

## Caractérisation des exploitations cotonnières selon leur mode de valorisation des résidus de récolte comme mesure de Gestion Durable des Terres dans les communes de Banikoara et Kandi au Bénin

Characterizing cotton farms based on crop residue management practices as a Sustainable Land Management strategy in Banikoara and Kandi, Benin.

Auteur 1 : NOUHOUN Abdel Rachid.

Auteur 2 : TASSOU ZAKARI Filikibirou.

Auteur 3 : AKPO Ibidon Firmin.

Auteur 4 : YABI Jacob Afouda.

**NOUHOUN Abdel Rachid**, Doctorant en Economie des Ressources Naturelles. Université de Parakou / Faculté d'Agronomie, Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES).

**TASSOU ZAKARI Filikibirou**, Maître de Conférences des universités du Cames, Enseignant chercheur en agroéconomie à la Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou, Bénin.

**AKPO Ibidon Firmin**, Maître de Conférences des universités du Cames, Enseignant chercheur en agroéconomie à la Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou, Bénin.

**YABI Jacob Afouda**, Professeur Titulaire en Agroéconomie à l'Université de Parakou. Directeur de l'Ecole Doctorale "Sciences Agronomiques et de l'Eau" (EDSAE), Bénin.

**Déclaration de divulgation :** L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

**Conflit d'intérêts :** L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

**Pour citer cet article :** NOUHOUN .A R, TASSOU ZAKARI .F, AKPO .I F & YABI .J A (2026) « Caractérisation des exploitations cotonnières selon leur mode de valorisation des résidus de récolte comme mesure de Gestion Durable des Terres dans les communes de Banikoara et Kandi au Bénin », African Scientific Journal « Volume 03, Num 36 » pp: 2903 – 2931.



DOI : 10.5281/zenodo.21167659

Copyright © 2026 – ASJ



## Résumé

Face à la baisse de la fertilité des sols, les exploitations de production cotonnières des communes de Banikoara et Kandi au Bénin ont adopté plusieurs modalités de valorisation des résidus de récolte comme mesure GDT. Cette étude a pour objet de caractériser ces exploitations et d'analyser leur mode de valorisation des résidus de récolte comme mesures GDT. Les données collectées dans ce cadre grâce à un questionnaire structuré construit sur le serveur Kobotoolbox proviennent d'un échantillon de 225 chefs d'exploitation cotonnières choisis de façon aléatoire. L'Analyse Factorielle des Données Mixtes (AFDM) associée à la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a été utilisée pour caractériser ces exploitations de production cotonnière. Ensuite l'analyse discriminante pas à pas au moyen du logiciel SPSS a permis d'identifier les variables les plus discriminantes des types d'exploitations agricoles. Ainsi donc, les résultats de cette étude révèlent la cohabitation des petites exploitations (53,33%), des exploitations moyennes (38,22%) et des grandes exploitations (8,44%) qui se distinguent principalement par : la superficie disponible, celle emblavée, celle de coton produite, et les quantités d'intrants notamment celles des semences, des engrais NPK et urée, des herbicides totaux et les insecticides de 3<sup>ème</sup> fenêtre de traitement utilisés. De même ces exploitations se différencient par le nombre d'animaux de trait, la taille du ménage et la quantité de main d'œuvre à l'hectare utilisée dans la production du coton. Outre ces facteurs, le mode de faire valoir de la terre, le sexe du chef d'exploitation ainsi que la pratique du parage et de l'exportation des résidus de récolte hors des champs constituent également des éléments de discrimination des groupes identifiés. Ces résultats indiquent que la caractérisation des exploitations cotonnières doit intégrer à la fois les ressources productives investies notamment la main d'œuvre et les engrais à l'hectare et les pratiques agroécologiques GDT réellement appliquées telles que le parage, l'export ou l'enfouissement des résidus de récolte car les petites exploitations optimisent moins la main d'œuvre et les engrais à l'hectare que les moyennes et grandes qui intensifient davantage en engrais chimique. Cette étude suggère alors que l'on passe d'une logique d'un programme "même dose d'engrais à l'hectare pour tous" à un programme raisonné "plus de mesures GIAE et GIFS pour les petites exploitations" et "intensification raisonnée pour les moyennes et les grandes exploitations" afin d'optimiser le rendement sans sur endetter ou épuiser les sols.

**Mots clés :** Mode de valorisation des résidus de récolte, Gestion Durable des Terres, Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS), Analyse Factorielle des Données Mixtes (AFDM), Classification Ascendante Hiérarchique, l'analyse discriminante pas à pas.

## Abstract

Soil fertility declining, lead cotton belt farmers of the municipalities of Banikoara and Kandi in Benin, make a decision of adopting several modes of crop residues valorization as SLM (Sustainable Land Management) measure depending on their farms realities. Therefore, this study aims to characterize those farms and analyze their methods of crop residue utilization as SLM (Sustainable Land Management) measures. The data used for this study were collected through a structured questionnaire built on the Kobotoolbox server and administered to 225 cotton producer households, selected through simple random sampling. The method of Factor Analysis of Mixed Data (FAMD) combined with Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) was used to characterize cotton farms. Subsequently, a stepwise discriminant analysis was applied to identify the factors that discriminate membership in each farm type. The results revealed small-scale cotton farm (53.33%), medium scale cotton farm (38.22%) and large-scale cotton farm (8.44%) distinguished mainly by: available area, cultivated area, cotton production area, input quantities (seeds, NPK and urea fertilizers, total herbicides, and 3rd window treatment insecticides). The farms are also distinguished by the number of draft animals, household size, and the amount of labor per hectare used in cotton production. In addition to these factors, land tenure systems, the gender of the farm head, as well as the practices of cattle corralling and crop residue removal from the fields also serve as discriminating factors for the identified groups. These results indicate that the characterization of cotton farms must integrate both the productive resources invested, notably labor and fertilizers per hectare, and the agroecological SLM practices actually implemented, such as corralling, export, or incorporation of crop residues. This is because smallholder farms optimize labor and fertilizers per hectare less than medium and large farms, which rely more heavily on chemical fertilizer intensification. This study therefore suggests shifting from a "one fertilizer rate fits all" program logic to a targeted approach: "more SLM measures (ISFM, crop-livestock systems) for small farms, and "reasoned intensification" for medium and large farms, to optimize yields without creating debt or depleting soils."

**Keywords:** Crop residue management methods, Sustainable Land Management (SLM), Integrated Soil Fertility Management (ISFM), Factor Analysis of Mixed Data (FAMD), Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC), stepwise discriminant analysis.

## Introduction

Au Bénin, le coton est la 1<sup>ère</sup> culture d'exportation et source de devises avec une contribution de 13 % au PIB, 40 % aux recettes d'exportation, il emploie 45 % d'actifs agricoles et fournit des revenus substantiels à un tiers de la population (Ollabodé *et al.*, 2024). Pourtant, depuis plusieurs années, la fertilité des sols des zones cotonnières baisse du fait essentiellement de la diminution progressive du taux de matière organique et de bilans minéraux déficitaires (Dagbenonbakin *et al.*, 2012). Cependant, la valorisation des résidus de récolte peut contribuer de façon déterminante à assurer le maintien de la fertilité des sols cultivés (Malhi *et al.*, 2006, Koulibaly *et al.*, 2010). Selon (Djenontin *et al.*, 2011), la valorisation des résidus de récolte pour une gestion intégrée de la fertilité des sols de l'exploitation agricole est possible à partir des innovations technologiques portant sur la production du fumier de parc, le parcase rotatif direct et l'enfouissement de paillis. Ces différentes technologies quoique contribuant à la gestion de la fertilité des sols sont faiblement adoptés (Adékambi *et al.*, 2021). De façon particulière (Dakouo *et al.*, 2011), affirment que les résidus de récolte, souvent brûlés ou pâturés, sont peu restitués au sol. (Tovihoudji *et al.*, 2023), quant à eux soulignent que très peu de producteurs appliquent la restitution des résidus de récolte dans leur système de culture. Ils soulignent que ce faible niveau d'adoption s'explique par le déficit de connaissance de l'effet de la biomasse de ces résidus dans la restauration de la fertilité du sol. Selon (Shetty *et al.*, 1998), la non adoption par les paysans des technologies disponibles en matière de gestion des résidus est principalement causée par plusieurs considérations dont la non adaptation de ces technologies aux possibilités des paysans. En effet les exploitations agricoles n'ont pas toujours les mêmes caractéristiques, ne disposent pas d'un accès identique au foncier ou aux diverses ressources du milieu naturel et ne sont pas dirigées par des exploitants de même âge ou ayant le même niveau d'instruction (Akpatcho *et al.*, 2022). Cette hétérogénéité des exploitations agricoles pourrait influencer leur mode de gestion des résidus de récolte comme mesure GDT. Plusieurs études réalisées sur la typologie des exploitations cotonnières au Bénin ont permis d'identifier quatre types de producteurs suivant le niveau d'adoption des pratiques culturales (Ollabodé *et al.*, 2024, Agalati *et al.*, 2022) ; trois catégories d'exploitations cotonnières en lien avec leur degré de mécanisation et de l'intégration agriculture et élevage (Kindemin *et al.*, 2023) ; cinq types d'exploitations cotonnières engagées dans la transition agroécologique (Akpatcho *et al.*, 2022) ; quatre systèmes de cultures à base de coton, caractérisés par des niveaux élevés d'adoption de la culture attelée (Allagbe *et al.*, 2014), et trois groupes d'exploitations pour lesquels la production cotonnière est rentable (Ayena *et al.*, 2013). Il

apparaît que ces études ne décrivent pas particulièrement les exploitations en fonction de leur mode de gestion des résidus de récolte qui est une importante composante des technologies de Gestion Durable des Terres. Cette étude se propose alors de faire une typologie et de caractériser les exploitations agricoles en fonction de leur mode de gestion des résidus de récolte pour une meilleure prise en compte de cette pratique dans le choix des options relatives à l'amélioration de la fertilité de leur sol. Pour y arriver, l'article est organisé autour du cadre théorique de la recherche, la méthodologie de l'étude, les résultats obtenus et leurs discussions par rapport aux travaux antérieurs ainsi que les implications qui se dégagent puis une conclusion.

### 1. Cadre théorique de la recherche

P. Jouve écrivait en 1986, « Dès lors que l'on cherche à donner un caractère opératoire à l'étude du fonctionnement des exploitations agricoles, on est conduit à établir des typologies ». Pour (Landais, 1996), la typologie est "une demande sociale qui évolue" pour ordonner l'univers des exploitations agricoles en vue de structurer leurs analyses et adapter l'intervention des organismes de développement agricole dans un objectif commun. Dans son caractère évolutif, cette demande concerne désormais :

- ✓ La mise au point de procédures d'actualisation des typologies.
- ✓ L'utilisation de typologies à des fins prospectives : simulation de l'effet de nouvelles mesures de politique agricole sur le fonctionnement et les performances des exploitations, et évaluation des réactions des agriculteurs
- ✓ La nécessité de dépasser la seule fonction de production pour prendre en compte les "nouvelles fonctions" de l'agriculture, et en particulier les impacts environnementaux et paysagers des exploitations.
- ✓ Enfin, l'insertion des typologies d'exploitations dans un cadre élargi, permettant de resituer l'agricole dans le rural pour aborder plus globalement les questions de développement local ou régional.

Ainsi donc la typologie vise à comprendre le fonctionnement global des systèmes de production et c'est en tenant compte de l'environnement de l'exploitation agricole et de leurs objectifs de production, que les décideurs de l'entreprise (chef de ménage, épouses, collatéraux et enfants, adultes) seront amenés à prendre des décisions (techniques et de gestion), (Sossou *et al.*, 2013). (Badouin, 1987), définit les systèmes de production agricole comme des combinaisons productives structurées, impliquant la gestion de ressources (terre, capital, travail) sous l'influence du pouvoir de décision de l'exploitation, dans le but d'atteindre un résultat économique, souvent différenciés par leur intensité (extensif/intensif). C'est dans ce sens que

(Desaintmartin E. *et al.*, 2017) en faisant le diagnostic agropastoral et transition agro-écologique de la zone cotonnière du Bénin, affirment que la terre correspond aux ressources naturelles mobilisées pour le système. Le travail représente la main d'œuvre utilisée en quantité et qualité. Pour finir le capital intègre l'équipement nécessaire au travail du sol, pour l'irrigation ou encore les intrants (semences, engrais, produits phytosanitaires) utilisés pour la production. Ils soulignent qu'en changeant l'intensité d'un de ces facteurs, on modifie celui des autres facteurs, permettant une mutation du système.

En effet, 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 (Adégbola, 1997). Ainsi donc pour mieux comprendre le fonctionnement des systèmes de production, la typologie se présente comme une caractérisation des particularismes observés au niveau d'un sujet d'intérêt dont l'aspect étudié présente une variabilité. Elle permet de définir des groupes cibles pour des interventions plus efficaces (Allagbe *et al.*, 2014).

(Bélières *et al.*, 2017) distinguent alors plusieurs types de typologie (typologie structurelle basée sur les moyens de production disponibles dans l'exploitation ; typologie fonctionnelle basée sur l'enchaînement des prises de décision de l'agriculteur pour atteindre ses objectifs de production ; typologie à partir des critères de performances qui sont souvent couplées aux deux précédentes ; typologie analytique construite à partir de la sélection d'indicateurs discriminants dont les informations proviennent des exploitations elles-mêmes ; typologie statistique obtenue par des analyses factorielles de données empiriques disponibles ; typologies à dire d'experts qui s'appuient 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 et les typologies mixtes mêlant plusieurs approches d'analyse des données avec une classification confrontée aux dires d'experts).

Dans la pratique plusieurs auteurs ont effectué les typologies statistiques et analytiques en utilisant différentes variables discriminantes. Au nombre des variables, on note des critères structurels (superficie, main-d'œuvre, taille moyenne des exploitations) tels que relevé dans les études de (Atindokpo *et al.*, 2025, Sossou *et al.*, 2021, Soumaré *et al.*, 2017), techniques (cultures, intrants, équipements) comme mentionné par (Kindemin *et al.*, 2023, Koné *et al.*, 2021, Desaintmartin *et al.*, 2017) et socioéconomiques (revenus, âge, expérience, accès au crédit, niveau d'instruction et d'encadrement, bénéficiaire de formation en mesure GDT etc.) mis en relief par (Bélière *et al.*, 2017, allagbé *et al.*, 2014, Adjobo *et al.*, 2020, Ayena *et al.*,

2013). De même la nécessité d'assurer une agriculture durable appelle de plus en plus à l'utilisation d'indicateurs agroécologiques, notamment ceux relatifs aux pratiques agroécologiques telles que noté dans les études de (Ollabodé *et al.*, 2024, Babio *et al.*, 2023, Saliou *et al.*, 2023, Akpatcho *et al.*, 2022, Kasse *et al.*, 2019, Montcho *et al.*, 2018, Diogo *et al.*, 2017).

Dans le cadre de la présente étude, il s'agit de caractériser les différentes exploitations cotonnières de notre milieu d'étude en fonction de la valorisation qu'elles font des résidus de récolte. Pour ce faire, les variables à utiliser dans le cadre des analyses sont déduites des travaux antérieurs et cités au tableau N°2.

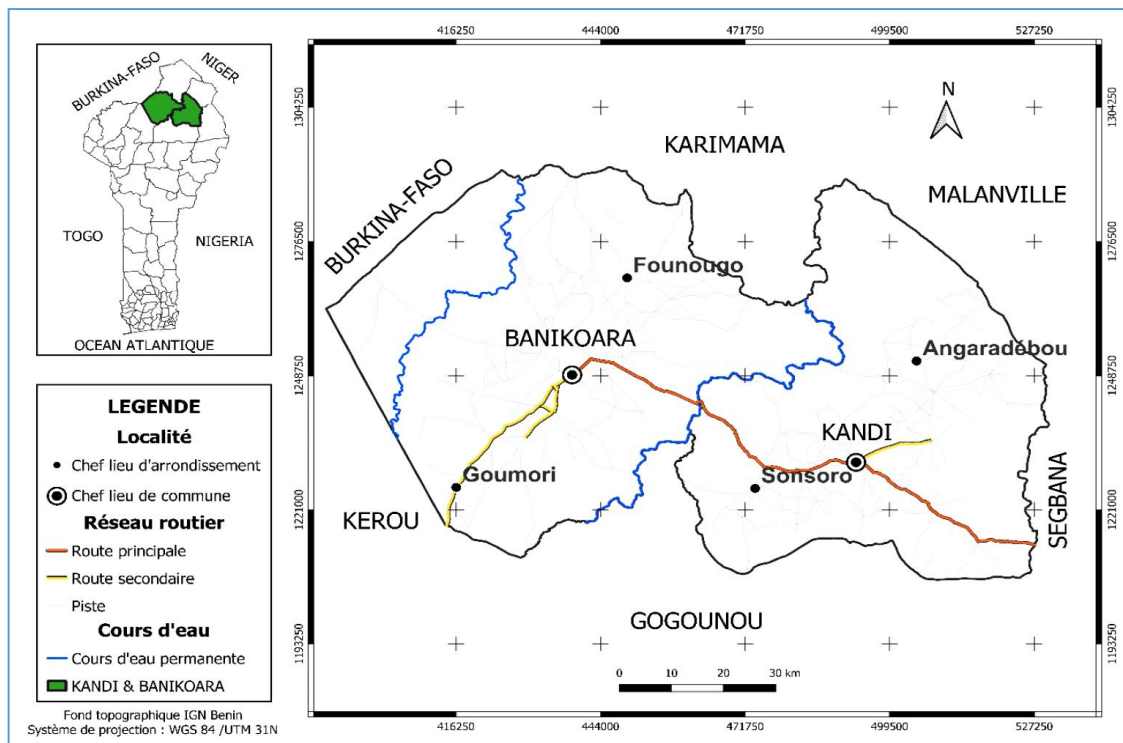
## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Milieu d'étude

La zone d'étude est celle composée des communes de Banikoara et Kandi, dans de Pôle de Développement Agricole 2 (PDA 2) qui occupe respectivement le premier et deuxième rang en matière de production cotonnière au Bénin. Cette zone est comprise entre 10°58'45 et 11°45 de latitudes Nord et entre 2°10 et 3°12'5 de longitudes Est (DGCS-ODD, 2019).

Elle est dominée par un climat de type soudano-sahélien avec une saison pluvieuse allant de Mai à Octobre et une saison sèche allant de Novembre à Avril. Elle couvre une superficie globale de 7804 Km<sup>2</sup>, soit environ 30% des terres du département de l'Alibori. Dans cet espace, la commune de Banikoara s'étend sur 4 383 km<sup>2</sup> (16,69%) de la superficie totale de l'Alibori (Assogba *et al.*, 2022) avec 2148 km<sup>2</sup> (49 %) de terres cultivables et environ 2235 km<sup>2</sup> occupés par le Parc National W (Kate, 2016). Quant à la commune de Kandi elle s'établie sur une superficie de 3421 km<sup>2</sup>, soit environ 13% de l'ensemble du département. Dans la commune de Kandi, la majorité des sols ont une texture limono-sableuse avec un niveau de fertilité très faible à faible, quel que soit le type d'occupation des sols (Igue, *et al.*, 2013). Ils sont principalement de type ferrugineux tropicaux lessivés et appauvris dans la commune de Banikoara, (Kate, 2016). Cette carte de fertilité de ces communes ne favorise pas la durabilité de la production cotonnière si aucune action n'est menée d'où la présente étude avec un focus sur l'une des plus importantes technologies de Gestion durable des terres.

**Figure 1:** Carte de localisation géographique des Communes d'intervention de l'étude



Source : adaptée de (Kindemin *et al.*, 2023)

## 2.2. Méthode d'échantillonnage

Dans le cadre de cette étude, les unités de recherche sont les producteurs de coton. Pour ce faire, la taille représentative de la cible à enquêter a été déterminée en utilisant une approximation de

la loi de distribution normale à travers la formule de (Schwartz *et al.*, 2002)  $N = \frac{t^2 P(1-p)}{e^2}$

Où : N = Taille de l'échantillon par commune t = écart fixé à 1,96 qui correspond à un degré de confiance de 95 % P = nombre de producteurs de coton de la commune / nombre total de producteurs de coton. e = marge d'erreur qui est égale à 5 %

**Tableau N°1 :** Taille de l'échantillon par commune

| Commune   | Effectif de producteurs de coton de la commune | Effectif total des producteurs de coton | $t^2$ | Proportion (P) | (1-P) | Échantillon | Échantillon ajusté |
|-----------|--|---|-------|----------------|-------|-------------|--------------------|
| Banikoara | 25039  | 279665                                  | 3,84  | 0,089          | 0,910 | 124         | 125                |
| Kandi     | 19296  | 279665                                  | 3,84  | 0,069          | 0,931 | 99          | 100                |

Source : auteur 2025

Ainsi donc il a été effectué une enquête auprès de 225 producteurs de coton à raison de 125 dans la commune de Banikoara et 100 dans la commune de Kandi. La technique d'échantillonnage aléatoire a été utilisée pour choisir l'effectif de 225 producteurs de coton à raison de 50 producteurs par village dans la commune de Kandi puis 63 et 62 producteurs pour respectivement le premier et le second villages plus productifs de coton de la commune de Banikoara. La collecte des données a été faite par des enquêtes réalisées au moyen d'une base de données Kobocollecte au cours de la période d'août à septembre 2025.

### 2.3. Méthode d'Analyse des données

Selon (Perret *et al.*, 1993), parmi les méthodes utilisées pour construire des typologies d'exploitations on note les méthodes clairement orientées vers l'action, conçues comme des outils d'aide à la décision destinés à des acteurs variés du développement agricole ou rural et en particulier celles qui se réclament d'une approche systémique du fonctionnement de l'exploitation agricole. Ces typologies reposent pour la plupart sur une série d'enquêtes directes utilisant des questionnaires fermés, appliqués à un échantillon généralement réduit d'exploitations agricoles (de 40 à 60 dans la majorité des cas). Sur la base de ces enquêtes, ces exploitations sont réparties en un certain nombre de types de fonctionnement, qui sont ensuite décrits à partir de leurs caractéristiques. Les différences entre les méthodes proposées reposent essentiellement sur la nature des informations recueillies lors de l'enquête et la manière dont elles sont traitées. (Sossou *et al.*, 2021), en étudiant le sujet relatif à la typologie des exploitations agricoles : caractérisation et accès aux services agricoles au Bénin, soulignent que les méthodes utilisées pour réaliser les typologies dépendent des objectifs recherchés et des indicateurs discriminants retenus. Parfois les critères de différenciation sont choisis par empirisme et deux méthodes sont souvent utilisées pour construire ces typologies : la segmentation et l'analyse multidimensionnelle. Dans la segmentation, les critères discriminants sont choisis un à un de façon graduelle en commençant par le plus discriminant jusqu'à l'obtention de types assez homogènes. Cette méthode n'est valable que si on a un nombre réduit de critères discriminants. En revanche, l'analyse multidimensionnelle est une méthode statistique qui peut mobiliser plusieurs critères discriminants à la fois. Ainsi donc (Akpatcho *et al.*, 2022), distinguent les analyses factorielles des correspondances (AFC), les analyses en composantes principales (ACP), l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et la Classification Ascendante Hiérarchisée (CAH). Les AFC, ACM et les ACP servent à la caractérisation des exploitations par rapport aux variables retenues, tandis que la CAH sert au regroupement des exploitations selon l'importance des variables considérées. Il est important

de noter que certaines de ces approches se basent sur des données quantitatives uniquement et d'autres sur un ensemble de données quantitatives et qualitatives (données mixtes). Dans le cas de la présente étude pour une bonne description des types, il sera tenu compte simultanément des variables quantitatives et qualitatives dans les modèles d'analyse. Pour satisfaire à cette exigence, l'Analyse Factorielle des Données Mixtes (AFDM) apporte des solutions plus idoines.

De façon pratique nous procéderons à une AFDM pour caractériser les exploitations par rapport à la valorisation des résidus de récolte, après transformation des variables (les variables quantitatives sont centrées réduites et les variables qualitatives éclatées avec calcul des probabilités pour chaque modalité) ; puis (ii) une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sur les coordonnées des axes de l'AFDM après rotation Varimax pour mieux séparer entre elles les variables qui contribuent à la création des axes. (Bélières *et al.*, 2017), affirment que la rotation varimax est basée sur la réalisation d'une analyse factorielle à composantes multiples qui est équivalente à une analyse en composante principale à partir du moment où, les **variables quantitatives** sont centrées et réduites pour chaque individu. La formule est la suivante : Variable centrée réduite = (valeur de la variable – moyenne de l'ensemble) / écart-type. Par ailleurs, les **variables qualitatives** doivent être éclatées et pondérées en suivant le principe selon lequel, chaque modalité prend la valeur 1 ou 0 (éclatement) et c'est sur ces valeurs éclatées qu'on applique la pondération utilisant la proportion des modalités ayant la valeur=1 (P). La transformation des variables qualitatives (TR\_Var) suit alors la formule : TR\_Var = Valeur Variable éclatée / P. Après la transformation des variables (quantitatives et qualitatives), on obtient un fichier avec en ligne les individus et en colonne un premier groupe de variables correspondant aux données brutes et un deuxième groupe avec les variables transformées. Le logiciel statistique SPSS 18 a été utilisé pour faire les analyses multidimensionnelles (AFDM et classification).

En ce qui concerne la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), nous utiliserons à l'instar de (Akpatcho *et al.*, 2022), La statistique pseudo-F pour sélectionner le nombre de type pour la classification proposée par (Calinski, T. and Harabasz, J., 1974). Le nombre de clusters à retenir sera déterminé par la valeur d'indice de Calinski-Harabasz la plus élevée. L'expression formelle de l'indice de Calinski et Harabasz pour le nombre de clusters est la suivante :

$$CH = \left[ \frac{\sum_{k=1}^K n_k \|c_k - c\|^2}{K - 1} \right] / \left[ \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{n_k} n_k \|d_i - c_k\|^2}{N - K} \right]$$

où,  $d_i$  est le vecteur caractéristique du point de données  $i$ ,  $n_k$  est la taille du  $k$ ème grappe,  $c_k$  est le vecteur caractéristique du centroïde du  $k$ ème grappe,  $c$  est le vecteur caractéristique du centroïde global de l'ensemble des données, et  $N$  est le nombre total de points de données. Une inspection subjective du dendrogramme sera également utilisée pour confirmer le nombre optimal de types. Les pics dans la statistique du pseudo  $F$  sont des indicateurs d'une plus grande séparation des clusters (Leland, *et al.*, 2011). Cela permettra d'assurer que le résultat de la typologie représente la structure réelle des données et non un artefact de l'algorithme de classification. Après la réalisation de la typologie, l'analyse discriminante pas à pas a été utilisée à l'instar de (Sossou *et al.*, 2021) pour identifier les variables les plus discriminantes des types d'exploitations agricoles. Les principales variables utilisées pour l'analyse sont présentées au tableau N°2.

**Tableau N°2:** Données collectées et utilisées pour la construction de la typologie

| Var | Noms  | Codes              | Modalités   |
|-----|---|--------------------|---|
| 1   | Age   | <b>age</b>         | Continue  |
| 2   | Sexe du chef de ménage                          | <b>Sex</b>         | 0= Femme 1= Homme   |
| 3   | Niveau d'instruction                            | <b>Nivins</b>      | Aucun niveau=0, primaire =1, Secondaire et universitaire =2 |
| 4   | Taille du ménage                                | <b>tailmen</b>     | Continue  |
| 5   | Superficie disponible                           | <b>supdispo</b>    | Continue  |
| 6   | Superficie cultivée                             | <b>supcultiv</b>   | Continue  |
| 7   | Superficie emblavée en coton                    | <b>supcot</b>      | Continue  |
| 8   | Niveau d'encadrement du producteur              | <b>nivencadr</b>   | Faible =0 ; moyen =1, élevé : 2                             |
| 9   | Formation en mesure GDT                         | <b>Appformat</b>   | 0=Non ; 1=oui   |
| 10  | Quantité de main d'œuvre                        | <b>Qtmo</b>        | Continu   |
| 11  | Nombre de tracteurs                             | <b>Nbrtrac</b>     | Continu   |
| 12  | Pratique d'enfouissement des résidus de récolte | <b>Enfouis</b>     | 0=Non ; 1=oui   |
| 13  | Pratique du parcage des animaux                 | <b>Parcage</b>     | 0=Non ; 1=oui   |
| 14  | Epannage de fumier                              | <b>transforfum</b> | 0=Non ; 1=oui   |
| 15  | Epannage de compost                             | <b>compost</b>     | 0=Non ; 1=oui   |

|    |                           |                  |                              |
|----|---------------------------|------------------|------------------------------|
| 16 | Mode de faire-valoir      | <b>MFV</b>       | 1=don, 2= héritage, 3= Achat |
| 17 | Nombre d'animaux de trait | <b>Nbratrait</b> | Continu                      |
| 18 | Quantité d'engrais NPK    | <b>QtNPK</b>     | Continu                      |
| 19 | Quantité d'Urée           | <b>Qturée</b>    | Continu                      |
| 20 | Quantité d'herbicide      | <b>Qtherb</b>    | Continu                      |
| 21 | Quantité d'insecticide    | <b>Qtinsect</b>  | Continu                      |

Source : Auteurs 2025

### 3. Résultats

#### 3.1. Caractéristiques socio-économiques et démographiques des producteurs enquêtés

Les exploitations cotonnières de la zone d'étude sont dirigées majoritairement par des hommes 94,7 %. Ils ont un âge compris entre 25 à 64 ans avec une moyenne de  $(41,58 \pm 8,05)$  ans. Ces Chefs d'Exploitation (CE) en général non instruits (67,85%), ou avec niveau d'instruction primaire et secondaire respectivement 20,98% et 11,11% et sont à la tête de ménage ayant une taille moyenne de  $(10,98 \pm 6,68)$  membres qui disposent d'une superficie moyenne de  $(17,50 \pm 11,46)$  ha sur lesquels ils emblavent une superficie moyenne de  $(15,74 \pm 10,42)$  ha dont en moyenne  $(6,05 \pm 4,62)$  ha destinées à la production de coton. Le coton occupe près de la moitié (45,42%) des superficies cultivées. Ces exploitations utilisent  $(105,3 \pm 15,76)$  hommes jour pour la production d'un hectare de coton. Sur ces exploitations dont 75,1 % ont accès au crédit, on compte en moyenne  $(2,38 \pm 1,48)$  animaux de trait. Ces chefs d'exploitations perçoivent le niveau de fertilité de leur sol à hauteur de 46,2% comme très faible, 37,3% faible et 16,4% comme fertile. Parmi eux 44,9% ont reçu une formation en gestion durable des terres. La pratique de l'incinération des résidus de récolte est courante chez 30,7% des enquêtés. Ceux qui exportent tout ou une partie des résidus de récolte représentent 39,7%, par contre, ceux qui l'enfouissent comptent pour 38,7%. Les pratiquants du parage représentent 43,6% des chefs d'exploitation. En ce qui concerne la production et l'épandage du fumier, 16,4% de l'échantillon s'y adonne.

Ces ménages utilisent les intrants chimiques à raison de  $(160,53 \pm 72,16)$  Kg/ha et  $(65,53 \pm 31,28)$  Kg/ha pour respectivement le NPK et l'urée. En ce qui concerne les herbicides total et sélectifs, ils sont utilisés à une dose de  $(1,74 \pm 0,84)$  l) et  $(1,63 \pm 0,80)$  litre à l'hectare. Pour les insecticides, en moyenne 10 flacons sont utilisés pour le traitement sur un total de 14 prévus.

### 3.2. Résultats de la typologie relative à l'Analyse Factorielle des Données Mixtes

Pour la typologie effectuée en vue de caractériser les exploitations de production cotonnières par rapport aux modes de valorisation des résidus de récolte, la méthode de rotation varimax utilisée a permis de retenir quinze variables qui ont servi de données d'entrée à la classification. Les résultats indiquent un indice KMO (0,868) jugé bon pour la validité de l'analyse (tableau N°3)

**Tableau N°3 : Indice KMO et test de Bartlett**

|   |                           |          |
|---|---------------------------|----------|
| Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin. |                           | ,868     |
| Test de sphéricité de Khi-deux approximé                        |                           | 3021,127 |
| Bartlett  | Ddl                       | 105      |
|   | Signification de Bartlett | ,000     |

Source : Auteurs 2025

Les résultats de l'AFDM montrent que trois (03) composantes principales comptent pour 81,76% de la variabilité des données originales (Tableau N°4).

Le premier axe F1 exprime 54,29 % de la variance totale. Il est composé de dix variables avec un score supérieur à 0,5 ( $R > 0,5$ ). Ce facteur est corrélé avec la superficie de coton, la quantité de main d'œuvre utilisée, la quantité des engrais NPK, urée, des herbicides totaux et sélectifs, les insecticides de première, deuxième et troisième fenêtre, ainsi que la quantité de semences de coton utilisée. Le facteur 1 peut être dénommé "**Niveau d'utilisation des intrants pour la production cotonnière**"

Le deuxième facteur 17,88 %, est associé à taille du ménage ainsi que les superficies disponibles et cultivées avec des scores respectifs de 0,848 et 0,925 et 0.932. Il a été nommé « **niveau d'exploitation de la terre par les ménages** ».

Le troisième facteur a été dénommé "**Niveau d'instruction et formation des exploitants en mesures GDT**" et explique 9,59 % de la variance totale. Le tableau N°4 illustre ces résultats.

**Tableau 4:** Variance totale expliquée par les axes de l'analyse factorielle.

| Variance totale expliquée a |                           |                         |                  |   |                         |                  |  |                         |                  |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------|---|-------------------------|------------------|--|-------------------------|------------------|
| Composant<br>es             | Valeurs propres initiales |                         |                  | Extraction Sommes des<br>carrés des facteurs<br>retenus |                         |                  | Somme des carrés des<br>facteurs retenus pour la<br>rotation |                         |                  |
|                             | Tota<br>l                 | % de la<br>varianc<br>e | %<br>cumulé<br>s | Tota<br>l   | % de la<br>varianc<br>e | %<br>cumulé<br>s | Tota<br>l  | % de la<br>varianc<br>e | %<br>cumulé<br>s |
| 1                           | 8,39<br>1                 | 55,939                  | 55,939           | 8,39<br>1   | 55,939                  | 55,939           | 8,14<br>4  | 54,294                  | 54,294           |
| 2                           | 2,47<br>5                 | 16,497                  | 72,436           | 2,47<br>5   | 16,497                  | 72,436           | 2,68<br>1  | 17,876                  | 72,170           |
| 3                           | 1,39<br>8                 | 9,321                   | 81,758           | 1,39<br>8   | 9,321                   | 81,758           | 1,43<br>8  | 9,588                   | 81,758           |
| 4                           | ,837                      | 5,582                   | 87,340           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 5                           | ,668                      | 4,456                   | 91,796           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 6                           | ,350                      | 2,335                   | 94,131           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 7                           | ,302                      | 2,011                   | 96,142           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 8                           | ,245                      | 1,631                   | 97,773           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 9                           | ,172                      | 1,144                   | 98,918           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 10                          | ,073                      | ,486                    | 99,404           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 11                          | ,038                      | ,254                    | 99,658           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 12                          | ,026                      | ,171                    | 99,829           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 13                          | ,017                      | ,114                    | 99,943           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 14                          | ,007                      | ,047                    | 99,990           |   |                         |                  |  |                         |                  |
| 15                          | ,002                      | ,010                    | 100,00           |   |                         |                  |  |                         |                  |

Source : Auteurs 2025

**Tableau N°5: Matrice des composantes après rotation**

|  | <b>Niveau d'utilisation d'intrant pour la production cotonnière</b> | <b>Niveau d'exploitation de la terre par les ménages</b> | <b>Niveau d'instruction et formation des exploitants en mesure GDT</b> |
|--|---|--|--|
| <b>Niveau d'instruction</b>                            | ,065  | -,180  | ,749   |
| <b>Formation en mesure GDT</b>                         | ,026  | ,300   | ,768   |
| <b>Quantité de semence utilisée</b>                    | ,847  | ,042   | ,024   |
| <b>Quantité de NPK utilisée</b>                        | ,886  | ,031   | -,002  |
| <b>Quantité d'urée utilisée</b>                        | ,908  | ,014   | ,133   |
| <b>Quantité d'herbicide total utilisée</b>             | ,783  | -,026  | ,255   |
| <b>Quantité d'herbicide sélectif utilisée</b>          | ,800  | ,059   | ,308   |
| <b>Quantité d'insecticide de 1ère fenêtre utilisée</b> | ,953  | ,145   | -,036  |
| <b>Quantité d'insecticide de 2ème fenêtre utilisée</b> | ,947  | ,150   | -,009  |
| <b>Quantité d'insecticide de 3ème fenêtre utilisée</b> | ,956  | ,133   | -,034  |

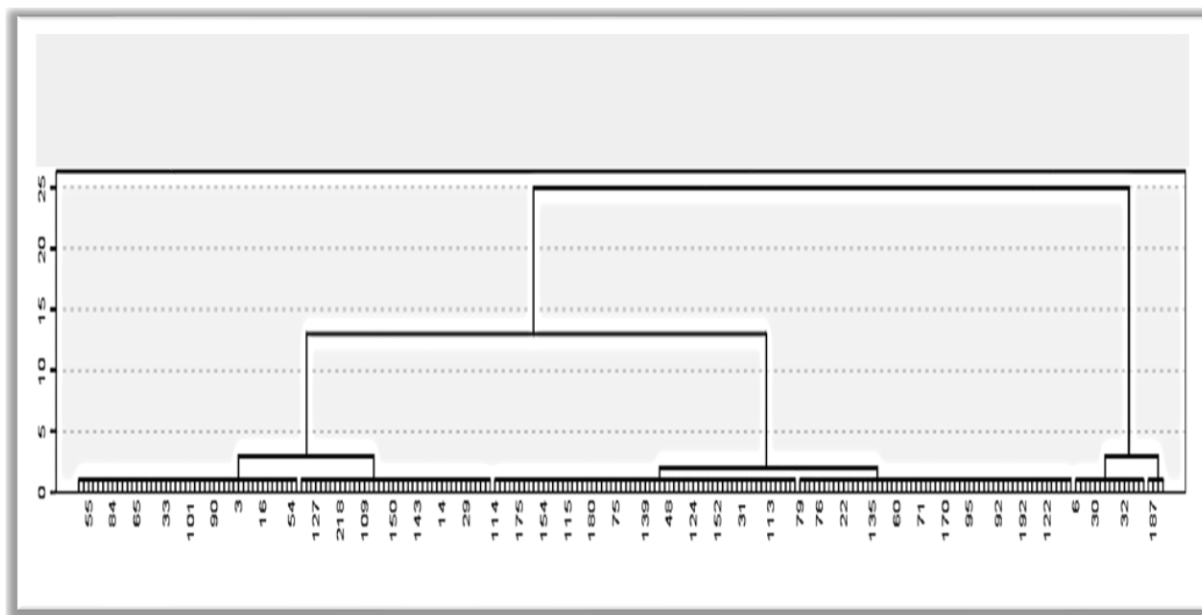
|  |               |               |               |
|--|---------------|---------------|---------------|
| <b>Taille du ménage</b>                  | ,086          | ,848          | -,242         |
| <b>Superficie disponible</b>             | ,153          | ,925          | ,147          |
| <b>Superficie cultivée</b>               | ,084          | ,932          | ,143          |
| <b>Superficie coton produite</b>         | ,957          | ,140          | -,041         |
| <b>Quantité de main d'œuvre employée</b> | ,941          | ,165          | -,066         |
| <b>Valeur propre</b>                     | 8,391         | 2,475         | 1,398         |
| <b>Pourcentage de variance (%)</b>       | <b>54,294</b> | <b>17,876</b> | <b>9,588</b>  |
| <b>Cumul de variance (%)</b>             | <b>54,294</b> | <b>72,170</b> | <b>81,758</b> |

Source : Auteurs 2025

### 3.3. Résultats de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sur les coordonnées des axes de l'AFDM

La CAH effectuée suite aux résultats de l'AFDM a permis d'obtenir un dendrogramme (figure N°2) présentant diverses possibilités de typologies dont la meilleure a été choisie. La méthode d'agrégation de Ward et le carré de la distance euclidienne ont servi à regrouper les classes et les individus. L'analyse de variance basée sur les types obtenus suite à la CAH a aidé à retenir les variables présentant une différence significative (tableau N°6). Ainsi donc trois types d'exploitations ont été retenus.

**Figure N°2 :** Dendrogramme montrant la typologie des exploitations de productions cotonnière en fonction du mode de valorisation des résidus de récolte.



Source : Auteurs 2025

**Tableau N°6:** Variables discriminantes par type d'exploitation de production cotonnière

| Variables                                  | Type 1 (53,33%) |            | Type 2 (38,22%) |            | Type 3 (8,44%) |            | Test     |
|--|-----------------|------------|-----------------|------------|----------------|------------|----------|
|  | Moyenne         | Ecart type | Moyenne         | Ecart type | Moyenne        | Ecart type |          |
| <b>Superficie disponible</b>               | 14,87           | 10,35      | 17,98           | 10,19      | 31,47          | 13,50      | 20,36*** |
| <b>Taille du ménage</b>                    | 9,68            | 5,40       | 11,41           | 5,69       | 17,26          | 12,41      | 11,91*** |
| <b>Age</b>                                 | 40,33           | 7,58       | 42,76           | 8,64       | 44,21          | 6,90       | 3,47**   |
| <b>Superficie emblavée</b>                 | 13,82           | 9,75       | 16,57           | 9,94       | 24,11          | 12,45      | 9,03***  |
| <b>Superficie coton</b>                    | 3,02            | 2,29       | 8,21            | 2,52       | 15,40          | 5,06       | 215,96** |
| <b>Ratio coton sur superficie cultivée</b> | 0,31            | 0,26       | 0,59            | 0,25       | 0,73           | 0,23       | 42,55*** |
| <b>Quantité de semence utilisée</b>        | 26,46           | 16,67      | 26,33           | 23,46      | 51,33          | 39,56      | 11,102** |
| <b>Quantité de fumure organique</b>        | 162,09          | 366,68     | 416,87          | 1197,44    | 105,34         | 315,27     | 1,04     |
| <b>Quantité de NPK à l'Hectare (Kg)</b>    | 137,43          | 46,49      | 174,64          | 56,65      | 242,54         | 154,11     | 24,22*** |

|  |          |        |       |        |       |        |       |          |
|--|----------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|----------|
| <b>Quantité d'urée à l'hectare (kg)</b>          |          | 56,92  | 15,66 | 69,90  | 35,40 | 100,10 | 52,88 | 19,83*** |
| <b>Quantité d'herbicide totale</b>               |          | 1,66   | 0,64  | 1,49   | 0,940 | 2,08   | 1,29  | 4,11**   |
| <b>Quantité d'herbicide sélectif</b>             |          | 1,70   | 0,541 | 1,72   | 0,927 | 2,07   | 1,37  | 1,83     |
| <b>Quantité d'insecticide de 1ère fenêtre</b>    |          | 4,45   | 0,33  | 4,47   | 0,19  | 4,61   | 1,03  | 1,38     |
| <b>Quantité d'insecticide de 2ème fenêtre</b>    |          | 3,61   | 1,057 | 3,44   | 7,347 | 3,60   | 0,71  | 1,09     |
| <b>Quantité d'insecticide de 3ème fenêtre</b>    |          | 3,20   | ,713  | 2,92   | ,23   | 3,04   | 0,62  | 6,23***  |
| <b>Nombre d'animaux de trait</b>                 |          | 2,38   | 1,47  | 3,22   | 1,63  | 4,84   | 2,52  | 20,90*** |
| <b>Quantité de main d'œuvre à l'hectare (HJ)</b> |          | 110,63 | 16,88 | 99,32  | 11,15 | 98,68  | 14,59 | 16,81*** |
| <b>Sexe</b>                                      | Homme    | 91,16% |       | 97,74% |       | 100%   |       | 4,70*    |
|  | Femme    | 8,33%  |       | 2,33%  |       | 0%     |       |          |
| <b>Mode de faire valoir</b>                      | Don      | 10%    |       | 2%     |       | 5%     |       | 9,05*    |
|  | Héritage | 86%    |       | 98%    |       | 90%    |       |          |
|  | Achat    | 4%     |       | 0%     |       | 5%     |       |          |
| <b>Pratique du parcage</b>                       | Oui      | 35%    |       | 55,81% |       | 42,21% |       | 8,846**  |
|  | Non      | 65%    |       | 44,18% |       | 57,89% |       |          |
| <b>Exportation des résidus de récolte</b>        | Oui      | 47,5%  |       | 27,90% |       | 44,44% |       | 8,21**   |
|  | Non      | 52,5%  |       | 72,09% |       | 55,56% |       |          |

Source : Auteurs 2025

\*Significatif au seuil de 10%, \*\* Significatif au seuil de 5%, \*\*\* significatif au seuil de 1%

De la lecture du tableau, on retient :

**Le type 1** regroupe 53,33% des exploitations dont les chefs d'exploitation ont en moyenne (40,33± 7,58) ans, ils disposent d'une superficie moyenne de (14,86± 10,35) ha avec en moyenne 02 têtes de bovins pour la culture attelée et produisent en moyenne (03 ± 2,29) ha de coton. Le coton occupe environ le tiers (31,26%) des superficies cultivées. La taille moyenne du ménage est de 10 membres. Ils utilisent moins d'intrants NPK (137,43± 46,49) et urée (56,92± 15,66) à l'hectare, que les types 2 et 3, par contre la quantité de travail en homme jour à l'hectare (110,63± 16,88) utilisée par ce type d'exploitation est supérieure à celle des deux autres types. 35% des exploitations de type 1 pratiquent le parcage et 47,5% exportent leurs résidus de récolte hors des champs pour divers usages. Ce type renferme 83,33% des femmes de l'échantillon. Les exploitations de ce type sont les petites exploitations de production cotonnière.

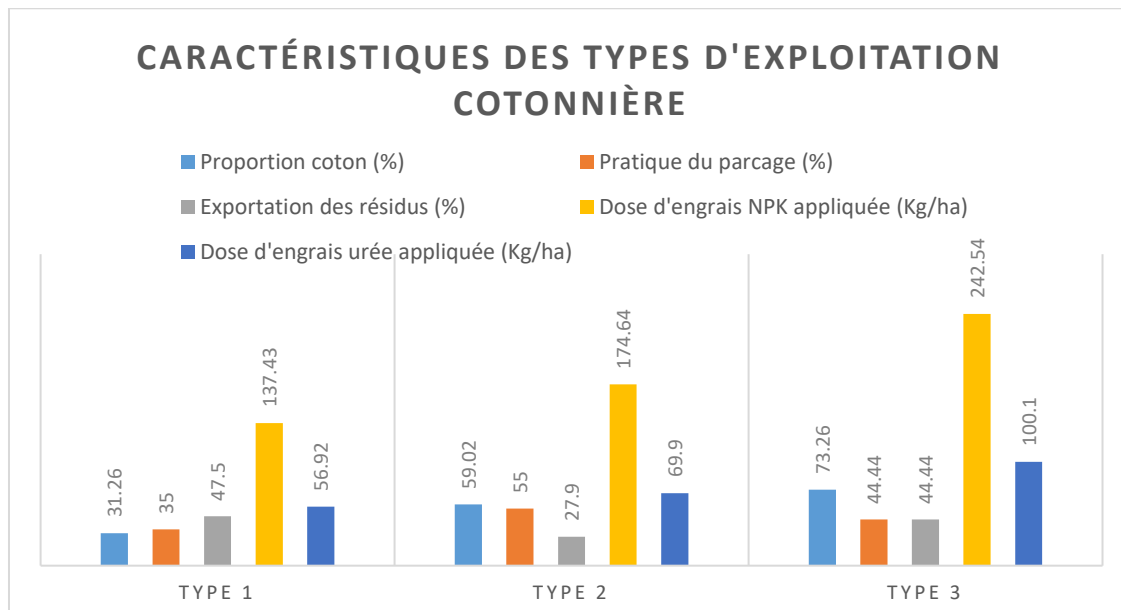
**Le type 2** compte 38,22% des exploitations dirigées par les chefs de ménage âgés d'en moyenne (42,76± 8,64) ans. Ces exploitations disposent en moyenne (17,97± 10,19) ha avec une moyenne de 03 têtes de bovins pour la culture attelée et produisent en moyenne (8,21± 2,52) ha de coton. Le coton occupe plus de la moitié (59,02%) des superficies cultivées. La taille moyenne de ménage est de 11 membres. Ils utilisent plus de NPK (174,64±56,65) et urée (69,90 ±35,40) à l'hectare, que le type 1 et moins que les exploitations de type 3. Ils utilisent moins de semence (26,33± 23,46) Kg/Ha, d'herbicide total (1,49 ± 0,94) litre à l'hectare que les exploitations de type 3. De même, plus de 55% des exploitations de ce type pratiquent le parcage et 27,9 % exportent leurs résidus hors des champs. Ce type renferme 16,67% des femmes de l'échantillon. Il s'agit des exploitations moyennes de production cotonnière.

**Le type 3** compte 8,44% des exploitations et disposent en moyenne (31,47± 13,50) ha et 5 têtes de bovins. Ces exploitations sont dirigées uniquement par les hommes qui ont un âge moyen de (44,21± 6,90) ans. La taille moyenne des ménages de ce type d'exploitation est de 17 membres. Ils produisent en moyenne (15,40± 5,06) ha de coton, pratiquent 44,44 % le parcage et exportent à 44,44% leurs résidus des champs. Le coton occupe près des trois quart (73,26%) des superficies cultivées. Elles représentent les grandes exploitations de production cotonnière.

Ils utilisent plus de NPK (242,54±11,54) Kg/ha et urée (100,10 ±52,88) Kg/ha à l'hectare.

La figure N°3 résume quelques caractéristiques par type d'exploitation cotonnière identifiée

**Figure N°3** : Quelques caractéristiques des types d'exploitation cotonnière identifiées



**Source** : Auteurs 2025

En plus de ces caractéristiques des exploitations de production cotonnière relevées ci-dessus, les résultats révèlent une différence significative dans la pratique de l'enfouissement des résidus de récolte selon que l'exploitant ait suivi ou non la formation sur les mesures GDT ( $\chi^2 = 6,064$ , ddl=1,  $P=0,010$ ). Il s'en suit que la pratique de l'enfouissement des résidus de récolte est un acquis des renforcements de capacité sur les mesures GDT. Par contre en ce qui concerne le parcentage, sa pratique n'est pas distinctive selon que l'exploitant ait reçu ou non une formation en mesure GDT, on pourrait donc affirmer qu'il s'agit d'une connaissance endogène encrée dans les habitudes des producteurs de la zone d'étude. Aussi est-il important de noter que la majorité des producteurs (62,07%) qui enfouissent les résidus de récolte pratiquent le parcentage ( $\chi^2 = 19,77$  ; ddl=1,  $P=0,000$ ).

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Typologie comme représentation simplifiée de l'exploitation agricole

L'approche de typologie adoptée dans cet article a permis de déterminer les types d'exploitation à partir d'une méthode d'analyse factorielle de données mixtes et le choix objectif du nombre de groupes d'exploitations à partir d'une méthode (bootstrap) de stabilité de classes et s'inscrit dans la même démarche que (Akpachó *et al.*, 2022, Yu *et al.*, 2019, Zumel and Mount, 2014, Hennig, 2007). Cette approche basée sur l'indice de Calinski-Harabasz pseudo-F a permis de retenir trois (3) types d'exploitations en fonction de leur niveau d'exploitation des terres, du niveau d'utilisation des intrants, de la quantité de main d'œuvre utilisée dans la production cotonnière ainsi que de la gestion qui est faite des résidus de récolte issus de leur exploitation.

Elle a ainsi mis en relief les moyens de production (terre, capital, et travail), mais également les technologies appliquées par les exploitations notamment celles relatives aux pratiques agroécologiques (parcage, exportation des résidus de récolte hors des champs) en fonction des moyens disponibles pour améliorer les résultats de leur exploitation et répond donc à la définition de l'exploitation agricole telle que perçue par (Badouin , 1987, Adégbola 1997, Sossou *et al.*, 2013, et Desainmartin *et al.*, 2017) comme étant "les combinaisons de ressources productives mises en œuvre, aux dosages opérés par les producteurs entre les principaux facteurs de production : terre, travail, capital. De même la différenciation des exploitations agricoles mis en exergue par cette typologie en fonction des mesures agroécologiques notamment celles de la GDT permet d'affirmer avec (Landais, 1996), que la typologie des exploitations agricoles pour être pertinente de nos jours devra dépasser la seule fonction de production pour prendre en compte les "nouvelles fonctions" de l'agriculture, et en particulier les impacts environnementaux et paysagers des exploitations. La variabilité dans l'application des méthodes de valorisation des résidus de récolte par type d'exploitation de production cotonnière notée au cours de cette étude traduit également les efforts d'adaptation différenciée qu'opèrent les exploitations de production cotonnière de la zone confrontées à la baisse de la fertilité des sols. Aussi le contact des producteurs de coton avec les structures d'accompagnement sur la gestion de la fertilité des sols dans la zone d'étude s'est-il traduit par la coexistence de choix technologique endogène (parcage rotatif) et ceux introduit (restitution des résidus de récolte) de valorisation des résidus de récolte.

#### **4.2. Caractérisation des exploitations de production cotonnière en fonction du niveau d'utilisation des facteurs de production.**

Les trois types d'exploitations de production cotonnière identifiés se distinguent principalement par les variables telles que la superficie disponible, la superficie emblavée, la superficie de coton produite, les quantités d'intrants notamment celles des semences utilisées, des engrais NPK et urées appliquées, des herbicides totaux et les insecticides de 3<sup>ème</sup> fenêtre de traitement. De même ces exploitations se distinguent par le nombre d'animaux de trait en possession, la taille du ménage et la quantité de main d'œuvre à l'hectare utilisée dans la production du coton. Outre ces facteurs, il faut mentionner que le mode de faire valoir de la terre, le sexe du chef d'exploitation ainsi que la pratique du parcage et de l'exportation des résidus de récolte hors des champs constituent également des éléments de discrimination des groupes identifiés. Ainsi donc les conclusions de cette étude s'arriment partiellement à celles de (Allagbe *et al.*, 2014, Akpatcho *et al.*, 2022) quant aux variables les plus discriminantes des systèmes de culture

à base de coton notamment la superficie de coton emblavée, la quantité de NPK et de semences utilisées, la main d'œuvre, et la disponibilité de la terre. De même, tout comme le souligne (Kindémin *et al.*, 2023), la part de l'exploitation destinée à la culture du coton dans la zone d'étude (45,42%) montre que ces exploitations sont orientées vers la culture du coton en premier lieu et du maïs, avec le coton qui occupe en moyenne 50% des surfaces cultivées. Toutefois il est important de remarquer que la proportion qu'occupe la culture du coton dans l'exploitation augmente selon que l'on passe des petites exploitations cotonnières vers les grandes.

Conformément aux résultats de cette étude, les petites exploitations optimisent moins la main d'œuvre à l'hectare que les exploitations moyennes et grandes où le niveau d'utilisation de la main d'œuvre est sensiblement le même. Ces petites exploitations ont également un taux d'adoption du parcage et une dose d'utilisation des engrais chimiques inférieurs à ceux des grandes et moyennes exploitations de production cotonnière et corroborent les constats de (Combarry, 2021) qui soutient que les contraintes budgétaires des petits producteurs de maïs du Burkina les conduisent à une sous-utilisation des engrais et fumier et une sur-utilisation des semences. Ces constats pourraient également traduire la réduction de la main d'œuvre liée à la mécanisation des activités par les grandes et moyennes exploitations et concordent avec les conclusions de (Faure, 1994) selon lesquelles la mécanisation permet une augmentation des surfaces cultivées par exploitation et par personne et favorise aussi le développement de systèmes de culture nouveaux, susceptibles de mieux répondre à l'intensification.

#### **4.3. Caractérisation des exploitations de production cotonnières en fonction des technologies de valorisation des résidus de récolte utilisés.**

Pour faire face à la baisse de la fertilité de leur sol, chaque type d'exploitation cotonnière identifié pratique le parcage des animaux et conforte de ce fait les résultats de (Desaintmartin *et al.*, 2017 ; Tovihoudji *et al.*, 2023 ; Akplo *et al.*, 2025). Quant à la proportion des exploitations (43,6%) qui pratiquent cette mesure de gestion de la fertilité du sol dans notre milieu d'étude, elle se rapproche de celle de (Kasse , 2019) à Koutiala au Mali du sud où le taux est de 42,22%. De même, les caractéristiques des exploitations de production cotonnière identifiées relativement à la pratique du parcage et leur niveau d'utilisation des engrais minéraux confirment les résultats de l'étude de (Diogo *et al.*, 2017), qui soulignent que les exploitants agricoles du Nord-Bénin ont recours au parcage et l'engrais minéral comme étant les deux principales pratiques de gestion de la fertilité des sols utilisées notamment par les agro-éleveurs peuls de Sinendé. Il faut tout de même relever que dans le cadre de la présente étude,

les moyennes et grandes exploitations cotonnières ont un taux d'adoption du parcage ainsi que des doses d'application d'engrais chimiques à l'hectare plus élevées que les petites exploitations cotonnières. Ce constat corrobore ceux de (Akplo *et al.*, 2025), selon lequel le parcage qui est une pratique traditionnelle en Afrique de l'Ouest dont la combinaison avec une utilisation optimisée des engrais minéraux constitue une mesure d'intensification durable pour les systèmes à base de maïs en zones sub-humides à faible fertilité. Ce constat pourrait également traduire la facilité d'accès de ces deux types d'exploitation à l'engrais chimique via le système de crédit intrant. De même leur niveau de prospérité leur permettrait de mieux s'investir dans la valorisation des résidus de récolte par le parcage comme mentionné par (Assogba *et al.*, 2018).

Aussi, la pratique des mesures GDT telles que : i) le parcage qui est une technologie de la Gestion Intégrée de l'Agriculture et de l'Élevage (GIAE) ainsi que ii) l'enfouissement des résidus de récolte en tant que technologie (GIFS) noté au niveau des types d'exploitation cotonnières concorde-t-elle en partie avec les résultats de (Babio *et al.*, 2023, et Akpatcho *et al.*, 2022) qui montrent que sur les cinq (05) grandes familles de pratiques agro-écologiques introduites dans les zones cotonnières au Bénin, trois (03) grandes familles (Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS), Gestion Intégrée de l'Agriculture et de l'Élevage (GIAE) et l'Agro-Foresterie (AF) ont été fortement adoptées et que les technologies de la famille dite "Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS) dominent les choix, suivies des technologies de la famille "Gestion Intégrée Agriculture/Elevage (GIAE)".

En dehors de la pratique du parcage, il ressort aussi que l'exportation des résidus de récolte hors des champs notée à travers cette typologie corrobore les conclusions des travaux de (Montcho *et al.*, 2018, Saliou *et al.*, 2023, Dossouhoui *et al.*, 2025), selon lesquels les résidus de récoltes sont mis à profit pour nourrir des animaux afin de réduire le coût de l'alimentation d'une part et parfois stockés en complément à l'alimentation des animaux en période de récolte pour répondre à la pénurie alimentaire en période chaude, ce qui permet de limiter le déplacement des animaux et concurrencer l'utilisation des résidus avec les autres élevages et les transhumants.

La disponibilité d'un effectif minimum de bœufs de trait est l'une des caractéristiques des différents types d'exploitations de production cotonnières identifiées et traduit comme le souligne (Kanté, 2001), qu'en plus de son rôle de traction et de banque paysanne, le bétail joue un rôle non négligeable dans la valorisation des résidus à travers le fourrage et le fumier. Ces résidus sont utilisés pour l'alimentation des animaux, pour la production de compost et de

fumier, pour la construction des habitations et la cuisson des aliments. Ils sont également brûlés, utilisés pour la production de potasse ou enfouis dans le sol.

Par contre, le constat fait de la pratique de l'enfouissement des résidus de récolte par les producteurs ayant suivi une formation en mesure GDT pourrait contraster avec l'affirmation de (Roose, 1994), qui souligne que dans les sols tropicaux pauvres en azote, l'enfouissement des résidus de culture entraîne une « faim d'azote » et la minéralisation poussée de l'humus du sol. Il est probable alors qu'en réponse à cette « faim d'azote », la majorité des producteurs qui enfouissent les résidus de récolte pratiquent le parcage, car pour limiter les effets de « la faim d'azote », il convient d'apporter de la matière organique sous forme de compost ou de fumier.

## Conclusion

La typologie des exploitations cotonnières selon leur mode de valorisation des résidus de récolte comme mesure GDT a permis de montrer que la caractérisation des exploitations de production cotonnière pour être pertinent doit intégrer non seulement ressources productives investies mais également les pratiques agroécologiques (endogènes ou acquises) appliquées. Dans les systèmes de production cotonnière de la zone d'étude, les technologies de type intégration agriculture élevage (pratique du parcage, exportation des résidus de récolte pour l'alimentation du bétail) et gestion intégrée de la fertilité du sol (l'enfouissement des résidus de récolte, utilisation des engrais minéraux à des doses variables en fonction des ressources de l'exploitation) sont les principales mesures GDT pratiqués par les exploitations de production cotonnière. Toutefois, les petites exploitations optimisent moins la main d'œuvre à l'hectare que les exploitations moyennes et grandes qui elles appliquent plus d'engrais chimique à l'hectare. Cette étude suggère alors que l'on passe d'une logique d'un programme "même dose d'engrais à l'hectare pour tous" à un programme raisonné "plus de mesures GIAE et GIFS pour les petites exploitations" et "intensification raisonnée pour les moyennes et les grandes exploitations" afin d'optimiser le rendement sans créer de dette ou épuiser les sols.

Ainsi cette typologie offre une grille de lecture pour la connaissance des systèmes de production cotonnière et permet de construire des outils d'étude et d'aide à la décision à mettre à la disposition des chercheurs, responsables professionnels et gouvernementaux pour la planification et la prise de décision pour les actions de développement.

---

**BIBLIOGRAPHIE**

1. Adédigba S., Diogo R.V.C., Dossa L. H. et Paul B.K. (2023). *Stratégies d'adaptation des élevages bovins sédentaires face à la territorialisation des parcours et aux insuffisances alimentaires au Nord Bénin*. Online: 20 December 2023; DOI: 10.19182/remvt.37257.
2. Adékambi S A. , Codjovi J. E. et Yabi J. A. (2021). *Facteurs déterminants l'adoption des mesures de gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) au nord du Bénin : une application du modèle probit multivarié au cas de producteurs de maïs*. Int. J. Biol. Chem. Sci. 15(2): 664-678, April 2021. ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631. Available online at <http://www.ifgdg.org>.
3. Adjobo O.M.F.R, Yabi J.A., Gouwakinnou J.Y. (2020). *Typologie des exploitations agricoles productrices d'anacarde au Nord et au Centre du Bénin, Glazoué, Tchaourou et Djougou*. Afrique Science, 16(5):303 – 316.
4. Agalati B., Boukari K. Ayedegue O. I., Degla P. et Batonwero P. (2022). *Effets des rotations culturales sur la performance économique des exploitations cotonnières au Centre et Nord du Bénin*. Afrique SCIENCE 20(5) (2022) 1 - 12 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>. Pages 20, n°5, pp. 1-12.
5. 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. <http://draaf.pays-de-laloire>.
6. Akpatcho H. L., Crinot G., Sinha M., Adegbola P. Y., Yabi A. J (2022). *Analyse de l'évolution de la typologie des exploitations cotonnières engagées dans la transition agroécologique au Bénin et pratiques agroécologiques*. Agronomie Africaine 34 (3) : 479 - 491 (2022).
7. Akplo, T. M., et al. (2025). *Immediate and Residual Effects of Cattle Corralling and Mineral Fertilizer in Maize Cropping Systems in the Sub-Humid Zone of Northern Benin*. Environmental and Earth Sciences Proceedings, 36, 10. <https://doi.org/10.3390/eesp2025036010>.
8. Allagbe C. M., Adegbola P. Y., Ahoyo Adjovi N. R., Komlan-Ahihou C. M., Crinot G. F. D. J. C. E., Hessavi P. M., Djenontin A. J. P et Mensah G. A . (2014). *Evaluation socio-économique des systèmes de cultures à base de cotonculture au Bénin*. Rapport Technique d'exécution. Etude financée par le Projet Multinational d'Appui à la Filière Coton-Textile dans les quatre pays de l'Initiative Sectorielle sur le Coton (PAFICOT)-Bénin. Dépôt légal N° 7516 du 15 octobre 2014, 4ème trimestre, Bibliothèque. 44 p.

9. Assogba S. C. G. , Tossou R. C., Lebaillly Philippe. (2018). *Diversité des pratiques paysannes de gestion de la matière organique dans les exploitations productrices de coton biologique à Kandi*. Ann. UP, Série Sci. Nat. Agron. Juin 2018; Vol.8 (No.1) Pages 85-93.
10. Atindokpo J. P., Hougni A., Alla H. K. et Yabi A. J. (2025). *Caractérisation des exploitations agricoles d'ananas dans les communes de Allada, de Tori-Bossito et de Zè, au Bénin*. Revue Française d'Economie et de Gestion, ISSN : 2728- 0128. Volume 6 : Numéro 4,.
11. Ayena M., Yabi J. A. (2013). *Typologie et rentabilité économique des exploitations agricoles participant au conseil à l'exploitation familiale*. In: 4th International Conference of the African Association of Agricultural Economists, September 22-25, 2013, .
12. Babio S., Hougni A. et Yabi A. J. (2023). *Sécurité Alimentaire au Bénin: Les Grandes Familles de Pratiques Agro-écologiques Adoptées dans les Zones cotonnières*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (12), 32. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n12p32>.
13. Badouin R. (1987). *L'analyse économique du système productif en agriculture*. Cahiers des sciences humaines, 23 (3-4) : 357-375.
14. Bélières J. F., Rasolofo P., Rivolala B., Ratovoarinony R., Ratsaramiarina O., Rabevohitra B. N. et David-Benz H. (2017). *Programme WAW Madagascar Elaboration de typologies d'exploitations agricoles au niveau infranational au Madagascar*. Protocole FAO/CIRAD, 2017. 57 pages.
15. Calinski, T. and Harabasz, J. (1974). *A Dendrite Method for Cluster Analysis: Communications in Statistics. Theory and Methods*. Theory and Methods, 3, 1-27. <http://dx.doi.org/10.1080/03610927408827101> .
16. Combarry, O. S. (2021). *Farm productivity under financial constraints in developing countries: Evidence from maize smallholder farmers in Burkina Faso*. African Development Review, 33(S1), S89–S100.
17. Dagbenonbakin G. D., Chougourou C. D., Ahoyo Adjovi N. R., Fayalo G., Djenontin J. P. A. et Igue A. M. (2012). *Effets agronomiques du compost et du N14P23K14S5B1 sur la production et les caractéristiques du rendement de coton graine au Nord Bénin*. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), Numéro spécial Coton – Septembre 2012, pp. 36-45. BRAB en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net>. ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099.

18. Dakouo D., Koulibaly B., Tiahoun C. et Lompo F. (2011). *Effet de l'inoculum «compost plus» sur le compostage des tiges de cotonnier et les rendements en coton au Burkina Faso*. Agronomie Africaine 23 (1) : 69 - 78 (2011).
19. Desaintmartin E., Balarabe O., et Bentz B. (2017). *Diagnostic Agropastoral et transition agro-écologique de la zone cotonnière du Bénin : Cas de trois terroirs villageois de la région de Parakou*. ISTOM, Ecole Supérieure d'Agro-Développement International. Mémoire de fin d'études soutenu en novembre 2017.
20. DGCS-ODD. (2019). *Spécialisation des cibles prioritaires au Bénin: Monographie des communes des départements de Borgou et de l'Alibori; Note synthèse sur l'actualisation du diagnostic et la priorisation des cibles de s communes*. Ministère d'Etat chargé du Plan et du Développement.
21. Dimon, R. (2008). *Adaptation aux changements climatiques: perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation développées par les producteurs des communes de Kandi et de Banikoara, au Nord du Bénin*. (PhD Thesis). UAC.
22. Diogo R. V. C., Agandan E. M. M., Nouatin G. S. et Djedje M.. (2017). *Modes de gestion de la fertilité des sols des agro-éleveurs peuls au Nord-Ouest Bénin : implications pour la sécurité alimentaire*. Ann. UP, Série Sci. Nat. Agron. Hors-série n°1, Décembre 2017 : 74-81 ISSN : 1840-8494. Dépôt légal n° 9802 du 24/11/2017.
23. Djenontin A. J., Dagbenonbakin G., Igue A. M., Azontonde H. A., Mensah G. A. (2011). *Fiche Technique: Gestion durable de la matière organique du sol par la valorisation des résidus de récolte : outils d'évaluation et de planification dans l'exploitation agricole au Nord du Bénin*. Dépôt légal N° 5542 du 23 Décembre 2011, 4ème trimestre Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin. ISBN : 978-99919-975-6-8.
24. Dossouhoui G. I. A., Yemadje P. L., Berre D., Diogo R. V. C., et Tittonell P. (2025). *Understanding farm-level diversity to guide soil fertility management in West African cotton systems: Evidence from Benin*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 392, 109749. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.109749>.
25. Faure G. (1994). *Mécanisation et pratiques paysannes dans la région cotonnière du Burkina Faso*. Agriculture et développement. N° 2 - M a i 1994. 12 pages.
26. Hennig C. (2007). *Cluster-wise assessment of cluster stability*. Comput Stat Data Anal 52 (1) : 258-271.
27. Igué, A., M., Adjanohoun, A., Saidou, A., Ezui, G., Attiogbe, P., Kpagbin, G., Gotoechan-Hodonou, H., Youl, S., Pare, T., Balogoun, I., Ouedraogo, J., Dossa, E., Mando, A.,

- &Sogbedji, J., M. (2013). *Application et adaptation de l'approche intégrée DSSAT-SIG à la formulation des doses d'engrais pour la culture du maïs au Sud et au Centre du Bénin*. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Numéro spécial Fertilité, 2013. 1840-7099.
28. Kanté S. (2001). *Gestion de la fertilité des sols par classe d'exploitation au Mali-Sud*. Tropical Resource Management Papers, No. 38 (2001); ISSN 0926-9495. Also published as thesis (2001), Wageningen University ISBN 90-5808-5694.
29. Kasse H. (2019). *Influence du parcage de nuit des bovins sur la fertilité du sol et la productivité du sorgho à Koutiala en zone Mali-sud*. INSTITUT D'ECONOMIE RURALE Station de Recherche Agronomique de N'Tarla (SRA).
30. Kate S. (2016). *effets des changements climatiques sur l'agriculture et mesures d'adaptation en zone agro-pastorale de production cotonnière dans la commune de Banikoara (BENIN)*.
1. Kindémin O. A., Sekloka E., Mehounou K. J.O, Yegbemey R. N., et Yabi A. J.. (2023). *Typologie Pour L'actions Des Exploitations Agricoles A Base De Coton Dans Le Nord-Benin*. International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT). 2022 Scholar AI LLC. Vol. 37 No. 1 February 2023, pp. 178-188.
2. Koulibaly B., Traore O., Dakuo D., Zombre N.P. et Bonde D. (2010). *Effets de la valorisation des résidus de récolte sur la nutrition minérale du cotonnier et les rendements d'une rotation coton-maïs-sorgho dans l'Ouest du Burkina Faso*. Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(6): 2120-2132. ISSN 1991-8631. <http://indexmedicus.afro.who.int>.
3. Leland W. Laszlo E., James C., et Mark C. (2011). *Cluster analysis. I-65 à I-123. Chapter 4*. 60 pages.
4. Malhi, S.S., R. Lemke, Z.H. Wang, S.C. Balde v. (2006): *Tillage, nitrogen and crop residue effects on yield, nutrient uptake, soil quality and greenhouse gas emissions*. Soil Till Res. 90, 1-2, 171-183.
5. Montcho M., Aboh B. A., Babatounde S., et Houndonougbo F. M. (2018). *Perception et Adoption des Innovations Techniques en Alimentation des Ruminants au Bénin*. Article in Agronomie Africaine, July 2018.
6. Ollabodé N., Mahugnon M. O., Cokou P. K. et Sekloka E. (2024). « Typologie ;ligne], 387 |Janvier-mars, mis en ligne le 30 mars 2024. Page 49 à 67. <https://www.memoireonline.com/10/09/2794/Typologie-des-exploitations-maracheres-au-Sud-Benin.html>

7. Perrot C. et Landais E. (1993). *Exploitations Agricoles : Pourquoi poursuivre la recherche sur les méthodes typologiques*. Les Cahiers de la Recherche Développement, n°33- 1993. 11 pages.
8. Roose E. (1994). *Introduction à la gestion conservatoire de l'eau et des sols (GCES)*. Bull. FAO des sols, 70, 420 p.
9. Schwartz A. L., Thompson J. A., Masood N. (2002). *Fatigue induite par l'interféron chez les patients atteints de mélanome : une étude pilote sur l'exercice et le méthylphénidate*. Forum des soins infirmiers en oncologie, 29:E85–E90. DOI : 10.1188/02.ONF.E85-E90
10. Shetty S.V.R., Van Duivenbooden N., Bationo A. & Sivakumar M.V.K. (1998). *Stratégies agronomiques pour l'intensification des systèmes de production au Sahel*. In: Breman H. & Sissoko K. L'intensification agricole au Sahel. Paris, France, Karthala, pp. 727-7L.
11. Soumaré M., Diawara M., Havard M., Kéita A., Traoré A., et Koné B.(2017). *Les zones cotonnières africaines : Dynamiques et durabilité*. Actes du Colloque de Bamako Novembre 2017. 17 pages.
12. Sossou C. H., Adékambi S. A., Codjo V., et Houedjofonon M.E. (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, June 2021. ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print). Available online at <http://www.ifgdg.org>
13. Sossou C. H., Lebailly P., et Hinnou C. L. (2013). *Essai de typologie des exploitations agricoles axée sur le financement de la production agricole au Bénin*. Communication présentée aux 7ème Journées de recherches en sciences sociales, INRA–SFER–CIRAD. Angers (Agro campus Ouest -Centre d'Angers), France, les 12 et 13 Décembre 2013.
14. Tovihoudji P.G., Akpo F.I., Zakari F.T., Ollabodé N., Yegbemey R.N. et Yabi A. J. (2023). *Diversity of soil fertility management options in maize-based farming systems in northern Benin: A quantitative survey*. Front. Environ. Sci. 11:1089883. doi: 10.3389/fenvs.2023.1089883.
15. Zumel N. et Mount J., (2020). *Practical Data Science with R, SECOND EDITION*. Shelter Island, NY 11964. Email: [orders@manning.com](mailto:orders@manning.com). 2020 by Manning Publications Co. All rights reserved.