

CARACTERISATION DES INNOVATIONS MISES EN ŒUVRE DANS LA PRODUCTION DU SOJA AU NORD DU BENIN

N. TIDJANI^{1,2}, F. TASSOU ZACHARI², N. OLLABODE², J. A. YABI^{1,2}

¹ Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau, Université de Parakou, BP 123 Parakou, Bénin.

² Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economique et Sociale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP : 123 Parakou, Bénin.

*Auteur correspondant : Email : nafiou.tidjani@yahoo.fr Tél : (+229) 9787 2807

RESUME

La filière soja constitue un levier très important du développement de l'économie béninoise. Elle est dominée par l'application de plusieurs innovations dans les systèmes de production. Cette étude caractérise les différentes innovations appliquées dans la production du soja dans le Borgou, au nord-Bénin. L'approche conceptuelle et l'Analyse Factorielle de Correspondances Multiples (AFCM) ont été utilisées pour caractériser les innovations appliquées dans la production du soja. Des données socio-économiques ont été collectées à travers une enquête sur un échantillon aléatoire et raisonné de 279 producteurs de soja dans trois communes du Borgou au nord-Bénin. Les résultats de l'AFCM montrent trois catégories d'innovations (innovations endogènes, innovations introduites, innovations introduites et modifiées) appliquées dans la production du soja. Les producteurs adoptants l'une ou l'autre catégorie d'innovations se discriminent par les composantes de chacune de ces innovations, la mécanisation agricole et les caractéristiques socioéconomiques. La caractérisation des innovations agricoles dans la production du soja pourrait être un facteur déterminant des politiques de développement des filières agricoles.

Mots-clés : AFCM, Bénin ; innovations agricoles, production, soja.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF INNOVATIONS IMPLEMENTED IN SOYBEAN PRODUCTION IN NORTHERN BENIN

The soy sector is a very important lever for the development of the Beninese economy. It is dominated by the application of several innovations in production systems. This study characterizes the different innovations applied in soybean production in Borgou in northern Benin. Conceptual approach and Multiple Correspondence Factorial Analysis (AFCM) were used to characterize the innovations applied in soybean production. Socio-economic data were collected through a survey of a random and reasoned sample of 279 soybean producers in three communes of Borgou in northern Benin. The AFCM results show three categories of innovations (endogenous innovations, introduced innovations, introduced and modified innovations) applied in soybean production. Producers adopting one or the other category of innovations are distinguished by the components of each of these innovations, agricultural mechanization and socioeconomic characteristics. The characterization of agricultural innovations in soybean production could be a determining factor in agricultural value chain development policies.

Keywords: AFCM, Benin; agricultural innovations, production, soybean.

INTRODUCTION

La production agricole est l'une des activités qui contribue à l'amélioration de l'économie des pays de l'Afrique de l'Ouest (Yabi *et al.*, 2016). Elle représente l'activité de survie de la majorité des populations africaines (Labiya *et al.*, 2018). Au Bénin, le secteur agricole est un secteur vital pour l'économie car il représente sa source de création de richesse (INSAE, 2017). Il demeure un secteur prépondérant dans l'économie comme dans les autres pays de l'Afrique Subsaharienne (Banque Mondiale, 2016). Ainsi, il occupe 70 % de la population active, contribue à 36 % au PIB, génère 88 % des recettes d'exportation et 15 % des recettes de l'État (INSAE, 2017). L'agriculture béninoise est dominée par les exploitations familiales dont les rendements et revenus sont faibles et les cultures sont peu diversifiées (Oloumiladé *et al.*, 2019). Les systèmes de production de ces exploitations sont basés sur la production du coton, qui demeure jusqu'à nos jours la première culture d'exportation. Ces exploitations se trouvent confronter à plusieurs contraintes dont l'une des plus importantes est la dégradation accélérée des sols due à la monoculture du coton qui a pour conséquences, la baisse continue du niveau de fertilité des sols (Badou *et al.*, 2013). Pour remédier à cela, le gouvernement du Bénin à travers son Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) a mis en place sept Pôles de Développement Agricole (PDA), axés sur l'approche territoriale du développement agricole pour mieux promouvoir les filières agricoles (MAEP, 2017). Suivant cette approche, des filières agricoles ont été dédiées à chaque PDA en tant que filières phares à promouvoir. Dans le PDA 4 couvrant entre autres départements, le Borgou au nord-bénin, le soja a été identifié comme une source potentielle de croissance (Kpenavoun *et al.*, 2018).

Le soja (*Glycine max*) a une très haute teneur en protéines (40 % de protéines et de 20 % d'huile) pour améliorer l'état nutritionnel de la population car il est riche en substances nutritives (Ollabodé *et al.*, 2017). Outre ces propriétés nutritionnelles, il présente de nombreux intérêts agronomiques et environnementaux en termes d'amélioration de la fertilité du sol puis protège le sol contre l'érosion (Ballo *et al.*, 2019; Batamoussi *et al.*, 2016). Sur le plan économique, il est devenu

une culture de rente et représente la 4ème source de devises du secteur agricole béninois derrière le coton, l'anacarde et le Karité. Selon les statistiques du Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche (MAEP, 2020), la production nationale en grain de soja seraient passées de 157 620 tonnes en 2015 à 257 000 tonnes en 2020. La production du soja a pris de l'ampleur ces dernières années car sa culture représente 40 % de la production totale des légumineuses au Bénin (Batamoussi *et al.*, 2016).

En dépit de toutes ces potentialités, la production du soja au Bénin a du mal à s'imposer. La production du soja est soumise à un certain nombre de contraintes notamment le faible rendement, la déhiscence des gousses à maturité, la non-disponibilité d'engrais spécifiques, la faible adoption des variétés améliorées, la faible vulgarisation des techniques améliorées de production, les aléas climatiques (Oloumiladé & Yabi, 2020).

Les études réalisées sur la productivité du soja au Bénin ont indiqué que le niveau de rendement du soja demeure faible, et est en deçà de la moyenne mondiale de 3370 kg/ha (IAEA, 2020). Toutefois, le rendement moyen actuel du soja au Bénin varie entre 886 Kg/ha et 1200 Kg/ha (PNDF-soja, 2019-2021; Kpenavoun *et al.*, 2018 ; Ollabodé *et al.*, 2017, Houngnandan *et al.*, 2015). Sa demande devient difficile à satisfaire et rien que les besoins des entreprises SHB, FLUDOR et veto service sont supérieurs à la production nationale (PNDF-soja, 2019-2021). Ainsi, l'émergence de cette filière requiert donc davantage d'engagement de la part des acteurs concernés par une forte production pour satisfaire la demande. Pour faire face à ces contraintes, les innovations techniques sont aujourd'hui des solutions pour régler cette problématique. Issoufou *et al.* (2017), Awotide *et al.* (2016), Tesfaye *et al.* (2016), Arouna et Diagne (2013) ont rapporté que l'adoption des variétés améliorées peut faire passer l'agriculture à faible productivité et de subsistance à une agriculture commerciale capable de créer des surplus. Ces auteurs ont également prouvé que l'adoption des inputs et techniques de production améliorées ont conduit à une augmentation de la production, une amélioration de la sécurité alimentaire et une augmentation du revenu des agriculteurs.

En effet, plusieurs innovations sont ainsi introduites dans les systèmes cultureux de soja

au Bénin par la recherche, les projets et programmes, les producteurs. Ces innovations concernent l'introduction de nouvelles pratiques culturales, de nouvelles semences ; de nouveaux outils de culture ; de nouvelle façon de stoker, transformer, commercialiser les produits agricoles ; de nouvelles techniques de communiquer et de s'informer.

La présente étude se propose de caractériser les différentes innovations adoptées dans la production du soja dans le Borgou au nord-Bénin, et de faire la typologie des producteurs ayant appliqués ces innovations. Enfin, l'article tente de répondre aux questions suivantes :

Quelles sont les innovations mises en œuvre dans la production du soja dans le Borgou ? Quelles sont les innovations endogènes, quelles sont les innovations introduites par la recherche et/ou les acteurs du développement ? Quelles sont les innovations introduites et modifiées par les producteurs ?

CADRE THEORIQUE

Dans le monde agricole, plusieurs innovations sont introduites afin de propulser le développement agricole et la croissance économique. Le producteur étant rationnel, choisit librement une ou des innovations qu'il met en œuvre au sein de son exploitation agricole. Ce choix est opéré en fonction du système de production et des caractéristiques de l'innovation (l'accès à l'innovation, la facilité à appliquer l'innovation et sa connaissance, des moyens financiers et facteurs de production disponibles, etc.). À cet effet, plusieurs théories sont développées par les scientifiques pour caractériser les innovations et leurs diffusions en direction des producteurs. La connaissance théorique des caractéristiques de l'adoption des innovations en milieu rural et de prise de décision par les producteurs permet d'analyser et de comprendre le niveau d'adoption de ces innovations, à un moment donné et pour une cible donnée, de la diffusion à l'adoption d'une innovation. Le vulgarisateur pourra en déduire une stratégie d'intervention adaptée à la situation. Ce fondement théorique fait appel à la théorie de l'adoption des innovations dont le précurseur est Rogers.

THEORIE DE L'ADOPTION

Les premières théories sont celles dites de «la

diffusion des innovations» dont l'auteur le plus connu sur ce paradigme est Everett. M. Rogers. Selon Rogers, (1983) l'adoption d'une innovation est perçue comme un processus caractérisé par cinq phases que sont : la connaissance, la persuasion, la décision, la mise en œuvre et la confirmation (EduTech Wiki, s. d.). La théorie de Rogers n'intègre pas les objectifs ou aspirations des individus de même que les facteurs liés aux sources d'informations dans le processus de prise de décision. Or, selon Van Den Ban, (1994), les producteurs attachent beaucoup d'importance à leurs sources d'informations. De plus, Rogers ne prend pas en compte les facteurs comme le coût initial de l'innovation, les facteurs liés au risque, les facteurs institutionnels (l'accès au crédit, la disponibilité des opportunités comme le marché) et les caractéristiques des innovations pourtant très important dans le processus d'adoption. En effet, l'influence du coût initial et le risque relatif lié à l'innovation sur son adoption ont été démontrés par Lindner *et al.* (1982) ; Lindner (1987) ; Tsur *et al.* (1990) cité par (Lawin, 2006).

Pour bien expliquer le phénomène d'adoption des innovations au sein des différentes organisations, Rogers propose un processus qu'il qualifie de processus décision/innovation. Ce processus est défini comme une recherche d'information et ensuite le traitement de cette information lorsque l'individu cherche à réduire les incertitudes concernant les avantages et les désavantages d'une innovation. Plus spécifiquement, le processus décision/innovation, proposé par Rogers, se compose de cinq étapes : le savoir, la conviction (persuasion), la décision, l'implémentation, la confirmation (Bernier *et al.*, 2019).

Dans le monde agricole, Faure *et al* (2018) analysent l'évolution de ces notions (améliorations, progrès et innovation) au regard de trois facteurs (figure 1) :

l'influence de la progression générale des idées et des théories sur le changement et l'innovation, en particulier en économie et en sociologie ;

les évolutions macro-économiques et sociales qui contribuent à définir les enjeux et les demandes de la société vis-à-vis des activités agricoles et agroalimentaires;

les transformations des systèmes agricoles et alimentaires qui peuvent aussi influencer les représentations, les questions et les méthodes de ceux qui les analysent.

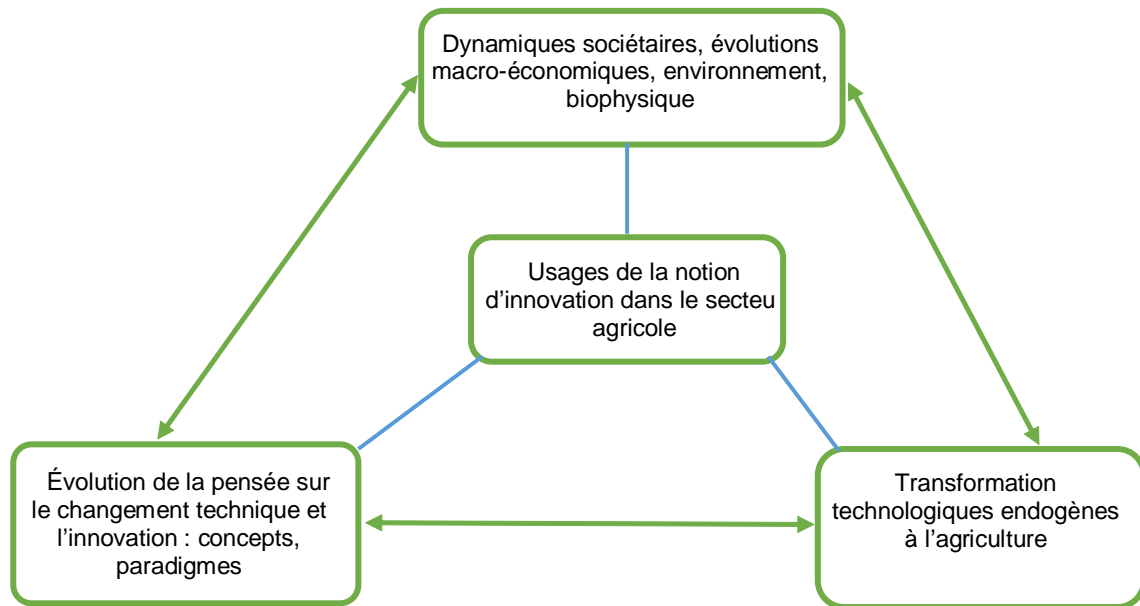


Figure 1 : Grille d'analyse de l'innovation dans le monde agricole.

Grid for analyzing innovation in the agricultural world.

Source : Adapté de Faure *et al.*, (2018).

TYPLOGIE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES A BASE DES INNOVATIONS AGRICOLES ADOPTÉES

Les exploitations agricoles sont considérées comme une entreprise constituée d'un ensemble de facteurs de production dans l'approche systémique de la recherche et de la vulgarisation agricole (Adjobo *et al.*, 2020). Sossou *et al.* (2013) rapportent qu'une entreprise agricole se caractérise par son système d'exploitation qui se définit comme la combinaison que l'entreprise fait de ses moyens de production, des technologies disponibles et des activités pour atteindre ses objectifs.

Par ailleurs, la typologie d'exploitation agricole est l'identification à la fois des groupes d'observations ayant des caractéristiques similaires et des groupes qui se démarquent d'une manière significative (Bélières *et al.*, 2017). C'est une action de modélisation qui vise à réduire la diversité pour la représenter plus facilement (Andriamiarana *et al.*, 2014). Les approches pour réaliser les typologies diffèrent en fonction des objectifs recherchés, de la nature des informations ou données mobilisables et des critères discriminants retenus pour caractériser les systèmes d'exploitation (AGRESTE, 2013).

Les méthodes utilisées pour faire la typologie des exploitations agricoles en types distincts reposent sur les approches qualitative et quantitative (Sossou *et al.*, 2013 ; Adjobo *et al.*, 2020). L'approche qualitative est basée sur la typologie des exploitations agricoles selon le classement par niveau de prospérité développée par Barbara Grandin (1988). Cette méthode se base sur la différenciation en fonction de l'accès et de contrôle sur les ressources tel que défini par la prospérité. Quant à l'approche quantitative, elle est basée sur les analyses multivariées (Analyse de Correspondance Multiple, Analyse Factorielle Multiple, Analyse Factorielle de Correspondances Multiples, Analyse en Composante Principale).

À travers ces approches, selon Bélières *et al.* (2017), plusieurs typologies sont distinguées :

Typologies structurelles (basées sur les moyens de production disponibles dans l'exploitation) ;

Typologies fonctionnelles (basées sur l'enchaînement des prises de décision du producteur pour atteindre ses objectifs qui régissent les processus de production) ;

Typologies à partir des critères de

performances (couplage des typologies structurelles et fonctionnelles) ;

Typologies analytiques (construites à partir de la sélection d'indicateurs discriminants dont les informations proviennent des exploitations elles-mêmes) ;

Typologies statistiques (obtenues par des analyses factorielles et des classifications) ;

Typologies à dire d'experts (s'appuie sur les connaissances des experts de terrain pour définir des types d'exploitation, en nombre limité, et les caractériser au moyen de quelques variables significatives) ;

Typologies mixtes mêlant plusieurs approches (analyse des données avec une classification confrontée aux dires d'experts).

La méthode quantitative axée sur l'analyse multivariée est adoptée dans la présente étude.

MATERIELS ET METHODES

ZONE D'ETUDE

L'étude a été menée au nord du Bénin précisément dans le département du Borgou. Le département du Borgou est l'une des zones où le soja est produit dans toutes les exploitations. Le Borgou est caractérisé par une

zone de diversification coton-vivrier-anacardier et bénéficie d'un climat de type soudanien avec une saison sèche et une saison des pluies. La pluviométrie annuelle est comprise entre 900 et 1300 mm par an. La température moyenne annuelle est entre 25°C et 35°C. Les principaux types de sols rencontrés dans ce département sont surtout les sols ferrugineux, tropicaux, des sols ferrallitiques, des sols sablonneux argilo ou argilo sableux et les sols granitiques. La végétation est une savane à physionomie diversifiée.

Neuf villages répartis dans trois communes ont été retenus: Sirarou, Komiguéa et Boko dans la commune de N'Dali, Gbessassi, Bouca Gando et Alafiarou dans la commune de Kalalé et, Wodora, Pédarou et Bouhanrou dans la commune de Bemberekè. Le choix de ces trois communes au Nord-Bénin se justifie par le fait qu'elles sont les zones à forte production du soja en termes d'emblavure de superficies et du tonnage annuel de production. Ces zones sont celles où les innovations vulgarisées dans la filière soja ont été exprimées par l'Union Nationale des Producteurs du Soja du Bénin (UNPS-Bénin) et du Projet Centre d'Innovations Verte pour le secteur Agroalimentaire (ProCIVA) de la GIZ-Benin au cours des campagnes passées. De plus, elles font partir du Pôle de Développement Agricole (PDA 4) au sein duquel la filière soja est promue comme la filière locomotive du PDA 4 (Tidjani *et al.*, 2022).

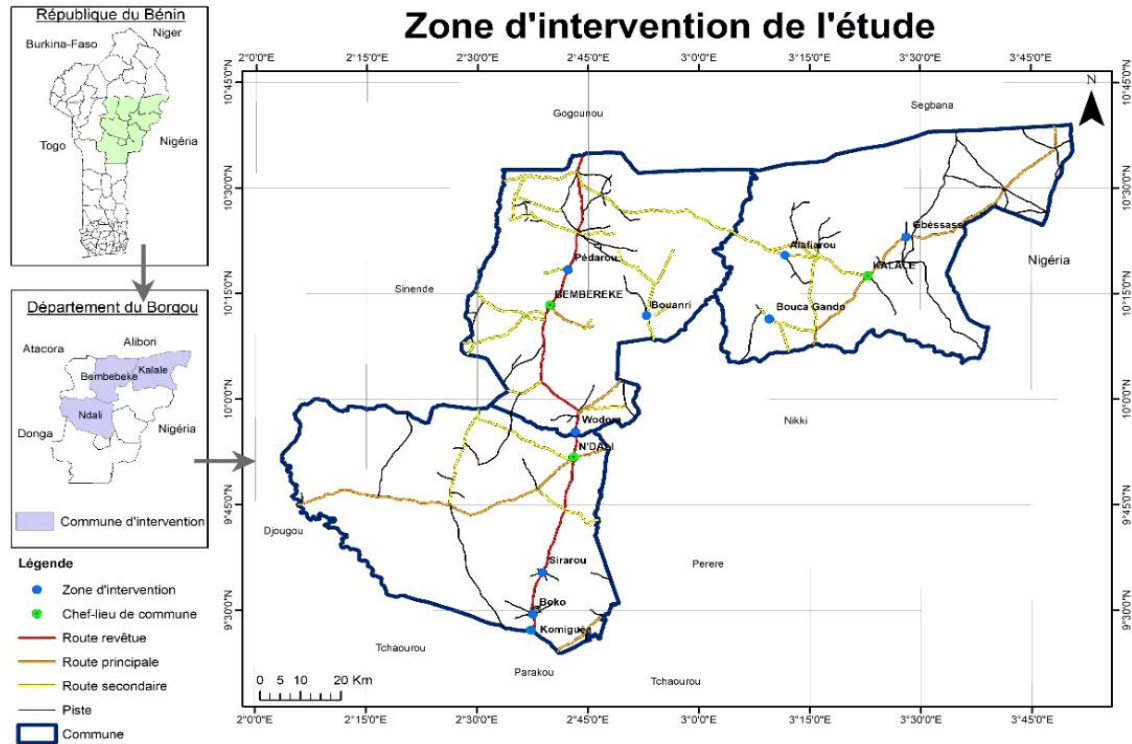


Figure 2 : Carte de la zone d'étude.

Map of the study area.

ECHANTILLONNAGE ET COLLECTE DE DONNEES

Dans chaque village sélectionné, un échantillon aléatoire de 31 producteurs du soja a été constitué, soit au total 279 producteurs interviewés dans la zone d'étude. Les producteurs enquêtés sont ceux qui ont appliqué les diverses innovations vulgarisées dans la production du soja et ont bénéficié des appuis de l'UNPS-Bénin et du ProCIVA. La liste des enquêtés a été obtenue à partir de la table des nombres aléatoire appliquée sur la liste des producteurs du soja obtenue auprès de l'UNPS-Bénin, qui est un partenaire de la mise en œuvre du ProCIVA de la GIZ-Benin. Il faut noter que l'effectif maximal des producteurs encadrés (ceux qui ont appliqué les innovations) par les animateurs de l'UNPS par village d'intervention est de 50 producteurs. Afin que l'échantillonnage soit représentatif, un effectif de 31 producteurs a été tiré aléatoirement sur la base de l'effectif global de 50 producteurs.

Des données, qualitatives et quantitatives, ont été collectées en septembre 2021 à l'aide d'un questionnaire et d'un guide d'entretien et sont

relatives à la campagne agricole 2020-2021. La collecte des données a été faite au moyen d'enquêtes (entretiens individuels et focus groups). Les données collectées portent sur les caractéristiques socioéconomiques des producteurs (sexe, âge, superficie, etc.), des innovations appliquées dans la production du soja, les perceptions, etc.

MÉTHODE D'ANALYSE

Plusieurs méthodes quantitatives sont utilisées pour caractériser les exploitations agricoles à travers les innovations adoptées dans les systèmes de production agricole. Les méthodes les plus utilisées sont l'analyse de coefficient, l'analyse de variation et l'analyse multivariée. L'analyse multivariée regroupe selon Adjobo *et al.* (2020), l'Analyse de Correspondance Multiple (ACM), l'Analyse Factorielle Multiple (AFC), l'Analyse en Composante Principale (ACP) et l'analyse factorielle des données mixtes.

L'ACP permet d'analyser et de visualiser un jeu de données contenant des individus décrits par plusieurs variables quantitatives (Larcher *et al.*, 2012). L'ACP propose, à partir d'un tableau

rectangulaire de données comportant les valeurs de p variables quantitatives pour n unités (appelées aussi individus), des représentations géométriques de ces unités et de ces variables (Duby et Robin, 2006). Elle ne prend en compte que les variables quantitatives uniquement. Par contre, l'ACM permet d'analyser et de visualiser un jeu de données contenant des individus décrits par plusieurs données qualitatives. Elle est une méthode d'analyse factorielle adaptée aux données qualitatives. Contrairement à l'AFC qui étudie le lien entre deux variables qualitatives, l'ACM la généralise en permettant d'étudier le lien entre plusieurs variables qualitatives (Chiche & Le Roux, 2010). L'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) est une méthode de réduction de dimension pour l'exploration statistique de données qualitatives complexes (Roux *et al.*, 2004). Cette méthode permet de décrire les relations entre p ($p > 2$) variables qualitatives simultanément observées sur n individus. Elle est aussi souvent utilisée pour la construction de scores comme préalable à une méthode de classification (kmeans) nécessitant des données quantitatives (Duby et Robin, 2006). Le choix de chacune de ces méthodes est en fonction de l'objectif de l'étude et de la nature des variables collectées. La méthode AFCM est utilisée lorsque la relation à décrire est entre les variables quantitatives et qualitatives à la fois (Ollabodé, 2019). Cette méthode a fait preuve dans plusieurs études d'analyses typologiques (Ollabodé, 2019 ; Labiyi, 2018). Par conséquent, l'Analyse Factorielle de Correspondances Multiples (AFCM) a été utilisée dans cette étude pour faire

une représentation des producteurs de soja sous forme de projections sur des plans définis par les premiers axes factoriels. Une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) nous a permis ensuite de regrouper par un dendrogramme (en classes) les producteurs de soja suivant leur proximité. Le choix des critères de classification a porté sur une gamme de variables de structure et de fonctionnement tirées des données collectées.

L'AFCM a été réalisée avec le logiciel R (R i386 3.6.2) avec les packages FactoMineR. Les analyses descriptives uni et multidimensionnelles ont été réalisées avec les variables liées à la dimension et l'accès aux innovations agricoles exploitants. Les variables associées positivement (+) et celles associées négativement (-) à un type d'exploitant se distinguent à partir du signe de la valeur test (Lufuluabo *et al.*, 2021). Ainsi, les variables du Tableau 1 ont été retenues au départ pour caractériser les producteurs.

Le choix des critères de classification a été porté sur une gamme importante de variables de structure et de fonctionnement tirées des questionnaires d'enquête. Le degré d'association entre les différents paramètres étudiés a été estimé par le coefficient de corrélation de Pearson. Ainsi, l'étude des variables a montré une très forte corrélation positive entre les types d'innovations adoptées, et donc une très grande dispersion des individus suivant les axes. Ceci nous a permis de faire un regroupement classique des innovations chez les producteurs enquêtés.

Tableau 1 : Variables qualitatives utilisées pour la typologie des exploitations de production du soja.
Qualitative variables used for the typology of soybean production farms.

Innovations appliquées dans la production du soja	Codes
Pratiquez-vous l'association des cultures au sein de votre exploitation ?	ASSOCULT
Pratiquez-vous l'Assolement et rotation culturales au sein de votre exploitation ?	ROTACULT
Faites-vous de la parcellisation au sein de votre exploitation ?	PARCELI
Comment gérez-vous les résidus de récolte au sein de votre exploitation ?	GESTRESIDU
Cultivez-vous du Pois d'Angole sur les parcelles de production de soja au sein de votre exploitation ?	POIDANGOL
Cultivez-vous du mucuna sur les parcelles de production de soja au sein de votre exploitation ?	MUCUNA
Utilisez-vous de semence améliorée/certifiée au sein de votre exploitation ?	SEMENSA
Faites-vous de l'inoculation du soja au sein de votre exploitation ?	SOJAINOCUL
Faites-vous de cultures sur paillis au sein de votre exploitation ?	CULTPAIL
Utilisez-vous des déjections animales comme fertilisant au soja ?	DEJAMLE
Faites-vous de compostage au sein de votre exploitation pour la culture de soja?	COMPOST
Pratiquez-vous de labour perpendiculaire pour les parcelles de culture de soja au sein de votre exploitation ?	LABPER
Respectez-vous des bonnes pratiques de production agricole (BPA) de soja au sein de votre exploitation ?	RESPBPA
Remplissez-vous des outils de Farmer Business School (FBS) pour la production de soja au sein de votre exploitation ?	REMPFBS
Utilisez-vous d'inoculum sans sucre dans la production du soja ?	INOCULSS
Faites-vous de mélange des semences (améliorées et locales) au sein de votre exploitation ?	MELSEMENS
Avez-vous modifié des bonnes pratiques de production agricole (BPA) vulgarisées par vos structures d'appui ?	BPAMODIF

RESULTATS

STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES VARIABLES INTRODUITES DANS LE MODÈLE

Les caractéristiques socio-économiques des ménages producteurs de soja enquêtés révèlent que 75 % des producteurs dans l'ensemble sont des hommes ($p < 0,001$). La quasi-totalité des chefs de ménages dans la commune de Kalalé et Bembèrèkè sont les hommes (respectivement 85 % et 79 %) tandis que dans la commune de N'Dali 40 % des chefs de ménages sont des femmes. Les hommes s'investissaient plus dans la production du soja au Nord-Est du Bénin que les femmes. La majorité des enquêtés sont mariés à 94,62 %. Les autres statuts tels que célibataire, divorcé et veuf sont très peu représentés et constituent respectivement 2,15 %, 1,79 % et 1.43 % de l'ensemble de tous les enquêtés. Plus de la moitié des enquêtés (62,72 %) n'ont aucun niveau d'instruction. On note que le primaire, le premier cycle du secondaire, le

second cycle du secondaire et l'université sont respectivement atteints par 20,79 %, 10,04 %, 4,66 % et 1,79 %. Ainsi, il ressort du tableau 2 que seulement 31,90 % des producteurs enquêtés savent lire et écrire en leur langue maternelle et que le taux le plus élevé d'alphabétisés est enregistré chez les producteurs de la commune de Kalalé. La majorité (61,29 %) producteurs n'ont pas accès au crédit et plus de 30 % des enquêtés appartiennent à une organisation villageoise. Dans le même temps, (70,97 %) enquêtés sont en contact avec une structure de vulgarisation. Presque tous les producteurs enquêtés (92,47 %) utilisent la main-d'œuvre salariée pour les différentes opérations culturales.

L'âge moyen de l'ensemble des producteurs de soja est environ de 40 ($\pm 10,67$) ans et les plus âgés se retrouvent dans la commune de Bembèrèkè ($43 \pm 10,02$ ans) alors que les moins âgés sont dans les communes de N'Dali ($38 \pm 10,05$ ans) et de Kalalé ($39 \pm 11,40$ ans). Le nombre moyen d'années d'expérience en agriculture de l'ensemble des producteurs de la

zone d'étude est de 18 (\pm 8,53) ans. Quant au nombre d'années d'expérience dans la production du soja, l'expérience moyenne de l'ensemble des producteurs est de 8 (\pm 3,7) ans. Les producteurs de la commune de Bembèrèkè ont plus d'expérience en agriculture ainsi que dans la production du soja que les producteurs des deux autres communes (Tableau 2). La taille moyenne des ménages enquêtés est de 11 (\pm 5,64) membres. Les plus grands ménages se trouvent à N'Dali (13,09 \pm 5,19) et les plus petits se retrouvent à Kalalé et à Bembèrèkè. Dans l'ensemble, le nombre total moyen de personnes par ménage des producteurs est de 9 (\pm 5,11).

Notons que les enfants sont plus permanents dans les activités agricoles dans la commune de Kalalé et de Bembèrèkè (Tableau 2). Alors que dans la commune de N'Dali ceux sont les hommes qui sont plus permanents dans les activités agricoles. Par ailleurs, la superficie moyenne disponible dans les trois communes est de 10 ha. La superficie totale emblavée par les producteurs de la commune de Kalalé (9,07 ha en moyenne) est supérieure à celle emblavée par les producteurs de N'Dali (7,17 ha) et de Bembèrèkè (8,25 ha). La différence entre les communes est statistiquement non significative.

Tableau 2 : Caractéristiques socioéconomiques des producteurs de soja.

Socioeconomic characteristics of soybean farmers.

Variables	Modalités	Zone d'étude			
		N'Dali	Kalalé	Bembèrèkè	Total
Sexe	Femme	40,43	15,31	20,69	25,45
	Homme	59,57	84,69	79,31	74,55
	Test de chi2	$\chi^2 = 17,4660$; ddl = 2 ; p<0,001			
Situation matrimoniale	Marié	93,62	92,86	97,70	94,62
	Célibataire	2,13	3,06	1,15	2,15
	Divorcé	1,06	4,08	0,00	1,79
	Veuf (ve)	3,19	0,00	1,15	1,43
	Test de chi2	$\chi^2 = 9,0968$; ddl = 6 ; p=0,168			
Niveau d'instruction	Aucun	38,30	67,35	83,91	62,72
	Primaire	38,30	15,31	8,05	20,79
	Secondaire 1	15,96	8,16	5,75	10,04
	Secondaire 2	6,38	7,14	0,00	4,66
	Supérieur	1,06	2,04	2,30	1,79
	Test de chi2	$\chi^2 = 49,1826$; ddl = 8 ; p<0,001			
Alphabétisation	Non	69,15	60,20	75,86	68,10
	Oui	30,85	39,80	24,14	31,90
	Test de chi2	$\chi^2 = 5,2730$; ddl = 2 ; p= 0,072			
Ethnie	Bariba	98,89	45,92	63,22	68,73
	Booh/Peulh	1,11	54,08	36,78	31,27
	Test de chi2	$\chi^2 = 63,0438$; ddl = 2 ; p<0,001			
Accès au crédit agricole	Non	59,57	65,31	58,62	61,29
	Oui	40,43	34,69	41,38	38,71
	Test de chi2	$\chi^2 = 1,0441$; ddl = 2 ; p= 0,593			
Appartenance à une association	Non	11,70	83,67	94,25	62,72
	Oui	88,30	16,33	5,75	37,28
	Test de chi2	$\chi^2 = 160,0437$; ddl = 2 ; p<0,001			
Contact avec une structure de vulgarisation	Non	23,40	23,47	41,38	29,03
	Oui	76,60	76,53	58,62	70,97
	Test de chi2	$\chi^2 = 9,3543$; ddl = 2 ; p<0,001			
Type de structure	ATDA	1,06	74,49	51,72	42,65
	INRAB	0,00	39,80	33,33	24,37
	ONG	53,19	9,18	25,29	29,03
	Test de chi2	$\chi^2 = 46,7306$; ddl = 3 ; p<0,001			
Type de main d'œuvre utilisée	Salarié	79,79	97,96	100,00	92,47
	Entraide	3,19	0,00	0,00	1,08
	Aide	31,91	0,00	0,00	10,75
	Test de chi2	$\chi^2 = 66,1561$; ddl = 3 ; p<0,001			

Variables quantitatives

(Suite tableau 2)

Variables quantitatives

Variables	Zone d'étude				Test d'ANOVA
	N'Dali	Kalalé	Bembèrèkè	Total	
Age	38,32 (10,05)	38,5 (11,40)	42,52 (10,02)	39,69 (10,67)	F= 4,56 ; P=0,01
Expérience dans la production agricole					
Agriculture	15,5 (6,91)	17,02 (8,96)	21,17 (8,65)	17,80 (8,53)	F= 11,42 ; P<0,001
Soja	6,12 (2,41)	7,22 (4,41)	9,44 (3,20)	7,54 (3,7)	F=21,39 ; P<0,001
Taille ménage					
Homme	4,23 (1,95)	1,90 (1,74)	2,19 (1,77)	2,78 (2,10)	F= 45,21 ; P<0,001
Femme	3,70 (1,85)	2,10 (1,97)	2,27 (1,50)	2,69 (1,93)	F=22,40 ; P<0,001
Enfant	5,15 (2,48)	6,418 (4,31)	6,31 (3,35)	5,96 (3,51)	F= 3,77 P= 0,02
Total	13,09 (5,19)	10,42 (6,59)	10,78 (4,47)	11,43 (5,64)	F=6,46 ; P<0,001
Actif agricole					
Homme	3,63 (1,77)	1,83 (1,71)	2,04 (1,87)	2,50 (1,95)	F= 28,64 ; P<0,001
Femme	3,18 (1,60)	2,09 (1,96)	2,24 (1,48)	2,50 (1,77)	F=11,25 ; P<0,001
Enfant	3,57 (2,29)	4,68 (3,44)	3,94 (2,39)	4,07 (2,81)	F=6,46 ; P<0,001
Total	10,39 (4,88)	8,61 (5,80)	8,22 (4,21)	9,09 (5,11)	F= 4,85 ; P<0,001
Montant crédit	98936,17 (230704,71)	88775,51 (141335,79)	122988,51 (257650,9)	102867,38 (213338,54)	F=0,61 ; P=0,54
Superficie disponible	9,10 (4,96)	(8,49) 10,06	(10,30) 10,83	9,98 (8,16)	F=1,01 ; P=0,36
Superficie cultivée	7,17 (4,09)	9,07 (7,65)	8,25 (6,89)	8,17 (6,43)	F=2,13 P=0,12

APPLICATION DES INNOVATIONS DANS LA PRODUCTION DU SOJA

Dans la zone d'étude, il ressort que des innovations appliquées dans la production du soja sont connues par les producteurs. Ces innovations connues sont entre autres : l'association des cultures, l'assolement et rotation culturale, la parcellisation, la gestion des résidus de récolte, l'utilisation des plantes améliorantes telles que le pois d'Angole, le mucuna, l'aeschynomène, l'inoculation du soja, la culture sur paillis, l'utilisation des déjections animales, les semences améliorée/certifiées, le compostage, le labour perpendiculaire, le respect des Bonnes Pratiques Agricoles (le nombre de grain par poquet, l'écartement entre les billons/sillons et entre les poquets, l'arrachement des racines de soja pendant la récolte, etc.), et le remplissage des outils de Farmer Business School plus (FBS+).

Sur ces innovations connues, les innovations

prises en application par les producteurs de soja sont l'association des cultures, l'assolement et rotation culturales, la parcellisation, la gestion des résidus de récolte, le pois d'Angole, le mucuna, l'inoculation du soja (avec sucre ou sans sucre), la déjection animale, les semences améliorée/certifiées, le compostage, le labour perpendiculaire, le respect des Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), et le remplissage des outils de Farmer Business School plus (FBS+). L'analyse attentive du tableau 3 ressort que l'association des cultures (76,70 %), l'assolement et rotation culturales (74,55 %), la gestion des résidus de récolte (74,91 %), l'utilisation des semences améliorée/certifiées (31,60 %) et la déjection animale (53,05 %) sont des innovations les plus appliquées par les enquêtés dans l'ensemble. L'inoculation du soja (29,03 %), la parcellisation (20,79 %), le compostage (2,51 %), le labour perpendiculaire (2,51 %), le mucuna (2,15 %), et le pois d'Angole (1,43 %), sont peu appliquées par les producteurs dans l'ensemble.

Tableau 3 : Application des innovations dans la production du soja.*Application of innovations in soybean production.*

Innovations	Zone d'étude				Test de chi2
	N'Dali	Kalalé	Bembèrèkè	Total	
Association des cultures	52,13	86,73	91,95	76,70	$\chi^2 = 48,6122$; ddl = 2 ; p<0,001
Assolement et rotation culturales	92,55	75,51	54,02	74,55	$\chi^2 = 35,4287$; ddl = 2 ; p<0,001
Parcellisation	60,64	1,02	0,00	20,79	$\chi^2 = 136,7391$; ddl = 2 ; p= 0,000
Gestion des résidus de récolte	52,13	79,59	94,25	74,91	$\chi^2 = 44,4211$; ddl = 2 ; p<0,001
Pois d'Angole	2,13	2,04	0,00	1,43	$\chi^2 = 1,8414$; ddl = 2 ; p= 0,398
Mucuna	2,13	4,08	0,00	2,15	$\chi^2 = 3,6490$; ddl = 2 ; p= 0,161
Aeschynomène	0,00	0,00	0,00	0,00	$\chi^2 = 3,9646$; ddl = 2 ; p= 0,138
Inoculation du soja	39,36	35,71	10,34	29,03	$\chi^2 = 21,7377$; ddl = 2 ; p<0,001
Culture sur paillis	0,00	0,00	0,00	0,00	$\chi^2 = 31,1986$; ddl = 2 ; p<0,001
Déjection animale	15,96	75,51	67,82	53,05	$\chi^2 = 79,3896$; ddl = 2 ; p<0,001
Compostage	0,00	4,08	3,45	2,51	$\chi^2 = 3,7239$; ddl = 2 ; p= 0,155
Labour perpendiculaire	6,38	1,02	0,00	2,51	$\chi^2 = 8,8943$; ddl = 2 ; p= 0,012
Semence améliorée/certifiée	39,80	24,14	30,85	31,60	$\chi^2 = 5,2730$; ddl = 2 ; p= 0,072
Respect des BPA	94,25	83,67	11,70	62,72	$\chi^2 = 160,0437$; ddl = 2 ; p<0,001
Remplissage des outils de FBS+	23,40	23,47	41,38	29,03	$\chi^2 = 9,3543$; ddl = 2 ; p<0,001

TYPOLOGIE DES PRODUCTEURS DE SOJA SELON LES INNOVATIONS APPLIQUÉES DANS LA PRODUCTION DU SOJA

La figure 2 et le tableau 4 présentent les résultats du test d'AFCM effectuée et montre que la contribution cumulée à l'inertie totale des deux (02) premiers axes factoriels retenus pour les producteurs du soja a été de 47 %. Il ressort

du tableau 4 que les deux (02) premières composantes factorielles permettent d'expliquer près de 47 % des variations observées chez les producteurs du soja. En effet, la définition de chaque axe factoriel a été réalisée sur la base de l'étude de la contribution relative des modalités des variables à l'inertie expliquée par les axes factoriels définis.

Tableau 4 : Contribution cumulée à l'inertie totale des axes factoriels.*Distribution of types of soybean farmers in the study area.*

	Dim1	Dim2	Dim3	Dim4	Dim5	Dim6	Dim7	Dim8
Variance	1.446	1.245	0.554	0.461	0.398	0.326	0.290	0.211
% de la variance	25.246	21.739	9.669	8.052	6.957	5.685	5.057	3.685
Variance culminée	25.246	46.985	56.654	64.706	71.663	77.348	82.405	86.090

La figure 2 montre la représentation graphique du regroupement des producteurs en fonction des innovations agricoles appliquées dans la production du soja et leurs projections sur les

deux premières dimensions. La superposition de la figure permet d'observer trois regroupements des producteurs du soja repartir de façon homogène.

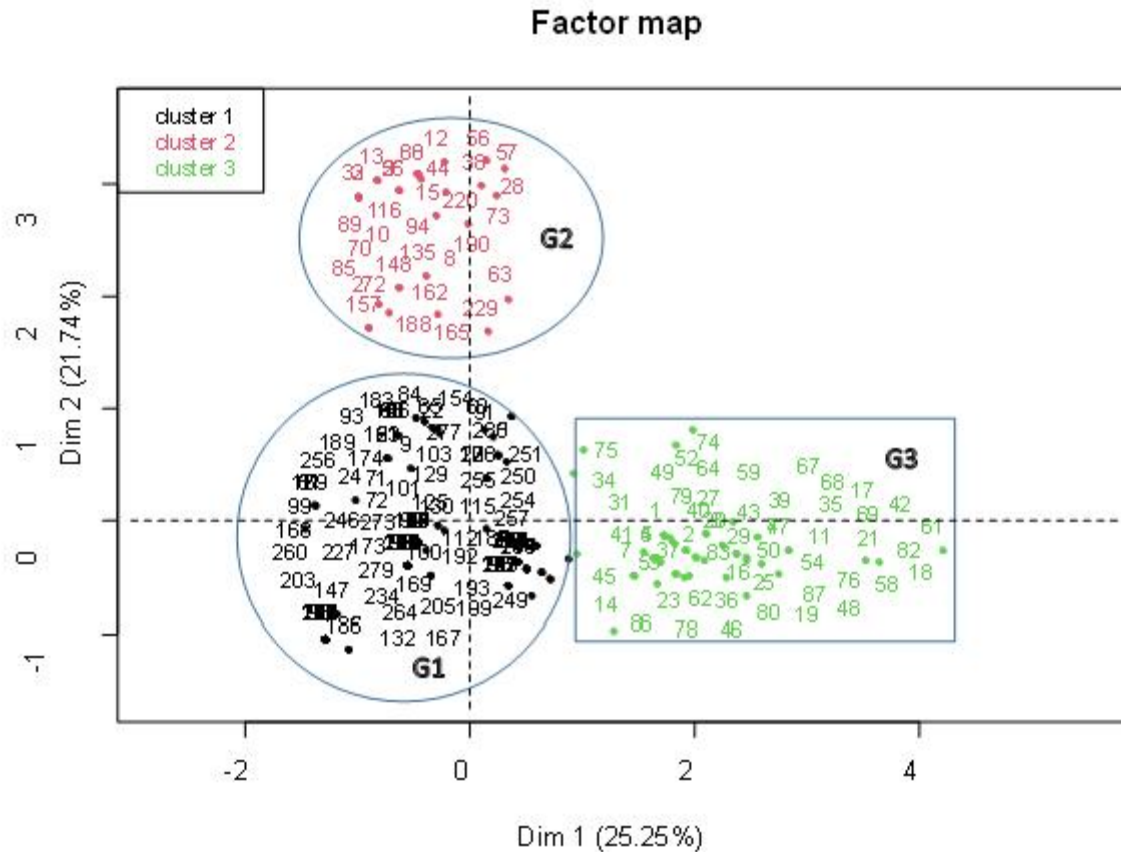


Figure 2 : Projection des producteurs du soja enquêtés sur les axes factoriels 1 &2.

Projection of surveyed soybean farmers on factor axes 1 &2.

L'Analyse Factorielle de Correspondances Multiples (AFCM) a permis de dégager les caractéristiques de chaque groupe. Les fréquences des différentes modalités des variables relatives aux différents groupes sont présentées dans le tableau 5. En effet, la présente caractérisation prend en compte des variables décrivant les différentes innovations agricoles appliquées dans la production de soja au sein des exploitations (variables principales) et quelques caractéristiques socioéconomiques des exploitations (variables supplémentaires). Les variables principales sont l'association des cultures, l'assolement et rotation culturales, la parcellisation, la gestion des résidus de récolte, le pois d'Angole, le mucuna, les semences améliorées/certifiées, l'inoculation du soja, la culture sur paillis, la déjection animale, le compostage, le labour perpendiculaire, le respect

des Bonnes pratiques de production agricole (BPA), le remplissage des outils de Farmer Business School plus (FBS+), l'utilisation d'inoculum sans sucre, le mélange des semences améliorées et locales, la modification des bonnes pratiques de production agricole. Les groupes d'exploitations obtenues se présentent comme suit :

CARACTERISTIQUES DE CHAQUE GROUPE

Groupe 1

Les producteurs du groupe 1 représentent 67,74 % de la taille de l'échantillon, soit un effectif de 189 producteurs. Les producteurs du groupe ont en moyenne 40,15 ans et ont emblavé 2,34 ha de soja. Ils adoptent les pratiques telles que : l'association culturale, l'assolement et rotation

culturelle, l'utilisation des semences locale (non améliorées), la gestion des résidus de récolte. Ils ne respectent pas les bonnes pratiques de production agricole (BPA) et, ils ne renseignent pas des outils de Farmer Business School plus (FBS+). Les pratiques adoptées par les individus de ce groupe sont donc qualifiées des innovations endogènes. Les producteurs de ce groupe utilisent plus les outils rudimentaires (67,51 %) tels que la houe, le coupe-coupe, la daba, etc. pour la production du soja. A la récolte, ils coupent les pieds des plants de soja à ras sol. Ils pratiquent également l'agriculture sur brûlis. La main d'œuvre familiale (73,09 %) est plus privilégiée dans les opérations culturales.

Groupe 2

Les producteurs du groupe 2 représentent 12,19 % de l'échantillon, soit un effectif de 34 producteurs. Ils ont en moyenne 38,55 ans et ont emblavé 3,16 ha de soja. Ils adoptent dans la production du soja les pratiques telles que la rotation mucuna-soja, l'inoculum avec sucre, l'association soja-pois d'angole, l'utilisation des semences améliorées/certifiées, l'application de la déjection animale, du compost, le respect des BPA (respect du nombre de grain par poquet, l'écartement entre les billons/sillons et entre les poquets, l'arrachement des racines de soja pendant la récolte, la date de semis, etc.), le remplissage des outils de FBS+. Ces pratiques sont qualifiées des innovations introduites dans

la production du soja par les services de vulgarisation. Dans la production du soja, les producteurs de ce groupe utilisent la main d'œuvre salariée (70,54 %), les outils mécanisés (71,59 %) tels que le tracteur, le semoir, batteuses-vanneuses pour les diverses opérations de production.

Groupe 3

Le groupe 3 est composé de 56 producteurs (20,07 %). Il est composé des individus qui adoptent les pratiques telles que l'utilisation d'inoculum sans sucre, le mélange des semences (améliorés et récolte précédente), le labour perpendiculaire, la parcellisation pour les brises vents, la combinaison des pratiques, modification des BPA (date de semis, semis étalé, nombre de grain par poquet, la distance entre les poquets et les billons ou sillons, etc.). Les individus de ce groupe ont en moyenne 38,83 ans et ont emblavé 2,87 ha de soja. Les pratiques appliquées dans la production du soja par les individus de ce groupe sont qualifiées des innovations introduites et modifiées (Tableau 5). Par ailleurs, ces producteurs utilisent les outils semi-mécanisés (78,48 %) tels que la traction animale, semis aux cordeaux, batteuse-vanneuse artisanales, etc. pour les diverses opérations de production. Les mains d'œuvre salariée (21,32 %) et l'entraide (19,20 %) sont combinées pour la réalisation des diverses opérations de production du soja grain.

Tableau 5 : Pourcentage des variables descriptives des groupes de producteurs du soja.*Percentage of descriptive variables of soybean farmers groups.*

Variables	Modalités	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Tests statistiques*
Innovations agricoles appliquées					
Association des cultures	Oui	71,96	5,14	22,90	$\chi^2 = 43,49$ p <0,001
Assolement et rotation culturales	Oui	95,77	4,23	0,00	$\chi^2 = 35,11$ p <0,001
Parcellisation	Oui	5,17	0,00	94,83	$\chi^2 = 255,10$ p <0,001
Gestion des résidus de récolte	Oui	76,56	0,96	22,49	$\chi^2 = 98,17$ p <0,001
Pois d'Angole	Oui	0	100	0	$\chi^2 = 5,76$ p <0,001
Mucuna	Oui	33,33	66,67	0,00	$\chi^2 = 17,23$ p <0,001
Semence améliorée/certifiée	Oui	4,42	77,90	17,68	$\chi^2 = 83,50$ p <0,001
Inoculation du soja	Oui	7,41	65,43	27,16	$\chi^2 = 30,21$ p <0,001
Culture sur paillis	Oui	0,00	0,00	100,00	$\chi^2 = 3,99$ p <0,001
Déjection animale	Oui	3,38	88,51	8,11	$\chi^2 = 62,61$ p <0,001
Compostage	Oui	0,00	100,00	0,00	$\chi^2 = 3,41$ p = 0,18
Labour perpendiculaire	Oui	0,00	85,71	14,29	$\chi^2 = 19,31$ p <0,001
Respect des BPA	Oui	5,12	70,70	24,19	$\chi^2 = 47,55$ p <0,001
Remplissage des outils de FBS+	Oui	0,00	98,53	1,47	$\chi^2 = 9,03$ p <0,001
Utilisation d'inoculum sans sucre	Oui	0	0	100	$\chi^2 = 12,07$ p <0,001
Mélange des semences (améliorés et locale)	Oui	8,14	21,32	70,54	$\chi^2 = 52,68$ p <0,001
Modification des BPA	Oui	6,06	9,09	84,85	$\chi^2 = 229,96$ p <0,001

(Suite tableau 5)

Mécanisation agricole					
Outils rudimentaires	Oui	67,51	12,27	20,22	$\chi^2 = 0,95$ p = 0,61
Outils semi-mécanisés	Oui	8,86	12,66	78,48	$\chi^2 = 125,67$ p <0,001
Outils mécanisés	Oui	12,50	71,59	15,91	$\chi^2 = 53,52$ p <0,001
Main d'œuvre utilisée	Familiale	73,9	5,62	21,29	$\chi^2 = 93,35$ p <0,001
	Salariée	8,14	70,54	21,32	$\chi^2 = 52,68$ p <0,001
	Entraide	68,48	12,32	19,20	$\chi^2 = 12,07$ p = 0,002
Caractéristiques socioéconomiques					
Sexe	Femmes	17,99	29,41	48,21	$\chi^2 = 21,12$ p <0,001
	Hommes	82,01	70,59	51,79	
Alphabétisation	Oui	34,39	35,29	21,43	$\chi^2 = 3,54$ p <0,001
Accès au crédit	Oui	39,15	47,06	32,14	$\chi^2 = 2,03$ p <0,001
Appartenance à une coopérative	Oui	15,34	55,88	100,00	$\chi^2 = 138,14$ p <0,001
Age		40,15	38,55	38,83	F=0,55 p=0,57
Expérience dans la production du soja	Moyenne	8,00	6,35	6,73	F=4,67 p=0,01
Superficie soja emblavée		2,34	3,16	2,87	F=4,18 p=0,01

* 2=Pearson chi2 ; F=Fisher ; p=probabilité de signification

Trois catégories de producteurs ont été identifiées : les producteurs adoptant les innovations endogènes (G1), les producteurs adoptant les innovations introduites dans la production du soja (G2) et les adoptants des innovations introduites et qui l'ont modifié (G3). Alors, il est important de voir la répartition des différents types de producteurs caractérisés en fonction des innovations agricoles selon les communes. Ainsi, il ressort de la figure 3 que les groupes d'adoptants des innovations endogènes (G1) sont plus représentés dans les communes de Bembèrèkè (96,55 %) et Kalalé (90,82 %) que dans la commune de N'Dali (59,57 %). Il a été remarqué que le groupe d'adoptants des innovations introduites et modifiées (G3) n'est présent que dans la commune de N'Dali alors que le groupe d'adoptants des innovations introduites (G2) est représenté au sein des trois communes avec un pique à N'Dali (23,4 %). La distribution spatiale des groupes d'adoptants des

innovations agricoles dans la production du soja est fonction de la commune d'appartenance ($c^2 = 180,15$; ddl = 4 ; p <0,001).

Figure 3 : Répartition des types de producteurs du soja dans la zone d'étude

DISCUSSION

Trois types d'exploitations agricoles axées sur les innovations agricoles sont identifiés dans la production du soja dans le Borgou au Nord du Bénin. Ces exploitations agricoles se discriminent par les innovations endogènes, les innovations introduites, les innovations introduites et modifiées appliquées dans la production du soja, les caractéristiques socioéconomiques (la superficie emblavée, l'âge, l'expérience en production du soja et l'accès au crédit agricole, etc.). Les résultats obtenus

montrent que la typologie des exploitations dépend aussi bien des types d'innovations agricoles appliquées, de systèmes de production que des caractéristiques socioéconomiques des producteurs. Ceux-ci rejoignent les résultats de Sossou *et al.* (2021). De même, ces résultats montrent, selon Adjodo *et al.* (2020) que, la typologie des exploitations agricoles s'obtient d'une association des variables principales et des variables supplémentaires. Les variables principales (innovations appliquées) rendent compte du système de production alors que les variables supplémentaires (accès au crédit, superficie, expérience en production de soja) mettent en exergue les caractéristiques socioéconomiques des producteurs. En effet, les producteurs adoptants les innovations endogènes (G1) sont celles qui ont plus de l'expérience dans la production du soja (8 ans en moyenne). Ils sont plus âgés (40 ans en moyenne) et emblavent peu de superficie en production de soja que les autres. La faible emblavure des superficies en production de soja s'explique par le faible accès au crédit d'une part, et le faible montant accordé aux demandeurs par les services financiers du monde agricole d'autre part. Cela pourrait s'expliquer également par l'utilisation des outils rudimentaires et la main d'œuvre familiale, ce qui qualifie ces exploitations, des exploitations familiales. Sossou *et al.* (2021) ont trouvé que des exploitations agricoles familiales sont caractérisées par une grande utilisation de la main d'œuvre familiale et des outils et équipements manuels (houe, coupecoupe, etc.) pour les opérations culturales. Ces auteurs ajoutent que les exploitations familiales font appel à la main d'œuvre occasionnelle au cours de certains travaux champêtres pour suppléer la main d'œuvre familiale. Pour ce fait, Adjobo *et al.* (2020) ont suggéré la mise en place d'un mécanisme facilitant l'accès des petits producteurs aux financements afin de leur permettre non seulement d'accroître le rendement, mais aussi de créer des emplois occasionnels tout en améliorant les conditions de vie des producteurs. A cet effet, Tidjani *et al.* (2022) proposent aux producteurs du soja d'adhérer au nouveau modèle de financement qu'est le Crédit Achat d'Intrant Groupé (CAIG). Cette innovation représente pour les partenaires impliqués, une approche novatrice gagnant-gagnant qui accroît la productivité et les revenus des producteurs.

Les producteurs adoptants des innovations introduites (G2) dans la production du soja ont plus l'accès au crédit que les producteurs des deux autres groupes. Plus de la moitié de ces producteurs appartient à une organisation paysanne (OP). Ils ont les superficies les plus élevées dans la production. La pratique des nouvelles technologies introduites par ces derniers s'explique par le fait qu'ils disposent des moyens financiers et matériels pour l'application de ces technologies comparativement aux adoptants des innovations endogènes (G1). Alors, on en déduit que les adoptants des innovations introduites disposent d'un cadre réglementaire ou institutionnel nécessaire à l'application et l'expansion de ces innovations introduites (Bayiha *et al.*, 2019). Les innovations introduites permettent d'améliorer les rendements par ricochet les revenus agricoles. Cependant, Gbakatchetche *et al.* (2010), avaient affirmé que l'utilisation du mucuna dans la production des céréales augmente le rendement du maïs de 15 % dans le Sud et de 18 % dans le Nord du Bénin. Le pois d'Angole, le mucuna, la culture sur paillis, et le compostage sont les innovations introduites et les plus utilisées dans la production du soja par les producteurs du G2. Ce résultat explique que pour un bon rendement du soja, il faudrait avoir un sol fertile. Ces résultats sont conformes à ceux Azontondé (1991) qui ont montré que l'utilisation du mucuna comme plante de couverture permet d'améliorer de manière significative les rendements en maïs. Aussi les études menées par Aklamavo et Mensah (1997) ont montré que la culture du mucuna est faite pour améliorer la fertilité et/ou la structure physique des sols pour la production du maïs et de diminuer la population des chiendents à un seuil facilement contrôlable par le producteur. Sogbedji *et al.* (2006), ont affirmé qu'en Afrique de l'Ouest, les rendements du maïs ont augmenté de 32,1 % en utilisant le pois d'Angole comme une plante de couverture. Les résultats de Vissoh *et al.* (2004) ont montré qu'au Bénin, le pois d'Angole est utilisé comme une plante de couverture dans la lutte contre les mauvaises herbes notamment l'herbe de sang japonais appelé *impérata cylindrica*. Cependant, les innovations introduites ont été modifiées par les producteurs du G3. Cette modification est due peut-être aux coûts d'application des innovations introduites. A cet effet, l'utilisation de l'inoculum permet de réduire les coûts de production et d'améliorer le revenu des petits

producteurs (Camara *et al.*, 2018). Elle confère au soja une meilleure résistance aux stress hydrique et thermique (froid ou chaleur) et elle est peu onéreuse comparée à l'utilisation d'importantes quantités d'engrais minéraux (Pagano & Miransari, 2016).

CONCLUSION

La présente étude a permis de caractériser les producteurs du Borgou au nord-Bénin selon les innovations appliquées dans la production du soja. La méthode AFCM utilisée a révélé trois groupes de producteurs selon les innovations appliquées dans la production du soja. Les adoptants d'innovations endogènes (67,74 %), les adoptants des innovations introduites dans la production par la recherche et les services de vulgarisation (12,19 %) et le groupe des adoptants des innovations introduites et modifiées (20,07 %) sont répartis de façon spatiale dans la zone d'étude. Ces producteurs diffèrent entre eux généralement par la pratique de l'association culturales, l'assolement et rotation culturales, la parcellisation, la gestion des résidus de récolte, l'association soja-pois d'Angole, la rotation mucuna-soja, l'utilisation des semences améliorées/certifiées, de l'inoculum, la pratique de la culture sur paillis, la déjection animale, le compost, le labour perpendiculaire, le respect des bonnes pratiques de production agricole (BPA), et le remplissage des outils de Farmer Business School plus (FBS+). Cette étude a aussi permis de remarquer les producteurs du groupe 1 emblavent moins de superficie de soja que les autres.

REFERENCES

- Adjobo O., M., F., R., Yabi A., J., & Gouwakinnou J., Y., Gouwakinnou., 2020., Typologie des exploitations agricoles productrices d'anacarde au Nord et au Centre du Bénin, Glazoué, Tchaourou et Djougou, Afrique Afr. SCIENCESCI., 16(5) : 303 – 316.,
- AGRESTE, 2013., Typologie des exploitations agricoles, Note méthodologique, Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt des Pays de la Loire, Nantes Février 2013, 4 p.
- Aklamavo M. and G. A. Mensah. 1997. Quelques aspects de l'utilisation du Mucuna en milieu rural en République du Bénin. *Bul. Rech. Agro.* 19: 34-46.
- Ama-Abina, T. J. Buegre G. F., N'Gbesso M. F. D., Brou N., D. and G. R. Yoro. 2012. Effets d'un herbicide et de l'inoculation sur les facteurs de rendement du soja cultivé sur un sol gravillonnaire de plateau. *Inter. J. Biol. Chem. Sci.* 6, 1970–1978.,
- Andriamiarana Z., Andrianarisoa T., Bélières J.-F., David-Benz H., Rabemalanto N., and P. Rasolofo. 2014, Rapport sur la typologie des exploitations agricoles à Madagascar, WAW, Février 2014, 33 p,
- Arouna, A. and A. Diagne. 2013. Impact de la production de semence riz sur le rendement et le revenu des ménages agricoles: une étude de cas du Bénin. In: A. Arouna and A. Diagne (Eds) 4th International Conference of the African Association of Agricultural Economists, September 22-25, 2013, Hammamet, Tunisia (No. 309-2016-5297), 17 p.
- Awotide, B. A., Awoyemi, T. T., Omonona, B. T. and Diagne, A., 2016. Impact of improved agricultural technology adoption on sustainable rice productivity and rural farmers' welfare in Nigeria. *Inclusive Growth in Africa: Policies, Practice, and Lessons Learnt*, 216-237.
- Azontondé H. A., 1991. Propriétés physiques et hydrauliques des sols au Bénin. *IAHS Publ.* 199: 253-256.
- Badou A., Akondé P. T., Adjahoun A., Adjé I. T., Aïhou K. and A.M. Igué. 2013. Effets de différents modes de gestion des résidus de soja sur le rendement du maïs dans deux zones agroécologiques du Centre-Bénin. *Bul. Rech. Agro. Bénin (BRAB) Numéro spécial Fertilité du maïs-Janvier*.
- Ballo B. Turquin L. and M. N. N'Gbesso. 2019. Effet de l'inoculum bactérien de la souche IRAT-FA 3 de *Bradyrhizobium japonicum* sur la croissance et la nodulation de 3 variétés de soja cultivées en Côte d'Ivoire, *Agro-nomie Agro Africaine Afric.* 31(1), 11–20.
- Ballo B. Turquin L. and M. N'Gbesso. 2018. Effet de l'inoculum bactérien de la souche IRAT-FA 3 de *Bradyrhizobium japonicum* sur la production de trois variétés de soja en Côte d'Ivoire, *International Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12, 2667–2679.
- Batamoussi H. M., Tovihoudji G. P., Tokore O. M., Boulga J. and I. M. ssegnon. 2016. Effet des engrais organiques sur la croissance et le rendement de deux variétés de tomate (*Lycopersicon esculentum*) dans la commune de Parakou (Nord Bénin). *J. inter. innov. rech. scien.* 24(1) : 86-94.

- Bayiha G.D.L.P., Temple L., Mathe S. and T. Nesme. 2019. Typologie et perspective d'évolution de l'agriculture biologique au Cameroun. *Cah. Agric* 28(3), 1-8.
- Bélières J.-F., Rasolofo P., Rivolala B., Ratovoarinony R., Ratsaramiarina O., Rabevohitra B. N. and H. David-Benz. 2017., Élaboration de typologies d'exploitations agricoles au niveau infranational à Madagascar : lac Alaotra et région du Menabe, Rapport Version finale, Antananarivo Novembre 2017, 57 p.
- Bernier A., Michaud R. and Ben Mansour J. 2019. Les déterminants organisationnels des pratiques d'adéquation formation-emploi: une étude exploratoire auprès de PME manufacturières. *Ad Machina*, (3) :2-17.
- Bird G. W. 1987. Role of nematology in integrated pestmanagement programs. In : J. A. Veech and D. W. Dickson (Eds.). *Vistas on Nematology, a Commemoration of the 25th Anniversary of the Society of Nematologists*. E-O. Painter Printing Co. Deleon Springs, Florida : pp 114 - 121.
- Camera J. N., Deuner C. C., Ghissi V. C., Reis E. M. and J. Koefender. 2018. Inoculum production and evaluation of temperature and leaf wetness for *Passalora sojae* inoculation in soybean. *Sum. Phyto*. 44, 122–126.
- Chiche J. and B. Le Roux. 2010. Développements récents en analyse des correspondances multiples., *Monde des Util., Anal., Données*, 42, 42, pp :110-117.
- Duby C. and S. Robin. 2006. Analyse en Composantes Principales (ACP). Institut National de Recherche Agronomique, Paris – Grignon, Département O.M.I.P. Note de Cours ; 54 p.
- Gbakatchetche H., Sanogo S., Camara M., Bouet A. and J. Z. Keli. (2010). Effet du paillage par des résidus de pois d'angole (*Cajanus cajan* L.) sur le rendement du riz (*Oryza sativa*) pluvial en zone forestière de Côte d'Ivoire. *Agro. Afric*. 22 (2).
- Houngnandan P., Zoundji C. C. Dedehouanou H. and F. Toukourou. 2015. Determinants of soybean [*glycine max* (L.) merrill] production system in Benin. *Exper. Biol. Agric. Sci*. 3, 430–439.
- Issoufou O. H., Boubacar S., Adam T., and B. Yamba. 2017. Déterminants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger, *Afr. Crop. Sci. J*. 25, 207, <https://doi.org/10.4314/acsj.v25i2.6>
- Labiya A. I. 2017. Déterminants de la demande et de l'offre en fourrages sur les marches à bétail au Bénin. Mémoire de master recherche, Ecole Doctorale « Sciences Agronomiques et de l'Eau », Université de Parakou, Bénin, 107 p.
- Labiya I. A., Yegbemey R. N., Olodo V. D. and J. A. Yabi. 2018. Pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols et performance économique des producteurs de maïs au Nord-Bénin. *Annales Ann. UP., Série Sci. Natu. Agro*. 8(2), 115-124.
- Larcher A., Bousquet P. M., Matrouf D. and J. F. Bonastre. 2012. Analyse en Composante Principale pour l'extraction des i-vecteurs en vérification du locuteur, Dans In : Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RE-CITAL 2012, volume 1 : JEP : pp, 297-304.
- Lufuluabo M. M., Mobula M. V., Kizungu V. R. and K. H. Muayila. 2021. Typologie des exploitations agricoles familiales et sensibilité aux changements climatiques : Cas des exploitations agricoles de Maluku en RD Congo, *Afri. SCI*. 18(2) : 56 - 68 56.
- MAEP. 2017. Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) 2025 et Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle PNIASAN 2017 – 2021. Rapport ûnal. Cotonou : MAEP, 135 p.
- Ollabodé N. 2019. Analyse économique des chaînes de valeur des crevettes d'eaux douce et saumâtre au sud-Bénin. Thèse de master professionnel, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin, 104 p.
- Oloumilade M. O. and J. A. Yabi. 2020. Adoption des variétés améliorées de soja et changement socioculturel dans le département du Borgou au Nord du Bénin. *Afri. SCI*. 16(1), 11-20.
- Pagano M. C. and M. Miransari. 2016. The importance of soybean production worldwide, in: Miransari, M. (Ed.), *Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production*. Academic Press, San Diego, pp. 1–26. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801536-0.00001-3>
- Roux E., Hernandez A. and G. Carrault. 2004. Méthodes d'Analyses Factorielles ACP et AFCM. LTSI - INSERM U642 ; Séminaire « Tahiti » - IRISA - Île de Houat - 26-27 Avril 2004, 28 p.
- Sogbedji J., van Es H., Melkonian J. J. and R. R. Schindelbeck. 2006. Évaluation du modèle PNM pour simuler la concentration de nitrate-N du flux de drainage sous du maïs fertilisé avec du fumier. *Plante et sol*. 282 (1): 343-360.

- Sossou C. H., Adekambi A. S., Codjo V. and M. E. Houedjofonon. 2021. Typologie des exploitations agricoles : caractérisation et accès aux services agricoles au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(3): 1191-1207.
- Sossou C. H., Lebailly P. and C. L. Hinnou. 2013. Essai de typologie des exploitations agricoles axée sur le financement de la production agricole au Bénin, In : 7ème Journées de recherches en sciences sociales INRA-SFER-CIRAD, Angers (Agro campus Ouest -Centre d'Angers), France, Les 12 et 13 Décembre 2013, 23 p.
- Tesfaye M. A., Bravo F., Ruiz-Peinado R., Pando V. and A. Bravo-Oviedo. 2016. Impact of changes in land use, species and elevation on soil organic carbon and total nitrogen in Ethiopian Central Highlands. *Geoderma*, 261, 70-79.
- Tidjani N., Ollabodé N., Touré D. M., and J. A. Yabi. 2022. Un nouveau modèle de financement, le Crédit Achat d'Intrant Groupé expérimenté dans la filière soja au nord-Bénin. *Agro. Afric.* 34(1) : 57-70.
- Vissoh P.V., Gbèhounou G., Ahanchédé A., Kuyper T.W. and N.G. Röling. 2004. Les mauvaises herbes comme contrainte agricole pour les agriculteurs au Bénin : résultats d'une étude diagnostique. *NJAS- Wag. J. Lif. Sci.* 52 (3-4) : 305-329.