

---

**Estimation par la méthode de l'effet moyen du traitement (ATE) des taux et déterminants de l'adoption des bonnes pratiques culturales d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) au Sénégal**

**Basse Blaise Waly\*, Diop Omar, Mbaye Souleymane**

Université Assane Seck de Ziguinchor. Département Economie-Gestion. BP 523 Ziguinchor (Sénégal). E-mail : bwbasse@univ-zig.sn

Reçu le 11 octobre 2022, accepté le 15 février 2023, publié en ligne le 11 mars 2023

---

## RESUME

**Description du sujet.** Au Sénégal, les rendements de la filière anacarde sont faibles et pour infléchir cette tendance, les producteurs doivent être incités à changer de comportements et à adopter de bonnes pratiques culturales.

**Objectif.** L'objectif de cette recherche est de déterminer les taux et les facteurs explicatifs de l'adoption de bonnes pratiques culturales d'anacarde.

**Méthodes.** Les données utilisées proviennent d'une enquête réalisée auprès de 221 producteurs dans le département de Kolda. L'effet moyen du traitement a été utilisé pour estimer les taux et les déterminants de l'adoption des bonnes pratiques culturales.

**Résultats.** Les résultats montrent un taux d'adoption actuel (JEA) de 38,91 % contre un taux potentiel (ATE) de 71,39 %. Ce résultat indique un gap d'adoption qui doit être corrigé à travers un investissement dans la sensibilisation. Les variables spécifiques qui déterminent la probabilité d'adoption des bonnes pratiques culturales sont l'âge du producteur, l'accès au crédit, l'alphabétisation et l'âge des plants.

**Conclusion.** Le recours à la sensibilisation comme instrument pour diffuser les bonnes pratiques culturales chez les producteurs bénéficiaires du projet champs-Ecoles aura un impact positif et significatif sur la productivité d'anacardier.

**Mots clés :** Champs-Ecoles, Anacarde, Bonnes Pratiques Culturales (BPC), Adoption, Sénégal

## ABSTRACT

### **Estimation by Average Treatment Effect (ATE) method of rates and determinants of the adoption of good cashew cultivation practices in Senegal**

**Description of the subject.** In Senegal, cashew yields are low, which prevents it from contributing fully to growth for producers and to reverse this trend, producers must be encouraged to change their behavior and adopt good farming practices.

**Objective.** The objective of this research is to determine the rates and determinants of the adoption of good cashew cultivation practices.

**Methods.** The data used are based on a survey conducted in 2019. The survey covered 228 farmers in the department of Kolda. The average treatment effect (ATE) method was used to estimate rates the population adoption rates and determinants of the good agricultural practices.

**Results.** Results show an actual adoption rate (JEA) of 38.91 % against a potential rate (ATE) of 71.39 %. This result indicates an adoption gap that needs to be corrected through awareness sessions. The specific variables that determine the probability of adoption of good agricultural practices are the age of the producer, access to credit, literacy and the age of the plants.

**Conclusion.** The using awareness raising as instrument has a positive and significant impact on the adoption of good cashew cultivation practices.

**Keywords:** Field-Schools, Cashew, Good agricultural practices, Adoption, Senegal.

---

## 1. INTRODUCTION

En Afrique, l'anacardier était considéré comme un arbre de reboisement pour combattre l'érosion (Totjssaint-Norlet *et al.*, 1961) et aujourd'hui, il constitue une source de revenu pour les producteurs (Ndiaye *et al.*, 2017; Koffi et Oura, 2019). La production annuelle en 2018 pour le continent Africain était estimée à 1,8 millions de tonnes (Hien, 2019). Au Sénégal, l'objectif assigné aux plantations d'anacardières a varié dans le temps en passant d'un arbre de reboisement et de conservation des sols à une culture de rente (PADEC/IRD, 2014).

Le Sénégal fait partie des plus grands producteurs de noix de cajou en Afrique (Ndiaye *et al.*, 2021) et sa production moyenne en 2019 était estimée à 28 900 tonnes, exportée essentiellement vers l'Inde (Hien, 2019). Les principales zones de production sont les régions de Ziguinchor, Sédhiou, Kolda et Fatick dont les trois premières couvrent 90 % de la production nationale de noix brutes (PADEC, 2010). Même si sa part dans la production africaine est faible (Samb *et al.*, 2018a), elle constitue une source de revenu supplémentaire pour plus de 100 000 personnes (CNUCED, 2017). En effet, la campagne de commercialisation des noix de 2019 a permis aux acteurs de faire un chiffre d'affaire de plus de 25,1 milliards de CFA avec 3,59 milliards mobilisés pour l'achat des noix brutes (ACA, 2019). Malgré cet apport économique déterminant, la filière reste confrontée à une faiblesse de la production liée essentiellement à l'application des techniques culturelles traditionnelles (Bosc *et al.*, 2014; Samb *et al.*, 2018a). Les plantations d'anacardières connaissent également d'autres difficultés qui affectent leur performance productive (Sarr, 2002; USAID, 2006). Ces difficultés sont notamment le manque de moyens pour la fertilisation des plantations, l'encadrement technique insuffisant, des variétés peu productives, le passage récurrent des feux de brousse, la divagation des animaux et les attaques des ravageurs (Touré *et al.*, 2017). Ces contraintes constituent un obstacle à l'amélioration de la performance économique de la filière (Sarr, 2002). Pour accroître la puissance productive afin qu'elle devienne une source de croissance économique, il est important d'inciter les producteurs à adopter de bonnes pratiques culturelles.

En effet, plusieurs études ont montré que l'adoption de bonnes pratiques de production peut constituer un instrument efficace d'amélioration des rendements des plantations d'anacardières (Samb *et al.*, 2018b; Basse *et al.*, 2022). C'est dans ce cadre que la première phase du Projet d'amélioration de la Chaîne de Valeur de l'anacarde au Sénégal (CEP 1) a été mise en œuvre par International Relief & Development (IRD) durant la période qui va d'Octobre 2008 à Octobre 2012. En 2013, le projet a été révisé et amélioré dans sa phase 2 suivant les

expériences acquises durant la première. La base de la phase 2 (CEP 2) du projet est la vulgarisation des bonnes pratiques culturelles chez les producteurs d'anacarde au Sénégal. Ainsi, il est nécessaire d'identifier le niveau d'adoption et les facteurs sur lesquels on peut s'appuyer pour améliorer la diffusion des bonnes pratiques culturelles.

Dans cette optique, l'objectif de cet article est de déterminer les taux et les facteurs explicatifs de l'adoption des bonnes pratiques culturelles. L'intérêt de cette étude réside premièrement dans le fait que l'estimation des différents taux d'adoption (dans les sous populations des exposés ou non exposés) permettra d'identifier les groupes de producteurs qui sont les plus susceptibles de respecter les bonnes pratiques sur la manière de conduire la culture d'anacarde. Deuxièmement, cette recherche peut servir de cadre de diffusion en identifiant les facteurs sur lesquels les structures d'encadrement et de recherche devront s'appuyer pour inciter les producteurs d'anacarde de la zone à changer de comportement et d'adopter les bonnes pratiques culturelles (Rogers, 1983).

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Contexte de diffusion des bonnes pratiques culturelles

L'International Relief and Development (IRD) a lancé en 2014 le projet *Amélioration de la chaîne de valeur cajou dans la Sénégalie* afin de promouvoir l'échange d'informations par le biais de la formation participative. Ce sont les communes de Bagadadji et de Sare Bidji dans le département de Kolda qui ont été retenues pour participer au projet. Le modèle Champ-École, qui est un regroupement de 25 producteurs, a été retenu afin de sensibiliser les producteurs sur les Bonnes Pratiques Culturelles (BPC). A travers les Champs-École, deux facilitateurs locaux ont été mis à la disposition des producteurs afin de les inciter à respecter les écartements d'au moins 10 m entre pieds et 10 m entre les lignes ; de tailler régulièrement les arbres ; de mettre une clôture ou un pare-feu dans le but de lutter contre les feux de brousse, d'appliquer des éclaircies, de désherber le verger, d'associer à ses plants d'anacardières des cultures annuelles ou encore de labourer le verger. Toutefois, l'application de ces BPC n'est pas chose évidente et dépendra du degré de motivation des producteurs qui accepteront de changer leurs comportements en abandonnant les anciennes pratiques. Étant donné que ces pratiques ne sont pas parfaitement substituables, elles doivent être toutes appliquées pour augmenter la productivité. Ainsi, c'est l'ensemble de ces pratiques culturelles qui fera l'objet de l'évaluation du niveau d'adoption. Dans ce cas, est considéré comme

adoptant tout producteur qui a appliqué toutes ces pratiques culturales dans son verger.

## 2.2. Présentation de la zone d'étude

Cette recherche a été réalisée dans la région de Kolda en utilisant les données d'une enquête réalisée en 2019. Elle se situe entre 12°20 et 13°40 de latitude nord et 13° et 16° de longitude ouest et s'étend sur

une superficie de 13 721 km<sup>2</sup> soit 7 % du territoire national. Située dans la zone agroécologique de Casamance (Figure 1), la région de Kolda est limitée au Nord par la Gambie, au Sud par les deux Guinées (Bissau et Conakry), à l'Est par la région de Tambacounda et à l'Ouest par la région de Sédhiou. Elle est composée des départements de Kolda, de Vélingara et de Médina Yoro Foulah.



**Figure 1.** Carte de la région de Kolda (Source : <https://www.sec.gouv.sn/cartes>)

Avec ces 13 804 km<sup>2</sup> de terres cultivables, la région de Kolda possède de nombreuses potentialités végétales et pluviométriques (ANSD, 2020). L'agriculture est la principale activité et 79,8 % des ménages en milieu rural et 20,2 % des ménages en milieu urbain s'activent dans ce secteur et y tirent leurs sources de revenus (ANSD, 2014). Elle est composée des communes rurales de Kolda, de Dabo, de Bagadadji et de Dioulacolon. Le Pulaar est la langue la plus parlée, suivie du Wolof, du Manding, du Sarakholé, du Soninké et du Diola. Le département de Kolda est limité au Nord par le département de Médina Yoro Foulah, à l'Est par le département de Vélingara, à l'Ouest par la région de Sédhiou et au Sud par la Guinée Bissau et la Guinée Conakry. Le climat est de type soudano-guinéen recevant des précipitations qui s'étalent de juin à octobre avec une intensité maximale sur la période août-septembre. Les précipitations moyennes varient entre 700 mm et 1300 mm. Les températures moyennes mensuelles les plus basses sont enregistrées entre décembre et janvier et varient entre 25 et 30 °C, les plus élevées sont notées entre mars et septembre avec des variations de 30 à 40 °C.

Le relief est constitué de grès sablo-argileux formant des plateaux avec une végétation naturelle abondante (savane ou forêt claire), entrecoupées de vallées dans lesquelles se trouvent les rizières et les pâturages de bas-fonds. Les feux de brousse constituent une des causes de la dégradation des formations forestières. Fréquents en saison sèche, ils ravagent chaque année plusieurs hectares de forêts, de pâturages et des tonnes de récoltes. Ces feux de brousse ont causé plusieurs dégâts notamment la perte de plantations et de récoltes, de végétation (tapis herbacé brûlé et végétation arborée), de produits agricoles (arachide, mil, riz, maïs, noix de cajou), des habitations et du matériel brûlé. La richesse biologique spécifique de la zone est à la fois un atout et une contrainte car certaines espèces qui se développent dans ce biotope sont de véritables ravageurs des cultures. Dans les vergers du département de Kolda, l'absence de clôtures facilite et occasionne la divagation des animaux et les vols de noix de cajou. Une des principales contraintes de la filière anacarde reste la grande instabilité des prix au producteur. Au début des années 1980, un kilo de noix d'acajou était échangé contre un kg de riz à la frontière Bissau guinéenne. Entre 1994 et 1998, les prix ont varié, en

moyenne, entre 150 F CFA (0,23 EUR) le kg en début de campagne et 475 F CFA (0,72 EUR) en fin de campagne. A partir de 1999 jusqu'en 2001, les prix ont connu une baisse non négligeable. Pour la campagne agricole 2021, le prix au kilogramme était fixé à 305 F CFA (0,46 EUR). Il est clair que l'amélioration de la productivité d'anacarde peut être déterminante dans l'amélioration des conditions de vie des producteurs de la région.

### 2.3. Échantillonnage et collecte de données

Comme base de sondage, les données de l'enquête de référence du projet *Amélioration de la chaîne de valeur cajou dans la Sénégambie* ont été utilisées. Elle a été conduite durant les mois de juin à octobre 2013. Le plan de sondage et le calcul de la taille minimum de l'échantillon ont conduit à un échantillonnage aléatoire en grappes de six villages appuyés par IRD et six autres non-appuyés. La taille des grappes est de 19 producteurs. Ces choix conduisent à un échantillon total de 221 ménages. Avec une puissance statistique de 80 % et un niveau de significativité de 5 %, le nombre de grappes, la taille des grappes et l'échantillon ont mené à un effet minium détectable relatif (MDES) de 27,54 % sur les rendements. Pour la collecte des données, des visites de terrain préliminaires ont permis de rencontrer les producteurs et les autres acteurs de la filière pour tester le questionnaire. Ce test a permis sa validation sur sa pertinence et sur sa faisabilité. La période du 02 février au 02 mars 2019 a été retenue pour recueillir les données relatives à la campagne agricole 2018. En effet, après concertation avec les acteurs du projet, cette période a été considérée comme la plus favorable pour pouvoir mobiliser tous les producteurs qui étaient concernés par l'enquête. Les entretiens ont duré en moyenne 45 minutes. Les informations recueillies étaient relatives à l'identification du producteur, aux caractéristiques des ménages, aux caractéristiques des vergers, aux revenus et dépenses générés par les anacardiens, aux pratiques de production d'anacarde, ainsi qu'à l'appréciation que le producteur fait de l'évolution du rendement de son verger.

### 2.4. Méthode d'estimation de l'effet moyen du traitement (ATE)

Dans la littérature, la plupart des études réalisées sur l'adoption des nouvelles technologies utilisent les méthodes classiques (Tobit, Probit ou le Logit) pour estimer les taux d'adoption et les déterminants de l'adoption des nouvelles technologies (Diagne et Demont, 2007). Cependant, ces méthodes donnent une estimation biaisée des vrais taux d'adoption car elles supposent que la connaissance de la technologie diffusée est universelle dans la population. En effet, dans la réalité, la diffusion d'une technologie est rarement complète et par conséquent toute la population n'est pas entièrement exposée à la technologie. Ce biais résulte du fait que

la population qui n'a pas été exposée à la technologie ne peut pas l'adopter même si elle allait le faire si elle en avait été exposée (Diagne et Demont, 2007). Le biais de non-exposition entraîne souvent une sous-estimation du taux d'adoption potentiel dans la population. Selon Diagne & Demont (2007), le taux d'adoption parmi la sous-population qui a été exposée à la technologie n'est pas aussi une estimation robuste du taux d'adoption réel de la population.

En effet, ce taux d'adoption souffre d'un biais de sélection positive qui est dû au fait que le choix de la population bénéficiaire n'est pas aléatoire. En général, la population ciblée pour tester ou diffuser une nouvelle technologie est celle qui est la plus disponible ou la plus engagée à l'accepter (Diagne et Demont, 2007). Dans le même sens, Parienté (2008) note qu'en général, les populations qui participent à un test ou à une diffusion d'une nouvelle technologie sont celles qui sont les plus motivées ou les plus informées sur la technologie. Pour contrôler de façon appropriée les biais de non exposition, de sélection positive et estimer de façon robuste les vrais taux d'adoption et les déterminants, Diagne et Demont (2007) ont développé le modèle d'estimation de l'effet moyen du traitement, plus connue sous le nom de *Average Treatment Effect* (ATE) dans la littérature.

Le cadre conceptuel du modèle d'estimation de l'ATE repose sur le modèle causal de Rubin (1974) qui est adapté en général à l'analyse de la situation dans laquelle un traitement peut être administré ou non à un individu. Dans le contexte de l'adoption, le statut du traitement correspond au statut d'exposition à la technologie. L'exposition se définit comme étant la connaissance de la technologie, rendu possible par l'information et la sensibilisation de la population. Dans le cadre de notre étude, l'exposition signifie la connaissance des bonnes pratiques culturales. Soit  $t$  une variable binaire déterminant le statut de l'exposition aux bonnes pratiques culturales.  $t_i = 1$  signifie que le producteur a été exposé aux bonnes pratiques culturales (et par conséquent il connaît ces bonnes pratiques culturales) et  $t_i = 0$  signifie qu'il n'a pas été exposé. L'exposition est supposée avoir un effet sur l'adoption des bonnes pratiques culturales qui constitue une variable de résultat.

Le modèle causal de Rubin (1974) considère que pour une variable de résultat donnée, il y a deux variables de résultats potentiels, correspondant à ce que serait la situation d'un individu sous chacune des alternatives, c'est à dire si l'individu bénéficie du traitement  $y_i = 1$  et s'il n'en bénéficie pas  $y_i = 0$ . Ces deux résultats ne sont jamais observés en même temps pour le même individu car il est impossible d'être à la fois exposé et non exposé en même temps. De ce fait, pour un individu traité,  $Y_1$  est observé tandis que  $Y_0$  est inconnu et inversement. La valeur

qui correspond au résultat qui aurait été réalisé si l'individu n'avait pas été traité est appelée "contrefactuel" dans la littérature économétrique de l'évaluation (Rubin, 1974). Le résultat de l'adoption observé  $Y$  peut s'écrire comme une fonction des deux résultats d'adoption potentiels  $Y_1$  et  $Y_0$  et du statut d'exposition  $t$  comme suit :

$$Y = TY_1 + (1 - T)Y_0 \quad (1)$$

Dans le cas de notre étude où le résultat de l'adoption est une variable binaire prenant la valeur 1 si le producteur adopte les bonnes pratiques ou 0 sinon, alors la valeur attendue correspondant au résultat moyen de l'adoption des bonnes pratiques culturelles se résume à la probabilité correspondant à la mesure du taux d'adoption (proportion des adoptants dans la population). Les différents effets de traitement s'écrivent donc comme suit :

ATE : Effet Moyen du Traitement sur la population et représente le taux d'adoption potentiel pour toute la population :  $ATE = E(TY_1) = P(Y_1 = 1)$  (2)

ATE1 : Effet Moyen du Traitement sur la sous population traitée, c'est-à-dire le taux d'adoption parmi les exposés (ceux qui ont été sensibilisés sur les bonnes pratiques culturelles) :

$$ATE1 = E\left(\frac{Y_1}{T} = 1\right) = P\left(Y_1 = \frac{1}{T} = 1\right) \quad (3)$$

ATE0 : Effet Moyen du Traitement sur la sous population non traitée, c'est à dire le taux d'adoption potentiel parmi les non exposés (ceux qui n'ont pas été sensibilisés sur les bonnes pratiques culturelles) :

$$ATE0 = E\left(\frac{Y_1}{T} = 0\right) = P\left(Y_1 = \frac{1}{T} = 0\right) \quad (4)$$

Si  $Y_0 = 0$ , l'expression du résultat observé de l'adoption comme fonction du résultat potentiel de l'adoption et du statut de l'exposition se réduit à :  $y = yy_1$

Cette expression montre que la variable de résultat observé de l'adoption est une combinaison de celle de l'exposition et du résultat potentiel de l'adoption, d'où l'appellation : Taux commun d'exposition et d'adoption de la population, plus connu sous le nom de *Joint Exposure and Adoption* :

$$(JEA). E(Y) = E(TY_1) \quad (5)$$

La différence de moyenne entre le JEA et ATE est appelé le gap d'adoption (GAP) qui informe sur la demande de la technologie. Ce GAP est donné par l'équation suivante :

$$GAP = E(Y) - E(TY_1) \quad (6)$$

La différence de moyenne entre ATE et ATE1 est appelée biais de sélection positive

$$(PSB), \text{ donné par l'équation : } PSB = E(TY_1) - E\left(\frac{Y_1}{T} = 1\right) \quad (7)$$

La procédure d'estimation de l'effet moyen du traitement est basée sur l'équation suivante qui identifie  $ATE(X)$ , laquelle sous-tend l'hypothèse

d'indépendance conditionnelle (CI) (Diagne et Demont, 2007) :

$$ATE(X) = E(y_1|x) = E(y|x, t = 1) = g(x, \beta) \quad (8)$$

Où  $g$  est une fonction connue (non linéaire) du vecteur des covariables  $x$  et le paramètre  $\beta$  doit être estimé en utilisant la méthode des moindres carrés ou de maximum de vraisemblance en utilisant les observations  $(y_i, x_i)$  concernant la sous population qui connaissent les bonnes pratiques avec  $y$  comme variable dépendante et  $x$  le vecteur des variables explicatives. Avec un paramètre estimé  $\hat{\beta}$ , les valeurs prédites  $g(x_i, \hat{\beta})$  sont calculées pour toutes les observations  $i$  de l'échantillon (y compris les observations dans la sous population n'ayant pas accès) et ATE, ATE1 et ATE0 sont estimés en prenant la moyenne des valeurs prédites  $g(X_i, \hat{\beta}) = 1, \dots, n$  à travers toute l'échantillon (pour ATE) et les sous-échantillons respectifs (pour ATE1 et ATE0).

$$\widehat{ATE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g(X_i, \hat{\beta}) \quad (9)$$

$$\widehat{ATE1} = \frac{1}{ne} \sum_{i=1}^n T_i g(X_i, \hat{\beta}) \quad (10)$$

$$\widehat{ATE0} = \frac{1}{n - ne} \sum_{i=1}^n (1 - T_i) g(X_i, \hat{\beta}) \quad (11)$$

Les effets des déterminants de l'adoption tels que mesurés par les effets marginaux  $K$  du vecteur  $K$ -dimensions des covariables  $x$  étant donné un point  $\bar{x}$  sont estimés comme suit :

$$\frac{\partial E(y_1|\bar{x})}{\partial x_k} = \frac{\partial E(\bar{x}, \hat{\beta})}{\partial x_k} \quad k = 1, \dots, K \quad (12)$$

L'hypothèse considérée dans cette recherche repose sur la sélection des observables. L'exposition aux bonnes pratiques est un phénomène en partie exogène au producteur. En effet, un producteur ne choisit pas d'être exposé aux bonnes pratiques bien qu'il puisse entreprendre des actions (participation à des réunions, appartenance à des organisations paysannes, formation, etc.) qui lui faciliteront l'exposition aux bonnes pratiques. Toutefois, certains facteurs inobservables font que l'exposition n'est pas totalement exogène ce qui peut être à l'origine d'un biais qui peut induire une surestimation de l'adoption (Diagne, 2006). Dans la zone d'étude, la vulgarisation des bonnes pratiques passe par le canal des structures d'encadrement (IRD, DRDR, etc.) qui fait que ce biais potentiel peut être négligé. Aussi, afin de minimiser ce biais, un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié par villages (grappes) a été choisi. Toutes les estimations ont été réalisées avec le logiciel stata 13 en utilisant la commande *adoption* développée par Diagne et Demont (2007). La commande *adoption* est une

commande complémentaire de stata qui fonctionne comme toutes les autres commandes.

## 2.5. Choix et justification des variables

L'adoption est définie comme la décision de choisir une innovation donnée comme étant la meilleure alternative (Rogers, 1983). Étant donné que les pratiques ne sont pas parfaitement substituables, elles doivent être toutes appliquées pour augmenter la productivité (Basse *et al.*, 2022). C'est la raison pour laquelle l'adoption est définie de façon générale. Pour être considéré comme adoptant, le producteur doit respecter les écartements d'au moins 10 m entre pieds et 10 m entre les lignes ; de tailler régulièrement les arbres ; de mettre une clôture ou un pare-feu dans le but de lutter contre les feux de brousse, d'appliquer des éclaircies ou de désherber le verger, d'associer à ses plants d'anacardiens des cultures annuelles ou encore de labourer le verger. C'est l'estimation du taux d'adoption de ce paquet technologique qui constitue l'objet de cette recherche. Le choix de variables explicatives du modèle est basé sur la revue de la littérature faite dans le cadre de cette étude. Les variables telles que le genre du chef de ménage, l'ethnie et la religion ne sont pas intégrées dans le modèle à cause du fait qu'elles ne présentent pas de fortes variations entre les producteurs adoptants et les non adoptants, remarque faite à la suite de la saisie des données et réconfortée par l'analyse descriptive. Les variables indépendantes intégrées dans le modèle et qui peuvent influencer la décision d'un producteur d'adopter ou non sont l'âge, la taille du ménage, le niveau d'instruction, l'épargne, l'appartenance à une organisation de producteurs, la distance entre la maison et la plantation, l'accès au crédit, le mode d'acquisition de la plantation, et l'âge des plantes. L'âge du chef de ménage peut influencer positivement ou négativement l'adoption des bonnes pratiques culturelles. Les personnes les plus âgées avec leur capital en matière de production de cajou peuvent être réticentes aux nouvelles technologies, ce qui peut influencer négativement l'adoption des technologies. Au contraire, les jeunes sont plus ouverts aux nouvelles technologies, ce qui peut influencer positivement l'adoption. Par conséquent, l'effet de l'âge sur l'adoption des bonnes pratiques culturelles peut être positif ou négatif. La taille du ménage peut servir d'indicateur proxy sur la disponibilité de la main d'œuvre. Dans ce sens, la taille du ménage peut affecter positivement l'adoption des bonnes pratiques culturelles dans l'optique d'améliorer la production de cajou et de renforcer la sécurité alimentaire du ménage. Dans un autre sens, plus la taille du ménage est grande, plus le ménage a la possibilité de diversifier ses sources de revenus et par conséquent, est moins exposé aux risques, ce qui peut affecter négativement, la décision d'adopter des bonnes pratiques culturelles. Ainsi, l'effet de la taille du ménage sur l'adoption

des bonnes pratiques culturelles peut être négatif ou positif. Le niveau d'instruction permet d'augmenter l'habileté d'une personne à acquérir, analyser et utiliser une information, une technologie. Par conséquent, le niveau d'instruction peut augmenter les chances d'adopter les bonnes pratiques culturelles. Ainsi, il est attendu un signe positif du niveau d'instruction sur l'adoption des bonnes pratiques culturelles.

L'épargne peut servir d'indicateur de proxy de la richesse chez les producteurs. Par conséquent, il est attendu une influence positive de l'épargne sur l'adoption des bonnes pratiques culturelles. La variable accès au crédit est un indicateur qui peut renseigner sur la capacité des producteurs à opérer des investissements dans leurs plantations comme l'achat d'équipements, de terres, d'intrants agricoles, etc. Les organisations de producteurs constituent un point de rencontre pour la constitution de l'offre locale de la production, la fixation du prix de vente, l'échange d'informations, la vente groupée des noix de cajou ainsi que les lieux de réunions et de l'établissement de la stratégie de commercialisation des noix de cajou durant la campagne. Par conséquent, le fait d'être membre d'une organisation de producteur permet de participer aux réunions et à l'établissement de la stratégie de commercialisation des noix de cajou et par conséquent, d'être sensibilisé, d'être plus informé sur les bonnes pratiques culturelles et de les adopter ; donc une influence positive est attendue pour cette variable.

La distance peut influencer négativement l'adoption dans la mesure où plus elle est importante, plus le producteur est moins motivé à surveiller les champs, ce qui peut influencer le respect des techniques culturelles. L'âge des plantations peut influencer positivement ou négativement l'adoption des bonnes pratiques culturelles. Les plantations les plus âgées sont plus denses, ce qui peut influencer négativement le respect des bonnes techniques culturelles. En revanche, les jeunes plantations sont plus faciles à être adaptées aux nouvelles technologies, ce qui peut influencer positivement l'adoption.

## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1. Caractéristiques sociodémographiques des producteurs

Les caractéristiques sociodémographiques des producteurs suivant le statut d'adoption sont présentées dans le tableau 1. Ce dernier montre que l'échantillon comprend 92 % d'hommes et 8 % de femmes. Environ 97 % des producteurs sont mariés et l'âge moyen des producteurs est de 46 ans, variant entre 20 et 87 ans. Cet âge moyen prouve que la population est essentiellement composée d'adultes. Il est constitué majoritairement de producteurs appartenant à l'ethnie Puular (97 %). La taille des ménages est estimée en moyenne à 18 personnes par

famille. En résumé, les résultats de ce tableau indiquent que les producteurs adoptants et non adoptants des bonnes pratiques culturelles ne sont différents que par leur statut matrimonial. En effet, la sous-population des exposées compte plus de

mariés que la sous-population des non exposées avec une différence significative au seuil de probabilité de 5 %.

**Tableau 1.** Caractéristiques sociodémographiques des producteurs

Caractéristiques	Adoptants	Non adoptants	Total	Tests
Observations	86	135	221	
Age chef ménage	47 (13,914)	46 (14,914)	46 (14,399)	Pr ( T  >  t )=0,4988
Homme (%)	91,86 (0,275)	91,85 (0,274)	91,85 (0,274)	Pr ( Z  <  z )=0,9982
Femme (%)	8,14 (0,275)	8,15 (0,275)	8,14 (,275)	Pr ( Z  <  z ) =0,6919
Puular (%)	96,36 (0,018)	97,30 (0,015)	96,83 (0,012)	Pr ( Z  <  z ) =0,6919
Marié (%)	100	95,56(0,207)	97,28(0,163)	Pr ( Z  <  z ) = 0,047**
Taille ménage	17(10,225)	19(14,541)	18(13,074)	Pr ( Z  <  z ) = 0,1336

Note : \*\*\* ; \*\* et \* significativité au seuil de 1% ; 5% et 10%, parenthèse les écarts types

Le test de comparaison des moyennes révèle que, à part la variable marié, les deux sous populations (adoptant et non adoptant) sont identiques sur la base des caractéristiques sociodémographiques qui ont été retenues. Ces caractéristiques sociodémographiques ont été intégrées dans le modèle d'adoption puisqu'elles peuvent servir de levier en matière de ciblage pour une diffusion rapide des bonnes pratiques culturelles (BPC).

### 3.2. Caractéristiques socio-économiques des adoptants et non adoptants

L'analyse statistique des caractéristiques socio-économiques des producteurs indique que les adoptants et les non adoptants des bonnes pratiques culturelles d'anacarde sont différents surtout par leur capacité à épargner à la sortie d'une campagne de commercialisation, sur leur capacité à contracter un crédit, sur leur statut d'affiliation ou non à un groupement de producteurs, sur la provenance de leur terre (héritage) et sur l'âge des plantes qu'ils

détiennent. Le tableau 2 indique que la proportion des producteurs adoptants qui parviennent à épargner à la sortie de la campagne de commercialisation des noix de cajou est plus importante que celle enregistrée chez les non adoptants (53 % contre 25 %). Aussi, les adoptants ont plus de facilité pour accéder au crédit que les non adoptants. En effet, environ 52 % des adoptants ont contracté au moins une fois un crédit contre seulement 30 % pour les non adoptants. De même, environ 99 % des adoptants sont membres d'une organisation de producteurs contre seulement 27 % pour les non adoptants. Il est à noter également que la proportion des producteurs non adoptants qui ont hérité leur plantation est plus importante que celle des adoptants. De façon formelle, 89 % des non adoptants ont hérité leur plantation contre seulement 58 %. Les résultats de ce tableau indiquent également que l'âge moyen des plantations dans la sous-population est de 7 ans avec une différence 4 ans qui est statistiquement significative.

**Tableau 2.** Caractéristiques socio-économiques des producteurs

Caractéristiques	Adoptants	Non adoptants	Total	Tests
Aucun niveau (%)	54,65 (0,500)	62,96 (0,485)	59,73 (0,491)	Pr ( Z  <  z ) =0,2211
Primaire (%)	29,25 (0,457)	27,41 (0,447)	28,05 (0,450)	Pr ( Z  <  z ) = 0,7897
Alphabétisés (%)	16,28 (0,371)	9,63 (0,296)	12,22(0,328)	Pr ( Z  <  z ) = 0,1424
Accès (%)	52,33 (0,525)	30,37 (0,461)	39,91 (0,498)	Pr ( Z  <  z ) = 0,0013***
Epargne (%)	53,49 (0,502)	25,19 (0,436)	36,20 (0,481)	Pr ( Z  <  z ) = 0,0000***
Membre OP (%)	98,84 (0,108)	27,41 (0,448)	55,20 (0,498)	Pr ( Z  <  z ) = 0,0000***
Maison-verger (km)	1,43 (1,353)	1,54 (1,871)	1,50 (1,657)	Pr ( T  >  t ) = 0,6339
Héritage plantation (%)	58,14 (0,496)	88,87 (0,315)	76,92 (0,422)	Pr ( Z  <  z ) = 0,0000***

Age plantation	7 (7,505)	11 (3,025)	9 (6,406)	Pr ( T  >  t ) = 0,0001 ***
----------------	--------------	---------------	--------------	-----------------------------

Note : \*\*\* ; \*\* et \* significativité au seuil de 1 % ; 5% et 10 %, parenthèse les écarts types

Les résultats des tableaux 1 et 2 révèlent une différence sur les caractéristiques observables entre les adoptants et les non adoptants des bonnes pratiques culturelles sur six variables. Il s'agit des variables : être marié, l'épargne, l'accès au crédit, être membre d'une organisation de producteurs, le statut d'héritage des terres et l'âge des plantations. L'explication de cette différence trouve son origine par le fait que la plupart des programmes de développement ne sont pas distribués de façon aléatoire dans la population cible. En réalité, les individus qui participent à un programme diffèrent généralement de ceux qui n'y participent pas. Cela s'explique par le fait que les programmes sont implémentés dans des zones spécifiques et ciblent particulièrement une population bien déterminée.

### 3.3. Niveau de diffusion des bonnes pratiques culturelles (BPC)

Les résultats du tableau 3 révèlent que parmi les 221 producteurs de l'échantillon, 114 ont été exposés aux

**Tableau 3.** Taux d'adoption observé des bonnes pratiques culturelles dans l'échantillon

Tableau de gestion	Coefficients
Nombre d'observation (N)	221,00
Nombre exposé aux bonnes pratiques culturelles (Ne)	114,00
Nombre d'adoptants des bonnes pratiques culturelles (Na)	86,00
Proportion exposée aux bonnes pratiques sur la population totale (Ne/N)	51,58 %
Proportion adoptant les bonnes pratiques sur la population totale (Na/N)	38,91 %
Proportion adoptant les bonnes pratiques dans la sous population des exposée	75,44 %

### 3.4. Taux d'adoption actuels et potentiels des bonnes pratiques culturelles (BPC)

Le tableau 4 présente les résultats des taux d'adoption des bonnes pratiques culturelles avec le modèle ATE corrigé des biais de non exposition et de sélection. Le taux d'adoption dans la population totale, qui renseigne sur la demande de la technologie par la population cible est estimé à 71,39 %. Cela signifie que le taux d'adoption pourrait atteindre 71,39 % au lieu du taux actuel de 38,91 %, si toute la population avait été sensibilisée. De plus, il est important de noter que le taux d'adoption potentiel (75,13 %) au niveau de la sous-population exposée (ATE1) est différent du taux d'adoption potentiel qui est de 71,39 % au niveau de la population totale (ATE). Il en découle alors un biais de sélection positif et significatif au seuil de 1 %. Les résultats révèlent également un écart d'adoption (GAP) négatif et significatif de 32,63 % confirmant

bonnes pratiques culturelles d'anacardier et 86 l'ont adopté. Dans la population totale, la proportion des producteurs exposée aux bonnes pratiques culturelles est estimée à 51,58 %, alors que la proportion des producteurs qui ont adopté les bonnes pratiques culturelles se chiffre à 38,91 %. Le taux d'adoption parmi les producteurs exposés aux bonnes pratiques culturelles est de 75,44 %. Cependant, comme discuté plus haut, en raison de la diffusion incomplète des bonnes pratiques culturelles dans la population totale, les estimations des taux d'adoption par le simple comptage souffrent de deux biais (non exposition et d'un biais de sélection positif) qui peuvent sous-estimer ou surestimer les vrais taux d'adoption. Pour minimiser ces biais, le modèle d'estimation de l'Effet Moyen du Traitement (ATE) développé par Diagne & Demont (2007) a été utilisé pour estimer les vrais taux d'adoption.

le fait que toute la population n'avait été exposée aux bonnes pratiques culturelles d'où l'existence du biais de non exposition.

Il ressort de cette étude que ATE1 est supérieur à ATE0. Ce qui signifie que la probabilité d'adopter les bonnes pratiques culturelles serait plus élevée au sein des producteurs adoptants que parmi les producteurs non adoptants. Ce résultat implique qu'on n'a pas un problème de ciblage comme ce fut le cas dans la région de Fatick avec le riz (Diouf *et al.*, 2018). Il est toujours possible d'investir dans la diffusion pour accroître le taux d'adoption des bonnes pratiques culturelles. En effet, les résultats montrent que 67,40 % des producteurs non adoptants auraient adopté les bonnes pratiques culturelles s'ils avaient été sensibilisés. Il existe une demande non satisfaite plus ou moins importante des bonnes pratiques culturelles dans la zone d'étude.

**Tableau 4.** Taux d'adoption et écart d'adoption des bonnes pratiques culturales

Paramètres estimés	ATE PROBIT
	Coefficients
ATE : Taux d'adoption dans la population totale (%)	71,39***
ATE1 : Taux d'adoption dans la sous-population exposée (%)	75,13***
ATE0 : Taux d'adoption dans la sous-populations non exposée (%)	67,40***
JEA : Taux commun d'exposition et d'adoption (%)	38,76***
GAP : Gap d'adoption (%)	-32,63***
PSB : Bais de sélection positive (%)	3,74***

Note : \* p<0,1 ; \*\* p<0,05 ; \*\*\* p<0,01

### 3.5. Déterminants de l'adoption des bonnes pratiques culturales (BPC)

Le tableau 5 présente les résultats sur les déterminants de l'adoption des BPCs. Les valeurs du log pseudo-likelihood (-52,85) et le Wald Chi<sup>2</sup> (35,75) sont significatives au seuil de 1 % (Prob > chi<sup>2</sup> 0,000), ce qui indique une bonne adéquation du modèle. La variable âge du producteur augmente significativement la propension à adopter les bonnes pratiques. Cela indique que les personnes âgées sont plus disposées à adopter ces bonnes pratiques. Ces résultats sont expliqués par Dagunga *et al.* (2020) au Ghana qui estime que les personnes âgées ont plus d'expérience et comprennent mieux leur environnement et reconnaissent donc la nécessité d'adopter les nouvelles technologies. Cette relation positive entre l'âge et l'adoption est aussi trouvée par Simtowe *et al.* (2016) au Malawi qui estiment que les agriculteurs âgés disposent plus de ressources que les jeunes et sont plus prompts à les adopter. Cependant, Dhraief *et al.* (2019) ont montré que l'âge réduit de (-0,033) la probabilité d'adoption des technologies innovantes chez les éleveurs en Tunisie. Cette relation est expliquée par le fait que les personnes âgées sont averses au risque et moins intéressées par les investissements à long terme (Barrera *et al.*, 2005). L'analyse de l'effet marginal de la variable alphabétisation montre un effet négatif sur la probabilité d'adoption de 25,7 %. L'influence négative du capital humain sur l'adoption de nouvelles technologies a été trouvée par Barrera *et al.* (2005).

Conformément au paradigme de la contrainte économique des modèles d'adoption, l'accès au crédit a un effet positif et significatif. Les résultats montrent que l'accès à un crédit par un ménage augmente la propension d'adopter de 20,1%. En effet, la disponibilité d'un crédit peut permettre à un ménage d'acheter des semences améliorées, d'embaucher de la main d'œuvre, de faire des pare-feu, etc. Ceci indique qu'il existe une possibilité d'augmenter les taux d'adoption de BPC à travers le crédit. Ce résultat est aussi conforme à celui de Simtowe *et al.* (2016) qui expliquent que les contraintes de crédit et de liquidité peuvent réduire la propension à adopter les technologies agricoles.

Le signe négatif de la variable âge des plants sur la probabilité d'adoption était attendu. Cette variable n'a pas été rencontrée dans la littérature mais cela peut s'expliquer par le fait que les producteurs avec des plantations les plus âgées ne sont pas motivés à investir dans les bonnes pratiques. Ils connaissent déjà les rendements de leurs plantations et ne sont pas prêts à supporter des coûts additionnels pour accroître leur rendement.

**Tableau 5.** Modèle probit sur la probabilité d'exposition aux bonnes pratiques culturales

Variables	ATE PROBIT (adoptants)	Effets marginaux
	Coefficients	Coefficients
Age du producteur	0,021 (0,009)***	0,066 (0,002)***
Alphabétisation	-0,714 (0,380)*	-0,257 (0,143)*
Éducation Primaire	0,076 (0,331)	0,237 (0,102)
Taille ménage	-0,001 (0,011)	0,002 (0,034)
Épargne	0,148 (0,301)	0,046 (0,093)
Accès au crédit	0,639 (0,305)**	0,201 (0,094)**
Age des plantes		
Distance maison plantation	-0,101 (0,031)**	- 0,032 (0,010)**
Nombre d'observation	0,258 (0,169)	0,081 (0,050)
Wald chi2	221	221
Prob > chi2	35,75	
Log pseudo likelihood	0,000	
	-52,85	

Note : les écarts types sont entre parenthèses ; \*

p<0,1 ; \*\* p<0,05; \*\*\* p<0,0

## 4. CONCLUSION

Le respect de l'itinéraire technique peut être considéré comme un instrument de politique agricole pour l'amélioration de la production. Cependant, le respect de l'itinéraire nécessite qu'il y ait un changement de comportement de la part des producteurs pour faciliter l'adoption des bonnes pratiques culturales (BPC). Pour déterminer les taux et les déterminants de l'adoption de BPC, cet article a étudié l'adoption de BPC dans la filière anacarde : (1) déterminé les taux d'adoption, (2) le gap d'adoption et (3) les déterminants de l'adoption des

BPC. Du point des caractéristiques observables, le test de comparaison des moyennes indique une différence statistiquement significative entre les producteurs adoptant et ceux n'adoptant pas les BPC. Dans cette situation, l'estimation des taux d'adoption basée sur les modèles classiques (probit, logit) peuvent conduire à des résultats biaisés. Ainsi, le modèle *average treatment effect* (ATE) d'adoption a été utilisé afin de contrôler les biais d'exposition et de sélection positive.

Les résultats obtenus ont montré que le taux d'adoption des bonnes pratiques culturales pouvait atteindre 71,39 % au lieu du taux actuel d'adoption de 38,91 % si toute la population avait été sensibilisée. De plus, le taux d'adoption de 67,40 % dans la sous-population des non exposée aux bonnes pratiques culturales montre qu'il existe une demande non satisfaite dans la zone d'étude. Cela montre que la sensibilisation et la vulgarisation des bonnes pratiques culturales constituent un moyen pour faciliter leur adoption. Les résultats ont également révélé que l'adoption des bonnes pratiques culturales est influencée par des facteurs tels que l'âge du producteur, l'accès au crédit, l'âge des plants et l'alphabétisation. Au regard de ces résultats, il est important de combler le gap d'adoption des bonnes pratiques culturales d'anacarde dans la zone d'étude. Premièrement, des études ultérieures peuvent estimer le niveau d'adoption des différentes techniques culturales pour une diffusion complète des bonnes pratiques culturales (BPC). Deuxièmement, une cartographie des différents acteurs (agriculteurs, éleveurs, apiculteurs, etc.), dans un cadre de concertation en s'appuyant sur les facteurs explicatifs, permettra de lever toutes les barrières liées à l'adoption de BPC dans la zone.

## Références

- ANSD, 2014. Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Élevage.
- ANSD, 2020. Situation économique et sociale de la régionale de Kolda 2017-2018.
- Alliance Africaine de Cajou (ACA), 2019. Rapport du Système Intelligent des marchés du Sénégal, 5p.
- Barrera V., Norton G., George W., Alwang J., Jeffrey R. & Mauceri M., 2005. "Adoption of Integrated Pest Management Technologies: A Case Study of Potato Farmers in Carchi, Ecuador," 2005 Annual meeting, July 24-27, Providence, RI 19400, American Agricultural Economics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association).
- Basse B. W., Mbaye S. & Diop O., 2022. Impact des bonnes pratiques culturales sur le rendement des cultures d'anacarde au Sénégal. *Science, technologie et développement.*, 2,1-15.
- Bosc P.M., Sourisseau J.M., Bonnal P., Gasselin P., Valette E., Bélières J.F. & Friedmann H., 2014. *Diversité des agricultures familiales : Exister, se Transformer, Devenir*. Éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-2268-1>.
- CNUCED, 2017. *Examen National de l'Export Vert du Sénégal*, 40 p.
- Dagunga G., Amoakowaa A., Ehiakpor D.S., Mabe F.N. & Danso-Abbeam G., 2020. *Interceding role of village saving groups on the welfare impact of agricultural technology adoption in the Upper East Region, Ghana*. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00433>
- Dhraief M.Z., Bedhief S., Dhehibi B., Oueslati-Zlaoui M., Jebali O. & Ben-Youssef S., (2019). Factors affecting innovative technologies adoption by livestock holders in arid area of Tunisia. *New Medit*, 18, 3–18.
- Diagne A. & Demont M., 2007. Taking a new look at empirical models of adoption : average treatment effect estimation of adoption rates and their determinants. *Agric. Econ.*, 37, 201–210.
- Diagne A., 2006. Diffusion and adoption of NERICA rice varieties in Côte d'Ivoire. *The Developing Economics*, 44(2), 208-231.
- Diouf N.S., Basse B.W. & Fall A.A. 2018. Taux et déterminants de l'adoption de variétés améliorées de riz au Sénégal. *Economie Rurale*, 365, 51-68.
- Hien S, 2019. Aperçu de l'évolution de la production d'anacarde et évolution du marché de noix brutes de cajou dans la sous-région et perspective 2019-2020, N'kalo, Papier de conférence, Forum sur le cajou sahélien du 5 au 7 aout 2019, 15p.
- Koffi S.Y. & Oura K.R., 2019. Les facteurs de l'adoption de l'anacarde dans le bassin cotonnier de Côte d'Ivoire. *Cah. Agric.*, 28, 2–8.
- Ndiaye S., Charahabil M.M. & Diatta M., 2017. Caractérisation des Plantations à base d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) dans le Balantacounda: cas des communes de Kaour, Goudomp et Djibanar (Casamance/Sénégal). *Eur. J.*, 13, 242–257.
- Ndiaye S., Charahabil M.M. & Diatta M., 2021. Caractérisation des Plantations d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) et déterminants économiques des exploitations en Casamance. *VertigO.*, 1–20.
- Programme d'Appui au développement Economique de la Casamance (PADEC), 2010. Étude de marché de la filière anacarde, Rapport final, 42 p.
- Programme d'Appui au Développement Economique de la Casamance (PADEC) & International Relief and Development (IRD), 2014. Rapport des enquêtes socio-économiques sur la filière anacarde au Sénégal, 210p.
- Parienté W., 2008. Analyse d'impact : l'apport des évaluations aléatoires. *Stateco*, 103, 5-17.
- Rogers E.M., 1983. *Diffusion of innovations*. Third edition. The Free Press, London, 236 p.
- Rubin D.B., 1974. Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies. *J. Educ. Psychol.*, 66, 688–701.

Samb C.O., Abdoul T.M., Elhadji F., Madjiguene D.A., Souleye B. & Diaminatou S., 2018a. Caractéristiques sociodémographique, structurale et agronomique des plantations d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) du Bassin arachidier et de la Casamance / Sénégal. *J. Anim. Plant*, 38, 6307–6325.

Samb C.O., Faye E., Dieng M., Sanogo D. & Samba S.A.N., 2018b. Dynamique spatio-temporelle des plantations d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) dans deux zones agro-écologiques du Sénégal. *African revue*, 14, 365-377.

Sarr M.M.B., 2002. *Aanalyse Du Secteur De l'Anacarde : Situation Actuelle et Perspective De Développement*, 34 p.

Simtowe F., Asfaw S. & Abate T., 2016. Determinants of agricultural technology adoption under partial population awareness : the case of pigeonpea in Malawi. *Agric. Food Econ.*, 4, 7.

Totjssaint-Norlet P. & Giffard., 1961. Les plantations de Darcassou (*Anacardium occidentale* L.) au Sénégal, ISRA, rapport n°1082/232/663, 35p.

Touré M.A., FAYE E. & Goudiaby R., 2017. Réponse de quatre variétés de *Anacardium occidentale* L. aux techniques de greffage horticole en pépinière, *VertigO-la revue électronique en Sciences de l'environnement*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.18861>.

USAID, 2006. *LA Chaîne De Valeurs Anacadrde Au Sénégal : Analyse Et Cadre Stratégique d'Initiatives Pour La Croissance De La Filière*, 78 p.