

# Comportements d'adoption des technologies agricoles intelligentes dans un contexte de changement climatique

Blaise Waly BASSE\*1 , Ndeye Fambaye BA\*2

*Département Economie et Gestion, Université Assane Seck de Ziguinchor*

\*1 [bwbasse@univ-zig.sn](mailto:bwbasse@univ-zig.sn)

\*2 [nf.b@zig.univ.sn](mailto:nf.b@zig.univ.sn)

## Résumé :

Le changement climatique a conduit à un changement de comportements de la part des agriculteurs. Ainsi, la diffusion et l'utilisation de technologies intelligentes face au climat sont considérées comme des instruments capables de réduire le déséquilibre des écosystèmes causé en partie par les activités humaines. A l'aide de probit multi-varié cette étude identifie les facteurs susceptibles d'influencer l'adoption de ces technologies. En utilisant des données collectées auprès de 473 ménages dans les régions de Thies, Louga et Kaffrine, les résultats révèlent que les facteurs qui influencent les comportements d'adoption sont l'expérience par rapport à un choc, l'éducation coranique, l'ethnie wolof, le sexe du chef de ménage, l'âge, l'agriculture comme activité principale. Ces résultats révèlent que les agriculteurs de la zone d'étude sont prêts à changer de comportement pour adopter les technologies intelligentes face au climat. En ce sens, il devient nécessaire d'intensifier les efforts afin de promouvoir les pratiques agricole améliorées et intelligentes face au changement climatique.

**Mots clés :** *Adoption, Changement climatique, Probit, Sénégal, Technologies*

## Abstract:

Climate change has led to a change in behavior on the part of farmers. Thus, the dissemination and use of climate-smart technologies is seen as an instrument capable of reducing the imbalance in ecosystems caused in part by human activities. Using multivariate probit analysis, this study identifies the factors likely to influence the adoption of these technologies. Using data collected from 473 households in the Thies, Louga and Kaffrine regions, the results reveal that the factors influencing adoption behavior are experience of a shock, Koranic education, Wolof ethnicity, gender of the head of household, age, and farming as the main activity. These results reveal that farmers in the study area are ready to change their behavior to adopt climate-smart technologies. In this sense, it becomes necessary to intensify efforts to promote improved and climate-smart farming practices.

**Keyword:** *Adoption, Climate change, Probit, Senegal, Technologies*

## I. INTRODUCTION

L'agriculture est un déterminant essentiel de la croissance économique. Il est ainsi un des leviers les plus puissants sur lequel on peut agir pour diminuer l'extrême pauvreté, renforcer le partage de la prospérité et nourrir les 10 milliards de personnes que comptera la planète en 2050 (Banque Mondiale, 2024). Ainsi, maximiser de manière durable la production et les revenus agricoles avec des ressources limitées est une nécessité pour atteindre la sécurité alimentaire et augmenter le revenu des populations les plus démunies. Cet objectif nécessite une transformation substantielle de l'agriculture (Mizik, 2021). Au Sénégal, l'agriculture joue un rôle important dans la vie socioéconomique et contribue à hauteur de 13% au produit intérieur brut. De plus, elle absorbe environ 70% de la population active et assure le revenu de 95% des ménages ruraux (ISRA, 2024) mais pourtant ne parvient pas à nourrir la population sénégalaise (Kane, 2024). Seulement, le secteur agricole est perturbé par de nombreux facteurs risquant d'entraver son rôle si important dans la structure, dont le changement climatique. En effet, au Sénégal, les défis posés par le changement climatique sur l'agriculture s'aggravent avec le temps et sont susceptibles de s'aggraver (USAID, 2021). Qui plus est, seulement 7% des terres cultivées sont irriguées, ce qui rend l'agriculture sénégalaise fortement tributaire de la pluviométrie (CGIAR, 2021). Etant essentiellement pluviale, l'agriculture au Sénégal souffre foncièrement des modifications du régime des précipitations. Ce phénomène se remarque au niveau des perturbations agricoles brutales et les répercussions profondes qu'elles ont sur la vie des populations en général et sur les agriculteurs en particulier (Mballo et al., 2021).

Cependant, bien que l'adaptation aux effets du changement climatique sur l'agriculture soit partie intégrante de l'agenda politique, la prise en compte de cet enjeu dans les politiques agricoles est encore à pourvoir (CIRAD, 2024). En ce sens, mettre en place les pratiques d'agriculture intelligentes face au climat (AIC) et des systèmes d'information climatique (SIC) devient une urgence de premier ordre. Le concept d'AIC reflète l'ambition d'assurer une meilleure intégration de la réactivité face au climat, atteindre l'autosuffisance alimentaire et les objectifs de développement élargis dans un contexte de fortes fluctuations climatiques (USAID, 2016). Telle que définie par la FAO, l'agriculture intelligente face au climat est une « *agriculture qui augmente durablement la productivité et la résilience (adaptation), réduit les émissions de gaz à effet de serre (GES) et favorise la réalisation objectifs nationaux en matière de sécurité alimentaire et de développement* » (FAO, 2010). Les méthodes AIC et SIC ont ainsi pour principaux objectifs i) l'augmentation de la productivité et de revenus agricoles de façon durable, ii) une meilleure résilience de l'agriculture face

aux effets du changement climatique, iii) la réduction des émissions de gaz à effet de serre (Mizik, 2021). Toutefois, les pratiques AIC ne sont pas de nouvelles méthodes de production agricole mais constituent un ensemble de pratiques s'appuyant sur un dispositif déjà existant d'agriculture conventionnelle renforcé par des technologies nouvelles et inédites dans l'objectif de corroborer les trois objectifs précités (Chandra et al., 2017). Les technologies AIC et SIC sont ainsi considérées comme une stratégie efficace et pertinente pour renforcer l'adaptabilité et la réduction des risques liés à la variabilité du climat dans un contexte où la culture pluviale est dominante (Worou et al., 2023). En ce sens, encourager la diffusion et l'adoption des pratiques AIC et SIC semble constituer une solution pour pallier les actuels problèmes de pauvreté et de sécurité alimentaire liés aux difficultés de l'agriculture face aux effets du changement climatique. Il serait également pertinent d'encourager la combinaison de multiples méthodes d'AIC et SIC pour permettre plus d'efficacité et une plus grande résilience face aux effets du changement climatique.

Cependant, les producteurs rencontrent d'énormes difficultés dans l'adoption des pratiques AIC. Selon Zakari (2017), la faible capacité financière et l'aptitude technique limitée des producteurs représentent des contraintes majeures dans l'adoption des technologies et pratiques d'AIC. Toutefois, d'autres facteurs sont déterminants sur la décision d'adoption des pratiques d'AIC et SIC. Parmi ces facteurs, l'âge, le niveau d'éducation, la superficie cultivée, le fait d'avoir un emploi formel (Sigue et al., 2018 ; Zakari, 2017 ; Ouattara et al., 2022)

Cette étude s'inscrit dans cette démarche d'identification des différents déterminants qui définissent l'adoption des pratiques d'AIC et SIC mais également les mécanismes qui permettent d'induire un comportement d'adoption combinée des différentes méthodes d'AIC et SIC. Le reste de l'article sera structuré comme suit : la section 2 décrit le principe d'intervention des technologies intelligentes dans la zone d'étude, la section 3 présente les matériels et méthodes, la section 4 expose les résultats et discussions et enfin la section 5 présente la conclusion.

## II. CADRE THEORIQUE D'ADOPTION DES TECHNOLOGIES INTELLIGENTES FACE AU CLIMAT

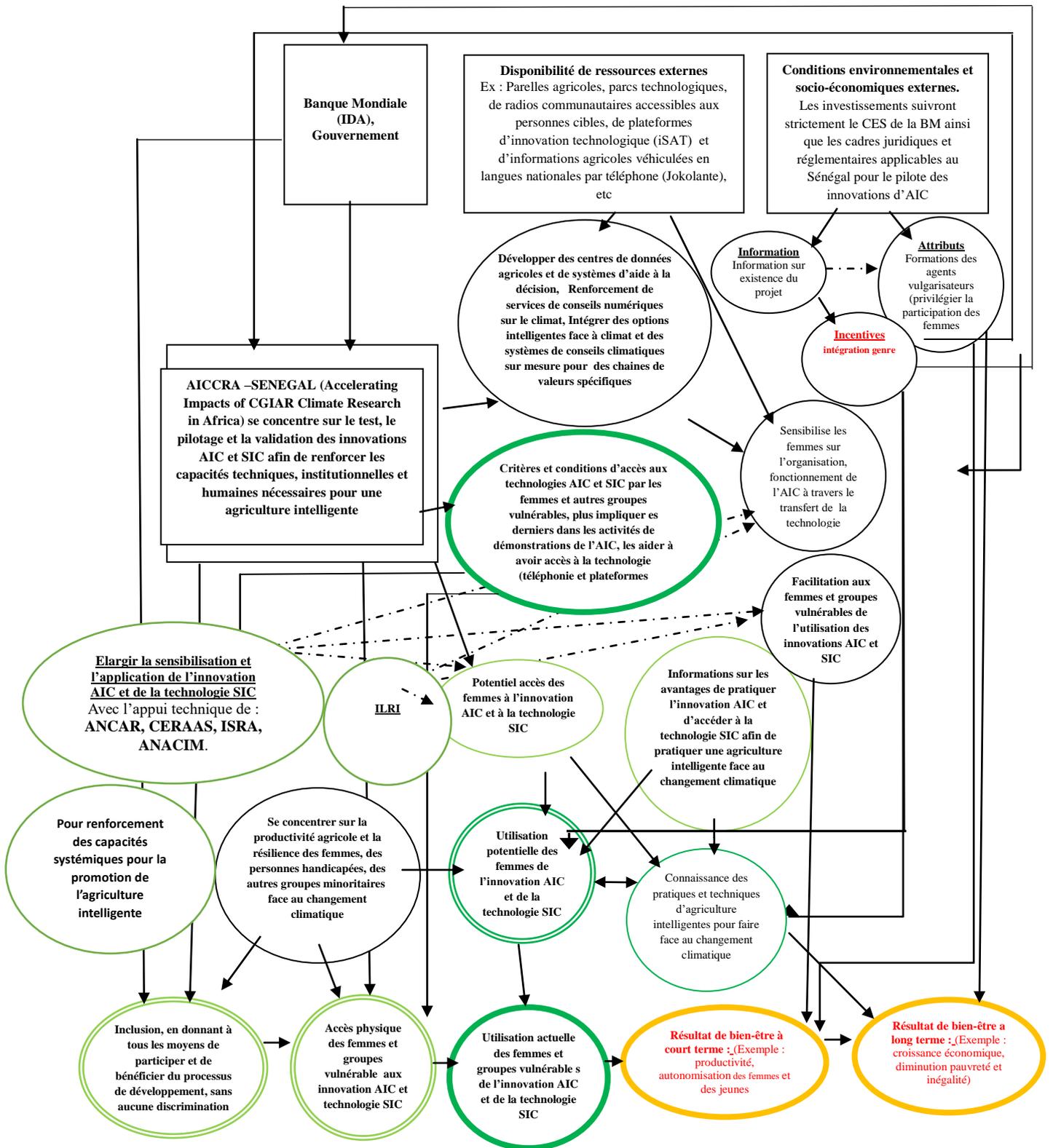
La diffusion est le processus par lequel une innovation est communiquée par certains canaux au fil du temps parmi les membres d'un système social (Rogers, 1983). Ainsi, la communication sur les caractéristiques de l'innovation permettra de déclencher des motivations et induire un changement de comportements dans la population. Ces changements de comportements peuvent se produire au niveau individuel, au niveau communautaire ou aux deux niveaux. Ainsi, « Accélérer l'impact de la

recherche climatique en Afrique » (AICCRA) a mis en place un principe d'intervention (schématisé par la figure 1) basé sur une démarche participative. Il s'est engagé avec quatre radios communautaires (Pakala FM, Jubu Jula FM, Ngaye FM, Ya Gaye FM) pour que les femmes et les autres groupes défavorisés aient connaissance de l'existence des services d'informations climatiques et des services de conseils sur les techniques d'agriculture intelligente. Pour s'assurer de la portée potentielle des programmes de ces radios pour les populations ciblées (les femmes, les personnes vivant avec un handicap, etc), les émissions ont été programmées au-delà de 18h pour les femmes et pour les hommes entre 13h et 15h et au-delà de 18h. En plus de cela, les plateformes Jokolanté et iSAT ont véhiculé des messages de sensibilisation pour une agriculture intelligente. Aussi, à travers les services techniques (ANCAR, ISRA, AfricaRice, DRDR) des parcs technologiques <sup>1</sup> ainsi que des parcelles de démonstration ont été installées dans les communes de Mabo, Ndiognik, Mbeuleup, Thiel et Méouane.

---

<sup>1</sup> Dans ces parcs, les innovations technologiques sont comparées aux pratiques agricoles traditionnelles, offrant ainsi aux agriculteurs une opportunité unique d'évaluer et de comparer les performances des nouvelles variétés de cultures telles que le mil, le niébé et l'arachide par rapport aux variétés paysannes. L'objectif est de permettre aux agriculteurs d'observer les améliorations de rendement, notamment en termes de qualité, liées à l'utilisation de biomasses comme fourrage pour le bétail. Ces technologies, mises à la disposition des agriculteurs, ont engendré une augmentation significative des rendements (ISRA/CERAAS).

Figure 1 : Principe d'intervention des technologies AIC et SIC



### III. MATÉRIELS ET MÉTHODES

#### A. Zone d'étude

Le Projet AICCRA intervient dans les régions de Kaffrine, Thiès, et Louga. A 70 km de Dakar, la région de Thiès représente 3,4% du territoire national. Avec une température avoisinant les 32°C, les précipitations moyennes annuelles de la région de Thiès sont de l'ordre de 400 à 600 mm d'eau par an. Elle renferme d'importantes potentialités hydroagricoles qui en font une zone d'intenses activités maraîchères. Les sols *joor* constituent 70% des superficies cultivables. Elle s'étend sur une superficie de 6601 km<sup>2</sup>. La population est estimée à 2 105 707 habitants en 2019 (ANSD, 2019a). Le climat de la région est influencé par des courants marins et bénéficie d'un climat doux et favorable avec une température moyenne avoisinant les 32°C. En effet, la région se situe dans une zone de transition soumise à l'influence des alizés maritimes et du harmattan. Elle présente un climat de type soudano sahélien (Sud, Sud-est), et plus sahélien au Nord et Nord-est. La zone Ouest, quant à elle, présente un climat Sub-canarien. Les températures les plus basses sont enregistrées durant les mois de janvier et février, alors que les températures les plus fortes sont notées durant les mois de mars à octobre (35°C). Après celle de Dakar, la région de Thiès se positionne comme la région du Sénégal ayant le potentiel économique le plus important. Elle tient cette position économique favorable du dynamisme des secteurs de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche, du tourisme, de l'artisanat, du commerce et des mines (ANSD, 2019b).

Avec une superficie de 24 847 km<sup>2</sup>, soit 12,60% du territoire, la région de Louga compte 1 032 645 habitants en 2019 dont 50,25% de sexe féminin. On y trouve des sols bruns et brun rouges, des affleurements latéritiques et ferrugineux tropicaux peu lessivés. Dans le département de Louga et la partie Ouest du département de Kébémér, les moyennes d'eaux et de jours de pluies enregistrées ne dépassent guère 300 mm et 24 jours de pluie. Alors que dans le département de Linguère, les postes de Lingère et Barkédji reçoivent respectivement 398,8 mm en 31 jours et 391,5 mm en 24 jours de pluie. L'économie de la région dépend essentiellement de l'agriculture et de l'élevage, deux secteurs qui sont vulnérables aux conditions climatiques. La région recense l'écrasante majorité de sa population en milieu rural, soit 78,3 % (ANSD, 2019c).

Anciennement Département de la région de Kaolack, Kaffrine est érigée en région par la loi 2008-14 du 18 mars 2008. Elle se situe entre 14°07 de latitude nord et 15°32 de longitude ouest, et couvre une superficie de 11181 Km<sup>2</sup>, soit 5,6% du territoire national. Sa population est estimée à environ 678 955 habitants, en 2019, avec une densité relativement faible, 61 habitants au Km<sup>2</sup> contre 80 habitants

au Km<sup>2</sup>, au niveau national. Dans la région, les hauteurs annuelles des pluies sont actuellement situées entre 400 et 860 mm dans les stations de Kaffrine et de Koungheul. Le cœur de la saison des pluies se situe aux mois d'août à septembre avec les hauteurs maximales obtenues.. Les principales activités économiques de la région sont essentiellement l'agriculture, l'élevage, l'exploitation forestière, le commerce, l'artisanat, l'entreprenariat féminin et les transports terrestres (ANSD, 2019a).

## B. Echantillonnage

Les données utilisées dans cet article proviennent d'une enquête réalisée par AICCRA (2023) dans les régions de Thiès, Louga et Kaffrine. Du fait de l'effectif élevé des ménages qui constituent l'unité d'échantillonnage et des contraintes de ressources, la méthode de sondage a été utilisée. Le plan de sondage comprend un échantillon de 473 ménages. La démarche utilisée repose sur une méthode de sondage probabiliste qui combine une stratification et un échantillonnage à 3 degrés pour mieux répondre aux objectifs de l'étude. Ainsi, le tirage se fait en 3 étapes dans chaque strate :

- Au premier degré, on tire de manière aléatoire un échantillon de communes (rurales ou urbaines) correspondant aux unités primaires ;
- Au deuxième degré, un échantillon de villages/quartiers est tiré de façon aléatoire dans chaque commune. À noter que des villages/quartiers de remplacement sont prévus dans chaque commune afin d'atteindre le quota fixé. À défaut, la recherche de compléments dans des localités de la même commune est préconisée.
- Au troisième degré, une liste des ménages agricoles de chaque village/quartier est constituée aléatoirement. Un échantillon de remplacement pour les ménages agricoles est également prévu pour pallier l'indisponibilité des répondants-es.

## C. Cadre analytique

Cet article repose sur l'hypothèse selon laquelle les exploitants agricoles sont rationnels. Ils sont capables de faire une évaluation paysanne et sur la base des gains anticipés décident de changer leurs comportements par rapport aux technologies traditionnelles. Ainsi, pour mieux comprendre les comportements d'adoption des technologies AIC, cet article utilise la théorie de la modification du comportement (Albrecht et Adelman, 1987) et la théorie de l'utilité aléatoire (McFadden, 1974). Cela implique que le comportement d'adoption des technologies AIC peut être modifié par plusieurs facteurs (Akudugu et al., 2023). Pour mieux réussir la diffusion des technologies AIC et SIC pour une meilleure résilience des agriculteurs, il est nécessaire d'identifier ces facteurs conduisant au

processus d'adoption. Selon la théorie de l'utilité aléatoire ainsi que la théorie de la prise de décision au seuil de Hill et Kau (1973), l'adoption de nouvelles technologies n'est possible que lorsque le bénéfice net est supérieur à zéro.

Mathématiquement, cela peut s'exprimer comme suit :

$$K_{ij}^* = E[U(\pi A)] - E[U(\pi N)] > 0 \quad (1)$$

$U(\pi A)$  et  $U(\pi N)$  sont respectivement le bénéfice de l'adoption et du non-adoption des technologies AIC-SIC. Le bénéfice net  $K_{ij}^*$  réalisé par un agriculteur à partir de l'adoption à partir de la jème technologie est une variable latente qui dépend des facteurs observables ( $X_i$ ) (tableau 1) et du terme d'erreur  $\varepsilon_i$ . Le modèle peut être spécifié comme suit :

$$K_{ij}^* = X'_{ij} + \varepsilon_{ij} (j = y_1, y_2, y_3, y_4) \quad (2)$$

Comme les préférences de l'équation (2) sont inobservées, nous allons réécrire les choix des agriculteurs sur la base d'une fonction indicatrice comme suit :

$$K_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } K_{ij}^* > 0 \\ 0 & \text{si non} \end{cases} \quad (3)$$

Etant donné que les technologies agricoles ne sont pas substituables, les ménages agricoles peuvent adopter plusieurs technologies à la fois. Dans une telle situation, les modélisations binaires ou univariées ne sont pas appropriées pour prendre en compte le problème de simultanéité des décisions d'adoption (Hill et Kau, 1973 ; (Bosch, Cook, et Fuglie, 1995)). Pour réduire la vulnérabilité des petits producteurs face aux déficits pluviométriques, aux inondations, aux insectes ravageurs, à la qualité des sols, le projet AICCRA a procédé à la diffusion de plusieurs technologies AIC et SIC. Ainsi, les producteurs sont incités à adopter plusieurs technologies de ces technologies pour une meilleure résilience aux différents chocs. Pour prendre en compte de l'autocorrélation des erreurs entre les modèles (c'est-à-dire les cinq technologies AIC et SIC : semences résilientes, les parcs technologiques, les parcelles de démonstration, les techniques de microdosage et l'information climatique) le cadre d'un probit multivarié sera utilisé avec les équations de régressions apparemment sans rapport (Greene, 2014) et qui peut être défini comme suit :

$$y_m^* = x'_m + e_m, Y_m = 1 \text{ if } y_m^* > 0, 0 \text{ si non}, m = 1, \dots, M \quad (4)$$

Avec  $[e_m | x_1, \dots, x_M] = 0$ ,  $Var[e_m | x_1, \dots, x_M] = 1$ ,  $Cov[e_m | x_1, \dots, x_M] = \rho_{jm} \sim N_M[0, R]$ . Ceci implique que les termes d'erreur sont normalement distribués avec une moyenne nulle et une matrice

de covariance  $R$ . Les probabilités conjointes qui entrent dans la fonction log-vraisemblance sont données par :

$$Prob(Y_{i1}, \dots, Y_{iM} | x_1, \dots, x_M) = \Phi_M(q_{i1x_{i1}\beta_1}, \dots, q_{iMx_{iM}\beta_M}, R^*), \quad (5)$$

Où  $q_{im} = 2y_{im} - 1$  et  $R_{jm}^* = q_{ij}q_{im}\rho_{jm}$ .

Empiriquement, les modèles des cinq technologies AIC et SIC qui sont utilisées dans cet article sont simultanément estimés à l'aide d'un probit multivariés sont spécifiés comme suit :

$$y_1 = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_6X_6 + \beta_7X_7 + \beta_8X_8 + \beta_9X_9 + \beta_{10}X_{10} + \beta_{11}X_{11} + \beta_{12}X_{12} + \beta_{13}X_{13} + \beta_{14}X_{14} + \beta_{15}X_{15} + \beta_{16}X_{16} + \beta_{17}X_{17} + \beta_{18}X_{18} + \beta_{19}X_{19} + \beta_{20}X_{20} + \varepsilon_1 \quad (6)$$

$$y_2 = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_6X_6 + \beta_7X_7 + \beta_8X_8 + \beta_9X_9 + \beta_{10}X_{10} + \beta_{11}X_{11} + \beta_{12}X_{12} + \beta_{13}X_{13} + \beta_{14}X_{14} + \beta_{15}X_{15} + \beta_{16}X_{16} + \beta_{17}X_{17} + \beta_{18}X_{18} + \beta_{19}X_{19} + \beta_{20}X_{20} + \varepsilon_1 \quad (7)$$

$$y_3 = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_6X_6 + \beta_7X_7 + \beta_8X_8 + \beta_9X_9 + \beta_{10}X_{10} + \beta_{11}X_{11} + \beta_{12}X_{12} + \beta_{13}X_{13} + \beta_{14}X_{14} + \beta_{15}X_{15} + \beta_{16}X_{16} + \beta_{17}X_{17} + \beta_{18}X_{18} + \beta_{19}X_{19} + \beta_{20}X_{20} + \varepsilon_1 \quad (8)$$

$$y_4 = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_6X_6 + \beta_7X_7 + \beta_8X_8 + \beta_9X_9 + \beta_{10}X_{10} + \beta_{11}X_{11} + \beta_{12}X_{12} + \beta_{13}X_{13} + \beta_{14}X_{14} + \beta_{15}X_{15} + \beta_{16}X_{16} + \beta_{17}X_{17} + \beta_{18}X_{18} + \beta_{19}X_{19} + \beta_{20}X_{20} + \varepsilon_1 \quad (9)$$

$$y_5 = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_6X_6 + \beta_7X_7 + \beta_8X_8 + \beta_9X_9 + \beta_{10}X_{10} + \beta_{11}X_{11} + \beta_{12}X_{12} + \beta_{13}X_{13} + \beta_{14}X_{14} + \beta_{15}X_{15} + \beta_{16}X_{16} + \beta_{17}X_{17} + \beta_{18}X_{18} + \beta_{19}X_{19} + \beta_{20}X_{20} + \varepsilon_1 \quad (10)$$

#### IV. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

En général, la majorité des agriculteurs ont au moins adopté une technologie AIC et SIC. L'analyse statistique du tableau 2 indique que 8% ont accès aux parcelles de démonstrations, 19% ont adopté les semences résilientes, 33,6% ont utilisé l'information climatique, 14,1% ont appliqué les techniques de microdosage. Les analyses descriptives montrent que la majorité (89,3%) des agriculteurs était des hommes chefs de ménages, âgés en moyenne de 52 ans, 92% ayant l'agriculture comme activité principale. Les résultats révèlent que la majorité des agriculteurs ont déclaré avoir

subi un choc durant les dix dernières années. L'analyse du tableau 2 montre que 63,2% ont été confrontés à des hausses de températures, 65,9% à des déficits de précipitations, 57% ont subi une dégradation de leurs sols.

Sur la base des caractéristiques retenus dans le tableau 2, cet article identifie lesquels ont induit une influence sur l'adoption des technologies AIC et SIC. Le tableau 3 montre un rapport de vraisemblance significatif au seuil de 1%.

TABLEAU 1: STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Variables	Moyenne	Stand . error	Intervalle de confiance (95%)	
Parcelles de démonstration ( $y_1$ )	0,080	0,272	0,055	0,104
Semences résilientes ( $y_1$ )	0,190	0,018	0,154	0,225
Utilisation de l'Information climatique ( $y_1$ )	0,336	0,021	0,293	0,378
Microdosage ( $y_1$ )	0,141	0,016	0,110	0,173
Hausse des températures ( $X_1$ )	0,632	0,022	0,588	0,675
Déficit de précipitations ( $X_2$ )	0,659	0,021	0,616	0,720
Inondation ( $X_3$ )	0,114	0,014	0,085	0,142
Pluie tardive ( $X_4$ )	0,661	0,021	0,618	0,704
Pluies hors saison ( $X_5$ )	0,162	0,016	0,129	0,196
Attaques de ravageurs ( $X_6$ )	0,570	0,022	0,526	0,615
Dégradation du sol ( $X_7$ )	0,570	0,022	0,526	0,615
Salinisation ( $X_8$ )	0,019	0,006	0,006	0,031
Feu de brousse ( $X_9$ )	0,141	0,016	0,110	0,173
Pertes de bétail ( $X_{10}$ )	0,424	0,022	0,380	0,469
Nombre d'hommes dans le ménage ( $X_{11}$ )	6,437	0,168	6,107	6,767
Superficie exploitée ( $X_{12}$ )	70,069	0,294	60,491	70,647
Zone Kaffrine ( $X_{13}$ )	0,368	0,022	0,324	0,411
Zone Thiès ( $X_{14}$ )	0,3170	0,021	0,274	0,359
Ethnie wolof ( $X_{15}$ )	0,672	0,021	0,629	0,714
Age ( $X_{16}$ )	52,831	0,622	51,608	54,055

Agriculture comme activité principale ( $X_{17}$ )	0,923	0,012	0,899	0,947
Homme chef de ménage ( $X_{18}$ )	0,893	0,014	0,865	0,921
Marié ( $X_{19}$ )	0,921	0,009	0,939	0,975
Ecole coranique ( $X_{20}$ )	0,719	0,020	0,678	0,759

En d'autres termes, les valeurs rho qui sont les coefficients de corrélation entre les résidus de chaque modèle de chacun des modèles probit sont statistiquement significatives. Cela signifie que l'utilisation du modèle probit multivarié est appropriée. Les résultats du modèle probit multivarié indiquent que la visite des parcelles de démonstration, l'adoption de semences résilientes sont influencées de façon significative par la dégradation des sols et la salinisation des terres et le nombre d'hommes dans le ménage (Tableau 3). Aussi, les résultats révèlent que l'utilisation de l'information climatique est influencée significativement par les pluies tardives, la dégradation des sols, et les pertes de bétail. Les résultats montrent que les chocs comme la hausse des températures, les attaques des ravageurs, la dégradation des sols et la salinisation expliquent significativement le recours aux techniques de microdosage. En particulier, les résultats révèlent que la probabilité qu'un agriculteur adopte une technologie AIC et SIC est significativement expliquée par l'expérience qu'il a par rapport à un choc subi durant les dix dernières années. Selon Tesfaye et al. (2022), même si les chocs peuvent réduire la compétence et la capacité des ménages à adopter de nouvelles technologies agricoles, les exploitants agricoles peuvent adopter les innovations en tant que mécanisme d'adaptation aux différents chocs auxquels ils sont confrontés. Ces auteurs montrent l'hétérogénéité des chocs et révèlent que les chocs de production et de santé ont des effets négatifs sur l'adoption d'innovation à coût élevé telles que les semences améliorées, les engrais chimiques et l'irrigation. Cette hétérogénéité des facteurs sur l'adoption des technologies agricoles a été montrée par Akudugu et al. (2023) qui indiquent que l'impact possible de la pandémie de Covid-19 influence les comportements d'adoption des technologies numériques.

Les résultats du tableau 3 montrent que l'âge de l'agriculteur diminue la probabilité d'utilisation de l'information climatique. Ce résultat est contradictoire à celui trouvé Akudugu et al. (2023) qui montre que l'âge influence de façon positive la probabilité d'adopter les services de vulgarisation en ligne. Cependant, en Ethiopie, Gebremariam et Tesfaye (2018) révèlent que l'âge influence de façon négative l'utilisation d'engrais chimiques et l'irrigation. Les résultats du tableau 3 indiquent aussi

que le nombre d'hommes est un facteur important dans le déplacement des comportements d'adoption des agriculteurs des technologies traditionnelles vers les technologies améliorées.

TABLEAU 2: RESULTATS DU PROBIT MULTIVARIE

Variables	Parcelles de démonstration	Semences résilientes	Information climatique	Microdosage
	Coefficient (Std. Erreur)	Coefficient (Std. Erreur)	Coefficient (Std. Erreur)	Coefficient (Std. Erreur)
Hausse des températures ( $X_1$ )	-0,157 (0,153)	-0,207(0,159)	0,188(0,146)	0,334**(0,171)
Déficit de précipitations ( $X_2$ )	0,007(0,147)	0,127(0,151)	-0,028(0,141)	-0,006(0,162)
Inondation ( $X_3$ )	-0,283(0,226)	-0,363(0,248)	0,135(0,194)	-0,218(0,261)
Pluie tardive ( $X_4$ )	0,048(0,148)	0,179(0,152)	0,346**(0,140)	-0,177(0,160)
Pluies hors saison ( $X_5$ )	0,042(0,194)	0,039(0,203)	0,217(0,179)	-0,569**(0,241)
Attaques de ravageurs ( $X_6$ )	0,238(0,152)	-0,059(0,156)	0,191(0,142)	0,428*** (0,169)
Dégradation du sol ( $X_7$ )	0,455*** (0,151)	0,246* (0,153)	0,244* (0,139)	0,541*** (0,172)
Salinisation ( $X_8$ )	0,825* (0,483)	10,051** (0,453)	-0,109 (0,489)	10,183*** (0,478)
Feu de brousse ( $X_9$ )	0,193 (0,222)	-0,1046 (0,235)	0,145 (0,206)	0,023 (0,262)
Pertes de bétail ( $X_{10}$ )	-0,183 (0,152)	-0,002 (0,154)	0,342** (0,138)	-0,519*** (0,168)
Nombre d'hommes dans le ménage ( $X_{11}$ )	0,0665*** (0,019)	0,052*** (0,018)	0,014 (0,017)	0,032* (0,018)

Superficie exploitée ( $X_{12}$ )	-0,010(0,011)	0,009(0,010)	0,005(0,009)	-0,013(0,011)
Zone Kaffrine ( $X_{13}$ )	-0,077(0,196)	-0,235(0,204)	-0,248(0,190)	-0,675***(0,236)
Zone Thiès ( $X_{14}$ )	-0,103(0,225)	0,079(0,237)	0,191(0,208)	0,155(0,239)
Ethnie wolof ( $X_{15}$ )	0,047(0,178)	-0,014(0,186)	0,098(0,171)	0,410** (0,211)
Age ( $X_{16}$ )	-0,006(0,005)	-0,005(0,005)	- 0,011**(0,005)	-0,004(0,005)
Agriculture comme activité principale ( $X_{17}$ )	0,274(0,293)	10,076**(0,533)	0,152(0,260)	0,455(0,328)
Homme chef de ménage ( $X_{18}$ )	0,266(0,267)	0,408(0,315)	- 0,534**(0,237)	0,071(0,326)
Marié ( $X_{19}$ )	0,312(0,445)	30,772(550,547)	0,163(0,326)	-0,546(0,403)
Ecole coranique ( $X_{20}$ )	-0,028(0,165)	0,147(0,173)	0,038(0,153)	0,895***(0,199)
Constant	- 1,742***(0,577 )	- 60,349(550,551)	-0,561(0,440)	-10,880***(0,566)
<b>Mesure</b>	<b>Coefficient</b>	<b>Stand0, Erreur</b>	<b>z</b>	
rho21	0,855	0,031	27,25	
rho31	0,327	0,073	4,43	
rho41	0,374	0,083	4,50	
rho32	0,401	0,074	5,38	
rho42	0,264	0,088	2,99	
rho43	0,337	0,081	4,13	

<p><b>Mesure d'ajustement</b> Likelihood ratio test of</p>	$\rho_{21} = \rho_{31} = \rho_{41} = \rho_{32} = \rho_{42} = \rho_{43} = 0: \chi^2(6)$ $= 213,45 \text{ Prob} > \chi^2 = 0$
--	--

## V. CONCLUSIONS

L'agriculture sénégalaise est confrontée à de nombreux défis, notamment la dégradation des sols, l'appauvrissement des ressources naturelles, les changements climatiques et la faible productivité. Les technologies AIC et SIC apparaissent comme une solution prometteuse pour relever ces défis et améliorer les conditions de vie des ménages agricoles, notamment l'amélioration de leurs revenus. Cette étude s'est fixée comme objectif d'identifier les facteurs déterminants de l'adoption des technologies AIC et SIC au Sénégal afin de mieux comprendre les facteurs sur lesquels il est possible d'agir pour améliorer la diffusion. En utilisant un probit multivarié, les résultats de l'étude révèlent que plusieurs facteurs influencent la décision des petits exploitants sénégalais d'adopter les technologies AIC et SIC.

Sur la base des résultats obtenus, l'étude souligne l'importance d'accorder une place primordiale de la promotion des technologies AIC et SIC dans les politiques publiques. Cela peut se faire à travers la mise en place de programmes de sensibilisation des petits exploitants sur les enjeux des technologies AIC et SIC, du dérèglement climatique et de la dégradation environnementale. Ces programmes doivent nécessairement intégrer des activités de renforcement technique, allant de la fourniture de connaissances et compétences à l'amélioration du ratio agent de vulgarisation/agriculteur. Les agents de vulgarisation auront particulièrement la charge d'apporter un appui technique et d'encourager au développement de nouvelles techniques.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) P. K. Nkegbe, C. A. Wongnaa, et K. K. Millar, *Technology adoption behaviors of farmers during crises: What are the key factors to consider?* Journal of Agriculture and Food Research, 2023
- (2) A. Terrance et M. B. Adelman, *Communicating social support*. Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc, 1987.
- (3) ANSD, *Situation économique et sociale de la région de Kaffrine*, 2019

- (4) ANSD, *Situation économique et sociale de la région de Thies*, 2019, ANSD.
- (5) ANSD, *Situation économique et sociale de la région de Louga*, 2019.
- (6) Banque Mondiale, *Agriculture et alimentation*, World Bank, 2024. <https://www.banquemondiale.org/fr/topic/agriculture/overview>.
- (7) B. Darrell, Z. L. Cook, et K. O. Fuglie, *Voluntary versus Mandatory Agricultural Policies to Protect Water Quality: Adoption of Nitrogen Testing in Nebraska*, *Applied Economic Perspectives and Policy*, 1995, 17 (1), p.13-24.
- (8) CGIAR, *Sénégal | CCAFS: CGIAR research program on Climate Change, Agriculture and Food Security*, 2021. <https://ccafs.cgiar.org/fr/regions/afrique-de-louest/senegal>.
- (9) C. Alvin, K. E. McNamara, et P. Dargusch, *The Relevance of Political Ecology Perspectives for Smallholder Climate-Smart Agriculture: A Review*, *Journal of Political Ecology*, 2017, 24 (1), p.201.
- (10) CIRAD, *Les projets de développement suffisent-ils à adapter l'agriculture sénégalaise au changement climatique?* 2024.
- (11) FAO, *L'agriculture intelligente face au climat | Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture*, 2010.
- (12) G. Gebrelibanos et W. Tesfaye, *The heterogeneous effect of shocks on agricultural innovations adoption: Microeconomic evidence from rural Ethiopia*, *Food Policy*, 2018, p.154-61.
- (13) H. Lowell et P. Kau, *Application of Multivariate Probit to a Threshold Model of Grain Dryer Purchasing Decisions*, *American Journal of Agricultural Economics*, 1973, 55 (1), p.19-27.
- (14) ISRA, *Enjeux et défis*, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (blog), 2024.
- (15) K. A. Aly, *Les paradoxes de l'agriculture sénégalaise*, 2024.
- (16) M. Issa, O. Sy, D. Gaye, et B. Sané, *Variabilité pluviométrique et développement de l'activité agricole dans la région de Kolda (Sénégal)*. *Dynamiques environnementales. Journal international de géosciences et de l'environnement*, 2021 n° 48, p.101-26.
- (17) M. Tamás, *Climate-Smart Agriculture on Small-Scale Farms: A Systematic Literature Review?* 2021. *Agronomy*, 11 (6): p.1096.
- (18) O. Brama, L. Sanou, J. Koala, et M. Hien, *Perceptions locales de la dégradation des ressources naturelles du corridor forestier de la Boucle du Mouhoun au Burkina Faso*, *Bois & forêts des tropiques*, 2022, p.43-60.
- (19) S. Hamadé, I. A. Labiyi, J. A. Yabi, et G. Biaou, « Facteurs d'adoption de La Technologie "Microdose" Dans Les Zones Agroécologiques Au Burkina Faso ». *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2028, 12 (5), p.2030-43.
- (20) T. Abonesh, M. Radeny, M. J. Ogada, J. W. Recha, G. Ambaw, N. Chanana, S. Huyer, G. Demeke, et D. Solomon, *Gender empowerment and parity in East Africa: evidence from climate-smart agriculture in Ethiopia and Kenya*, *Climate and Development*, 2022, 15 (9), p.768-78.
- (21) USAID, *Agriculture intelligente face au climat au Sénégal*, 2016.
- (22) USAID, *15 ans d'agriculture intelligente face au climat (CSA) au Sénégal | News | Senegal*, U.S. Agency for International Development, 2021.
- (23) W. Nadine, B. W. Basse, N. Yessoufou, S. Barro, E. Sarr, T. Gondwe, *Renforcer la résilience des petits exploitants agricoles face à la variabilité climatique : Implication de l'accès aux innovations sur l'adoption de l'AIC et l'autonomisation des femmes au Sénégal*, *Info note Report*, 2023.
- (24) Z. Seydou, *Adoption des technologies et pratiques d'agriculture intelligente face au climat dans les sites ccafs (niger), 2017*, Rapport final.