'est par le Burkina Faso, au sud par la Côte d'Ivoire et à l'ouest par la Guinée. La région de Sikasso est divisée en sept cercles qui sont : Bougouni, Kadiolo, Kolondiéba, Koutiala, Sikasso, Yanfolila et Yorosso.

Le relief est constitué de collines et de montagnes au sud, et de vallées et de plaines au centre et au nord. Le massif du Kéné Dougou culmine à 800 m. Par ailleurs, la région de Sikasso est un réservoir du bassin versant du Haut Niger. Elle est traversée par de nombreux cours d'eau, affluents du fleuve Niger : le Sankarani au nord qui collecte les eaux et les rejette dans le Niger en amont de Bamako et le Bani au sud qui rejoint le Niger à Mopti après avoir collecté les eaux du Baoulé, du Bagoé et du Banifing.

Le climat est de type tropical soudanien, subdivisé en deux zones climatiques : la zone soudanienne humide et la zone guinéenne. Cette région reste la plus humide du Mali et la plus pluvieuse (700 à 1 200 mm/an). La température moyenne annuelle est de 27°C. Elle se caractérise également par sa prédominance dans la production agricole. Le choix de cette zone est basé sur les critères du régime climatique et de sa forte production maraîchère. À l'instar des autres régions du Mali, les cercles enquêtés font partie des zones les plus vulnérables, comme tous les cercles de la région sud, aux manifestations des phénomènes climatiques. Dans la région sud du Mali, comme dans les autres régions du Mali, les effets du changement climatique se traduisent par une augmentation de la température, une diminution de la pluviométrie, une augmentation des phénomènes climatiques extrêmes, tels que les sécheresses, les inondations et une augmentation de la désertification.

La population de la région sud du Mali était estimée à 2 643 179 habitants en 2009 et a dépassé les 3 336 752 habitants en 2018, en raison notamment de l'exode rural, de la croissance naturelle et de l'afflux de personnes en provenance du nord du Mali en raison de l'insécurité et des conflits armés, qui ont entraîné une explosion du nombre d'habitants, soit une croissance annuelle moyenne de 3,6%. Sikasso est la région la plus peuplée du Mali avec 18% de la population du pays (INSTAT, 2021). Elle présente également la plus forte densité du pays avec 37,1 habitants par km<sup>2</sup>. Les plus fortes augmentations ont été enregistrées dans les cercles de Kadiolo (83%), Koutiala et Yorosso (50%), et Bougouni (49%). C'est aussi une région agricole fertile avec une situation de sécurité alimentaire favorable, et elle joue un rôle majeur dans le développement de l'économie. Malgré sa forte productivité agricole, cette zone est caractérisée par son taux élevé de malnutrition aiguë sévère (MAS) : 4,5% (EDS VI 2018). Par ailleurs, la superficie emblavée en légumes dans la région sud est de 48 550 ha. En 2014, la production cumulée de légumes était de 1 567 356 tonnes, dont 904 501 tonnes ont été produites en contre-saison froide. Le rendement moyen de la saison 2013/2014 était de 15,24 tonnes. La production maraîchère cumulée dans cette région est de 634 112 t. Ainsi, la région de Sikasso représente 40% et celle de Koulikoro au niveau national (INSTAT, 2014).

## 2.2. Échantillonnage

La technique d'échantillonnage aléatoire à plusieurs degrés a été utilisée pour cette étude. Tout d'abord, trois zones agricoles, Bougouni, Koutiala et Sikasso (voir figure 1 en annexe), situées dans l'extrême sud, ont été sélectionnées. Dans chaque zone agricole, deux communes ont été sélectionnées au hasard. Dans chacune des communes, les villages ont été échantillonnés proportionnellement à la taille du village. Ainsi, cinq communes ont été échantillonnées dans trois cercles de la région. Deux raisons ont prévalu dans le choix des communes et villages sélectionnés : la forte concentration de produits maraîchers et l'accessibilité de la zone.

Les producteurs ont été sélectionnés à partir d'une liste de ménages qui font du maraîchage dans les villages et cette liste a été obtenue auprès du World Vegetable Center (WCA) du programme <<Horticulture Scaling Project 2019>>. Au total, 224 producteurs ont été sélectionnés de manière aléatoire. Cependant, l'étude n'a révélé que 194 réponses valides et a été utilisée pour l'analyse des données. Par contre, 30 personnes de la Commune de Sokourani dans le cercle de Koutiala n'ont pas pu répondre à notre enquête, la plupart d'entre elles étaient absentes au moment de notre visite dans la Commune (5 hommes et 10 femmes), d'autres.

**Tableau 1. Composition de l'échantillon de l'étude**

Zone agricole	Commune	Village	Nombre de ménages	Taille de l'échantillon	Réponse Taux (%)
Bougouni	Koumantou	Choubougou	24	24	100
		Ména	24	24	100
		Sanso	24	24	100
		Zantiébougou	24	24	100
Koutiala	Zankaso	Sokourani	80	50	62
Sikasso	Niéna	N'golotiorla	24	24	100
		Tiécourala	24	24	100
<b>Total</b>			224	194	86,6

Source : Enquête sur le terrain, août-octobre 2019

### 2.3. Méthode de collecte

La collecte des données s'est déroulée en 2 étapes : la phase de précollecte ou de clarification des concepts et la collecte proprement dite. Le questionnaire et le guide d'entretien ont servi de guide pour la collecte des informations. La phase de précollecte : c'est une phase transitoire qui permet de détecter les erreurs dans le questionnaire. Ensuite, le choix des producteurs a été fait de manière aléatoire à partir d'une liste exhaustive de tous les bénéficiaires du projet <<Horticulture Scaling Project 2019>> du World Vegetable Center (WCA) 22.

Les discussions de groupe ont été organisées pour mieux élucider les perceptions des producteurs sur les perturbations climatiques en cours dans leur localité. Le guide d'entretien a servi de base à la collecte d'informations sur les aspects du changement climatique dans ses manifestations, les conséquences sur l'environnement/paysage, et les différentes stratégies développées pour y faire face. Les groupes de discussion étaient composés de personnes-ressources et de producteurs expérimentés ayant au moins 15 ans d'expérience dans la production animale ou végétale. En moyenne, deux groupes de discussion de 10 hommes et 10 femmes ont été formés séparément dans chaque village afin d'identifier les perceptions et les mesures d'adaptation de chaque groupe. Des entretiens individuels ont ensuite été menés avec les producteurs pour comprendre les perceptions des autres acteurs au niveau local. Les données ont été recueillies à l'aide de questionnaires destinés aux ménages.

Les questions portaient sur les caractéristiques des ménages et des exploitations, les infrastructures et les facteurs institutionnels susceptibles d'influencer les perceptions des producteurs et l'utilisation des méthodes d'adaptation. Au

total, 194 maraîchers ont été interrogés de manière aléatoire.

### 2.4. Cadre théorique

La perception est un processus qui consiste à recevoir des informations et des stimuli de notre environnement et à les convertir en réactivité psychologique. La perception du changement climatique, qui est une idée extrêmement difficile pour les agriculteurs, a ses limites, car la perception de l'individu diffère selon les situations passées et présentes (Van den Ban et al, 2000).

Dans la littérature, deux modèles sont couramment utilisés pour analyser les déterminants du choix ou de la décision des producteurs de procéder à des ajustements ou des changements, tels que l'adoption de stratégies ou de technologies. Il s'agit du Logit et du Probit (Maddison, 2007 ; Hassan et Nhemachena, 2008 ; Gbetibouo, 2009). Selon la nature de la variable dépendante (dichotomique ou avec plus de deux modalités), des modèles multinomiaux sont également utilisés. Ces modèles sont présentés sous la forme générale :

$$A_i = f(Z_i) \quad (1)$$

Où :

$A_i$  et  $Z_i$  représentent respectivement la décision d'adaptation du producteur  $i$  et un ensemble de caractéristique démographique et socio-économique du même producteur  $i$ .

En tenant compte du lien qui existe entre perception-adaptation, la plus simple manière est d'intégrer la perception du producteur  $i$  dans le modèle (1) et d'exprimer sous cette forme :

$$A_i = f(Z_i, P_i) \quad (2)$$

Avec cette nouvelle notation, la perception apparaît comme une variable

<sup>2</sup>Le projet a utilisé l'approche participative pour sélectionner les bénéficiaires en impliquant les dirigeants de la communauté, les agriculteurs principaux et l'agent de vulgarisation de WorldVeg. Dans l'échantillon sélectionné, il y avait plus de femmes que d'hommes, car les femmes sont plus

impliquées dans la production et la commercialisation des légumes et leur participation contribuera de manière significative aux moyens de subsistance des ménages. Cela a permis d'identifier deux groupes de bénéficiaires : les femmes et les hommes.

endogène (fonction d'un certain nombre de caractéristiques propres à l'individu. Dans ce cas, l'équation (2) présente un biais d'endogénéité. Si l'on scinde ses deux équations dans le but de pallier à ce problème d'endogénéité posé. Soit :

$$A_i = f(Z_i) \quad (3)$$

$$P_i = f(Y_i) \quad (4)$$

Où :

$Y_i$  représente un ensemble de vecteurs des caractéristiques propres du producteur  $i$ .

Bien que cette nouvelle formulation limite les biais d'estimations, elle ne tient pas compte de la relation qui lie la perception à l'adaptation. Selon Maddison (2007) et Gbetibouo (2009), la perception est un prérequis à l'adaptation. Autrement dit, il faut percevoir avant de s'adapter. Le problème d'endogénéité ne se pose plus, mais plutôt de sélection : adaptation si perception. Pour mieux capter la relation entre adaptation-perception, Maddison (2007), Deressa et al (2008) et Gbetibouo (2009) proposent d'utiliser un modèle de sélection probit d'Heckman.

Le modèle final s'écrit alors :

$$A_i = f(Z_i)$$

Si et seulement si (5)

$$P_i = f(Y_i) > 0$$

Cette hypothèse n'est valable que si l'équation de sélection (l'équation de perception) comporte au moins une variable qui ne figure pas dans l'équation d'adaptation.

La forme réduite s'écrit :

$$a_i = \alpha_0 + \sum_j \alpha_j Z_{ij} + u_i$$

Si et seulement si (6)

$$p_i = \beta_0 + \sum_j \beta_j Y_{ij} + v > 0$$

Dans ce modèle,  $a_i$  est la décision de s'adapter (1= s'adapte et 0 sinon) du producteur  $i$  et  $p_i$  sa perception définie comme une variable binaire (1= perçoit et 0

sinon) ;  $\alpha$  et  $\beta$  sont des paramètres à estimer,  $u$  et  $v$  sont des termes d'erreurs.

En Éthiopie, Deressa et al (2008), ont appliqué la régression logistique multinomiale (MNL) pour l'analyse des déterminants des options d'adaptation des agriculteurs et des perceptions du changement climatique dans le bassin du Nil en Éthiopie. Les résultats de leurs estimations indiquent que le niveau d'éducation, le sexe, l'âge et le revenu du chef de famille, l'accès aux services de vulgarisation et au crédit agricole, les informations climatiques, la zone agro-écologique ainsi que la température influencent tous les choix des agriculteurs.

Au Mali, Sanogo et al (2017), ont collecté des données sur 400 petits agriculteurs pour élucider les perceptions des agriculteurs sur le changement climatique dans le sud du Mali et les conséquences potentielles sur la livraison en utilisant le modèle logit multinomial. Leurs résultats ont révélé une augmentation de la fréquence des vents violents, de la poussière, de la sécheresse, des températures élevées et du nombre de jours chauds comme principaux indicateurs liés au changement climatique.

## 2.5. Spécifications du modèle

□

### Forme fonctionnelle

Deux types de modèles analytiques sont utilisés dans cette étude. Le premier modèle examine les perceptions et les adaptations des producteurs au changement climatique dans l'extrême sud du Mali, tandis que le second modèle analyse ce qui détermine la méthode choisie par les producteurs pour s'adapter au changement climatique.

### Analyse de la perception et de l'adaptation des agriculteurs au changement climatique

L'adaptation au changement climatique est un processus d'estimation en deux étapes : premièrement, percevoir le changement et, deuxièmement, décider de s'adapter ou non en adoptant une mesure particulière. À ce niveau, un problème de

sélection de l'échantillon se pose alors, car seules les personnes qui perçoivent le changement climatique s'adapteront, alors que nous devons faire une inférence sur l'adaptation sur la population agricole en général, ce qui implique l'utilisation du modèle probit de sélection de l'échantillon de Heckman (Maddison, 2006).

Le modèle probit avec sélection d'échantillons (Van de Ven et Van Pragg, 1981) suppose qu'il existe une relation sous-jacente.

$$y_j^* = X_j\beta + u_{1j} \text{ Equation latente}$$

De telle sorte que l'on n'observe que le résultat binaire

$$y_j^{Probit} = (y_j^* > 0) \text{ Equation de probit}$$

La variable dépendante, cependant, n'est pas toujours observée. On observe plutôt la variable dépendante pour l'observation j si :

$$y_j^{select} = (Z_j\gamma + u_{2j} > 0) \text{ Equation de sélection}$$

$\mu_1 \sim N(0,1)$

$$P_i = \alpha_0 + \alpha_1 * Exp_{Prod_i} + \alpha_2 * Sex_{Prod_i} + \alpha_3 * Memb_{OP_i} + \alpha_4 * Niv_{Educ_{Prod_i}}$$

Où :

Exp\_Prod: Expérience du producteur ;  
Sex\_Prod: Sexe du producteur ; Memb\_OP :  
Membre d'une organisation paysanne ;

$$A_i = \beta_0 + \beta_1 * Exp_{Prod_i} + \beta_2 * Sex_{Prod_i} + \beta_3 * Memb_{OP_i} + \beta_4 * Age_{Prod_i} + \beta_5 * Tail_{men} + \beta_6 * Acc_{crd} + \beta_7 * Acc_{vulg} + \beta_8 * Acc_{info_{climat}} + \beta_9 * Mod_{Ter}$$

Où :

Age\_Prod : Age du producteur ;  
Tail\_men : Taille du ménage ; Acc\_crd :

$$\mu_2 \sim N(0,1)$$

$$Corr(\mu_1, \mu_2) = \rho$$

Lorsque  $\rho \neq 0$ , les techniques probit standard appliquées à la première équation donnent des résultats biaisés. Heckprobit fournit des estimations cohérentes et asymptotiquement efficaces pour tous les paramètres de ces modèles.

Pour que le modèle soit bien identifié, l'équation de sélection doit comporter au moins une variable qui ne figure pas dans l'équation probit. Sinon, le modèle n'est identifié que par sa forme fonctionnelle et les coefficients n'ont pas d'interprétation structurelle.

➤ **Modèle empirique**

En partant des résultats obtenus par Maddison (2007) et Deressa et al (2008) et en tenant compte des caractéristiques du climat du Mali, nous avons choisi la forme fonctionnelle suivante:

- la spécification linéaire du modèle de sélection d'Heckman
- la spécification linéaire du modèle de résultat probit d'Heckman

Niv\_Educ: Niveau d'éducation du producteur.

Accès au crédit ; Acc\_Vulg : Accès au service de vulgarisation ; Acc\_Info\_climat : Accès à l'information du climat ; Mod\_Ter : Mode d'accès à la terre.

**Tableau 2. Liste des variables indépendantes et signes attendus**

	Signes attendus	
	Modèle d'adaptation	Modèle de perception
Âge du producteur	+	+
Taille du ménage	+	+
Expérience	-	-
Sexe du producteur (1/0)	+	-
Accès au crédit (1/0) ++		
Accès à l'extension (1/0)	+	+
Mode d'accès à la terre	+/-	+/-
Accès aux informations sur le climat (1/0)	+/-	+
Niveau d'éducation (1/0)	+	-

Source : Calcul de l'auteur basé sur une enquête de terrain, août-octobre 2019.

### 2.6.1. Variable dépendante

#### - Variable de perception

La variable dépendante "perception du changement climatique" a été construite autour d'une série de trois questions ouvertes adressées à chaque producteur individuel. Par ordre d'importance, les questions étaient les suivantes 1) Avez-vous observé/noté des changements à long terme dans les phénomènes climatiques au cours des 20 dernières années dans votre commune ? 2) Quel(s) changement(s) avez-vous observé(s) concernant ces phénomènes ? 3) Quel est l'impact de ces phénomènes sur la productivité des cultures ?

Suite à ces questions, un producteur était considéré comme ayant perçu le changement climatique si et seulement si : 1) il percevait au moins un changement dans au moins un facteur climatique au cours des 20 dernières années... ; 2) il était capable d'identifier le ou les phénomènes dont il percevait le ou les changements, ; et 3) il était capable de décrire le ou les changements qu'il percevait. Ce faisant, la variable "perception du changement climatique" a été traitée par la suite comme une variable muette dichotomique prenant la valeur de 1 si le producteur a perçu le changement climatique et la valeur 0 sinon.

#### - Variable d'adaptation

Dans le même ordre d'idée, des questions sur l'adaptation et les contraintes à l'adaptation ont également été posées. La première question était la suivante : "Quelle stratégie d'adaptation votre ménage utilise-t-il pour faire face au changement climatique dans votre commune ?" Suivie de "Votre ménage a-t-il été confronté aux contraintes/obstacles suivants ? Depuis que vous avez commencé à utiliser l'adaptation mentionnée".

Pour faciliter la transcription des données, les stratégies identifiées ont été regroupées en sept groupes en fonction de leur nature. Il s'agit de : 1) Augmentation de l'irrigation ; 2) Cultures résistantes à la sécheresse ; 3) Utilisation de différentes variétés de cultures ; 4) Agroforesterie (plantation d'arbres) ; 5) Conservation des sols et de l'eau ; et 6) Plantation précoce et tardive.

Sur la base des deux questions ouvertes relatives à l'adaptation, un producteur a été considéré comme s'adaptant au changement climatique si et seulement si : 1) il ajustait ses pratiques culturales dans le but de faire face aux effets du changement climatique qu'il aurait perçu, et 2) il adoptait au moins un des sept groupes de stratégies d'adaptation énumérés ci-dessus. Enfin, la variable "adaptation au changement climatique" a été traitée ultérieurement

comme une variable muette dichotomique prenant la valeur de 1 si le producteur s'adapte et la valeur 0 sinon.

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1. Analyse descriptive et économétrique des perceptions et des mesures des agriculteurs pour s'adapter au changement climatique

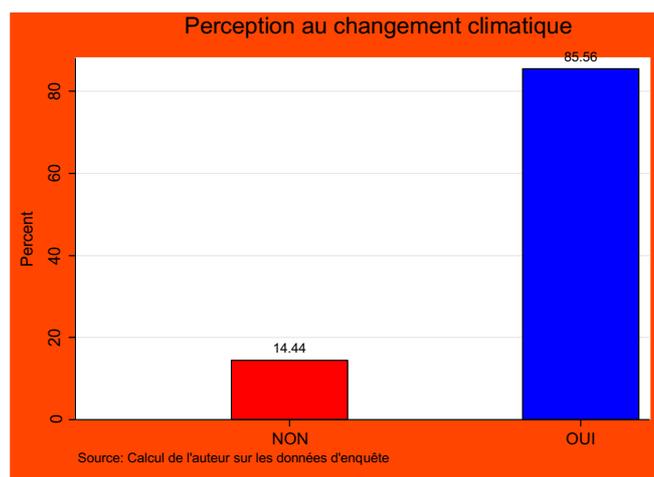
##### 3.1.1. Perception du changement climatique par les agriculteurs

Cette section présente des analyses descriptives des variables qui sont supposées influencer les perceptions des producteurs sur

le changement climatique dans la zone d'étude.

Un certain nombre de questions ont été posées pour mieux comprendre ce que les agriculteurs pensent des changements à long terme des variables climatiques (précipitations et températures). Dans toutes les Communes de l'échantillon, il a été constaté que 85,56 % des répondants ont déclaré avoir observé et remarqué des changements à long terme dans les phénomènes climatiques au cours des 20 dernières années, contre 14,44 %.

Figure 2 : Perceptions du changement climatique par les producteurs



Le tableau 2 présente les résultats de l'analyse descriptive des variables indépendantes censées influencer la perception du changement climatique par les agriculteurs.

La répartition des répondants selon le nombre d'années d'expérience montre que l'expérience moyenne dans la production

agricole est d'environ 13 ans. Plus de la moitié des agriculteurs de l'échantillon étudié (57 %) ont déclaré appartenir à au moins une organisation paysanne formelle. En effet, 66 % des agriculteurs interrogés sont des femmes et 37 % sont des hommes. La majorité de l'échantillon n'a aucun niveau d'éducation (53,48 %) et seulement 3,74 % ont atteint l'école secondaire.

**Tableau 2 : Description des variables du modèle de sélection du probit de Heckman**

<b>Variables qualitatives</b>	<b>Fréquence absolue</b>	<b>Fréquence relative (%)</b>
Sexe du producteur	-	-
Femmes	128	66
Homme	66	34
Appartenance à une OP	111	57
Niveau d'éducation	90	46,40
<b>Variables qualitatives</b>	<b>Moyennes</b>	<b>Écart-type</b>
Expérience	12.66	7.97

Source : Calcul de l'auteur basé sur une enquête de terrain, août-octobre 2019.

Le tableau 3 ci-dessous montre le pourcentage d'agriculteurs ayant observé des changements à long terme dans différents phénomènes climatiques. Environ 55 % ont observé une augmentation des niveaux de température, tandis que 86,63 % ont observé une diminution des précipitations. Les résultats indiquent également qu'environ 87,17 % des maraîchers ont admis avoir remarqué un changement dans le schéma des précipitations. Ils ont rapporté que les pluies commencent tard et se terminent tôt et que lorsque c'est le cas, la saison sèche suit et dure longtemps (selon 87,70 % des maraîchers). Ceci est suivi d'une augmentation de la fréquence des sécheresses

(noté par 77,01 % des maraîchers). Seuls 37 % des maraîchers ont observé une augmentation des fortes et longues périodes de pluies, tandis qu'environ 52 % ont observé une diminution. Par ailleurs, ils nient que la baisse des rendements soit liée à la dégradation des terres agricoles (constatée par 78,61 % des maraîchers). Cette information a été recueillie auprès des producteurs au cours des discussions de groupe, selon laquelle les fortes pluies qui ont duré pendant une courte période ont augmenté.

**Tableau 3 : Perception à long terme de différents phénomènes climatiques en (%).**

<b>Phénomènes climatiques</b>	<b>Direction du changement (%)</b>		
	Diminué	Augmentation de	Inchangé
<b>Phénomènes climatiques</b>	Diminué	Augmentation de	Inchangé
Pluies précoces	18,72	60,43	20,86
Les précipitations commencent tard et se terminent Tôt	6,42	87,17	6,42
Retard dans le début de l'hivernage	6,42	85,56	8,02
Longue période de saison sèche	5,88	87,70	6,42
Forte et longue période de précipitations	52	37	11
Moins de précipitations	5,35	86,63	8,02
Haute température	3,21	54,55	42,25
Inondations	33,16	51,34	15,51
Sécheresse	9,63	77,01	13,37
Dégradation des terres/Diminution de la fertilité	8,02	78,61	13,37
Drainage des cours d'eau (ou vent fort)	7,49	80,21	12,30
Ruisseaux/rivières débordants (ou Tourbillon))	60,43	25,13	14,44

Source : Calcul de l'auteur basé sur une enquête de terrain, août-octobre 2019.

### 3.2. Mesures d'adaptation perçues par les producteurs

L'augmentation des terres cultivées, la conservation des sols et de l'eau et l'utilisation de cultures résistantes à la sécheresse restent les principales méthodes d'adaptation perçues par les producteurs (97,33 % ; 93,05 % et 84,49 % respectivement). Ces options pourraient constituer une meilleure solution pour faire face aux effets négatifs du changement et de la variabilité climatique. Environ 53 % des producteurs ont déclaré qu'ils se fient uniquement à leurs propres prévisions météorologiques pour discerner le bon moment pour la première pluie, de sorte qu'ils sèment tôt ou attendent la pluie et plantent ensuite pour éviter les effets associés à des pluies tardives. Il s'agit des

informations recueillies lors des entretiens de groupe. En outre, 31,55 % des agriculteurs estiment qu'une autre option consiste à combiner des arbres et des cultures (agroforesterie) sur la même parcelle à des fins différentes. De cette manière, il est possible de réduire le risque d'énormes pertes de production dues à des phénomènes climatiques extrêmes. En outre, 31,02 % des agriculteurs interrogés ont déclaré qu'ils percevaient la rotation des cultures comme l'une des mesures d'adaptation. Les mesures d'adaptation les moins perçues par les producteurs sont le paillage, le travail hors exploitation et l'utilisation des zones humides et des vallées fluviales (respectivement 7,49 % et 2,13 % des producteurs).

**Tableau 4 : Option d'adaptation adoptée par les producteurs**

Option d'adaptation perçue par le producteur	Nombre de producteurs	% par producteur
Emploi non agricole	4	2.13
Augmenter l'irrigation	9	4.81
Mulching	14	7.49
Utilisation des zones humides/vallées fluviales	4	2.13
Culture résistante à la sécheresse	158	84.49
Différentes variétés de cultures	29	15.51
Utilisation d'une variété de culture traditionnelle	29	15.51
Augmentation des terres cultivées	182	97.33
Rotation des cultures	59	31.02
Cultures intercalaires	26	13.90
Utilisation de l'agroforesterie (plantation d'arbres)	58	31.55
Conservation des eaux et des sols	174	93.05
Plantation précoce et tardive	98	52.41

Nombre d'observations= 194

### 3.3. Prédiction du changement et de la variabilité climatique

Dans cette section, nous présentons un certain nombre de techniques endogènes principalement utilisées par les producteurs pour prévoir le début de la saison des pluies et les risques climatiques (inondations et sécheresses) qui peuvent survenir pendant la saison des pluies sans se référer aux informations fournies par les services météorologiques. Pour cette question, les maraîchers ont été autorisés à répondre à plus d'une question technique en fonction de leurs

différentes prédictions. Le tableau 5 ci-dessous présente une liste de techniques locales utilisées par les agriculteurs pour prédire le début de la saison des pluies et l'extension de la saison des pluies suite à des inondations. Dans l'ensemble, les résultats montrent que les avis sont très partagés, avec près de la moitié des producteurs déclarant connaître le moment exact de la saison des pluies où les oiseaux se déplacent en nombre. De même, 19,79 % des producteurs de l'échantillon étudié se réfèrent aux chants des oiseaux pour prédire le début de la saison des

pluies, tandis que 10,16 % des producteurs s'intéressent davantage aux rivières. Par ailleurs, lors des discussions de groupe, les producteurs du Cercle de Sikasso ont

expliqué que lorsqu'ils voient une longue file d'insectes s'aligner, ils s'assurent que la saison des pluies est sur le point de commencer.

**Tableau 5 : Prédiction de l'arrivée précoce de la saison des pluies**

Techniques de prédiction	BOUGOUNI	KOUTIALA	SIKASSO	TOTAL
Ciel lourd et couvert	4.12	0.00	4.00	<b>3.21</b>
Mouvement des oiseaux	58.76	37.50	6.42	<b>49.73</b>
Chant d'oiseau	20.62	20.00	18.00	<b>19.79</b>
	3.09	7.50	14.00	<b>6.95</b>
Une longue lignée d'insectes Augmentation	10.31	12.50	8.00	<b>10.16</b>
de l'eau dans les rivières	3.09	7.50	14.00	<b>6.95</b>
Des nuits plus chaudes par temps sec				
Autre	0.00	15.00	0.00	<b>3.21</b>

Source : Calcul de l'auteur basé sur une enquête de terrain, août-octobre 2019.

Par analogie, le tableau 6 montre les techniques locales utilisées par les producteurs pour prédire la fin de la saison des pluies et les saisons sèches prolongées qui conduisent aux sécheresses. Les résultats indiquent que 48,66 % de l'échantillon reconnaissent la fin de la saison des pluies si des fourmis ailées font leur apparition, tandis que 16,58 % et 13,37 % des producteurs ont

indiqué que la fin de la saison des pluies est indiquée par l'apparition de gouttelettes sur les herbes tôt le matin et lorsque la lune devient sombre, noire et nuageuse le matin. D'autres producteurs (environ 11,23 %) ont mentionné des nuits trop froides.

**Tableau 6 : Prédiction de la fin de la saison des pluies**

Techniques de prédiction	BOUGOUNI	KOUTIALA	SIKASSO	TOTAL
Couleur ciel clair	9.28	2.50	18.00	<b>10.16</b>
Trop de nuits froides pendant la saison	11.34	12.50	10.00	<b>11.23</b>
Des gouttelettes apparaissent sur les herbes	15.46	10.00	24.00	<b>16.58</b>
Lune sombre, noire et nuageuse le matin	11.34	12.50	18.00	<b>13.37</b>
Autre	52.58	62.50	30.00	<b>48.66</b>

### 3.4. Adaptation des agriculteurs au changement et à la variabilité climatique

Une analyse descriptive des variables exogènes à utiliser dans le modèle de sortie a été réalisée afin de déterminer les variables qui affectent le choix des agriculteurs en matière de mesures d'adaptation à la variabilité climatique. Le tableau 7 ci-dessous

résume les variables explicatives supposées affecter les stratégies d'adaptation des agriculteurs aux effets de la variabilité climatique observée dans la région au cours des 20 dernières années. Les résultats de cette analyse ont été calculés sur la base de la réponse de certains maraîchers à l'adaptation réelle qu'ils ont adoptée.

**Tableau 7 : Description statistique des variables dans le modèle de régression logistique multinomiale**

<b>Variables qualitatives</b>	<b>Fréquence absolue</b>	<b>Fréquence relative (%)</b>
Sexe du producteur	-	-
Femme	128	66
Homme	66	34
Accès aux informations sur le climat	168	86,63
Adhésion à l'OP	111	57
Accès au crédit Agricole	64	33
Accès à l'extension	142	73,26
Mode d'accès à la terre	-	-
Patrimoine	45	23,12
Achat	4	2,15
Métayage	4	2,15
Donation	138	70,97
Location	3	1,61

<b>Variables qualitatives</b>	<b>Moyennes</b>	<b>Écart types</b>
Âge du producteur	37,83	11,26
Taille du ménage	10	5,11
Expérience	12,66	7,97

Source : Calcul de l'auteur basé sur l'enquête sur le terrain, août-octobre 2019.

La répartition des producteurs par âge montre que l'âge moyen des producteurs est de 37,83. ( $\pm 11,26$ ) ans. La taille des ménages dans les zones d'étude est estimée à une moyenne de 10 %. ( $\pm 5,11$ ) personnes et l'expérience en maraîchage est de 12,66 %. ( $\pm 7,97$ ) ans. La majorité des répondants ont accès à l'information climatique et aux services de vulgarisation (respectivement 86,63 % et 73,26 %), alors que peu de producteurs ont accès au crédit agricole (33 %). Ceci s'explique par le fait que la grande majorité des répondants sont des femmes (66 %), qui ont moins accès à la terre et au crédit (33 %). La grande majorité des parcelles (70,97 %) des maraîchers sont en VTICS (Garden Champ School) et BPHS. Ce sont des champs aménagés par le <<Projet de mise à l'échelle de l'horticulture>> du World Vegetable Center et sont accessibles aux maraîchers sans aucune compensation.

### 3.4.1. Contraintes à l'adaptation

Lors des entretiens individuels avec les producteurs, une question demandait s'ils avaient procédé à des ajustements pour

atténuer les impacts du changement climatique et quels étaient les obstacles à cet ajustement. Le manque d'information, le manque d'argent, le manque de main-d'œuvre, le coût élevé de la main-d'œuvre, l'indisponibilité du crédit, l'indisponibilité des intrants, le coût élevé des intrants et le faible potentiel d'irrigation (figure 3) ont été mentionnés. La plupart de ces contraintes sont associées à la pauvreté : 85,56 % de l'échantillon étudié pensent que le premier obstacle à l'adaptation aux effets du changement climatique est lié aux contraintes financières (manque de ressources financières). Le manque d'argent empêche les producteurs d'obtenir les ressources et les technologies nécessaires pour faciliter l'adaptation au changement climatique. Les recherches ont montré que l'adaptation au changement climatique est lourde et coûteuse. Par exemple, si les agriculteurs ne disposent pas d'une main-d'œuvre familiale suffisante ou de moyens financiers pour embaucher des employés, il leur sera très difficile de s'adapter. Par exemple, les faibles niveaux d'irrigation sont très certainement

liés à l'incapacité des producteurs à utiliser l'eau d'irrigation. En outre, 67,38 % des producteurs ne disposent pas de connaissances suffisantes pour gérer les effets du changement climatique. En général, les agriculteurs du Mali sont très pauvres et n'ont pas les moyens d'investir dans l'irrigation et dans la recherche de technologies permettant de s'adapter au changement climatique ou de maintenir leurs moyens de subsistance face à des conditions climatiques extrêmes, telles que les inondations et la sécheresse.

### **3.5. Analyse économétrique des perceptions des agriculteurs et des mesures d'adaptation**

#### **3.5.1. Modèles économétriques**

Deux types de modèles analytiques sont adoptés pour cette étude. Le premier modèle analyse les perceptions et les adaptations des maraîchers sur le changement climatique, tandis que le second modèle examine la méthode choisie par les maraîchers pour s'adapter au changement climatique dans l'extrême sud du Mali.

#### **3.5.2. Résultats du probit de Heckman**

Comme le montre le tableau 8, l'expérience agricole et le niveau d'éducation influencent la probabilité de percevoir le changement climatique. D'autre part, l'expérience agricole, l'appartenance à une organisation paysanne (OP), l'accès au crédit, l'accès à la vulgarisation et l'accès aux informations climatiques influencent la probabilité de s'adapter au changement climatique.

#### **Expérience agricole**

Les résultats du modèle d'adaptation et de sélection indiquent que l'expérience agricole est à la fois positivement et significativement corrélée avec la perception et l'adaptation au niveau de 1 % et 5 % respectivement. Cette relation positive indique que les agriculteurs expérimentés sont plus susceptibles de s'adapter au changement climatique. Puisque les agriculteurs plus expérimentés ont de l'expérience sur les techniques culturales

résilientes et des informations sur le changement climatique à long terme, ils sont capables de faire face aux effets du changement climatique que les agriculteurs moins expérimentés. Ce résultat est comparable aux études de Maddison (2006) et de Nhemachena et Hassan (2007) qui ont constaté que l'expérience en agriculture augmente la probabilité d'adoption de mesures d'adaptation au changement climatique.

#### **Adhésion à une organisation d'agriculteurs**

L'appartenance à une organisation d'agriculteurs conduit positivement et significativement à une augmentation de la probabilité d'adaptation au changement climatique dans les modèles de résultats. Les organisations paysannes peuvent bénéficier de formations techniques de leurs partenaires de développement (organisations non gouvernementales (ONG), projets et programmes de développement agricole) axées sur la sensibilisation aux origines et aux conséquences du changement climatique sur la production agricole et l'activité humaine, ainsi qu'aux mesures à adopter (Yegbemey et al. 2014). La grande majorité des producteurs interrogés appartiennent à des organisations et associations d'agriculteurs et peuvent bénéficier de formations en amont et en aval sur la résilience au changement climatique.

#### **Accès au crédit agricole**

L'accès au crédit agricole a un effet significatif sur l'adaptation au changement climatique au seuil de 10%. Par exemple, l'accès au crédit allège les contraintes financières et donne aux agriculteurs la possibilité d'investir davantage dans la diversification de leurs activités, comme l'achat d'engrais, de variétés de cultures améliorées et d'installations d'irrigation. Pattanayak et al (2003) et Yirga (2007) sur une analyse de l'adoption des technologies agricoles ont trouvé des résultats similaires qu'il y a une relation positive entre le niveau d'adoption et la disponibilité du crédit.

### Accès à la vulgarisation agricole

L'accès aux services de vulgarisation augmente la probabilité d'adaptation au changement climatique. Ce résultat souligne le rôle des services de vulgarisation dans l'atténuation des impacts des changements de température et de précipitations, car plus un agriculteur a de contacts avec les services de vulgarisation, plus il reçoit d'informations utiles sur la manière de gérer les effets du changement climatique.

### Accès à l'information sur le changement climatique

Les résultats du modèle d'adaptation montrent également que l'accès à l'information sur les phénomènes météorologiques incite les producteurs à adopter des stratégies pour réduire les dommages du changement climatique actuel et futur. La variable accès à l'information est positivement et statistiquement significatif de la décision d'adaptation au niveau de 5%. Les agriculteurs ayant accès à l'information sur le changement climatique sont moins enclins à prendre des risques. Ces résultats ont confirmé les conclusions de Yirga (2007) et de Nhemachena et Hassan (2007).

### Le niveau d'instruction

En ce qui concerne le niveau d'instruction du producteur, les résultats du modèle de sélection indiquent que le niveau d'instruction du producteur augmente la probabilité de percevoir le changement climatique. Ceci peut s'expliquer par le fait que les producteurs instruits sont plus susceptibles de prendre une décision au moment des semis, d'accroître l'irrigation, d'utiliser des cultures résistantes à la sécheresse, d'acheter les différentes variétés de cultures, de pratiquer l'agroforesterie et d'adopter les techniques de conservation des sols et eaux par rapport aux producteurs sans niveau d'instruction. Plus les producteurs sont instruits, plus ils ont davantage de compétences et de connaissances sur le changement climatique que les producteurs analphabètes. Selon Igoden, Ohoji et Ekpere (1990); Lin (1991) et Madisson (2006), il existe une relation positive entre le niveau d'éducation du chef de ménage et l'adoption de technologies améliorées. Autrement dit, plus les agriculteurs sont instruits plus ils développent des stratégies pour pouvoir s'adapter au changement climatique.

**Table 8: Résultats du modèle probit de Heckman**

VARIABLES EXPLICATIVES	Outcome model (adaptation)		Selection model (perception)	
	Coef.	P-values	Coef.	P-values
AGE DU PRODUCTEUR	0.014	0.385		
TAILLE DU MENAGE	0.006	0.314		
EXPERIENCE	0.274 **	0.022	0.845***	0.003
SEXE DU PRODUCTEUR	0.185	0.473	0.170	0.519
MEMBRE DE L'OP	0.545*	0.063	0.074	0.755
ACCES AU CREDIT	0.518*	0.053		
ACCES A LA VULGARISATION	0.773***	0.003		
MODE D'ACCES A LA TERRE	-0.001	0.994		
ACCES A L'INFORMATION DU CLIMAT	0.612**	0.048		
NIVEAU D'INSTRUCTION			0.287**	0.039
CONSTANT	2.053***	0.005	0.701***	0.008
OBSERVATION	194			
CENSORED OBSERVATION	29			
UNCENSORED OBSERVATION	165			
WALD CHI2 (9)	29.61			
PROB>CHI2	0.0205			

p<0.10, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

### CONCLUSION

Cette étude a identifié les facteurs socio-économiques, infrastructurels et institutionnels qui influencent la perception et l'adaptation des agriculteurs au changement climatique dans l'extrême sud du Mali. Le modèle probit de Heckman a été utilisé pour analyser ces variables à partir des données collectées auprès des agriculteurs des communes de Koumantou, Sanso et Zantiebougou dans le cercle de Bougouni, Niéna dans le cercle de Sikasso et Zankaso dans le cercle de Koutiala, afin d'examiner comment les agriculteurs perçoivent les changements à long terme dans le climat local et quelles stratégies ils ont adoptées en réponse à ce changement climatique perçu. L'étude révèle que les producteurs sont déjà conscients que le climat a changé. En effet, pour ces producteurs, le changement climatique se manifeste par des modifications du régime des pluies et des températures, des inondations, des sécheresses, la dégradation des sols et l'assèchement des cours d'eau. Par ailleurs, les résultats du modèle probit de Heckman révèlent d'une part que l'expérience agricole et le niveau d'éducation influencent la probabilité de percevoir le changement climatique. D'autre part, l'expérience agricole, l'appartenance à une organisation paysanne (OP), l'accès au crédit, l'accès à la vulgarisation et l'accès aux informations climatiques influencent la probabilité de s'adapter au changement climatique. En utilisant les résultats du probit de Heckman, il a été constaté que les maraîchers du sud du Mali perçoivent le changement climatique et développent diverses stratégies pour s'y adapter.

Les gouvernements devraient donc s'efforcer de faire en sorte que les agriculteurs aient accès

des crédits agricoles plus abordables afin d'accroître leur capacité et leur flexibilité à modifier leurs stratégies de production en fonction des conditions climatiques locales. En effet, l'accès au crédit allège les contraintes financières et donne aux agriculteurs la possibilité d'investir davantage dans la diversification de leurs activités, par exemple en achetant des engrais, des variétés de cultures améliorées et

des installations d'irrigation. Au Mali, comme ailleurs, la fourniture de services de vulgarisation joue un rôle clé dans la réduction des impacts du changement climatique sur les cultures. Le gouvernement, en partenariat avec les ONG de développement, devrait donc augmenter la fourniture de services de vulgarisation agricole gratuits dans toutes les zones agro-écologiques du pays. Il est largement rapporté dans la littérature que plus un agriculteur a de contacts avec les services de vulgarisation, plus il reçoit d'informations utiles sur la façon de gérer les effets du changement climatique. En outre, l'accès aux informations climatiques augmente la résilience des maraîchers, car plus ils sont informés de la situation. Pour la diffusion des informations sur les prévisions météorologiques, nous pouvons utiliser plusieurs canaux de partage d'expériences et d'informations. Parmi ces différents canaux de circulation de l'information, nous pouvons citer les médias (radio, télévision et journaux), les entretiens pédagogiques entre techniciens et agriculteurs, les réunions les jours de marché, etc.

### 1. Déclaration de disponibilité des données

Les jeux de données utilisés dans le cadre de l'article actuel sont disponibles sur demande auprès de l'auteur correspondant.

### 2. Déclaration d'intérêt

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt potentiel.

### 3. Financement

Je n'ai pas de financement pour pouvoir payer les frais de traitement de mon article que je veux publier dans votre Journal of Environmental Economics and Policy.

### 4. Contributions des auteurs

La première contribution est que l'étude que nous proposons est originale dans la mesure où il n'existe aucun travail antérieur empruntant une telle procédure sur ce thème appliqué au Mali.

## 5. Remerciements

L'auteur tient à remercier Mamadou Abdoulaye Konté, Professeur Associé des Facultés d'Economie de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal) et le Docteur Sokona Dagnoko, Directeur Pays de SASAKAWA AFRICA ASSOCIATION, pour leur précieuse contribution à la réalisation de ce document.

## 6. Informations sur les auteurs (facultatifs)

Non applicable" pour cette section.

## Références bibliographiques

- Asfaw, A., et A. Admassie. 2004. The role of education on the adoption of chemical fertilizer under different socioeconomic environments in Ethiopia. *Agricultural Economics* 30 (3) : 215-228.
- Bhavnani, R., S. Vordzorgbe, M. Owor, et F. Bousquet. 2008. *Statut de la réduction des risques de catastrophe dans la région de l'Afrique subsaharienne*. La Banque mondiale, Washington, DC.
- Traoré B, 2014. *Climate change, climate variability and adaptation options in smallholder cropping systems of the Sudano-Sahel region in West Africa*
- Programme économique du CIMMYT. 1993. *L'adoption de la technologie agricole : Guide pour la conception d'enquêtes*. Mexico, D.F. : CIMMYT.
- Croppenstedt, A., M. Demeke, et M. M. Meschi. 2003. L'adoption de technologies en présence de contraintes : The case of fertilizer demand in Ethiopia. *Review of Development Economics* 7 (1): 58-70.
- Deressa et al. 2009. *Determinants of Farmers' Choice of Adaptation Methods to Climate Change in the Nile Basin of Ethiopia*". *Global Environmental Change*. Centre for Environmental Economics and Policy in Africa (CEEPA), Université de Pretoria, RSA, Room 2-4, Agric. Annexe, Pretoria 0002, Afrique du Sud.
- Gbetibouo. 2009. *"Comprendre les perceptions et les adaptations des agriculteurs au changement et à la variabilité climatique : The Case of the Limpopo Basin, South Africa"*. Washington, D.C.USA.  
<http://ebrary.ifpri.org/utills/getfile/collection/p15738coll2/id/31770/file/name/31771.pdf>
- GIEC, 2014. *Changement climatique 2014 : Impacts, adaptation et vulnérabilité. Partie B : Aspects régionaux. Contribution du groupe de travail II au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni. Rapport édité par V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, et P.M. Midgley (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, UK et New York, NY, USA, 696 pp.  
[https://www.ianas.com/Food/Clim ateChange\\_IPCC\\_B.pdf](https://www.ianas.com/Food/Clim ateChange_IPCC_B.pdf)
- GIEC. 2013. *Changement climatique 2013 : Les fondements des sciences physiques. Contribution du groupe de travail I au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Stocker TF, Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen SK, Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley PM (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_all\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf)
- Igoden, C., P. Ohoji, et J. Èkpare. 1990. Facteurs associés à l'adoption de pratiques recommandées pour la production de maïs dans le bassin des lacs du Nigeria. *Agricultural Administration and Extension* 29 (2): 149-156.
- Leeuwis, C. et A. van den Ban (2004). *Communication for rural innovation: rethinking*