

# Traitement des semences de sorgho avec des extraits de plantes locales : adoption et effets sur les productivités agricoles au Burkina Faso

---

Baowendsom Irène OUEDRAOGO<sup>1</sup>,  
Pawindé Elisabeth ZIDA<sup>2</sup>, Bouma James NEYA<sup>3</sup>,  
Wendolian Romain SOALLA<sup>4</sup> et Séni BILGO<sup>5</sup>

## Résumé

Le sorgho est l'une des principales céréales cultivées au Burkina Faso. Il est souvent attaqué par certaines maladies pouvant conduire à des baisses importantes des rendements. Dans le but de protéger le sorgho contre les infections fongiques, une nouvelle technologie de traitement des semences de sorgho à l'aide d'extraits de plantes locales, *Eclipta alba* ou /et le *Balanites egyptiaca* a été développée au profit des producteurs. Le présent article identifie les déterminants de l'adoption des premiers utilisateurs de cette nouvelle technologie et mesure son effet moyen sur les productivités agricoles en milieu paysan. Le modèle de partition endogène a été utilisé pour l'atteinte de cet objectif. Il ressort de l'analyse que les principaux déterminants d'adoption sont : la formation des producteurs sur les techniques de préparation des extraits aqueux de plantes et le traitement des semences avant les semis et la perception positive que les producteurs ont de la technologie. L'adoption est également expliquée par les variables sexe et type de semences utilisées. Par ailleurs, l'utilisation des extraits de plantes en traitement des semences a permis d'accroître les rendements moyens agricoles d'environ 26%. Ainsi, les formations sur la technologie et sa diffusion à grande échelle sont à renforcer pour l'amélioration de la production du sorgho en particulier et l'amélioration de la sécurité alimentaire des populations en général.

**Mots-clés** : Extraits de plantes locales, adoption, effets, productivités

## Treatment of sorghum seeds with local plant extracts: adoption and effects on agricultural productivity in Burkina Faso

### Abstract

Sorghum is one of the main cereals grown in Burkina Faso. It is often attacked by some diseases which can lead to significant yield losses. In order to protect sorghum against fungal infections, a new technology for treating sorghum seeds using local plants extracts from *Eclipta alba* and *Balanites egyptiaca*, was developed by

---

<sup>1</sup> Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso, irene.ouedraogo@yahoo.fr

<sup>2</sup> INERA, Ouagadougou, Burkina Faso, zidap.elisabeth@yahoo.fr

<sup>3</sup> INERA, Ouagadougou, Burkina Faso, neyajames@yahoo.fr

<sup>4</sup> INERA, Ouagadougou, Burkina Faso, soalla.romain@yahoo.fr

<sup>5</sup> INERA, Ouagadougou, Burkina Faso, senibilgo@yahoo.fr

researchers and disseminated to farmers. This article identifies the determinants of adoption of this new technology by the first users, and measures its average effect on agricultural productivity in a farming environment. The endogenous switching regression model was used to achieve this objective. The analysis shows that the main determinants of adoption are: training of farmers on the method of preparing aqueous plant extracts and the treatment of seeds before sowing and the positive perception that farmers have of the technology. Adoption is also explained by the variables gender and type of seeds used. Furthermore, the use of plant extracts in seed treatment has made it possible to increase average agricultural productivity by around 26%. To this end, training on the technology and its large-scale dissemination should be strengthened to improve sorghum production in particular and improve food security of populations in general.

**Keywords:** Local plant extracts, adoption, effects, agricultural productivity

## **Introduction**

Un des défis majeurs des acteurs agricoles au Burkina Faso c'est comment accroître les productivités. En effet, l'agriculture occupe une place importante dans le pays de par sa part contributive au PIB à hauteur de 18,9% en 2020, à l'emploi de plus de 80% de la population active (INSD, 2022) et sa contribution à l'amélioration de la sécurité alimentaire à travers notamment, la production céréalière. Le sorgho constitue avec le mil l'une des principales céréales cultivées au Burkina Faso (DGPER, 2012). Toutefois, tout comme les autres cultures, les contraintes liées aux changements climatiques associées à la faible adoption des innovations agricoles contribuent à la faiblesse des rendements agricoles du sorgho. Aussi, le sorgho est souvent attaqué par certaines maladies pathogènes pouvant entraîner des baisses importantes des rendements d'où la nécessité de protéger la culture à travers le traitement des semences avant semis (ZIDA et al., 2012: p1). En effet, l'une des conditions préalables à une bonne production agricole est la bonne qualité des semences utilisées. Au Burkina Faso, les producteurs de sorgho utilisent généralement leurs propres semences à chaque saison hivernale ou parfois des semences de variétés améliorées qui reçoivent rarement un traitement sanitaire au moment des semis, pouvant ainsi causer certaines maladies des plantes du Sorgho. Les producteurs utilisent souvent certains pesticides chimiques en traitements et protection du sorgho. Toutefois, l'utilisation de ces pesticides, en plus de nécessité des coûts n'est pas sans effet sur l'environnement et sur la santé humaine et la sécurité alimentaire surtout en milieu rural à cause de ces exigences techniques et l'insuffisance de prise de conscience de son éventuelle toxicité (ALENGEBAWY et al., 2021; KIM et al., 2017).

A cet effet, une alternative pour une amélioration des productivités agricoles et la sécurité alimentaire serait une technologie moins coûteuse et plus biologique. Toutes ces raisons ont amené les chercheurs à orienter leur recherche vers l'utilisation d'extraits de plantes locales en traitements des semences en lieu et place des fongicides chimiques. Les travaux de (BONZI *et al.*, 2012 ; ZIDA *et al.*, 2012 : p5) ont montré l'effet positif de l'utilisation des extraits de plantes locales en traitement des semences de sorgho sur le rendement agricole à travers des expérimentations en champs.

La technique de préparation du traitement des semences de sorgho à l'aide d'extraits aqueux de plantes notamment une herbe, *Eclipta alba* ou le « Moussofing » en langue Dioula et/ou *Balanites egyptiaca* ou palmier dattier du désert ou « Kiégéléga » en langue mooré, a été développée puis diffusée aux producteurs de trois provinces du Burkina Faso dont le Boulkiemdé, le Gourmand et le Loroum à partir de 2014. Dès 2015 et 2016, des producteurs ont commencé à pratiquer cette technique sur quelques portions de leurs parcelles. A cet effet, nous nous sommes intéressés à la question suivante : Quels facteurs peuvent expliquer les premières utilisations d'une nouvelle technologie agricole notamment la technologie de traitements des semences de sorgho avec des extraits de plantes locales par les producteurs et quel est son impact sur les rendements agricoles ?

Plusieurs auteurs se sont déjà intéressés à l'analyse des déterminants d'adoption des technologies agricoles dont la plupart concerne les semences améliorées ainsi que leur impact (ADHIKARI *et al.*, 2019; BARRY *et al.*, 2019; CHUCHIRD *et al.*, 2017) . Le présent article constitue l'un des premiers en ce qui concerne la protection du sorgho à travers la nouvelle technologie de traitement des semences de sorgho avec les extraits de plantes locales disponibles et accessibles au niveau local et par une approche économique.

## **1. Approches théoriques**

### **1.1. Approche théorique de l'adoption d'une technologie**

Les fondements microéconomiques de l'adoption d'une innovation agricole reposent sur la théorie de maximisation de l'utilité Feder *et al.*, (1985). En effet, la décision d'adoption de l'innovation agricole relève du comportement rationnel du producteur agricole qui accorde davantage de préférence à l'innovation dès lors qu'elle lui procure plus d'utilité ou de satisfaction (STRELETSKAYA *et al.*, 2020). Dans le

même sens, MCFADDEN, (1986) stipule que selon les économistes classiques, lorsqu'un choix est fait par un agent économique rationnel, cela implique que ce choix a du maximiser l'utilité de celui qui fait ce choix. Ainsi, dans le domaine agricole, le producteur supposé rationnel, ses choix d'accepter ou de rejeter une innovation sont faits en fonction des avantages que cette innovation peut lui procurer. Les avantages peuvent être d'ordre technique, économique, social ou environnemental. L'un des avantages directs espérés ou voulus par un producteur agricole à travers le choix d'une technologie donnée est l'accroissement des productivités agricoles. Le producteur adopte l'innovation agricole lorsqu'il espère une utilité supérieure à l'utilité qu'il a sans l'adoption de l'innovation agricole. L'utilité espérée joue donc un rôle déterminant dans la décision d'adoption d'une innovation. L'utilité tirée de l'adoption de l'innovation est supposée être fonction d'un vecteur de paramètres. Ce vecteur de paramètres est constitué notamment des caractéristiques liées à l'exploitation, des caractéristiques liées au ménage, des caractéristiques liées à la technologie et des facteurs institutionnels (ZOSSOU et al., 2020). En notant  $Z$  l'ensemble de ces facteurs,  $U_1$  l'utilité tirée de l'adoption de l'innovation agricole et  $U_0$  l'utilité correspondant à la non adoption de l'innovation agricole, la décision d'adoption d'un producteur peut être représentée comme suit :

$$U_1(Z) = Z\beta_1 + \varepsilon_1 \quad \text{Utilité tirée de l'adoption} \quad (1)$$

$$U_0(Z) = Z\beta_0 + \varepsilon_0 \quad \text{Utilité tirée de la non adoption} \quad (2)$$

$\beta_1$  et  $\beta_0$  sont des vecteurs de paramètres et  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_0$  les termes d'erreurs. Notons  $Y$  la décision d'adoption.  $Y=1$  si l'innovation agricole est adoptée et 0 si non adoptée. Ainsi :

$Y=1$  : adoption de l'innovation agricole si  $U_1(Z) > U_0(Z)$

$Y=0$  : non adoption de l'innovation agricole si  $U_1(Z) \leq U_0(Z)$

Dans le cadre du présent article, le producteur de sorgho choisi d'utiliser les extraits de plantes en traitements des semences s'il espère une hausse des productivités agricoles (rendements) inhérente à la réduction des maladies du sorgho, avec cette technique.

## 1.2. Revue sur les déterminants d'adoption des technologies

Plusieurs facteurs socioéconomiques, agronomique, institutionnel peuvent d'une part, amener un producteur à adopter une technologie,

d'autre part expliquer les rendements agricoles obtenus. Les facteurs déterminant les décisions d'adoption des innovations généralement identifiés dans les travaux empiriques sont entre autres le genre, l'âge, la formation, l'instruction (éducation), l'accessibilité de la technologie, la facilité d'utilisation, l'avantage de la technologie...

**Genre** : Le genre a été beaucoup considéré comme facteur déterminant dans l'adoption des technologies agricoles comme le montrent plusieurs travaux empiriques (DISSANAYAKE et al., 2022: p285). Dans le contexte de nos sociétés, les facteurs socioculturels jouent un rôle déterminant dans les prises de décisions au sein des ménages. Le ménage est généralement dirigé par un homme qui est également celui qui a le plus accès aux informations agricoles et le plus habilité à prendre des décisions et donc il lui est plus facile d'adopter les technologies agricoles que la femme (MELESSE, 2018:p2; OUEDRAOGO et al., 2024: p142). Par ailleurs, pour d'autres auteurs, l'adoption de la technologie est beaucoup plus question d'accès aux ressources, à la terre que du genre (DISSANAYAKE et al., 2022:p285; MORRIS & DOSS, 2001:p2). Une technologie non coûteuse et accessible serait également intéressée puis adoptée par les femmes étant donné qu'elles disposent généralement de moins de ressources comparativement aux hommes.

**Age** : Les travaux empiriques sur l'adoption des technologies agricoles ont montré des résultats controversés quant à l'effet de l'âge sur l'adoption de la technologie. Pour les uns, les producteurs âgés adoptent plus facilement les technologies agricoles pouvant contribuer à accroître les productivités agricoles, du fait qu'ils auraient accumulé du capital, ont accès ou sont propriétaires des terres et auraient des familles de taille élevée (BARRY, 2016b:p170; KHONJE et al., 2015). Pour les autres, les jeunes sont plus motivés à prendre des risques en adoptant plus les technologies agricoles (BERKOWSKY et al., 2017:p1; CHUCHIRD et al., 2017:p8). C'est une variable continue exprimée en nombre d'années.

**L'accès à la formation** : L'accès à la formation agricole est très déterminant dans la décision d'adoption d'une technologie agricole. Théoriquement la formation des producteurs les incite à l'adoption des technologies agricoles. Plus particulièrement, un producteur formé sur la technique d'utilisation d'une technologie agricole, se sentirait plus à l'aise à pratiquer cette technologie qu'un producteur qui n'en a pas été formé (BARRY, 2016a :p8; CHUCHIRD et al., 2017:p10; HULUKA

& NEGATU, 2016). C'est une variable binaire prenant la valeur 1 si le producteur est formé sur le traitement des semences avec les extraits de plantes et 0 si non.

**Education :** En général, les producteurs instruits maîtrisent plus facilement les technologies agricoles que les non instruits. Le statut de l'éducation du chef de famille est l'un des facteurs les plus courants et prioritaires dans l'adoption d'une nouvelle technologie agricole. Plusieurs études ont révélé un effet positif entre le niveau d'éducation et l'adoption de technologies agricoles (ALENE & MANYONG, 2007: p152; HUFFMAN, 2001: p359). La raison principale pour cette relation positive pourrait être la capacité de l'éducation à changer les connaissances, les attitudes et compétences d'un agriculteur. Dans la présente recherche, la variable est binaire et prend la valeur 1 si le producteur sait au moins lire et écrire et 0 si non

**Perception et caractéristiques de la technologie :** la perception et les caractéristiques d'une technologie jouent un rôle déterminant dans son adoption (UGOCHUKWU AND PHILLIPS, 2018). Il ressort des études antérieures que la facilité d'utilisation d'une technologie, son coût, sa toxicité, sa disponibilité et accessibilité, les avantages espérés de son adoption (productivités, luttés contre les maladies des plantes, ...) sont fortement considérés dans les décisions d'adoption des technologies agricoles. Dans le cadre du présent travail, l'avantage espéré de la technologie est surtout l'espoir d'une amélioration de la production agricole à travers la réduction ou l'élimination des maladies du sorgho. C'est une variable binaire qui prend la valeur 1 si le producteur espère une amélioration de la production du sorgho et 0 si non.

Par ailleurs, en fonction de la spécificité et du contexte de l'étude, d'autres variables peuvent s'intégrer dans l'analyse des déterminants d'adoption. Pour la présente étude, les variables ; utilisation d'engrais, investissements en équipements et en intrants agricoles ainsi le type de semence de sorgho ont été ajoutées à l'analyse.

**Utilisation de l'engrais :** L'engrais est un des intrants les plus importants dans la production agricole au Burkina Faso. Un producteur qui utilise l'engrais suppose un producteur prêt à investir dans son exploitation et donc prêt à « innover » et s'intéresserait alors à une nouvelle technologie agricole telle que la technique de traitements des semences de sorgho aux extraits de plantes locales. C'est une variable binaire qui prend la valeur 1 si l'engrais est utilisé et 0 si non.

**Investissements en équipements agricoles :** Un producteur ayant accès aux équipements agricoles s'essaie facilement aux nouvelles technologies agricoles que les moins équipés. Dans le présent article la variable est représentée par les dépenses en équipements agricoles. C'est une variable continue et exprimée en FCFA.

**Investissements en intrants agricoles :** La variable est utilisée pour expliquer surtout les rendements agricoles. En effet, plus on investit, plus on produit et améliore de ce fait ses productivités agricoles toute chose égale par ailleurs. La variable est représentée par les dépenses en intrants agricoles et est exprimé en FCFA. Un effet positif sur les rendements agricoles est attendu.

**Type de semence utilisée :** Le type de semence de sorgho utilisé peut avoir un effet aussi sur bien l'adoption de la technique de traitement avec les extraits de plantes que sur les rendements agricoles. Un utilisateur de semences améliorées de sorgho suivrait les technologies qui accompagnent l'utilisation des semences améliorées et serait donc plus motivé à utiliser la technique de traitement des semences de sorgho avec les extraits de plantes. Par ailleurs, un autre utilisateur de semence améliorée de sorgho supposerait une semence déjà de qualité et prête à être semée, et donc pas besoin de traitement quelle que soit sa nature.

### **1.3. Evaluation de l'effet moyen de l'adoption de la technologie**

Mesurer l'effet moyen d'un traitement ou d'une technologie c'est mesurer l'effet net du traitement sur un indicateur. Il s'agit de la mesure de la différence entre le résultat de l'adoptant et ce qu'il aurait obtenu, s'il n'avait pas adopté. La difficulté réside dans le fait qu'il est difficile voire impossible d'observer un même individu à la fois adoptant et non adoptant, ce qui constitue le problème du contrefactuel. Plusieurs modèles d'évaluation d'impact ont été développés avec des stratégies pour résoudre le problème du contrefactuel notamment à travers la construction d'un groupe suffisamment identique au groupe traité, appelé groupe témoin. Par ailleurs il y'a également le problème de sélection qui se pose souvent lorsque le traitement n'est pas aléatoire comme dans les cas expérimentaux et qu'il faut considérer lors des mesures d'effet moyen de traitement. Les modèles généralement rencontrés pour résoudre le problème de sélection sont les modèles à variables instrumentales (VI), le modèle de partition endogène, le modèle de sélection de HECKMAN, le modèle d'appariement sur les scores de propension (PSM). Dans le cadre de notre recherche, la décision d'utiliser ou d'adopter la technique de traitement naturel des

semences de sorgho n'est pas aléatoire. Le producteur décide de lui-même d'adopter la technique dès qu'il a eu connaissance de la technologie. Dans ce cas, des facteurs aussi bien observables que non observables peuvent influencer sa décision d'adoption ; ce qui crée des biais de sélection. L'un des modèles les plus couramment utilisés dans ces cas de figures est le modèle de partition endogène en plus du modèle à variables instrumentales. Le modèle de partition endogène que nous avons choisi d'utiliser dans le présent travail a l'avantage d'une part, d'estimer à la fois les équations d'adoption et de résultat par la méthode du maximum de vraisemblance à information complète, mais aussi permet de faire des analyses de contrefactuels. En effet, le modèle permet de déterminer ce qu'aurait été le rendement du producteur s'il n'avait pas traité les semences avec les extraits de plantes et inversement ce qu'aurait eu le producteur non adoptant en termes de rendements s'il avait traité ses semences avec les extraits de plantes. En somme, c'est ce qui motive l'utilisation du modèle de partition endogène pour obtenir des estimations non biaisées en permettant de contrôler les biais de sélection due à des facteurs observables et non observables (HASEBE, 2020a; KANBURI et al., 2019; WOSSEN et al. (2017).

## **2. Approche méthodologique**

### **2.1. Sources des données**

Les données utilisées dans cette étude sont des données primaires collectées dans le cadre de la mise en œuvre du projet intitulé « Les extraits aqueux de *Eclipta alba* (L.) Hassck. et *Balanites aegyptiaca* (Del.) : Une nouvelle technologie de traitement des semences pour protéger les cultures et accroître les rendements du sorgho et du mil au Burkina Faso » réalisé en 2014-2016 et financé par le Fonds National de la Recherche et de l'Innovation pour le Développement (FONRID). Le projet a touché trois provinces du Burkina Faso dont le Boulkiemdé, le Loroum et le Gourma. Dans chaque province au moins trois villages ont été représentés à savoir Nandiala, Ipendo et Kindi pour le Boulkiemdé, Rimassa, You, Irvouyatenga pour le Loroum et Nakoaléongo, Kouaré et Diapangou pour le Gourma.

Une des premières activités du projet à sa première année a consisté en la diffusion de la technologie de traitement à travers la mise en place de tests de démonstration et la formation des producteurs sur la technique de préparation du fongicide naturel à l'aide d'extraits de plantes

connues et disponibles dans leurs localités notamment *Balanites aegyptiaca* et *Eclipta alba*. Une enquête socioéconomique a été réalisée en année 1 pour avoir les informations de base sur la production du sorgho dans les différentes localités du projet.

Puis successivement en année 2 et 3 des données socioéconomiques ont également été collectées pour voir l'état d'utilisation de la technologie dès lors connue des producteurs mais aussi les indicateurs pouvant servir de mesure d'impact économique de la technologie tel que les productions (quantités), les superficies sur lesquelles les semences traitées avec les extraits de plantes ont été utilisées, les rendements, le revenu... Les enquêtes ont concerné aussi bien les bénéficiaires directs du projet ainsi que des non bénéficiaires.

Ainsi, pour la présente étude, nous avons utilisé les données d'enquêtes de 2016 avec un échantillon de 156 producteurs.

## 2.2. Modèle empirique : le modèle de partition endogène

Le modèle de partition endogène est un modèle à équations simultanées qui estime à la fois l'équation de sélection qui est l'adoption dans notre cas et les équations de résultats que sont les rendements agricoles, par la méthode de maximum de vraisemblance à information complète. Le modèle se présente ainsi qu'il suit :

Un producteur agricole n'adopte une innovation agricole que s'il espère une utilité importante ou positive de cette adoption. Soit  $y_i^*$  l'utilité espérée de l'adoption de l'innovation agricole.  $y_i^*$  est une variable latente qui dépend des caractéristiques du producteur tel que :

$$y_i^* = \beta_0 + \gamma Z_i + \mu_i = U_1(Z) - U_0(Z) \quad (3)$$

Le choix du traitement (adoption) est :  $T_i = \begin{cases} 1 & \text{si } y_i^* > 0 \\ 0 & \text{si } y_i^* \leq 0 \end{cases}$  : avec  $T_i = 1$  pour les adoptants et  $T_i = 0$  pour les non adoptants. Le vecteur  $Z$  représente les variables qui affectent les bénéfices attendus de l'adoption de l'innovation agricole. La fonction de résultat conditionnelle au traitement dans le modèle de partition endogène peut être spécifiée de la manière suivante :

$$\text{regime1: } Y_{1i} = \gamma_1 X_{1i} + \varepsilon_{1i} \text{ si } T_i = 1 \quad (4)$$

$$\text{regime2: } Y_{2i} = \gamma_2 X_{2i} + \varepsilon_{2i} \text{ si } T_i = 0 \quad (5)$$

où,  $Y_{1i}$  représente l'indicateur de résultat des traités et  $Y_{2i}$  des non traités, tandis que les  $X_{ji}$  ( $j=1,2$ ) représentent un vecteur de variables exogènes.  $\varepsilon_i$  est le terme d'erreur de la variable de résultat. Les termes d'erreur dans l'équation de sélection ( $\mu_i$ ) et les équations de résultats ( $\varepsilon_{1i}$ ) et ( $\varepsilon_{2i}$ ) sont supposés avoir une distribution normale trivariée avec une moyenne nulle et une matrice de variance-covariance  $\Omega$  de la manière suivante :

$$\Omega = \begin{pmatrix} \sigma_{\mu}^2 & \sigma_{1\mu} & \sigma_{2\mu} \\ \sigma_{1\mu} & \sigma_1^2 & \sigma_{12} \\ \sigma_{2\mu} & \sigma_{12} & \sigma_2^2 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Où  $\sigma_{\mu}^2 = var(\mu_i)$  ;  $\sigma_1^2 = var(\varepsilon_1)$  ;  $\sigma_2^2 = var(\varepsilon_2)$  ;  $\sigma_{1\mu} = cov(\mu_i, \varepsilon_1)$  ;  $\sigma_{2\mu} = cov(\mu_i, \varepsilon_2)$

En outre, selon MADDALLA, (1983)  $\sigma_{\mu}^2$  peut être supposé égal à 1 et  $cov(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$  n'est pas défini car  $Y_1$  et  $Y_2$  ne peuvent être observés simultanément pour le même individu. De plus, la corrélation entre le terme d'erreur de l'équation de sélection et de l'équation de résultat n'est pas nul ( $corr(\mu_i, \varepsilon_1)$ ; et  $corr(\mu_i, \varepsilon_2)$ ), ce qui crée un biais de sélection. Le modèle de partition endogène résout ce biais de sélection en estimant les ratios inverses de Mills ( $\lambda_{1i}$  et  $\lambda_{2i}$ ) et les termes de covariance  $\sigma_{1\mu}$  et  $\sigma_{2\mu}$  et en les incluant comme régresseurs auxiliaires dans les équations (5) et (6) qui sont des équations de résultats. Si  $\sigma_{1\mu}$  et  $\sigma_{2\mu}$  sont significatifs, on rejette l'hypothèse d'absence de biais de sélection. En outre,  $\sigma_{1\mu} < 0$  représente un biais de sélection positif (c'est-à-dire que les ménages dont les résultats sont supérieurs à la moyenne sont plus susceptibles de choisir de faire partie du traitement c'est-à-dire d'adopter la technologie. Les estimations du modèle peuvent ensuite être utilisées pour estimer l'effet moyen de l'adoption chez les adoptants ou l'ATT (Average Treatment effect on Treated) et ATU (Average Treatment effect on Untreated, ou effet moyen du traitement sur les producteurs non traités) comme suit :

$$E(Y_{1i}|T_i = 1) = \gamma_1 X_{1i} + \lambda_{1i} \sigma_{1\mu} \quad (7)$$

$$E(Y_{2i}|T_i = 0) = \gamma_2 X_{2i} + \lambda_{2i} \sigma_{2\mu} \quad (8)$$

$$E(Y_{2i}|T_i = 1) = \gamma_2 X_{1i} + \lambda_{1i} \sigma_{2\mu} \quad (9)$$

$$E(Y_{1i}|T_i = 0) = \gamma_1 X_{2i} + \lambda_{2i} \sigma_{1\mu} \quad (10)$$

Un des avantages de ce modèle est qu'il permet d'estimer le contrefactuel c'est -à-dire qu'il détermine ce que serait le résultat des adoptants s'ils n'avaient pas adopté (équation 9) et ce qu'auraient eu les non adoptants s'ils avaient adopté (équation 10). L'effet moyen de l'adoption sur les adoptants s'obtient donc par la différence entre l'équation (7) et équation (9) ci-dessus et on a ainsi :

$$\begin{aligned}
 ATET &= E(Y_{1i}|T_i = 1) - E(Y_{2i}|T_i = 1) \\
 &= X_{1i}(\gamma_1 - \gamma_2) + \lambda_{1i}(\sigma_{1\mu} - \sigma_{2\mu})
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

De la même manière, l'effet moyen du traitement sur les non adoptants ATU s'obtient par la différence entre l'équation (8) et l'équation (10).

$$\begin{aligned}
 ATU &= E(Y_{1i}|T_i = 0) - E(Y_{2i}|T_i = 0) \\
 &= X_{2i}(\gamma_1 - \gamma_2) + \lambda_{2i}(\sigma_{1\mu} - \sigma_{2\mu})
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Les logiciels Excel, SPSS et Stata ont été utilisés pour le traitement et analyse des données. L'estimation du modèle a été fait avec le logiciel Stata.

Les variables présentées dans le tableau suivant ont été utilisées dans les équations empiriques pour l'identification des déterminants d'adoption de la technologie de traitements des semences de sorgho avec les extraits de plantes ainsi que l'évaluation de l'effet moyen du traitement sur les rendements agricoles des adoptants.

**Tableau 1:** Présentation des variables du modèle

Variables	Description	Résultat attendu
Sexe	Binaire 1 si femme	+
Age (années)	Continue	+
Education (instruction)	Binaire : 1 si instruit	+
Expérience agricole (années)	Continue	+
Formation sur la technologie	Binaire : 1 si formé	+
Utilisation engrais	Binaire : 1 si Oui	+
Type de semences	Binaire : 1 si locale	+/-
Investissements Intrants (fcfa)	Continue	+
Investissements équipements agricoles (fcfa)	Continue	+
Perception de la Technologie	Binaire : 1=Positive	+

### 3. Résultats et discussions

#### 3.1. Statistiques descriptives

Le tableau II présente les statistiques des variables utilisées dans le présent travail. En ce qui concerne la pratique de la technique de traitement des semences avec les extraits de plantes locales, on a observé un fort intérêt des producteurs envers la technologie dès la première année après avoir eu connaissance de la technologie. En effet, sur les 156 producteurs interrogés, 99 soit 63% ont utilisé la technique de traitement des semences avec les extraits de plantes. Les perceptions positives mentionnées ont certainement guidé le choix de la technologie. Seulement 11% avait une position neutre par rapport à la technique, les autres soit 89% ont eu des perceptions positives s'attendant à l'amélioration de la production par la réduction des maladies du sorgho, la non toxicité du traitement, la disponibilité des plantes à extraire les produits impliquant une préparation du traitement à moindre coût...

Quant à la variable de résultat qui concerne les rendements agricoles, elle a une valeur moyenne de 595kg/ha pour l'échantillon étudié. Ces rendements agricoles ont été relativement faibles en cette année du fait des faibles pluviométries qu'ont connues les zones concernées par l'étude. On note cependant que les rendements agricoles des adoptants de la technique de traitement des semences avec les extraits de plantes qui sont de 652kg/ha sont significativement plus élevés que ceux des non adoptants qui se situent autour de 487kg/ha. Toutefois, cette différence significative ne permet pas de conclure qu'il s'agit du seul fait de l'utilisation des extraits de plantes en traitement des semences de sorgho, étant donné qu'on observe des différences significatives de certaines autres variables socioéconomiques pouvant également expliquer ces différences de rendements. En effet, les adoptants sont plus âgés (46ans) que les non adoptants (40ans), avec un âge moyen de l'échantillon de 44ans. Les femmes représentent 29% des producteurs avec 30% de femmes parmi les adoptants et 28% parmi les non adoptants. Par ailleurs, les utilisateurs de semences améliorées sont plus importants parmi les non adoptants que chez les adoptants.

Toutes ces différences des variables socioéconomiques entre les adoptants et non adoptants ont conduit à la nécessité de choisir une méthode d'évaluation de l'effet moyen pour mesurer la part du traitement biologique des semences dans la différence de rendements.

**Tableau II:** Statistiques descriptives des variables du modèle

Variables	Utilisation d'extraits de plantes locales			Différence (t-test)
	Ensemble	Adoptants	Non adoptants	
Rendements agricoles (kg/ha)	595,720 (20,751)	652,328 (18,386)	487,97 (45,754)	164,381** * (41,697)
Age (nombre d'années)	44,275 (1,125)	46,204 (1,395)	40,568 (0,063)	5,635** (2,334)
Sexe féminin	29,801 (0,037)	30,303 (0,046))	28,846 (0,063)	1,457*** (0,079)
Education (1 = au moins lire et écrire)	46,358 (0,040)	42,424 (0,049)	22,509 (1,770)	11,422 (0,085)
Expérience agricole (nombre d'années)	27,007 (1,131)	29,347 (1,399)	11,538 (0,0447)	6,837** (2,323)
Formation (bénéficiaires de formation)	66,887 (0,038)	95,960 (0,020)	53,846 (0,069)	84,442*** (0,042)
Utilisation engrais (1=Oui)	52,318 (0,041))	51,515 (0,050)	28779,730 (3381,252)	-02,331 (0,086)
Investissement intrants agricoles (FCFA)	41503,130 (7517,158)	48529,480 (11460,310)	53866,670 (14012,040)	19749,750 (15656,910)
Dépenses équipements agricoles (FCFA)	59203,820 (9603,131)	62290,360 (12859,090)	26,923 (0,062)	8423,695 (19994,140)
Perception technologie (positive)	88,742 (0,026)	96,970 (0,017))	73,077 (0,062)	23,893 (0,050)
Type de semences (1=semence améliorée)	23,841 (0,035)	31,313 (0,047)		- 21,698*** (0,071)

**Note :** \*\*\*significatif au seuil de 1% \*\*significatif au seuil de 5% \*significatif au seuil de 10%, les écarts types entre parenthèses ; les moyennes pour les variables continues et pourcentage pour les variables discrètes.

### 3.2. Déterminants d'adoption

Les résultats d'estimation du modèle de partition endogène sont présentés dans le tableau III. Ils sont obtenus par la méthode du maximum de vraisemblance à information complète. La Statistique de Wald (Wald test  $\chi^2$  (7) avec une valeur de 55,78 significativement différente de zéro indique qu'il y a au moins une variable qui explique le modèle et donc le modèle est globalement significatif. L'hypothèse d'indépendance des équations est également rejetée impliquant l'adéquation du modèle pour permettre aussi de bien d'identifier les déterminants d'adoption que d'évaluer l'effet moyen du traitement en termes de rendements agricoles, de l'adoption de la technique de traitement naturel des semences. Les paramètres  $r_0$  et  $r_1$  mesurent la corrélation entre les termes d'erreur de l'équation d'adoption et de l'équation de rendements des non-adoptants et des adoptants. Les résultats montrent qu'au moins un de ces deux paramètres est statistiquement différent de zéro. Le paramètre  $r_0$  est négatif et significatif à 5% pour les non adoptants. Ce qui implique que si les non-adoptants choisissaient d'adopter la technique, l'effet peut ne pas être similaire à l'effet sur les adoptants car il existe des différences systématiques entre les adoptants et les non-adoptants. En d'autres termes, il y a auto-sélection dans l'adoption des techniques de traitements. En effet, selon LOKSHIN et SAJAIA (2004), il y a auto-sélection dans le traitement si  $r_0$  ou  $r_1$  est significativement différent de zéro.

En ce qui concerne les **déterminants** d'adoption de la technique de traitement des semences de sorgho avec les extraits de plantes, il ressort de l'estimation que l'adoption est expliquée par les variables sexe, type de semences, accès à la formation et perception de la technologie.

Le coefficient de la variable **sexe** est positif et significativement différent de zéro au seuil de 10%. Ce résultat indique que les femmes ont une plus grande propension à adopter la technique de traitement des semences avec les extraits de plantes comparativement aux hommes, pris comme référence. En effet, ce résultat corrobore ceux des défenseurs de la théorie selon laquelle, l'adoption d'une technologie est beaucoup plus questions de ressources que de genre (MORRIS & DOSS, 2001). Non seulement, la technique de traitement des semences avec les extraits de plantes est jugée non coûteuse par les producteurs mais aussi la disponibilité des plantes rend accessible la technologie à toutes les couches sociales dont les femmes.

La variable **type de semences utilisées** à un coefficient négatif et significativement différent de zéro. Les utilisateurs de semences améliorées ont une faible probabilité d'adopter la technique de traitement des semences de sorgho avec les extraits de plantes comparativement aux utilisateurs de semences locales, pris comme référence. Ce résultat peut se justifier du fait que les utilisateurs de semences améliorées supposent une semence de qualité et prête à être semée donc pas besoin de traitement préalable. En revanche les utilisateurs de semences locales souhaitent améliorer la qualité des leurs, d'où leur plus forte propension à adopter la technique de traitement des semences avec les extraits de plantes.

Le coefficient de la variable **formation** est positif et significativement différent de zéro à 1%. La participation à la formation sur la technique de préparation des extraits (et) du traitement des semences contribue fortement à augmenter la probabilité d'adoption de la technologie. Plus un producteur est formé sur une technologie, plus il la maîtrisera et plus l'adopterait aisément. Ce résultat corrobore ceux de BARRY, 2016a :p8; CHUCHIRD et al., 2017:p10; HULUKA & NEGATU, 2016), qui ont obtenu un effet positif de la formation sur l'adoption des technologies agricoles.

Le coefficient de la variable **perception de la technologie** est positif et significativement différent de zéro à 10%. Les producteurs ayant une perception positive de la technologie l'adoptent plus comparativement à ceux qui en ont une position neutre par rapport à la technologie, pris comme référence. Ce résultat est attendu car il reflète même la théorie microéconomique de la maximisation de l'utilité, qui suppose qu'un agent économique fait ses choix en fonction des avantages espérés. En effet, la plupart des producteurs ont estimé que la technologie serait moins coûteuse, accessible, non toxique, et leur permettrait de protéger leurs plantes des maladies et augmenterait ainsi les quantités produites du sorgho.

**Tableau III : Déterminants d'adoption du traitement naturel des semences de sorgho**

Variables	Coefficients des variables		
	Adoption	Rendements agricoles	
		Adoptants	Non-adoptants
Constant	-4,569 (4,185)	62,338*** (292,154)	1856,730** (661,275)
Age	0,0228 (0,156)	9,347 (8,864)	-91,018*** (26,963)
Age2	0,001 (0,002)	-0,097 (0,089)	0,935*** (0,316)
Sexe féminin	2,034* (1,076)	5,019 (59,690)	-152,608* (90,758)
Instruction (1 si au moins lire et écrire)	-0,340 (0,526)	-20,765 (52,274)	58,328 (84,761)
Utilisation engrais (1 si Oui)	1,105 (0,724)	-38,180 (53,500)	-576,708*** (109,128)
Type semences (1= améliorées)	- 0,2416** (1,004)	41,766 (49,839)	-30,738 (128,000)
Dépenses intrants (en log)		41,546** (21,733)	108,440** 37,075
Dépenses équipements (en log)	0,255 (0,215)		
Formation (1 = bénéficiaire de la formation)	4,084*** (1,093)		
Perception de la technologie (1 = Positive)	1,753** (0,891)		
r0	-0,916** (0,484)		

Variables	Coefficients des variables	
	Adoption	Rendements agricoles
		Adoptants      Non-adoptants
r1	-0,356 (0,362)	
Wald test chi2(7)		55,780***
LR test d'indépendance des équations		6,030 **

**Note :** \*\*\*significatif au seuil de 1% \*\*significatif au seuil de 5% \*significatif au seuil de 10%

### 3.3. Effet moyen du traitement sur les productivités du sorgho

Le tableau IV présente l'effet moyen (ATT) du traitement des semences de sorgho avec des extraits de plantes sur les rendements agricoles des adoptants. A l'issue des estimations, il ressort une valeur moyenne de l'ATT positive et significativement différente de zéro à 1%. Ce résultat implique que le traitement des semences de sorgho avec les extraits de plantes a permis d'accroître les rendements agricoles de 171kg/ha correspondant à 26% d'augmentation des rendements moyens agricoles. L'effet moyen positif de l'adoption des technologies agricoles sur les productivités agricoles a été trouvé dans plusieurs travaux empiriques (ASFAW ET AL., 2012; OGUNDARI & BOLARINWA, 2019; TAKAHASHI et al., 2020). Toutefois ce résultat fait partie des premiers résultats par une approche économétrique de l'effet moyen du traitement des semences de sorgho avec des extraits de plantes sur les rendements agricoles en milieu paysan. Néanmoins, le résultat corrobore les résultats trouvés par ZIDA et al, (2012) ayant obtenu un effet positif sur les rendements du traitement aux extraits sur les rendements agricoles et ceux de ZIDA et al, (2018) qui ont observé une augmentation des rendements moyens à l'issue des expérimentations en champs du traitement à l'extrait de *Eclipta alba* d'environ 32%.

**Tableau IV** : Effet moyen du traitement sur les rendements agricoles des adoptants

Variables	Décisions			p-value
	Adoption	Non adoption	ATT	
<b>Rendements (kg/ha)</b>	643,708	472,676	171,032***	0,001

**Note** : \*\*\*significatif au seuil de 1% \*\*significatif au seuil de 5% \*significatif au seuil de 10%

## Conclusion

Le sorgho est l'une des principales variétés cultivées au Burkina Faso. Cependant, la culture fait souvent face à certains agents pathogènes pouvant entraîner la baisse des rendements agricoles. A cet effet, une technologie de traitement des semences à base d'extraits de plantes a été développée afin de protéger la céréale contre les maladies transmises par les semences ou le sol. Cette étude avait donc pour objectif d'identifier les facteurs d'adoption de la technologie par les « premiers » utilisateurs et aussi de mesurer l'effet moyen sur les productivités agricoles. Ainsi, il ressort de cette présente étude que les facteurs influençant la décision d'utilisation de la technique de traitement des semences avec des extraits de plantes sont, le sexe, le type de semences, l'accès à la formation et la perception positive espérée de la pratique de la technologie. Les résultats ont montré également que la part de l'utilisation de la technologie de traitement naturel des semences de sorgho dans les rendements agricoles des adoptants est de 26%. Au vu de ces résultats, des recommandations peuvent être proposées : encourager les producteurs aussi bien les hommes que les femmes à utiliser la technologie de traitement naturel des semences de sorgho, informer les producteurs sur la nécessité de traiter les semences quel que soit le type de semences, local ou amélioré et surtout inciter les utilisateurs de semences améliorées au traitement de leurs semences pour améliorer leur qualité. Entreprendre des activités de formation sur la préparation du traitement et le traitement des semences et également engager des stratégies de diffusion à l'échelle nationale de la technologie pour une amélioration de la production du sorgho et donc de la sécurité alimentaire.

## Références bibliographiques

- Adhikari, S., Dahal, B. R., & Bist, V. (2019). Technology adoption in maize farming: A comparative analysis between improved seed users and local seed users of Argakachi district of Nepal. *Agricultural Science and Technology*, 11(4), 332-337. <https://doi.org/10.15547/ast.2019.04.056>
- Alene, A. D., & Manyong, V. M. (2007). The effects of education on agricultural productivity under traditional and improved technology in northern Nigeria: An endogenous switching regression analysis. *Empirical Economics*, 32(1), 141-159. <https://doi.org/10.1007/s00181-006-0076-3>
- Alengebawy, A., Abdelkhalek, S. T., Qureshi, S. R., & Wang, M.-Q. (2021). Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications. *Toxics*, 9(3), 42. <https://doi.org/10.3390/toxics9030042>
- Asfaw, S., Shiferaw, B., Simtowe, F., & Lipper, L. (2012). Impact of modern agricultural technologies on smallholder welfare: Evidence from Tanzania and Ethiopia. *Food Policy*, 37(3), 283-295. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.02.013>
- Barry, S. (2016a). The determinants of adoption of improved varieties of sesame in northern Burkina Faso. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 6(9), 163-173. <https://doi.org/10.18488/journal.1005/2016.6.9/1005.9.163.173>
- Barry, S. (2016b). The Socio-economic and Institutional Determinants of Adoption of Improved Cowpea Varieties in Northern Burkina Faso. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 14(2), 1-12. <https://doi.org/10.9734/AJAEES/2016/30029>
- Barry, S., Dama Balima, M. M., & Nadembega, S. (2019). Determinant of Adoption of Improved Varieties of Sorghum in Center-north and Boucle du Mouhoun in Burkina Faso. *Journal of Economics and Sustainable Development*. <https://doi.org/10.7176/JESD/10-4-08>

- Berkowsky, R. W., Sharit, J., & Czaja, S. J. (2017). Factors Predicting Decisions About Technology Adoption Among Older Adults. *Innovation in Aging*, 1(3), igy002. <https://doi.org/10.1093/geroni/igy002>
- Chuchird, R., Sasaki, N., & Abe, I. (2017). Influencing Factors of the Adoption of Agricultural Irrigation Technologies and the Economic Returns : A Case Study in Chaiyaphum Province, Thailand. *Sustainability*, 9(9), 1524. <https://doi.org/10.3390/su9091524>
- Dissanayake, C. A. K., Jayathilake, W., Wickramasuriya, H. V. A., Dissanayake, U., & Wasala, W. M. C. B. (2022). A Review on Factors Affecting Technology Adoption in Agricultural Sector. *Journal of Agricultural Sciences – Sri Lanka*, 17(2), 280-296. <https://doi.org/10.4038/jas.v17i2.9743>
- Feder, G., Just, R. E., & Zilberman, D. (1985). Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries : A Survey. *Economic Development and Cultural Change*. <https://doi.org/10.1086/451461>
- Hasebe, T. (2020). Endogenous switching regression model and treatment effects of count-data outcome. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, 20(3), 627-646. <https://doi.org/10.1177/1536867X20953573>
- Huffman, W. E. (2001). Chapter 7 Human capital: Education and agriculture. In *Handbook of Agricultural Economics* (Vol. 1, p. 333-381). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(01\)10010-1](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(01)10010-1)
- Huluka, A. T., & Negatu, W. (2016). The Impacts of Farmer Field School Training on Knowledge and Farm Technology Adoption : Evidence from Smallholder Maize Farmers in Oromia, Ethiopia. *Journal of Economics and Public Finance*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.22158/jepf.v2n1p1>
- Kanburi Bidzakin, J., Fialor, S. C., Awunyo-Vitor, D., & Yahaya, I. (2019). Impact of contract farming on rice farm performance : Endogenous switching regression. *Cogent Economics &*

- Finance*, 7(1), 1618229.  
<https://doi.org/10.1080/23322039.2019.1618229>
- Khonje, M., Manda, J., Alene, A. D., & Kassie, M. (2015). Analysis of Adoption and Impacts of Improved Maize Varieties in Eastern Zambia. *World Development*, 66, 695-706.  
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.09.008>
- Kim, C.-J., Piger, J., & Startz, R. (2008). Estimation of Markov regime-switching regression models with endogenous switching. *Journal of Econometrics*, 143(2), 263-273.  
<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.10.002>
- Kim, K.-H., Kabir, E., & Jahan, S. A. (2017). Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of The Total Environment*, 575, 525-535.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>
- Lokshin, M., & Sajaia, Z. (2004). Maximum Likelihood Estimation of Endogenous Switching Regression Models. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, 4(3), 282-289. <https://doi.org/10.1177/1536867X0400400306>
- McFadden, D. (1986). The Choice Theory Approach to Market Research. *Marketing Science*, 5(4), 275-297.  
<https://doi.org/10.1287/mksc.5.4.275>
- Melesse, B. (2018). A Review on Factors Affecting Adoption of Agricultural New Technologies in Ethiopia. *Journal of Agricultural Science and Food Research*, 9(3), 1-4.
- Morris, M. L., & Doss, C. R. (2001). How does gender affect the adoption of agricultural innovations? The case of improved maize technology in Ghana. *Agricultural Economics*, 25(1), 27-39. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(00\)00096-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(00)00096-7)
- Ogundari, K., & Bolarinwa, O. D. (2019). Does Adoption of Agricultural Innovations Impact Farm Production and Household Welfare in Sub-Saharan Africa? A Meta-Analysis. *Agricultural and Resource Economics Review*, 48(1), 142-169.  
<https://doi.org/10.1017/age.2018.10>

- Ouedraogo Baowendsom Irène, N’Gbo G-M. Aké, & Zahonogo Pam. (2024). *Decision to Innovate in Agriculture in Burkina Faso*. 23(2), 137-144. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.10896514>
- Streletskaia, N. A., Bell, S. D., Kecinski, M., Li, T., Banerjee, S., Palm-Forster, L. H., & Pannell, D. (2020). Agricultural Adoption and Behavioral Economics : Bridging the Gap. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 42(1), 54-66. <https://doi.org/10.1002/aepp.13006>
- Takahashi, K., Muraoka, R., & Otsuka, K. (2020). Technology adoption, impact, and extension in developing countries’ agriculture : A review of the recent literature. *Agricultural Economics*, 51(1), 31-45. <https://doi.org/10.1111/agec.12539>
- Zida, P. E., Néya, B. J., Stokholm, M. S., Jensen, S. M., Soalla, W. R., Sérémé, P., & Lund, O. S. (2018). Increasing sorghum yields by seed treatment with an aqueous extract of the plant *Eclipta alba* may involve a dual mechanism of hydropriming and suppression of fungal pathogens. *Crop Protection*, 107, 48-55. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.01.001>
- Zida, P. E., O.S. Lund, & Néya, B. J. (2012). Seed treatment with a binary pesticide and aqueous extract of *Eclipta alba*(L.) Hassk. For improving sorghum yield in Burkina Faso. *Journal of Tropical Agriculture* :, 50((1-2)), 1-7.
- Zossou, E., Arouna, A., Diagne, A., & Agboh-Noameshie, R. A. (2020). Learning agriculture in rural areas : The drivers of knowledge acquisition and farming practices by rice farmers in West Africa. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 26(3), 291-306. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2019.1702066>