

Déterminants de l'adoption de l'arbre comme fertilisant par les exploitations agricoles familiales dans les agrosystèmes du Nord Cameroun

NYORE^{1*}, Ali MADI², Mohamed GAFSI³ et YAKOUBA OUMAROU²

¹ Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Maroua, Département de Sociologie et d'Economie Agricole à l'Institut Supérieur d'Agriculture du Bois de l'Eau et de l'Environnement (ISABEE), Université de Bertoua

² Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Maroua

³ Universités ENSFEA, LISST-Dynamiques Rurales, Toulouse, France

(Reçu le 10 Mars 2023 ; Accepté le 01 Juin 2023)

* Correspondance, courriel : nyore_nyore@yahoo.com

Résumé

Les exploitations agricoles familiales dans les agrosystèmes du nord sont confrontées depuis plusieurs décennies à une conjonction des situations défavorables qui impacte leur production. Parmi ces situations on note la baisse croissante de la fertilité des sols et la hausse des prix des intrants en l'occurrence les prix des engrais. Plusieurs innovations ont été vulgarisées pour pallier à ces problèmes au rang desquelles les cultures sous couvert végétal (SCV), la production des composts et la plantation et/ou la conservation des *faidherbia albida* dans les champs. L'objet de cet article est d'analyser les déterminants de l'adoption de l'arbre comme fertilisant par les exploitations agricoles familiales dans les terroirs sus cités. Pour cela un échantillon de 100 exploitations choisies de manière aléatoire dans les deux terroirs à travers le projet Contrat de Désendettement et Développement Agrosystèmes du nord a été constitué. L'analyse des données collectées a été faite à l'aide du modèle probit simple. Il en ressort que l'âge, le niveau d'étude, ne participent pas à la probabilité d'adopter l'arbre comme fertilisant tandis que l'accès à la terre et le facteur incitation sont déterminants dans l'adoption de l'arbre comme fertilisant par ces exploitations agricoles familiales. Ce qui implique que la vulgarisation de cette pratique par le moyen d'incitation est à promouvoir dans les terroirs dont la fertilité des sols est en baisse.

Mots-clés : *exploitations agricoles familiales, innovation, arbre, fertilité.*

Abstract

Determinants of the adoption of the tree as fertilizer by the family farms in the agrosystems of the North Cameroon

Family farms in agro systems north face for decades to a combination of adverse situations impacting production. Among these situations there is the growing decline in soil fertility and rising input prices in this case the price of fertilizer. Several innovations have been popularized to overcome these problems among which crops under cover plants (SCV), the production of compost and planting and / or conservation of *Acacia albida* in fields. The purpose of this article is to analyze the determinants of the adoption of the tree as a fertilizer by family farms in the above-mentioned territories. For this a sample of 100 randomly selected

farms in the two territories through the C2D agrosystems North project was formed. Analysis of data collected from these farms using simple Probit model allowed us to note that the age, level of education, do not participate in the probability of adopting the tree as fertilizer while access to land and incentives are crucial factor in the adoption of the tree as a fertilizer by these family farms. This implies that the extension of this practice by the average incentive is to promote in the soils so soil fertility is falling.

Keywords : *family farms, innovation, tree, fertility.*

1. Introduction

Le Cameroun comme tous les pays de l'Afrique subsaharienne compte sur son agriculture pour son développement. Selon les données de l'Institut National de la statistique (INS) [1], l'agriculture contribue à près de 22,9 % au PIB national et emploie près de 60 % de la population active [2]. Les acteurs de ce secteur sont en grande partie les exploitations agricoles familiales. Ces dernières font face depuis plusieurs décennies à une conjonction des situations défavorables qui impacte le niveau de leur production. Il s'agit tout d'abord de la baisse de la fertilité des sols. Selon [3], les terres de culture s'épuisent à un rythme accéléré et les rendements des principales cultures baissent continuellement. L'épuisement des sols constitue ainsi le plus important problème pour les agriculteurs. Selon [4], les exploitations agricoles du nord Cameroun non seulement dans une zone à une pluviométrie irrégulière mais aussi sur des sols à faible fertilité. Pour elles, les facteurs qui favorisent la baisse de la fertilité des sols en zone cotonnière nord camerounais sont, entre autres, la pression anthropique sur le foncier et les pratiques culturales caractérisées par des apports d'engrais en dessous des doses recommandées et sans restitution des résidus. La disparition des jachères longues, entraîne également une dégradation du potentiel productif, en privant les terres de régénération bioécologique de la fertilité. L'apport en engrais chimique est rendu difficile à cause de la hausse des prix des intrants. En effet, depuis une décennie, les prix des engrais ont connu une hausse vertigineuse. Pour [5], les intrants constituent pour les paysans un goulot d'étranglement auquel ils ont à faire face chaque début de campagne. Les prix des engrais ont connu une hausse de 47,8 % pour les engrais complexes NPK et 46 % pour l'urée entre 2000 et 2008. Face à cette situation et en raison de la nécessité permanente de croître la production agricole, des systèmes durables d'exploitation des sols et à faible utilisation d'intrants extérieurs ont été développés par plusieurs projets et programmes au nord Cameroun tels que : le Projet de Gestion Durable des Terres et le projet de conservation des ressources ou projet Eau Sols et Arbres (ESA). Dans ce contexte, l'auteur de [6] montre que, pour assurer l'entretien de la fertilité des sols, l'association des arbres et des cultures, c'est-à-dire l'agroforesterie permettant des transferts de verticaux de fertilité est une nécessité. Aussi pour [7], de manière traditionnelle, l'agroforesterie peut influencer positivement les facteurs d'intensification à travers le recyclage de la biomasse et peut ainsi augmenter les rendements de cultures en Afrique. En effet, l'innovation agricole est essentielle pour répondre à ce défi et constitue la base d'une amélioration de l'efficacité, de la productivité et de la création de la valeur ajoutée dans l'agriculture. Comprendre alors le rôle des facteurs influençant les décisions d'adoption peut être d'un apport important à la réussite du développement agricole. A cet égard, [8] ont trouvé que les raisons des faibles taux d'adoption des technologies agricoles étaient d'ordre social, économique, technique et environnemental. De même, les différences dans la diffusion de l'information peuvent être d'importants déterminants des décisions d'adoption des technologies [9]. Mais, ils aboutissent au fait que les incitations économiques comme les prix des facteurs de production et des produits sont les déterminants les plus importants de l'adoption de ces technologies. [10] prennent en compte la production des connaissances dans l'analyse des déterminants de l'adoption des technologies. [11] sont peut-être les premiers à appliquer dans la théorie de la production des exploitations agricoles l'utilité attendue de l'adoption de l'agroforesterie, ils déduisent que toutes les revenus

des exploitations agricoles auraient un impact positif sur l'adoption de la plantation des arbres. [12] utilisent un cadre similaire pour la méta-analyse des études d'adoption à base de régression multiples pour démontrer que l'adoption de l'agroforesterie est fonction des incitations du marché, des conditions biophysiques, du risque et de l'incertitude des dotations en ressources et des préférences des ménages. Par contre, [13] ont démontré dans leur étude sur la participation des agriculteurs à la foresterie agricole en Inde de l'Est, que les facteurs les plus importants qui influencent les décisions d'adoption est l'accès à l'information. [14] ont montré que, le niveau d'instruction des femmes, l'âge des femmes présentes dans l'exploitation et le sexe du chef d'exploitation influencent positivement la décision d'adoption de l'agroforesterie pour lutter contre l'érosion, accroître la productivité agricole et augmenter la production du fourrage au Népal. Cependant [15], dans leur étude sur l'adoption du cacao hybride au Ghana ont montré que, l'accès au crédit bancaire, le travail salarié, le niveau d'éducation du chef d'exploitation ont un impact significatif sur le niveau d'adoption de cette innovation. Ainsi qu'il soit en agroforesterie ou d'autres types d'innovations agricoles, plusieurs facteurs sont donc susceptibles d'influencer l'adoption de l'innovation par les agriculteurs. Il peut s'agir des facteurs endogènes et des facteurs exogènes. Pour [16], il existe des déterminants observables et non observables de l'innovation. Pour lui les facteurs exogènes et endogènes sont classés dans les déterminants observables de l'innovation alors que les déterminants non observables sont liés à la perception et à la préférence de l'adoption de l'innovation par les agriculteurs. Aussi conviendrait-il de montrer comment certaines variables ont influencé l'adoption de l'innovation dans la littérature. Il s'agit entre autres de la variable sexe, âge, taille de l'exploitation, le facteur incitation, etc. Plusieurs études ont montré la discrimination des femmes en matière d'accès aux ressources [17, 18]. Elles n'héritent pas la terre et cultivent surtout des parcelles qui leur sont attribuées par leur époux ou acquises par location, prêt ou rarement par achat. Les parcelles qu'elles exploitent sont en général pauvres. Elles n'ont pas aussi le droit d'y planter des arbres, action qui confère la propriété de la terre. La taille du ménage est souvent mentionnée comme une variable de poids dans la décision d'adopter ou non les technologies nouvelles [19].

Elle est à la fois le reflet du nombre de bouches à nourrir et celui de la main d'œuvre disponible dans le ménage, tous facteurs susceptibles de stimuler l'adoption de nouvelles technologies. En ce qui concerne le niveau d'instruction, plusieurs études [14, 15] ont montré l'effet positif de l'instruction sur l'adoption des technologies améliorées. L'instruction accroît l'habileté du producteur à rechercher les connaissances sur les technologies nouvelles et à en évaluer la pertinence. Pour ce qui est de l'âge du chef d'exploitation, [20, 21] ont montré que les jeunes producteurs adoptent moins les technologies que les plus âgés. Ces observations sont cependant contraires à celles de [3]. Le résultat obtenu par les premiers se justifie par la fréquence des contacts des plus âgés avec les vulgarisateurs, ce qui leur permet d'être plus informés. Les derniers quant à eux, argumentent que les jeunes sont plus disposés à prendre des risques que les vieux. Cependant, [22] soulignent que la propriété implique aussi plus de contraintes financières pour l'exploitant ce qui peut freiner l'adoption. Par contre pour [23], la terre comme facteur de production n'influence pas l'adoption de l'innovation. Pour ces dernières, ce n'est pas le fait d'avoir une grande superficie qui amène les individus à adopter une innovation mais d'autres facteurs tels que la disponibilité de la main d'œuvre par exemple. Dans les agrosystèmes du nord en général et dans la zone cotonnière en particulier, les exploitations agricoles familiales sont donc confrontées à la baisse de la fertilité des sols, qui a pour conséquence la baisse des rendements. Pour inverser la tendance baissière de la fertilité ou du moins atténuer l'effet de cette baisse de fertilité sur les rendements agricoles, il a été vulgarisé dans cette zone l'introduction ou la conservation du *faidherbia albida* dans les champs de culture. L'observation sur le terrain des pratiques culturales nous amène à nous poser la question suivante : quels sont les déterminants de l'adoption de l'arbre comme fertilisant par les exploitations agricoles familiales dans les agrosystèmes du nord ? La présente étude nous permet à partir d'un modèle d'analyse économique d'identifier les déterminants de l'adoption de l'arbre comme fertilisant par les exploitations agricoles familiales dans les agrosystèmes du Nord Cameroun.

2. Matériel et méthodes

Avant d'aborder la méthodologie empirique, il convient de parcourir d'abord la théorie d'adoption de l'innovation et le modèle utilisé.

2-1. Rappels de quelques repères théoriques de l'adoption de l'innovation

Le Manuel d'Oslo définit quatre types d'innovation : les innovations de produit, les innovations de procédé, les innovations de commercialisation et les innovations d'organisation. Pour lui, l'innovation de produit se définit comme l'introduction d'un bien ou d'un service nouveau. Cette définition inclut les améliorations sensibles des spécifications techniques, des composants et des matières, du logiciel intégré, de la convivialité ou autres caractéristiques fonctionnelles. Pour [24], l'innovation peut être définie comme la mise en pratique ou l'appropriation d'une invention par les producteurs. Quant à [25], l'innovation se conçoit comme l'introduction d'une pratique agricole nouvelle, parfois une modification d'une pratique traditionnelle, plus rarement l'adoption d'un comportement socio-économique nouveau. Plusieurs autres définitions sont données à l'innovation, mais nous allons pour le cas de notre étude retenir la définition d'Oslo concernant l'innovation de produit ; considérant que l'adoption de l'arbre comme fertilisant est une pratique permettant d'accroître la productivité agricole à travers l'amélioration des rendements des cultures et par conséquent le revenu des exploitations. Pour [26] la diffusion est le cheminement de l'innovation depuis le système source jusqu'au système receveur. Quant à [27], il la conçoit comme "le processus par lequel une innovation se propage". Si [28] pensent que la diffusion dépend fondamentalement du milieu dans lequel elle opère, des acteurs et de l'objet diffusé, [29] quant à lui la concevait déjà comme "le procédé par lequel une innovation est transmise aux membres d'un système social à travers certaines voies de communication pendant une période de temps". Dans le cas des innovations agricoles, [30] montrent que les agriculteurs ne pensent pas en termes d'adoption ou de rejet comme le font les chercheurs. L'individu cherche à prendre connaissance de cette nouveauté, de ses fonctionnalités, de ses avantages et inconvénients, puis se fait sa propre opinion de l'idée nouvelle et détermine l'attitude à observer : soit l'adoption, soit le rejet. L'agriculteur, qui décide d'adopter une nouvelle technique, choisit une innovation en fonction des caractéristiques techniques et de l'état de l'environnement selon ses critères de choix. En fait, une innovation ne sera adoptée que lorsque les individus concernés seront convaincus, compte tenu des informations dont ils disposent, de l'intérêt ou des gains qu'ils peuvent en tirer. Aussi, l'adoption d'une innovation engendre des incertitudes supplémentaires pour les agriculteurs qui s'ajoutent aux risques encourus dans le contexte de production actuel : volatilité des prix, variation climatique *etc.* Les préférences face au risque, et plus précisément l'aversion au risque des agriculteurs a été mise en évidence comme un frein significatif à l'adoption d'innovations dans l'exploitation agricole [30 - 33].

2-2. Modèles d'analyse des déterminants de l'adoption de l'innovation

Plusieurs modèles sont utilisés pour l'analyse des déterminants de l'adoption de l'innovation en agriculture. Les méthodes d'estimation dépendent cependant du type de mesure mis en œuvre lors des enquêtes, c'est à dire si l'exploitant a fait un choix discret ou hiérarchisé. Lors de choix discrets, comme pour l'étude de l'adoption/rejet, il n'est pas possible d'utiliser des modèles linéaires classiques (régression linéaire) car les réponses sont binaires. On utilise alors des modèles de choix dichotomiques de type Probit ou Logit. Certains travaux ne se limitent pas uniquement à l'analyse de la décision d'adoption mais s'intéressent aussi à l'intensité d'adoption [34, 35]. Ceci est particulièrement adapté aux situations d'adoption d'innovations agro écologiques de type systémiques comme les bonnes pratiques. Dans ce cadre-là les modèles de type Tobit permettent d'analyser la décision d'adoption ainsi que le taux d'adoption. Dans le cas de cette étude, nous allons utiliser le modèle Probit pour l'analyse empirique des données collectées car nous nous intéressons uniquement aux déterminants de l'adoption sans chercher à savoir le taux d'adoption de cette innovation.

2-2-1. Présentation du modèle d'analyse

Soit $F(X', \beta)$ la fonction de répartition de la loi normale avec X le vecteur des variables explicatives et β le vecteur des paramètres.

$$\text{On pose } I_i = F(X', \beta) + \varepsilon_i \leftrightarrow \varepsilon_i = I_i - F(X', \beta) \tag{1}$$

Avec I, la variable binaire exprimant l'adoption de *Faidherbia albida* comme facteur de restauration de la fertilité des sols. On rappelle que $I = 1$ si l'exploitant adopte le *Faidherbia albida* comme facteur de restauration de la fertilité des sols et 0 sinon. On suppose que les erreurs suivent la même loi que I donc elles sont normales ce qui implique que leur espérance mathématique est nulle ($E(\varepsilon) = 0$). Soit P, la probabilité que l'exploitant adopte le *Faidherbia albida* comme facteur de restauration de la fertilité des sols. ($\text{prob}(I = 1) = P$) Et 1-P la probabilité qu'il ne l'adopte pas ($\text{prob}(I = 0) = 1 - P$). Comme I ne peut prendre que deux valeurs (1 ou 0) alors ε_i aussi ne peut prendre que deux valeurs :

$$\begin{aligned} \varepsilon_i &= 1 - F(X', \beta) \text{ Si } I=1 \text{ avec la probabilité } P \text{ et} \\ \varepsilon_i &= -F(X', \beta) \text{ Si } I=0 \text{ avec la probabilité } 1-P \end{aligned}$$

Soit $E(\varepsilon)$ l'espérance mathématique :

$$E(\varepsilon) = (1 - F(X', \beta))P - (1 - P)F(X', \beta) = 0 \leftrightarrow P = F(X', \beta) \tag{2}$$

Donc la probabilité que l'exploitant adopte le *Faidherbia albida* comme facteur de restauration de la fertilité des sols est donnée par $\text{prob}(I = 1) = F(X', \beta)$ et la probabilité de la non adoption de *Faidherbia albida* comme facteur de restauration de la fertilité des sols est $\text{prob}(I = 0) = 1 - F(X_i \beta)$.

Ainsi, l'objectif de ce travail étant d'identifier les déterminants de l'adoption de *Faidherbia albida* comme facteur de restauration de la fertilité des sols, allons-nous estimer une fonction Probit dans laquelle la décision d'adopter une technologie est dichotomique qui dépend des caractéristiques de l'exploitant (âge, sexe, niveau d'étude,). Il est bien entendu que l'analyse aurait pu être menée en termes de degrés d'adoption. Mais, l'analyse a été simplifiée, ne considérant que le comportement à l'adoption ou non. Pour identifier les déterminants de l'adoption de l'arbre comme fertilisant, nous allons aussi présenter la variable endogène et les variables exogènes ou variables susceptibles de conduire ou non une exploitation à l'adoption de cette innovation.

2-2-2. La variable dépendante

La variable dépendante est notée par

$$I = \begin{cases} 1 & \text{si l'individu adopte le } faidherbia \text{ d'albida} \text{ comme fertilisant} \\ 0 & \text{si non} \end{cases} \tag{3}$$

2-2-3. Les variables explicatives

- La variable sexe (SEXE) représente le genre de l'enquêté. SEXE est une variable dichotomique qui prend la valeur 0 lorsque l'enquêté est une femme et 1 pour les hommes.
- Age de l'individu (AGE) : Il s'agit d'une variable continue dont le signe ne peut être défini à l'avance car sujet à des résultats contradictoires.
- La variable taille de ménage : la TMEN est aussi une variable continue qui mesure le rapport nombre

de bouches à nourrir du ménage par la force de travail disponible. Dans le cas présent, la taille du ménage est susceptible d'accroître les besoins de stockage en vue d'assurer la sécurité alimentaire pour le ménage.

- L'influence de niveau d'instruction sur l'adoption des technologies d'amélioration fertilité des sols est analysé à-travers la variable NINST. C'est une variable dichotomique qui égal à 1 si le producteur est instruit et 0 sinon. Un coefficient positif est espéré pour la variable NINST dans tous les modèles économétriques estimés.
- L'accès au crédit est dénommé par la variable ACCEC. L'utilisation des technologies nouvelles de l'arbre comme facteur de restauration de la fertilité des sols nécessite l'achat de plants, de semences et d'engrais minéraux. Les petits producteurs sont souvent confrontés au problème de liquidité et l'accès au crédit peut lever cette contrainte et favoriser l'adoption des nouvelles technologies. ACCEC prend la valeur 1 si le producteur a accès au crédit et 0 sinon.
- L'influence de l'accès à la terre sur l'adoption de *Faidherbia albida* comme facteur de restauration de la fertilité du sol est nommé par la variable ACCET. L'accès à la terre permet aux producteurs d'adopter une technologie surtout celle de l'arbre car la protection et/ou la plantation de l'arbre nécessite que l'on dispose de son propre champ. C'est une variable dichotomique qui prend la valeur 1 si le producteur a accès à la terre et 0 si non.
- SUPER est la superficie disponible en propriété permanente du producteur. Les jachères améliorées de plantes de couverture et d'arbustes mobilisent la terre pour au moins une saison culturale. Ce qui réduit en une année la superficie disponible à cultiver pour satisfaire les besoins alimentaires et financiers du ménage agricole. De plus, le producteur ne peut pas planter un arbre sur une terre qui ne lui appartient pas et n'est pas encouragé à entretenir sa fertilité au risque de se voir déposséder d'une parcelle dont il a amélioré la fertilité. Cette variable est en hectare (ha) et est supposée avoir une relation positive avec la probabilité d'adoption des technologies de l'arbre comme facteur de restauration de la fertilité des sols.
- INCIT est la variable incitation qui prend la valeur 1 si l'exploitation a été incitée à la pratique par un projet et 0 si non. Dans le cas du *Faidherbia albida* l'incitation à la réalisation de la pratique se manifestent sous forme de don de plants ainsi qu'une assistance technique sur le terrain. Dans les terroirs étudiés, les projets PDGT/ESA/SODECOTON utilisent cette modalité pour inciter les populations à adopter des mesures de conservation des terres (les paysans sont payés 25F par pied du *Faidherbia albida* planté et entretenu.

Sous la forme empirique, l'équation d'estimation est donnée par

$$\log l = \beta_0 + \beta_1 \log \text{sex} + \beta_2 \log \text{age} + \beta_3 \log \text{nivo} + \beta_4 \log \text{accecc} + \beta_5 \log \text{accet} + \beta_6 \log \text{sup} + \beta_7 \log \text{taille} + \beta_8 \log \text{incitation} + \varepsilon_i \quad (4)$$

2-3. Les données utilisées

L'analyse empirique a été réalisée dans deux terroirs de la région de l'extrême Nord plus précisément à Mowo dans le département du mayo Tsanaga et Sirlawé dans le mayo Danay. Les caractéristiques de ces deux terroirs sont résumées dans le **Tableau 1** ci-après.

Tableau 1 : Caractéristiques des terroirs d'étude

Caractéristiques	Sirlawé	Mowo
Pluviométrie moyenne	700 mm / an	1000 mm / an
Densité de population	Plus de 200 hbt / km ²	Plus de 200 hbt / km ²
Niveau de saturation foncière	Saturé	Saturé
Distance par rapport au chef-lieu de la région	250 Km	35 km
Type de spéculations pratiquées	Sorgho saison de pluie, sorgho contre saison, arachide, niébé, coton, sésames, maïs	Sorgho saison de pluie, sorgho contre saison, arachide, niébé, coton, sésames, maïs, soja

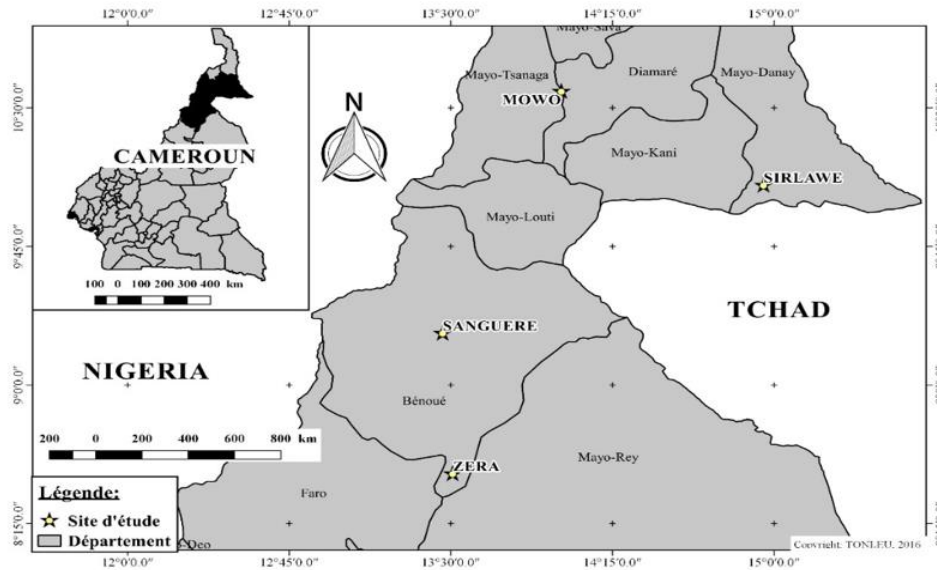


Figure 1 : Carte de la zone d'étude (sanguéré et zéra exclu)

La position de ces terroirs sur la carte de la zone cotonnière en dehors de Sanguéré Paul et zéra qui sont dans la région du Nord est présentée sur la **Figure 1** ci-dessus. Dans ces deux sites d'étude, l'échantillon a été constitué de manière aléatoire et raisonné pour tenir compte des spécificités des exploitations agricoles surtout concernant certaines variables telles que l'âge, et le sexe afin de ne pas enquêter soit seulement une catégorie des personnes qui pourrait biaiser les résultats. L'instrument de collecte des données était un questionnaire portant sur divers aspects des exploitations et de leurs niveaux d'adoption de l'innovation.

3. Résultats

Nous allons dans un premier temps présenter et discuter de manière sommaire le niveau d'adoption du *Faidherbia albida* comme fertilisant par les exploitations agricoles familiales des différents sites d'étude et par la suite présenter et discuter les déterminants de l'adoption de cette innovation.

3-1. Description sommaire des données collectées

L'analyse sommaire et descriptive des données collectées nous montre un taux d'adoption important de l'innovation. Plus de 80 % des exploitations agricoles familiales ont adopté l'innovation à Mowo contre 76 % à Sirlawé. La **Figure 2** ci-après illustre ces propos.

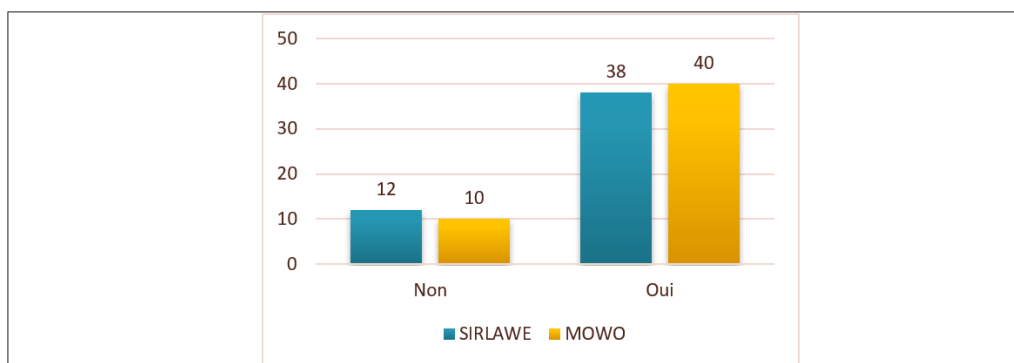


Figure 2 : Taux d'adoption du *Faidherbia albida* par site

Par contre nous avons réalisé aussi que les exploitations agricoles n'adoptent pas cette innovation de la même manière. Il y a celles qui plantent mais aussi celles qui protègent les arbres dans les champs. En effet, nous avons estimé que, cette distinction doit être faite car, pour certaines, l'investissement est plus élevé que pour d'autres. De ce fait les exploitations qui conservent sont plus importants que celles qui plantent (**Figure 3 et Figure 4**).

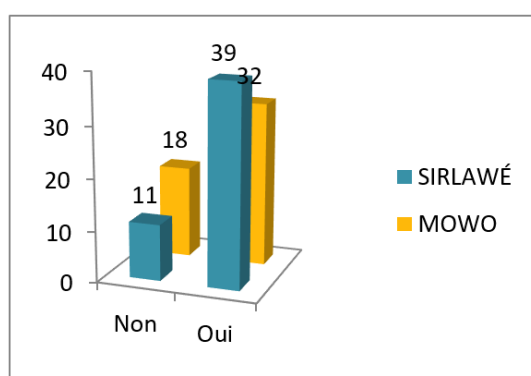


Figure 3 : Répartition des répondants qui plantent les arbres dans le champ par site

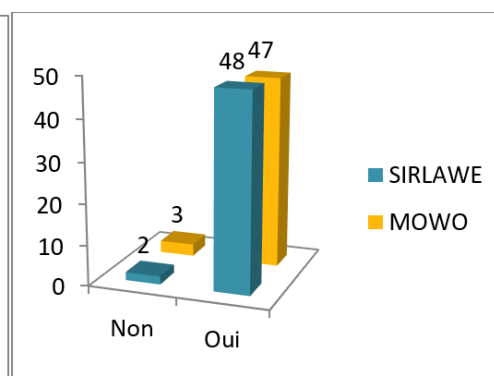


Figure 4 : Répartition des répondants qui protègent les arbres dans le champ par site

Le ratio montre que la proportion des exploitations qui plantent les *faidherbia* dans leurs champs est faible par rapport à celles qui protègent les plantes déjà existantes dans les champs de culture. Les raisons de la protection ou de la plantation des arbres dans le champ donné par les paysans sont les mêmes pour les deux sites. Selon ces paysans les arbres ont une importance capitale pour les populations. Ils leur procurent divers bénéfices : aliments, médicaments traditionnels, fourrage, bois de feu, bois d'œuvre et de service, l'ombrage etc. Au-delà de ce rôle pour le bien-être de la population, les arbres sont reconnus pour leur rôle fondamental dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes. Traditionnellement, les populations gèrent les arbres dans les champs pour s'assurer que ces derniers sont préservés afin qu'ils continuent à jouer pleinement leurs rôles. L'entretien de la régénération naturelle, la plantation des arbres, la mise en jachère des parcelles, l'élagage et l'émondage sont les principales pratiques de gestion rencontrées sur le terrain à partir de l'entretien avec les chefs d'exploitation et à partir des observations directes.

3-2. Les déterminants de l'adoption des *Faidherbia* comme fertilisants par les exploitations agricoles

Pour l'appréciation de la qualité du modèle Probit l'indicateur est le rapport de vraisemblance (RV) qui est l'équivalent du coefficient de détermination R² de la méthode des moindres carrés ordinaires. Dans le cas de notre modèle le rapport de vraisemblance est de 105,382 et significatif à 1 %. Le R² de Mcfadden est 0,946 c'est-à-dire que 94 % des variations de la probabilité d'adoption de *Faidherbia albida* comme facteur de restauration de la fertilité du sol sont expliquées par les variables indépendantes du modèle. Ceci confirme la bonne qualité du modèle et la robustesse de la régression. Le **Tableau 2** ci-dessous donne les résultats de l'estimation du modèle Probit tel que présenté dans la méthodologie.

Tableau 2 : Résultat de l'estimation du modèle Probit

Source	Coefficients	Ecart-type	Khi ² de Wald	Pr > Khi ²
Constante	-2,221*	1,438	2,386	0,122
TMEN	0,073	0,067	1,195	0,274
AGE	-0,013	0,028	0,197	0,657
SEXE	0,068	0,768	0,008	0,929
NINST	0,505	0,524	0,931	0,335
ACCEC	-0,487	0,630	0,599	0,439
TEXPLOI	-0,007	0,110	0,004	0,951
ACCET	1,861***	0,572	10,599	0,001
INCIT	1,961***	0,548	12,799	0,000
Log(Vraisemblance)	105,382			< 0,0001
R ² McFadden	0,946			

*Significatif au seuil de 10 % ; **Significatif au seuil de 5 % ; ***Significatif au seuil de 1 %

Ces résultats montrent que le facteur incitation et l'accès à la terre sont significatifs à 1 % de risque. Cela signifie que plus l'exploitation a accès à la terre plus elle s'investit dans l'adoption de l'innovation pour espérer bénéficier des effets ultérieurs par rapport aux exploitations qui n'ont pas accès à la terre. Car ces dernières n'étant pas sûres d'exploiter dans les années futures ces champs pour en espérer les effets positifs. Dans la même logique des facteurs qui influencent l'adoption de cette innovation, on note que le facteur incitation a positivement influencé l'adoption du *faidherbia albida* par les exploitations agricoles familiales de la zone d'étude. En effet dans la zone d'étude, le Projet de Gestion Durable des Terres (PGDT) et le Projet Eau, Sol, Arbre (ESA) ont incité les exploitations agricoles à l'adoption de cette innovation afin de restaurer la fertilité des sols par un apport financier proportionnel au nombre de pied plantés ou protégé. Ceci a eu comme effet une adoption très importante de cette pratique. Par contre ni l'âge, ni le niveau d'éducation encore moins la taille de l'exploitation n'a d'effet significatif sur le niveau d'adoption de l'arbre comme fertilisant par les exploitations agricoles familiales de la zone d'étude. Ceci à cause du caractère de ce type d'innovation qui ne nécessite pas une certaine expérience avant de savoir si elle est bénéfique pour l'exploitation. En plus son adaptation ne demande pas un niveau d'étude requis ni même un nombre de main d'œuvre donné.

4. Discussion

Cette étude met en évidence les déterminants de l'adoption de l'arbre comme fertilisant par les exploitations agricoles familiales dans les agrosystèmes du nord. Certaines variables se sont révélées significativement positives sur la décision des exploitations agricoles familiales d'adopter l'arbre comme fertilisant. Il s'agit de l'accès à la terre et le facteur incitation. Ce résultat en conformité avec ceux de [36] pour qui, la propriété a

un effet positif sur l'adoption d'innovations. En effet pour ces auteurs, les exploitants en fermage ont moins d'intérêts à investir dans des innovations dont les effets sont à long terme alors qu'ils ne sont pas assurés d'exploiter les terres à long terme. Aussi [12] ont montré que la dotation en ressources a un effet positif sur l'adoption de l'agroforesterie par les exploitations agricoles. Ce résultat conforte celui que nous avons obtenu considérant la dotation en ressource comme l'accès à la propriété foncière. Dans la même logique, [37] ont montré que l'accès à la terre a un effet globalement positif sur l'adoption de l'innovation. Cependant, dans leur étude ils ont prouvé que pour les exploitants propriétaires des terres cultivées, la décision d'accroître les superficies cultivées en maïs n'augmente que faiblement la probabilité d'adopter le paquet technique ; tandis que les exploitants qui louent les terres qu'ils cultivent ont plus enclins à intensifier les cultures qu'ils y font et de ce fait à adopter des technologies qui optimisent les rendements. En effet dans les deux sites de l'étude, les exploitations ont été accompagnées par les projets PGDT et ESA en ce qui concerne spécifiquement la conservation ou la plantation des espèces fertilisantes dans les champs de culture. Notre étude révèle donc que cet accompagnement sous forme d'incitation à l'adoption de cette pratique a eu un effet positif. Ce résultat rejoint ceux de [38] selon lequel l'utilisation de rémunération et des incitations sont des moyens importants pour stimuler la population à participer à un projet. Dans la même logique, [39] ont montré que les incitations économiques comme les prix des facteurs de production et des produits sont les déterminants les plus importants de l'adoption de ces technologies. Ainsi, conformément à ce que [40] recommande sur les outils d'accompagnement des innovations environnementales pour qui, la mise en place de contrats et de formes d'assurances est une option envisageable et considérant que la plantation d'arbre ou la conservation de celui-ci est aussi une innovation environnementale. Ce qui implique non seulement que le résultat de notre étude est un résultat à prendre en compte mais aussi la pratique doit faire l'objet d'une extension pour toucher un plus grand nombre des producteurs.

5. Conclusion

L'objet de cet article était d'identifier les déterminants de l'adoption du *Faidherbia albida* comme fertilisant par les exploitations agricoles familiales des deux terroirs de la région de l'Extrême Nord. Pour cela un échantillon de 100 exploitations choisies de manière aléatoire et raisonné a été soumis à un questionnaire. L'analyse de ces données au travers du modèle Probit simple nous a permis d'identifier que l'accès à la propriété foncière et le facteur incitation influençaient significativement la décision d'adoption de cette innovation. Ce qui implique que pour restaurer la fertilité des sols dans cette partie du pays marquée par une baisse constante de la fertilité, les pouvoirs publics doivent non seulement améliorer la législation sur le droit d'accès à la terre des exploitations agricoles familiales et surtout mettre en place une politique incitative visant à encourager ces dernière à l'introduction des arbres qui ont pour vocation la restaurer la fertilité des terres et des légumineuses amélioratrices en l'occurrence le *Faidherbia albida*.

Références

- [1] - INS, rapport préliminaire de l'enquête sur les ménages 4 (ECAM 4), (2015) 72 p.
- [2] - FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division, (2013) *disponible à* <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QC/E>
- [3] - ADEGBOLA et AROUNA, Facteurs socio-économiques déterminant l'adoption des technologies de gestion durable de la fertilité des sols par les différents types d'exploitations agricoles des régions centre nord du Bénin. Communication à la première édition de l'atelier Scientifique National, Bénin, (2004)
- [4] - J.-P., M. OLINA BASSALA, M. M'BIANDOUN, J. A. EKORONG & P. ASFOM, Evolution de la fertilité des sols dans un système cotonnier céréales au Nord Cameroun : diagnostic et perspectives. *Tropicultura*, 26 (4) (2008) 240 - 245
- [5] - L. N. KOSSOUMNA, Crise de la filière coton au Cameroun, fondements et stratégies d'adaptation des acteurs Edition Clé, (2014) 426 p.
- [6] - P. JOUVE, Transition agraire : la croissance démographique, une opportunité ou une contrainte ?, 1, N°217 (2006) 43 - 54 p.
- [7] - S. CARSAN STROEBEL, I. DAWSON, R. KINDT, C. MBOW, J. J. MOWO and R. JAMNADASS, Can agroforestry option values improve the functioning of drivers of agricultural intensification in Africa? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6 (2014) 35 - 40
- [8] - D. T. JAMISONAND and L. J. LAU, Farmer education and farm efficiency (Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD), (1982) xviii, 292 p.: map
- [9] - G. FEDER and D. L. UMALI, The adoption of agricultural innovations: A review. *Technological Forecasting and Social Change*, 43 (3-4) (1993) 215 - 239
- [10] - KEBEDE et al., Genetic gain of maize (*Zea mays* L.) varieties in Ethiopia over 42 years (1973 - 2015) *African Journal of Agricultural Research*, 15 (3) (2020) 419 - 430
- [11] - G. AMACHER, W. HYDE and M. RAFIQ, Local adoption of new forestry technologies : an example from pakistan's NW frontier Province. *World Dev*, 21 (1993) 445 - 553
- [12] - S. PATTANAYAK, D. E. MERCER, E. SILLS and J. YANG, Taking stock of agroforestry : contour hedgerows in the Eastern Visayas, Philippines. *Agr Econ*, 18 (2003) 31 - 46
- [13] - GLENDINNING et al., Measurement of the response of Gd₂O₂S:Tb phosphor to 6 MV x-rays Physics in Medicine & Biology, Vol. 46, N° 2 (2001) 46/2/317
- [14] - RAMJI P. NEUPANE et al., Adoption of agroforestry in the hills of Nepal : a logistic regression analysis *Agricultural Systems*, Vol. 72, issue 3, (2002) 177 - 196
- [15] - K. BOAHENE, T. A. SNIJDERS & H. FOLMER, An integrated socioeconomic analysis of innovation adoption : the case of hybrid cocoa in Ghana. *Journal of Policy Modeling*, 21 (2) (1999) 167 - 184
- [16] - C. ROUSSY, A. RIDIER & K. CHAIB, Adoption d'innovations par les agriculteurs : rôle des perceptions et des préférences *INRA UMR SMART*, 15 (03) (2015)
- [17] - A. A. ADESINA, D. MBILA, G. B. NKAMLEU and D. ENDAMANA, Econometric analysis of the determinants of adoption of alley farming by farmers in the forest zone of southwest Cameroon. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 80 (3) (2000) 255 - 265
- [18] - A. S. BAMIRE, Y. L. FABIYI & V. M. MANYONG, Adoption pattern of fertiliser technology among farmers south-western Nigeria : a Tobit analysis. *Crop and Pasture Science*, 53 (8) (2002) 901 - 910
- [19] - G. B. NKAMLEU and A. A. ADESINA, Determinants of chemical input use in peri-urban lowland systems : bivariate probit analysis in Cameroon. *Agricultural Systems*, 63 (2000) 111 - 121
- [20] - S. SALL, D. NORMAN & A. M. FEATHERSTONE, Quantitative assessment of improved rice variety adoption : the farmer's perspective. *Agricultural systems*, 66 (2) (2000) 129 - 144

- [21] - ADEGBOLA and AZONTONDE, Impact économique de la jachère à mucuna sur la pauvreté au Cameroun. *Communication à l'atelier scientifique national*, Benin, (2006)
- [22] - M. J. SOULE, A. TEGENE and K. D. WIEBE, Land Tenure and the Adoption of Conservation Practices. *American Journal of Agricultural Economics*, 82 (4) (2000) 993 - 1005
- [23] - E. S. NTSAMA & D. B. KAMGNIA, Les déterminants de l'adoption des variétés améliorées de maïs : adoption et impact de la « CMS 8704 », (2012)
- [24] - STEPHANE FOURNIER, JOSE MUCHNIK, Le système agroalimentaire localisé pour analyser le territoire. *Travaux et Innovations*, 181 (2011) 27 - 30 p. <hal-02653104>
- [25] - P. CHANTRAN, La Vulgarisation Agricole en Afrique et à Madagascar ». *Maisonneuve*, Paris, (1972) 277 p.
- [26] - M. SAMATANA, de l'adaptation des nouvelles techniques culturalités par les anciens stagiaires, *Economie et vulgarisation*, (1980) www.oecd.org/fr/science/inno/2367554.pdf
- [27] - Y. MORVAN, Fondements d'Economie Industrielle, *Economica*, 2^{ème} édition, Paris, (1991)
- [28] - E. SABOURIN, L. M. DA SILVEIRA, J. P. TONNEAU & P. SIDERSKY, Diagnostico sobre manejo de fluxos de biomassa e gestao da fertilidade em unidades familiares do Agreste da Paraiba : Campina Grande-Janeiro de, (1999)
- [29] - E. M. ROGERS, Diffusion of Innovations, New York/London, (1962)
- [30] - CHAMBERS, ROBERT, Les paysans d'abord : les innovations des agriculteurs et la recherche agronomique. Eds. Arnold Pacey, and Lori Ann Thrupp. Ed. Karthala ; CTA, (1994)
- [31] - H. P. BINSWANGER & D. A. SILLERS, Risk aversion and credit constraints in farmers' decision-making: A reinterpretation. *The Journal of Development Studies*, 20 (1) (1983) 5 - 21
- [32] - M. MARRA, D. J. PANNELL & A. A. GHADIM, the economics of risk uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies : where are we on the teaming curve? *Agr Syst*, 75 (2003) 215 - 234
- [33] - S. COUTURE, A. REYNAUD, J. DURY & J. E. BERGEZ, Farmer's risk attitude : Reconciling stated and revealed preference approaches. In *Fourth World Congress of Environmental and Resource Economists*, (2010) 10 - 22
- [34] - A. A. ADESINA and M. M. ZINNAH, Technology characteristics, farmers' perceptions and adoption decisions: A Tobit model application in Sierra Leone." *Agricultural Economics*, 9 (4) (1993) 297 - 311
- [35] - M. NOLTZE, S. SCHWARZE & M. QAIM, Farm diversity and heterogeneous impacts of system technologies on yield, income and poverty: the system of rice intensification in timor leste, N° 1007-2016-79552, (2012)
- [36] - M. CASWELL, K. O. FUGLIE, C. INGRAM, S. JANS & C KASCAK, Adoption of agricultural production practices: lessons learned from the US Department of Agriculture Area Studies Project. *United States Department of Agriculture, Economic Research Service*, 33985 (2001)
- [37] - T. L. G. MABAH, L. TEMPLE & M. HAVARD, Les déterminants de l'adoption d'innovations techniques sur maïs au Cameroun, une contribution à la sécurisation alimentaire. AGRAR-2013 : 1st conference of African research on agriculture, food, and nutrition. Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, June 4-6 (2013)
- [38] - KESSLER et al., Social consequences of psychiatric disorders I Educational attainment. *The American Journal of Psychiatry*, 152 (1995) 1026 - 1032
- [39] - G. FEDER, Farm size, risk aversion and the adoption of new technology under uncertainty. *Oxford Economic Papers*, 32 (2) (1980) 263 - 283
- [40] - A. RIDIER, Risques et adoption d'innovations en agriculture : leviers micro-économiques et enjeux pour l'action publique. Sciences de l'Homme et Société. Université de Rennes 1, (2014)