

Enjeux autour de la performance de la transition
agroécologique dans des exploitations familiales au
Bénin : analyse de la situation actuelle à l'aide de l'outil
TAPE puis comparaison diachronique

BROUWERS Gaëtan

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
DE MASTER BIOINGÉNIUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES

ANNÉE ACADEMIQUE 2024 – 2025

PROMOTEUR : Pr. Kevin MARÉCHAL

Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique¹ de Gembloux Agro-Bio Tech.

Le présent document n'engage que son auteur.

¹ Dans ce cas, l'autorité académique est représentée par les promoteurs·trices membre du personnel enseignant de GxABT



Enjeux autour de la performance de la transition
agroécologique dans des exploitations familiales au
Bénin : analyse de la situation actuelle à l'aide de l'outil
TAPE puis comparaison diachronique

BROUWERS Gaëtan

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
DE MASTER BIOINGÉNIEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES

ANNÉE ACADEMIQUE 2024 – 2025

PROMOTEUR : Pr. Kevin MARÉCHAL

Remerciements

Pour commencer, je tiens à remercier mon promoteur, le Professeur éminent Kevin Maréchal, de m'avoir proposé ce sujet sur lequel il m'a plu de travailler, puis d'avoir consacré son temps précieux aux relectures et prodigué ses conseils avisés. Ensuite, je tiens également à remercier Pierre Collière, collaborateur d'Eclosio, pour avoir répondu présent chaque fois que j'ai nécessité son aide. Enfin, je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance à Désiré Madohanan et surtout à Euloge Adimi, le responsable du suivi et de l'évaluation du projet au Bénin, pour m'avoir aidé lors d'appels téléphoniques à interpréter et comprendre chaque résultat sibyllin et équivoque. Merci également au département de biologie végétale de m'avoir laissé travailler dans leur bureau, l'Open Space.

Merci aux collègues TFEistes pour les nombreux avantages fournis durant l'année, tels que des cochons à la broche et autres mazouts si précieux après une longue semaine de travail ardue. Merci aux équipes des mini-trésors des brouettes 2024 et 2025 pour m'avoir fait vivre deux semaines trépidantes. Merci à Vince pour m'avoir donné l'opportunité d'être Coach Asag de badminton entre 2022 et 2024.

Je tiens à remercier le Home puis le Kot d'Or et enfin le Kot-eau pour m'avoir fait vivre cinq années intenses en émotion. Un remerciement plus particulier à Marius et ses talents de cuisinier et de volleyeur, à Pierre pour avoir été ma coiffeuse et une très bonne amie, à Julie pour m'avoir invité à ma première soirée gembloutoise, à Tobias pour nos discussions absurdes et les matchs de badminton accrochés, à Rhanis pour avoir créé un duo inséparable pendant cinq ans, à Alex pour les potins secrets et une superbe place à côté de lui à l'Open Space, à Damien pour le covoitage et la médisance, à Erwan pour les bons plans partout en Wallonie et d'avoir été un collègue bancal dans les cours d'économie et enfin à Lola, la femme du kot, pour nous avoir tous supportés et appréciés.

Je tiens à remettre un remerciement particulier à ma copine, Manon, dont le sourire indéfectible et inaltérable m'accompagne chaque jour au quotidien. Merci de m'avoir toujours soutenu avec une ferveur sincère et complice depuis le début. Merci également pour tes conseils stylistiques qui ont sublimé la mise en page de mon travail ainsi que ma présentation orale. Enfin, merci pour les relectures de mon travail.

Enfin, merci à mon frère d'avoir partagé deux belles années à Gembloux à mes côtés, en espérant que les suivantes seront tout aussi merveilleuses. Merci à mes parents de m'avoir financé un kot et des études durant cinq ans et de m'avoir permis de vivre toutes ces merveilleuses expériences.

Résumé

La littérature scientifique documente de plus en plus de bénéfices attribués à l'agroécologie. Celle-ci serait en mesure d'être une alternative durable et résiliente aux approches conventionnelles axées principalement sur la productivité, tout en étant économiquement, socialement et écologiquement soutenable. Seulement, des preuves factuelles et chiffrées manquent encore et sont de plus en plus sollicitées pour convaincre les agriculteurs. Dans cette optique, la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) a élaboré, en collaboration avec divers acteurs concernés, un outil d'évaluation des performances de l'agroécologie, l'outil TAPE, dont s'est saisi le projet ProSad. Ce projet a pour objectif d'évaluer la transition agroécologique sur une durée de cinq ans au Bénin. Le présent travail évalue ainsi le niveau d'agroécologie ainsi que sa soutenabilité en 2024 dans trois communes béninoises : Toucountouna, N'Dali et Tchaourou. Un échantillon de 153 exploitations volontaires a bénéficié du projet et de ses actions, et a ensuite fait l'objet des analyses de ce travail. Des analyses univariées et multivariées ont permis de dégager des tendances et des corrélations pour chaque critère de performance qui, prises conjointement, expliquent la durabilité globale des exploitations. Tout d'abord, les résultats ont révélé que les exploitations de la zone en sont encore aux prémices de la transition agroécologique. Ensuite, les exploitations les plus agroécologiques disposent d'un accès plus sûr à la terre, épandent davantage de pesticides biologiques et limitent l'utilisation de produits chimiques. Celles-ci mettent en place davantage de méthodes écologiques de gestion des nuisibles. Les femmes y sont plus instruites et participent activement aux organisations agricoles locales. Les exploitations les plus agroécologiques plantent également plus de variétés de cultures. De plus, un haut taux d'agroécologie est corrélé avec des performances économiques supérieures, mais également à une pratique moindre de l'apiculture. Enfin, par rapport à 2022, l'utilisation de pesticides biologiques et de méthodes écologiques de gestion des nuisibles a augmenté. Plus de couverts végétaux ont été plantés et les femmes ont davantage travaillé dans l'exploitation. Pour terminer, une comparaison a également été réalisée entre les trois communes ainsi qu'entre trois modes de production distincts : agroforesterie, pastoralisme et exploitation agricole.

Mots clés

Agroécologie, Transition agroécologique, L'outil TAPE, Bénin, Afrique de l'Ouest, Exploitation agricole, Soutenabilité, Durable

Abstract

Scientific literature increasingly documents the benefits attributed to agroecology. This approach is considered a sustainable and resilient alternative to conventional methods, which are primarily focused on productivity, while also being economically, socially, and environmentally sustainable. However, factual and quantified evidence is still lacking and increasingly being requested to convince farmers. In this context, the FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), in collaboration with various stakeholders, has developed a tool for assessing agroecological performance, known as the Tool for Agroecology Performance Evaluation (TAPE), which has been adopted by the ProSad project. This project aims to evaluate the agroecological transition over a five-year period in Benin. The present work assesses the level of agroecology and its sustainability in 2024 across three municipalities in Benin: Toucountouna, N'Dali, and Tchaourou. A sample of 153 voluntary farms that benefited from the project and its activities was selected for analysis. Both univariate and multivariate analyses were conducted to identify trends and correlations for each performance criterion, which, when considered together, explain the overall sustainability of the farms. To begin with, the results revealed that farms in the study area are still at the early stages of the agroecological transition. Secondly, the most agroecological farms have more secure access to land, apply more biological pesticides, and limit the use of chemical products. They also implement more ecological pest management methods. Women on these farms are more educated and actively involved in local agricultural organizations. These farms also plant a greater diversity of crop varieties. Furthermore, a high level of agroecology is correlated with better economic performance, but also with less frequent practice of beekeeping. Lastly, compared to 2022, the use of biological pesticides and ecological pest management methods increased. More ground cover crops were planted, and women were more involved in farm activities. Finally, a comparison was also made between the three municipalities and between three distinct modes of production: agroforestry, pastoralism, and conventional farming.

Keywords

Agroecology, Agroecological transition, TAPE tool, Benin, West Africa, Farming systems, Sustainability, Resilience

Table des matières

1.	Problématisation	1
1.1.	Introduction	1
1.1.1.	Conséquences de l'intensification agricole	1
1.1.2.	Arrivée de l'agroécologie	2
1.1.3.	Rôle de l'évaluation de l'agroécologie.....	4
1.2.	L'agroécologie	5
1.2.1.	Les dix principes de l'agroécologie	5
1.3.	L'outil TAPE (Tool for Agroecology Performance Evaluation).....	8
1.4.	Agriculture et agroécologie au Bénin	11
1.4.1.	État des lieux de l'agriculture	11
1.4.2.	Risques climatiques	12
1.4.3.	Changement de paradigme	13
1.4.4.	Méthode TAPE au Bénin	14
1.5.	Objectif du travail	17
2.	Matériels et méthodes	18
2.1.	Présentation du projet ProSad au Bénin	18
2.2.	Présentation des communes d'intérêt.....	19
2.3.	Collecte des données	19
2.4.	Les différentes étapes de l'outil TAPE	20
2.4.1.	Étape 0 : Description du système et du contexte.....	21
2.4.2.	Étape 1 : Caractérisation de la transition agroécologique (CAET)	21
2.4.3.	Étape 1bis : Typologie de la transition.....	21
2.4.4.	Étape 2 : Critères de performance de base	22
2.4.5.	Étape 3 : Analyse conjointe des étapes 1 et 2, et interprétation participative.....	24
2.5.	Traitements des données.....	24
2.6.	Analyse statistique	26
3.	Résultats	29
3.1.	Analyse des données de 2024	29
3.1.1.	Taille des exploitations.....	29
3.1.2.	Étape 1 : Caractérisation de la transition agroécologique (CAET)	30

3.1.3. Étape 2 : Critères de performance de base	33
3.2. Analyse comparative des données récoltées en 2024 et en 2022	44
3.2.1. Étape 1	44
3.2.2. Étape 2	47
4. Discussion.....	50
5. Recommandations	57
6. Conclusion	59
7. Bibliographie.....	61
8. Annexes.....	76
8.1. Département du Borgou.....	76
8.2. Département de l'Atacora	76
8.3. Figures et tableaux	78

Table des figures

<u>Figure 1 : Les dix principes de l'agroécologie selon la FAO</u>	8
<u>Figure 2 : Comparaison de 14 outils évaluant le niveau d'agroécologie selon cinq critères clés</u>	9
<u>Figure 3 : Spéculations agricoles clés au Bénin en 2023</u>	12
<u>Figure 4 : Diagramme en radar des scores CAET du projet MAP au Bénin</u>	15
<u>Figure 5 : Schématisation des résultats du projet MAP au Bénin</u>	16
<u>Figure 6 : Campagne de démonstration culinaire suivie de séances de dégustation</u>	18
<u>Figure 7 : Actions menées par Eclosio en faveur d'une transition agroécologique</u>	18
<u>Figure 8 : Carte géographique du Bénin</u>	19
<u>Figure 9 : Agriculteur récoltant du riz</u>	19
<u>Figure 10 : Différentes étapes de l'outil TAPE</u>	20
<u>Figure 11 : Visualisation des trois clusters : le rouge est en transition forte, le vert en transition moyenne et le bleu en transition faible</u>	22
<u>Figure 12 : Liste des dix critères permettant de mesurer les performances de base des exploitations agricoles.....</u>	23
<u>Figure 13 : Calcul détaillé des critères de la dimension économique</u>	24
<u>Figure 14 : Mise en avant des outliers des variables appelant des réponses libres</u>	25
<u>Figure 15: À gauche ; représentation des distributions de variables transformées via log(x + 60000) et à droite ; boxplots des variables après transformation log(x + 60000).</u>	26
<u>Figure 16 : Packages R utilisés</u>	26
<u>Figure 17 : Répartition des exploitations dans les différentes typologies</u>	29
<u>Figure 18 : À gauche ; Répartition des exploitations selon leur superficie (en ha) et à droite ; Superficie moyenne des exploitations par typologie.....</u>	29
<u>Figure 19 : Boxplots des CAET de chaque modalité de chaque typologie.....</u>	30
<u>Figure 20 : À gauche ; Distribution des communes au sein des différents groupes "Niveau de transition" et à droite ; distribution des mode de production au sein des différents groupes "Niveau de transition" (Le chiffre au-dessus représente la moyenne des scores CAET pour chaque groupe)</u>	31
<u>Figure 21 : Diagramme en radar pour chaque typologie</u>	32
<u>Figure 22 : À droite ; table de corrélation triangulaire illustrant les corrélations entre les dix éléments de l'agroécologie et à gauche ; table de corrélation triangulaire plus large, illustrant les corrélations entre chaque question des dix éléments de l'agroécologie prévue par l'outil TAPE</u>	33
<u>Figure 23 : Table de corrélation conservant seulement les corrélations significatives ($\alpha = 0,01$) entre les dix éléments de l'agroécologie, le CAET, ainsi que tous les critères de performances conservés lors du traitement des données</u>	34
<u>Figure 24 : Analyse en composantes principales des variables les plus corrélées au CAET, ajouté ultérieurement.....</u>	34

<u>Figure 25 : Table de corrélation conservant seulement les corrélations significatives ($\alpha = 0,05$) avec les 35 réponses aux questions de l'étape 1 ainsi que tous les critères de performances conservés lors du traitement des données</u>	35
<u>Figure 26 : Table de corrélation triangulaire illustrant les corrélations significatives ($\alpha = 0,05$) entre tous les critères de performances conservés lors du traitement des données</u>	35
<u>Figure 27 : Histogrammes des critères de performance de la dimension de la gouvernance pour chaque typologie</u>	36
<u>Figure 28 : Histogrammes des critères de performance de la dimension économique pour chaque typologie</u>	37
<u>Figure 29 : Autres histogrammes des critères de performance de la dimension économique pour chaque typologie.....</u>	37
<u>Figure 30 : Histogrammes des critères de performance de la dimension de la nutrition pour chaque typologie</u>	38
<u>Figure 31 : Histogrammes des critères de performance de la dimension de la santé pour chaque typologie.....</u>	39
<u>Figure 32 : Histogrammes des critères de performance de la dimension sociétale et culturelle pour chaque typologie</u>	40
<u>Figure 33 : Autres histogrammes des critères de performance de la dimension sociétale et culturelle pour chaque typologie</u>	40
<u>Figure 34 : Autres histogrammes des critères de performance de la dimension sociétale et culturelle pour chaque typologie</u>	41
<u>Figure 35 : Autres histogrammes des critères de performance de la dimension sociétale et culturelle pour chaque typologie</u>	41
<u>Figure 36 : Histogrammes des critères de performance de la dimension environnementale pour chaque typologie.....</u>	42
<u>Figure 37 : Autres histogrammes des critères de performance de la dimension environnementale pour chaque typologie.....</u>	43
<u>Figure 38 : Boxplots des scores CAET en 2022 et 2024.....</u>	44
<u>Figure 39 : Boxplots des scores CAET par commune pour 2022 et 2024</u>	45
<u>Figure 40 : Diagramme en radar pour 2022 et 2024.....</u>	45
<u>Figure 41 : Valeur arrondie utilisée pour représenter le diagramme en radar et p-valeur servant à déterminer des différences significatives entre principes d'une année à l'autre</u>	46
<u>Figure 42 : Diagrammes en radar pour chaque commune</u>	46
<u>Figure 43 : Histogrammes des critères de performance de la dimension de la gouvernance pour 2022 et 2024.....</u>	47
<u>Figure 44 : Histogrammes des critères de performance de la dimension économique pour 2022 et 2024.....</u>	47
<u>Figure 45 : Histogrammes des critères de performance de la dimension de la santé et de la nutrition pour 2022 et 2024.....</u>	48

<u>Figure 46 : Histogrammes des critères de performance de la dimension sociétale et culturelle pour 2022 et 2024.....</u>	49
<u>Figure 47 : Histogrammes des critères de performance de la dimension environnementale pour 2022 et 2024.....</u>	49
<u>Figure 48 : Agricultrice récoltant de la tomate dans un jardin de proximité</u>	50
<u>Figure 49 : Campagne de formation et de sensibilisation des producteurs et productrices</u>	51
<u>Figure 50 : Transport de la récolte du riz</u>	52
<u>Figure 51 : Cire d'abeille des apiculteurs du projet</u>	53
<u>Figure 52 : Agricultrice en train d'entretenir son jardin</u>	55
<u>Figure 53 : Aperçu des résultats de l'outil TAPE dans d'autres pays en voie de développement.....</u>	56
<u>Figure 54 : Proposition de pondération de certaines questions de l'étape 1.....</u>	57
<u>Figure 55 : Proposition de modification de certaines questions de l'étape 1</u>	58
<u>Figure 56 : Carte géographique du Bénin</u>	76
<u>Figure 57 : Valeur arrondie utilisée pour représenter les différents diagrammes en radar</u>	78
<u>Figure 58 : Table de corrélation avec les dix éléments de l'agroécologie, le CAET, ainsi que tous les critères de performances conservés lors du traitement des données</u>	78
<u>Figure 59 : Table de corrélation conservant seulement les corrélations significatives ($\alpha = 0,05$) avec les dix éléments de l'agroécologie, le CAET, ainsi que tous les critères de performances conservés lors du traitement des données</u>	79
<u>Figure 60 : Table de corrélation triangulaire conservant uniquement les corrélations significatives ($\alpha = 0,05$), illustrant les corrélations entre chaque question des dix éléments de l'agroécologie prévue par l'outil TAPE.....</u>	79
<u>Figure 61 : Les dix éléments de la transition agroécologique et leurs indices associés .</u>	80
<u>Figure 62 : Description détaillée du calcul de chaque critère de performance conservé lors du traitement des données</u>	81
<u>Figure 63 : P-valeur des tests de Kruskal-Wallis + Post-hoc de Wilcoxon (avec correction de Bonferroni) pour chaque modalité de chaque typologie et pour chaque critère de performance, le CAET ainsi que la superficie, en vert figure les modalités qui sont significativement différentes</u>	82
<u>Figure 64 : P-valeurs du test de Wilcoxon Rank Sum entre 2022 et 2024 pour chaque critère de performance comparable, en vert figure les critères de performance qui sont significativement différents entre année</u>	83

1. Problématisation

1.1. Introduction

1.1.1. Conséquences de l'intensification agricole

Au cours du siècle dernier, l'agriculture est devenue de plus en plus dépendante d'intrants extérieurs pour soutenir la production, délaissant des principes agricoles traditionnels ancrés dans les pratiques d'agriculteurs familiaux depuis des millénaires (Mottet *et al.*, 2020). L'augmentation de la population mondiale a conduit les agriculteurs à augmenter leur production alimentaire. Les pesticides ont été un atout clé pour y parvenir en luttant contre les mauvaises herbes et les insectes afin d'entraîner une hausse des rendements des cultures. Cependant, ces mêmes pesticides ont conduit à une pollution de l'environnement et des denrées alimentaires impactant la santé humaine (Tudi *et al.*, 2021). En 2012, il était estimé que 2,6 millions de tonnes de pesticides étaient épandues par an (Altieri & Nicholls, 2012).

Cette impulsion dans le secteur, guidée par une logique économique, a été insufflée par un modèle productiviste prônant la spécialisation, l'intensification ainsi que la concentration des exploitations agricoles (Maréchal *et al.*, 2008). Cependant, cette intensification agricole a conduit à une perte de biodiversité des sols qui pourtant régule les processus qui fournissent des biens et services écosystémiques terrestres. Par exemple, les organismes vivants du sol sont plus petits et plus proches sur le plan taxonomique (Tsiafouli *et al.*, 2015). De plus, il est estimé que l'agriculture actuelle dite « intensive » est responsable de 25 % des émissions de gaz à effet de serre et 60 % des émissions de protoxyde d'azote (Valenzuela, 2016). Ces émissions sont directement responsables de la hausse des températures et celle-ci est responsable d'une perte de rendements et complique la mise en place de systèmes durables (Agovino *et al.*, 2019).

Pour continuer, l'adoption d'une logique économique axée sur la mondialisation des échanges a induit une volatilité croissante des prix difficilement prévisible, induisant des conséquences néfastes sur le revenu des agriculteurs et leur développement rural (Chavas, 2011). Enfin, des conditions économiques avantageuses ont stimulé l'expansion des exploitations et la spécialisation de celles-ci (Kirchmann & Thorvaldsson, 2000). Tout le système alimentaire s'est alors développé en y intégrant d'autres secteurs tels que le transport, l'industrie manufacturière, l'énergie ou encore la finance qui verrouillent maintenant les changements de pratiques car ceux-ci fonctionnent en symbiose. De plus, des acteurs dominants sont opposés aux changements afin de conserver leurs pouvoirs économiques et politiques (Frison, 2016).

Or, ces évolutions ont conduit à l'intensification des problèmes environnementaux et sanitaires. Il est donc maintenant crucial de changer de paradigme pour résoudre ces nombreux problèmes engendrés par une agriculture centrée sur la production à tout prix (Kirchmann & Thorvaldsson, 2000), avec un rendement qui a presque triplé depuis le siècle dernier (Knapp & Van der Heijden, 2018). Ce changement est d'autant plus nécessaire qu'en dépit de ces

rendements élevés, les systèmes agricoles dominants fournissent des denrées de manière inéquitable, avec un milliard de personnes souffrant de malnutrition chronique (Foley *et al.*, 2011), et environ 650 millions d'adultes et 340 millions d'enfants (5 à 19 ans) souffrant d'obésité (Barber *et al.*, 2024). Avec une population mondiale estimée à 9,1 milliards d'habitants en 2050, il est nécessaire de résoudre ces problèmes en conciliant une production alimentaire suffisante et des pratiques plus durables, respectueuses de l'environnement, socialement équitables et économiquement bénéfiques (Wezel *et al.*, 2014).

1.1.2. Arrivée de l'agroécologie

Il existe une multitude de pratiques durables prometteuses pouvant protéger l'environnement et maintenir un rendement suffisant (Gaffney *et al.*, 2019). La réduction des pesticides, par exemple, peut être compensée par des rotations plus diversifiées dans les cultures qui soutiennent des stratégies intégrées et biologiques (Lechenet *et al.*, 2014). Ou plus simplement, augmenter modérément les rendements des terres dans les pays pauvres, où ceux-ci sont encore faibles, pourrait réduire le défrichement des sols et les émissions de gaz à effet de serre globales (Tilman *et al.*, 2011 ; Foley *et al.*, 2011 ; Altieri & Nicholls, 2012).

Ensuite, pour accompagner ces stratégies, il est pertinent de changer nos habitudes alimentaires. Rendre les régimes plus sains et plus végétaux ou encore limiter le gaspillage alimentaire sont des pistes intéressantes (Springmann *et al.*, 2018). L'agriculture biologique est une voie intéressante pour bannir les pesticides et permettre aux producteurs d'avoir une plus grosse marge ainsi que d'offrir un choix novateur et engagé aux consommateurs. Cependant, elle devrait s'accompagner de compromis majeurs pour répondre à la demande alimentaire mondiale (Gaffney *et al.*, 2019). Toutefois, il reste nécessaire de comprendre les dynamiques et enjeux des nouvelles pratiques afin de les exploiter de manière optimale. Par exemple, une utilisation naïve ou dévoyée de l'agriculture biologique peut à terme engendrer des problèmes environnementaux similaires à l'agriculture conventionnelle (Kirchmann & Thorvaldsson, 2000).

Une autre approche encourageante est l'agroécologie. Celle-ci vise à augmenter la productivité agricole de manière soutenable et à renforcer le bien-être économique des communautés rurales (Valenzuela, 2016). Bien qu'aucune définition unanime n'existe (Dumont *et al.*, 2021), l'agroécologie vise à mettre en place une écologisation des pratiques culturales pour créer des systèmes alimentaires durables et résilients (Carlile & Garnett, 2021) en favorisant l'égalité sociale entre acteurs (Brym & Reeve, 2016).

L'agroécologie a beaucoup évolué dans sa définition depuis son apparition au début des années 1980. À ses prémices, elle mettait en avant la mise en place de pratiques écologiques et une gestion durable des exploitations. À l'échelle de l'exploitation agricole, l'agroécologie vise une réduction d'intrants et une réintroduction de diversité culturelle au sein des rotations. Ensuite, l'agroécologie a élargi sa vision pour inclure tous les aspects et acteurs du système alimentaire afin de rapprocher producteur et consommateur en supprimant les intermédiaires (Gliessman, 2018). L'agroécologie est alors définie comme l'écologie des systèmes alimentaires (Francis *et al.*, 2003).

Aujourd’hui, l’agroécologie ne se limite plus à l’application de principes écologiques à l’agriculture, elle intègre également des aspects sociaux, économiques et politiques (Wezel *et al.*, 2009). Bien que cela ne fasse pas l’unanimité, l’agroécologie peut également intégrer la numérisation et les nouvelles technologies de sélection par exemple, qui sont à même de soutenir une transition agroécologique durable et résiliente (Ewert *et al.*, 2023). En effet, une combinaison synergique de mesures est nécessaire pour limiter efficacement l’augmentation prévue des pressions environnementales à l’intérieur de toutes les limites planétaires (Springmann *et al.*, 2018). Pour finir, l’agroécologie se démarque par sa volonté de transformer les systèmes alimentaires et agricoles en apportant des solutions holistiques et de longue durée (FAO, 2018).

Une multitude de preuves scientifiques témoignent que l’agroécologie peut permettre de remodeler les systèmes alimentaires afin que ceux-ci puissent prodiguer une agriculture régénératrice consciente des limites en ressources renouvelables et des services écosystémiques (HLPE, 2019). L’agroécologie peut résoudre les défis liés à l’insécurité alimentaire, au changement climatique, à la dégradation des sols et de la biodiversité ainsi qu’à la gestion de l’eau et de l’énergie (Delonge & Marcia, 2017). L’agroforesterie par exemple, est une bonne stratégie pour séquestrer du carbone responsable du réchauffement climatique (Ramachandran Nair *et al.*, 2009).

Ensuite, l’agroécologie peut permettre un approvisionnement alimentaire adéquat en cas de changements climatiques ou de pandémies en privilégiant une production à petite échelle et une consommation locale. Cet objectif est atteignable en plaçant l’agroécologie au centre des politiques alimentaires et agricoles (Altieri & Nicholls, 2020). En plus de produire des aliments plus sains, l’agroécologie participe favorablement à l’entretien des paysages ruraux et de la biodiversité en rejetant moins de combustibles fossiles (Ploeg *et al.*, 2019). En outre, des pratiques agroécologiques sont à même de recycler la matière organique et les nutriments du sol de manière optimale, ce qui entraîne une bonne fertilité des sols ainsi qu’une bonne protection des cultures, garantissant une constance des rendements (Altieri & Rosset, 1996).

L’écart de rendements entre un système agroécologique et un système conventionnel est d’ailleurs souvent surestimé. Bien qu’il existe toujours, cet écart peut être fortement réduit grâce à une bonne gestion des multicultures et des rotations de cultures (Ponisio *et al.*, 2015). Pour finir, les pratiques agroécologiques seraient en mesure d’améliorer le capital foncier en renforçant le caractère durable des exploitations (D’Annolfo *et al.*, 2017) et également d’augmenter le revenu des agriculteurs ainsi que le nombre d’emplois par hectare (Van der Ploeg *et al.*, 2019). Et plus globalement, les pratiques agroécologiques peuvent fournir une plus grande gamme de services écosystémiques que les pratiques conventionnelles (Palomo-Campesino *et al.*, 2018).

Toutefois, il existe néanmoins certaines contraintes à l’agroécologie. Certaines tensions entre acteurs locaux peuvent naître à cause de visions divergentes de l’agroécologie qui peuvent à terme nuire à la qualité et aux conditions de travail des agriculteurs (Plateau *et al.*, 2021). L’apparition de nouveaux cadres expliquant l’agroécologie peut amener des confusions, voire des contradictions, qui, à terme, risquent de ternir les efforts de mobilisation vers l’action

(Bicksler *et al.*, 2023). C'est pourquoi, il convient d'adopter des approches agroécologiques harmonisées afin de mieux identifier les pratiques relevant de l'agroécologie. Cela permet d'établir une base de comparaison avec d'autres approches agronomiques (Geck *et al.*, 2023).

Ensuite, pour certains agriculteurs, la transition peut être décourageante à initier par peur d'obtenir des rendements insuffisants (Palomo-Campesino *et al.*, 2018) et également car des incertitudes concernant les bienfaits de l'agroécologie subsistent chez eux (Salliou *et al.*, 2019). Enfin, l'agroécologie reste limitée en termes d'expansion et d'acclimatation à grande échelle. Pour y remédier, l'agroécologie pourrait être intégrée dans les politiques à différents niveaux afin de favoriser le développement d'une multitude de petites échelles (Terán-Samaniego *et al.*, 2025) et briser les verrouillages institutionnels dogmatiques qui maintiennent l'agroécologie en marge (Frison, 2016).

Il est également essentiel de comprendre que la poursuite des pratiques agricoles conventionnelles actuelles freine d'autant plus la transition vers une agriculture durable. En effet, plus les sols sont dégradés, plus les efforts nécessaires pour les restaurer devront être importants (Agovino *et al.*, 2019). Pour terminer, il faut garder à l'esprit que l'agroécologie exige un dévouement personnel des agriculteurs au profit des générations et écosystèmes futurs. Les bénéfices ne sont donc pas toujours instantanés, ce qui peut réduire les revenus et affecter leur volonté de perdurer dans le temps. C'est pourquoi la transition doit également être soutenue par d'autres acteurs, comme les ONG et les chercheurs (Tapsoba *et al.*, 2020).

1.1.3. Rôle de l'évaluation de l'agroécologie

Malgré beaucoup de pistes prometteuses, les approches agroécologiques n'ont obtenu que peu d'investissements privés par rapport à d'autres alternatives durables. Pour ce faire, il est nécessaire d'évaluer plus en profondeur les impacts économiques, écologiques et sociaux de l'agroécologie (HLPE, 2019) ou encore de développer des cadres de gouvernance adéquats tels que la quantification de la valeur des biens et services publics et privés générés par l'agroécologie (Andres & Bhullar, 2016). Ensuite, des observations ont révélé que les exploitations agricoles avec une forte biodiversité sont plus résilientes aux événements climatiques extrêmes liés au réchauffement climatique. Il est crucial, à l'heure actuelle, de comprendre la raison pour laquelle ces systèmes résistent mieux à cette menace (Altieri *et al.*, 2015). De plus, il est inextricable pour l'instant d'évaluer l'efficacité de l'agroécologie à l'échelle du paysage et du système alimentaire. En effet, la spécificité contextuelle de l'agroécologie rend difficile son évaluation par de simples indicateurs standardisés (Geck *et al.*, 2023).

Le 26^{ème} Comité de l'agriculture de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture a exprimé la nécessité d'acquérir ces données probantes, jusqu'alors manquantes. C'est dans cette optique que l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO en anglais) a harmonisé, avec l'appui de 70 émissaires d'organisations accolées à l'agroécologie, la conception collaborative de l'outil TAPE (Tool for Agroecology Performance Evaluation) (Mottet *et al.*, 2020). L'objectif principal est de créer des données comparables pour chaque exploitation à l'échelle mondiale. Ce qui implique d'imaginer une méthodologie

rigoureuse et une collecte des données, réalisées par différents acteurs, qui se veulent les plus uniformisées possibles (Namirembe *et al.*, 2022).

Néanmoins, l'évaluation de l'exploitation seulement n'est pas suffisante pour saisir tous les aspects de l'agroécologie. Par conséquent, les interactions sociales entre toutes les parties prenantes du système alimentaire qui l'entourent doivent aussi faire l'objet d'une évaluation (Darmaun *et al.*, 2023). Enfin, l'outil doit pouvoir être utilisé sur différentes années pour être capable de suivre la transition des exploitations (Prost *et al.*, 2023).

1.2. L'agroécologie

Étant donné que l'outil TAPE a été développé par l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture, la FAO, l'agence spécialisée des Nations Unies qui vise à assurer la sécurité alimentaire pour tous au niveau mondial, il est pertinent de reprendre sa définition de l'agroécologie.

La FAO définit l'agroécologie comme suit : « L'agroécologie est une approche holistique et intégrée qui applique simultanément des concepts et des principes écologiques et sociaux à la conception et à la gestion de systèmes agricoles et alimentaires durables. Elle cherche à optimiser les interactions entre les plantes, les animaux, les hommes et l'environnement tout en répondant à la nécessité de systèmes alimentaires, socialement équitables au sein desquels les gens peuvent choisir ce qu'ils mangent et comment et où il est produit (FAO, 2025). »

En 2018, la FAO affirme sa volonté de promouvoir et de renforcer l'agroécologie (Bicksler *et al.*, 2023). Celle-ci s'est rapidement rendu compte que la complexité de la durabilité pouvait dissuader la prise de décision (Barrios *et al.*, 2020). Dès lors, à la suite de différents séminaires, la FAO a défini dix grands principes agroécologiques. Ces dix principes sont un guide pour aider chaque acteur à cibler les propriétés importantes des systèmes et des approches agroécologiques (FAO, 2018) et également guider d'autres partenaires dans leurs efforts pour développer l'agroécologie (Bicksler *et al.*, 2023). Ces principes constituent un bon cadre commun, simplifiant de manière compréhensible la complexité de l'agroécologie et permettant une prise de décision simplifiée (Barrios *et al.*, 2020).

1.2.1. Les dix principes de l'agroécologie

➤ Diversité



La diversité des espèces et races, des ressources génétiques, temporelle et spatiale favorise la sécurité alimentaire et la nutrition ainsi que la résilience et la durabilité des systèmes agricoles. En intégrant une large gamme d'espèces végétales et animales, elle améliore également la biodiversité, optimise l'utilisation des ressources

naturelles et renforce les services écosystémiques comme la pollinisation et la fertilité des sols. La diversification des cultures et de l'élevage réduit les risques liés aux maladies, à la baisse du taux de reproduction et au changement climatique, tout en ouvrant de nouveaux débouchés économiques qui tendent à offrir des sources de revenus stables. Enfin, elle contribue à une meilleure nutrition en garantissant un apport varié en nutriments essentiels.

➤ Co-création et partage de connaissances



La co-création et le partage des connaissances permettent d'élaborer des solutions adaptées aux réalités locales. Plutôt que des approches universelles, ce principe valorise l'expérience des producteurs, les savoirs traditionnels et autochtones ainsi que les avancées scientifiques. Ensuite, l'éducation, qu'elle soit formelle ou informelle, permet de diffuser les savoirs et les innovations locales. Enfin, ce principe met en avant l'importance des échanges collaboratifs et la présence de confiance mutuelle.

➤ Synergies



Les synergies améliorent des fonctions essentielles des systèmes alimentaires. En effet, en intégrant cultures, élevage, sols et ressources naturelles, les synergies permettent d'optimiser l'utilisation des ressources et de renforcer la résilience des exploitations face aux changements climatiques. Par exemple, l'association des légumineuses aux cultures permet de réduire le besoin en engrais chimiques, tandis que l'élevage, quant à lui, fournit des nutriments aux sols. À l'échelle des paysages, la synchronisation des pratiques agricoles permet de mieux gérer l'érosion, la fertilité des sols et la biodiversité. Dans le cas du pastoralisme ou de l'élevage extensif, les synergies entre les populations peuvent être bénéfiques en offrant des services écosystémiques. L'agroécologie vise également à chercher des compromis aux limites entraînées par les synergies en mettant en avant la coopération des différents acteurs de la chaîne alimentaire.

➤ Efficience



L'efficience optimise l'utilisation des ressources abondantes et gratuites telles que le CO₂ et le rayonnement solaire, tout en réduisant l'utilisation de ressources externes telles que les engrais et les pesticides. Cela augmente grandement l'autonomie des agriculteurs.

➤ Recyclage



Le recyclage permet de réduire le gaspillage et la pollution normalement absents des écosystèmes naturels. Le but est d'utiliser au maximum les ressources de

l'exploitation comme les nutriments, la biomasse ou encore l'eau afin de réduire l'importation de ressources externes, d'accroître l'autonomie des agriculteurs et limiter la dépendance aux perturbations des prix du marché.

➤ Résilience



La résilience des personnes, communautés et écosystèmes permet de mieux faire face aux événements climatiques extrêmes. Celle-ci est d'autant plus forte que les exploitations sont diversifiées sur le plan agronomique. La résilience socioéconomique est également augmentée par la diversité des cultures ou d'élevage, réduisant ainsi la vulnérabilité potentielle des producteurs.

➤ Valeurs humaines et sociales



Les valeurs sociales et humaines permettent de renforcer la dignité, l'équité, l'inclusion et la justice sociale. Les besoins et aspirations de chaque acteur du système alimentaire sont pris en compte. L'agroécologie vise également à éliminer les inégalités qui persistent entre les sexes en accordant aux femmes plus de droits, de responsabilités et d'autonomie. Elle offre également plus d'emplois et de soutien aux jeunes ruraux motivés.

➤ Cultures et traditions alimentaires



Les cultures et les traditions alimentaires façonnent nos régimes et l'agroécologie met un point d'honneur à préserver ces habitudes en tentant de favoriser des systèmes alimentaires sains et durables dans un monde actuel gangrené par la faim, les carences et l'obésité.

➤ Gouvernance responsable



Une gouvernance responsable et efficace est essentielle pour soutenir la transition agroécologique. Le but est de favoriser un accès équitable aux ressources naturelles, d'encourager les investissements en faveur de la transition et de mettre en avant les exploitations agroécologiques. Ce principe souhaite convaincre les agriculteurs d'entamer la transition agroécologique et cela se fait via des législations, des politiques et des programmes nationaux à même de gratifier des systèmes agroécologiques.

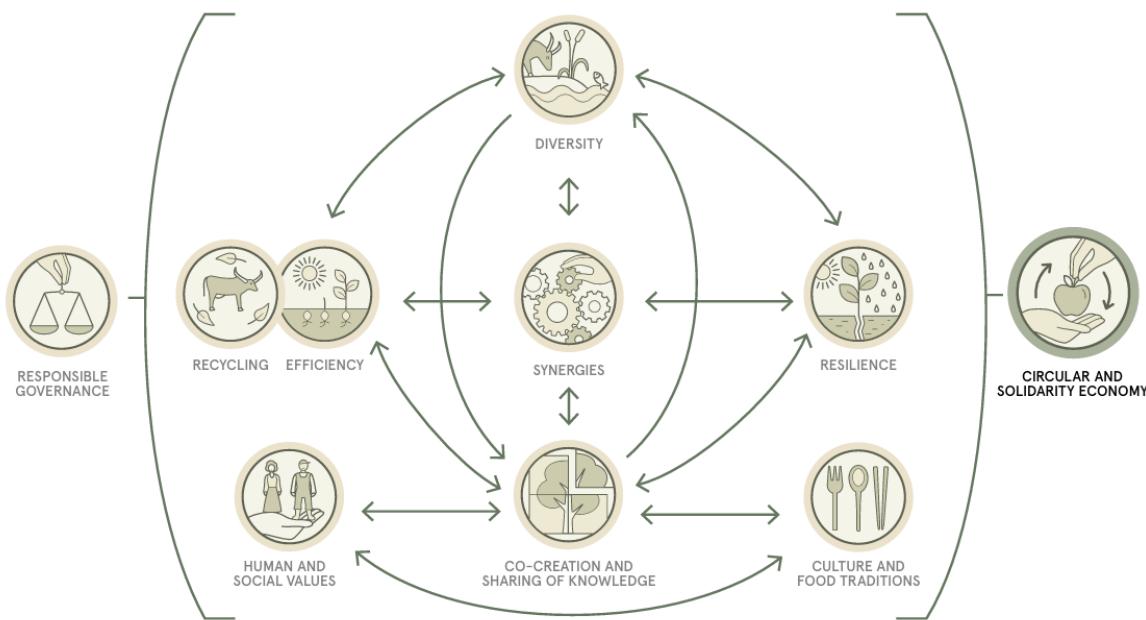
➤ Économie circulaire et solidaire



L'économie circulaire et solidaire permet de renforcer le lien entre producteurs et consommateurs en privilégiant les circuits courts et les marchés locaux plus stables, équitables et durables. Réduire les maillons intermédiaires du système alimentaire

permet d'obtenir des revenus plus élevés pour le producteur tout en gardant des prix justes pour le consommateur. Ce principe apporte par conséquence également moins de gaspillage, des économies d'énergie et moins de pollution.

Figure 1 : Les dix principes de l'agroécologie selon la FAO



Source : (FAO, 2018)

Une revue a montré que la littérature ne couvrait pas de manière satisfaisante plusieurs des dix principes, laissant donc sourdre des lacunes dans les recherches sur l'agroécologie. En effet, très peu d'études ont analysé les principes se rapportant aux objectifs sociaux, tels que les valeurs humaines et sociales, la culture et les traditions alimentaires, la gouvernance responsable ou l'économie circulaire et solidaire (Palomo-Campesino *et al.*, 2018).

Pour résumer, l'agroécologie a plusieurs objectifs, tels que réduire l'approvisionnement en intrants chimiques externes et la dépendance à l'égard des technologies externes, primer la décentralisation du processus de production et la nécessité de revenir à un réseau local, intégré et participatif, conserver les sols et les ressources naturelles, transmettre les savoirs agroécologiques, renforcer le bien-être économique des communautés rurales, augmenter la productivité ou encore réduire les inégalités entre sexes (Valenzuela, 2016).

1.3. L'outil TAPE (Tool for Agroecology Performance Evaluation)

Afin d'affirmer que l'agroécologie est sans conteste une voie prometteuse vers des systèmes alimentaires durables, il est nécessaire de constituer un certain nombre de preuves (Mottet *et al.*, 2020). C'est ainsi qu'à ce jour, une pléthore d'outils s'est développée en parallèle de celui de la FAO. L'objectif de chaque outil est de permettre une comparaison de n'importe

quelle exploitation à travers le monde. Mais de manière générale, ils peinent à évaluer l'agroécologie à l'échelle du paysage et du système alimentaire. Beaucoup d'indicateurs standardisés sont également employés malgré la spécificité contextuelle de l'agroécologie. L'utilisation conjointe d'outils pourrait permettre de pallier ces lacunes (Geck *et al.*, 2023 ; Darmaun *et al.*, 2023). Un outil est d'ailleurs en cours de développement afin de concilier la comparabilité mondiale et la pertinence du contexte local, ainsi que les intérêts et les aspirations des parties prenantes concernées (Wickramaratne *et al.*, 2022).

Toutefois, ce qui fait la force de l'outil TAPE, c'est qu'il a été conçu en s'appuyant sur d'autres outils déjà existants et grâce à une grande diversité d'acteurs mondiaux, renforçant sa pertinence et son adaptabilité locale. Il fait donc partie des plus récents. La collecte des données est également rendue simple et, par conséquent, les formations pour la réaliser le sont aussi, en moyenne seulement 8 h à 2 jours. L'application de TAPE aux quatre coins du monde devrait permettre de générer des résultats simples sur le degré de transition des exploitations vers l'agroécologie. Ceux-ci, collectés de manière participative et contextualisée, seront ensuite partagés aux partenaires de la FAO afin d'influencer les décideurs politiques et de promouvoir l'agroécologie (Mottet *et al.*, 2020).

Darmaun *et al.* (2023) ont réalisé une étude comparative de quatorze outils, dont TAPE. Afin d'observer si les outils étaient en mesure de saisir efficacement la complexité de la transition agroécologique, ils les ont soumis à cinq critères clés amplement reconnus dans la littérature.

- Être adaptable aux conditions locales
- Prendre en compte les interactions sociales entre les acteurs impliqués dans les transitions
- Clarifier le concept d'agroécologie
- Considérer les dynamiques temporelles des transitions pour mieux comprendre les freins et leviers dans leur développement
- Utiliser une approche participative ascendante

Il en est ressorti que l'outil TAPE était le seul outil à valider quatre critères clés. Même s'il n'est pas encore capable, à l'heure actuelle, d'intégrer la dynamique temporelle des transitions, l'outil TAPE se distingue comme l'un des outils les plus aboutis disponibles à ce jour pour évaluer l'agroécologie (Darmaun *et al.*, 2023).

Figure 2 : Comparaison de 14 outils évaluant le niveau d'agroécologie selon cinq critères clés

Coverage of the five evaluation criteria by the 14 multidimensional and multi-scale assessment methods selected in the review (✓: coverage of the criteria by the assessment method).															
S evaluation criteria	Autodiag	Dendoncker	IDEA	Lume	Memento GTAE	MESMIS	Meuwissen	MMF	QAToCA	SAFE	SALT	SLF	TAPE	Tata Box	Number of methods
1) Be adaptable to local conditions	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	13
2) Consider social interactions	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14
3) Clarify the agroecological concept	✓													✓	2
4) Consider the temporal dynamics to better understand barriers and levers				✓	✓										2
5) Use a participatory bottom-up approach		✓				✓		✓			✓	✓	✓	✓	7
Number of evaluation criteria covered by the assessment methods	3	3	1	3	3	3	2	3	2	2	3	3	4	3	

En outre, les dix éléments de l'agroécologie et l'outil TAPE sont liés dans le fait qu'ils utilisent tous deux une approche systémique et participative afin de mesurer la durabilité des systèmes alimentaires en reconnectant les processus, les données et les connaissances pour favoriser la transition. La difficulté de l'outil TAPE a été de concilier une récolte de données avec une facilité d'utilisation, un respect du temps des répondants ainsi que de garder la pertinence des différents territoires (Bicksler *et al.*, 2023). Par exemple, l'outil utilise un score CAET, intuitif, qui correspond à un niveau de réalisation (en %) attribué à chacun des dix principes agroécologiques. De surcroît, l'outil TAPE prévoit également une étape ultérieure qui permet d'évaluer les performances socio-économiques des exploitations (FAO, 2021).

À l'heure actuelle, l'outil est performant et a correctement harmonisé les dix principes cités plus haut, mais est également toujours en amélioration comme en témoigne un webinaire mondial organisé par la FAO en novembre 2022 qui avait pour but de fournir des suggestions constructives sur le développement de l'outil (Bicksler *et al.*, 2023). Environ 300 personnes ont participé à ce webinaire en ligne intitulé : Foresight processes for sustainable food systems through agroecology. Ils ont réaffirmé que les interviews sont utiles à la transition agroécologique afin d'obtenir une compréhension partagée des évolutions réalisables et encourager une prise de décision rapide (De Lattre-Gasquet *et al.*, 2025).

Il est donc crucial de rester au courant des améliorations continues qu'apporte la FAO à l'outil. Par exemple, l'article de Namirembe *et al.* (2022), a émis des réserves sur son utilisation, qui auraient pu être évitées en vérifiant les dernières mises à jour de la phase pilote de l'outil. Parmi ces réserves figuraient la nécessité de dispenser une formation cohérente aux agents recenseurs, d'ajuster l'outil en fonction des spécificités territoriales locales ainsi que des besoins particuliers des répondants ou encore de contextualiser la raison de l'évaluation. Et il s'avère que ces éléments ont pu être dégagés lors du webinaire (Bicksler *et al.*, 2023).

1.4. Agriculture et agroécologie au Bénin

1.4.1. État des lieux de l'agriculture

En Afrique de l'Ouest, l'agriculture représente 30 % du produit intérieur brut régional et mobilise plus de 60 % de la main-d'œuvre disponible et active (Tapsoba *et al.*, 2020). Malgré cela, une grande partie des agriculteurs sont sous-alimentés. Cette situation ne fait d'ailleurs que s'aggraver à cause de pratiques agricoles non-durables, couplées au réchauffement climatique. En effet, il est estimé que plus de 20 % des terres dans la plupart des pays de la région, dont le Bénin, sont déjà dégradées, accentuant d'autant plus l'érosion. Ensuite, la diversité des ressources phylogénétiques ne fait que diminuer. Enfin, les grosses industries s'accaparent massivement les terres agricoles, aggravant encore plus la situation alimentaire alors que la région devra nourrir 500 millions de personnes en 2030 (Tapsoba *et al.*, 2020).

Les petites exploitations constituent une grande partie des fermes en Afrique et leurs exploitants dépendent directement de l'agriculture pour leurs moyens de subsistance (Kamara *et al.*, 2019). Il est estimé que les exploitations agricoles de moins de 2 hectares génèrent entre 28 et 31 % de la production agricole mondiale pour seulement 24 % de la superficie agricole totale mondiale. De plus, celles-ci dédient une part importante de leur production agricole à l'alimentation et présentent une grande diversité de cultures (Ricciardi *et al.*, 2018). Les petites exploitations ont donc un rôle primordial à jouer dans le développement économique en Afrique (Kamara *et al.*, 2019).

Au Bénin, plus spécifiquement, il est estimé que plus de la moitié des exploitations sont dirigées par des petits agriculteurs caractérisés par une forte utilisation de la main d'œuvre ainsi que d'outils et équipements manuels. Ces exploitations ont une superficie moyenne de $4,89 \pm 2,20$ hectares (Sossou *et al.*, 2021). La main d'œuvre est d'ailleurs principalement familiale et une partie des produits de la ferme est utilisée pour la subsistance familiale (Tapsoba *et al.*, 2023a). Enfin, l'agriculture familiale est propriétaire de 98 % des exploitations agricoles mondiales mais exerce sur seulement 53 % des terres agricoles disponibles (Graeub *et al.*, 2016).

D'après Garner et de la O Campos (2014), l'agriculture familiale peut être définie comme suit : « L'agriculture familiale est un moyen d'organiser la production agricole, forestière, halieutique, pastorale et aquacole qui est gérée et exploitée par une famille et qui dépend principalement de la main-d'œuvre familiale, tant féminine que masculine. La famille et l'exploitation sont liées, coévoluent et combinent des fonctions économiques, environnementales, reproductive, sociales et culturelles. » (Garner & de la O Campos, 2014). Le Bénin, en particulier, n'échappe pas à la règle puisque la plupart des exploitations sont familiales, peu mécanisées et avec une agriculture de subsistance pluviale. De surcroît, cette agriculture apporte de faibles niveaux de revenu (Tapsoba *et al.*, 2020).

Figure 3 : Spéculations agricoles clés au Bénin en 2023

Num	Indicateurs	Unités	Valeur 2023	Valeur 2022	%
I	Production de céréales	Tonnes	2 737 481	2 297 373	19,2
2	Production de racines et tubercules	Tonnes	7 851 764	7 624 160	3
3	Production de légumineuses	Tonnes	845 577	756 087	11,8
4	Production de légumes	Tonnes	717 365	675 188	6,2
5	Production de coton	Tonnes	592 400	588 110	0,7
6	Production d'ananas	Tonnes	477 428	472 514	1,0
7	Production d'anacarde	Tonnes	203 844	187 033	9,0
8	Production d'orange	Tonnes	190 253	167 214	13,8
9	Production de mangue	Tonnes	206 167	86 461	138,5
10	Production de palmier à huile	Tonnes	908 394	855 456	6,2
II	Production de soja	Tonnes	421 886	520 929	-19,0
12	Production de riz	Tonnes	492 626	525 014	-6,2
13	Bilan céréalier	Kg/hbt/an	247	209	18,2
14	Production halieutique	Tonnes	88 678	74 622	18,8
15	Production piscicole	Tonnes	2 470	2 528	-2,3
16	Production de viande	Tonnes	108 034	97 289	11
17	Production de lait	Tonnes	125 257	114 626	9,3

Source : DSA, DPH, DE, CT-SAGSA, Bénin, 2024

Source : (Direction de la Statistique Agricole, 2024)

Voici un tableau qui illustre les différentes spéculations et leurs importances. Il est à noter que l'augmentation de la production céréalière est due à l'augmentation des superficies agricoles et non aux rendements, qui ont globalement baissé dans le pays. Cela s'explique par une hausse des prix de certains facteurs de production et par une difficulté d'accès aux engrains. Le rendement du maïs par exemple n'a jamais été aussi bas depuis 2018 (Direction de la Statistique Agricole, 2024). Le fourrage provient quant à lui principalement (74 %) de zones de pâturage naturelles (Montcho *et al.*, 2025).

1.4.2. Risques climatiques

Les petits exploitants sont fortement exposés aux événements climatiques sévères (Vignola *et al.*, 2015) et le réchauffement climatique est responsable de l'arrivée de plus en plus de ces événements tels que des perturbations pluviométriques, un raccourcissement de la petite saison sèche ou encore des vents violents (Fadina & Barjolle, 2018). En Afrique de l'Ouest, l'agriculture est particulièrement vulnérable aux changements climatiques en raison de l'instabilité naturelle du climat, de la forte dépendance à l'agriculture pluviale et du manque d'infrastructures ou de ressources financières, rendant l'adaptation plus difficile. Des preuves solides de pertes de rendement commencent à apparaître et sont principalement dues à l'augmentation des températures (Sultan & Gaetani, 2016). Mais le réchauffement climatique

impactera également défavorablement le bien-être des ménages béninois ainsi que l'économie nationale, notamment en entraînant une diminution du produit intérieur brut (Abdul-Jalil *et al.*, 2023). De plus, le conflit existant entre les agriculteurs et les éleveurs transhumants, qui fragilise déjà l'élevage et limite les opportunités agronomiques, ne va faire que s'intensifier (Diogo *et al.*, 2021).

Au nord du Bénin, pour faire face à cette augmentation des températures, plusieurs stratégies d'adaptation sont mises en place par les producteurs locaux telles que la sélection de variétés plus rustiques, le changement de date de semis, la réduction du travail du sol et des intrants ou encore l'introduction de nouvelles spéculations (Vodounou & Onibon Doubogan, 2016). Il est d'ailleurs intéressant d'observer que l'agroécologie est davantage présente dans les zones subissant d'importantes contraintes environnementales et climatiques (Nikiema *et al.*, 2024).

1.4.3. Changement de paradigme

Des initiatives plus locales émergent aux quatre coins du pays pour rendre l'agriculture plus résiliente aux changements climatiques. Par exemple, dans la capitale, à Cotonou, une initiative d'agriculture urbaine durable a vu le jour avec une optique de valorisation des déchets qui se traduit par des composts. Malheureusement, cette initiative est unique au niveau national, c'est pourquoi il est crucial que les politiques transmettent ces connaissances à d'autres régions du pays (Kakai *et al.*, 2010). Dans certaines zones, les résidus de maïs, principalement, sont valorisés dans l'alimentation du bétail (Montcho *et al.*, 2025). Malgré cela, d'énormes pertes post-récolte de maïs subsistent et les greniers semblent être une solution durable pour stocker les excédents. Les greniers subissent moins de pertes au nord qu'au sud du pays (Fassinou Hotegni, 2024). Mais pour terminer, des solutions durables et encourageantes, applicables à l'échelle du pays, ont été identifiées dans la littérature telles que l'application de compost, facile à mettre en place et bon catalyseur pour améliorer les performances économiques et environnementales des fermes (Abou Chabi *et al.*, 2023), la diversification des cultures et l'agroforesterie. Ces stratégies sont identifiées comme prometteuses pour répondre de manière durable à la hausse des températures (Fadina & Barjolle, 2018).

Ensuite, dans la même optique, l'agriculture biologique a fait ses premiers pas au Bénin dans les années 1980 afin d'assurer une sécurité alimentaire durable. Le manque de politique spécifique dans le pays n'a pas permis une extension de ces pratiques (Bendjbbar & Fouilleux, 2022), même si le coton biologique par exemple, y trouve de plus en plus sa place (Tapsoba *et al.*, 2020). De plus, une utilisation de pesticides largement acceptée, une fermeture aux commerces étrangers ainsi qu'un manque d'agences diffusant cette initiative ont également freiné le développement de l'agriculture biologique. Malgré ces contraintes, une part des consommateurs africains montre un intérêt à avoir accès aux « gandas » qui sont des produits locaux, « bons », « sûrs » et « naturels ». Par ailleurs, une tendance émerge et consiste à défier la modernité et la technologie ainsi que l'utilisation de produits chimiques jugés comme toxiques et trop dépendants des personnes « blanches » (Bendjbbar & Fouilleux, 2022). Enfin, l'accès aux intrants biologiques étant compliqué, accroître son accessibilité pourrait aussi constituer un levier important pour le développement du secteur (Assogba *et al.*, 2022).

Dans ce contexte, l'agroécologie émerge alors comme une alternative pertinente. Celle-ci a un gros potentiel en faveur de la production agricole, le développement économique et social des exploitations, la régénération des écosystèmes ainsi que la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique de l'Ouest (Levard & Mathieu, 2018). Et celle-ci est même nécessaire à l'heure actuelle pour solutionner les problèmes d'approvisionnement alimentaire et de manque d'accès aux intrants (Tapsoba *et al.*, 2023b).

Malgré cela, bien que certaines expériences aient réussi, les initiatives agroécologiques restent limitées et peinent à se développer à grande échelle dans cette région. Par exemple, un facteur comme la sécurité foncière est absolument nécessaire pour convaincre un agriculteur d'opérer une transition (Tapsoba *et al.*, 2020 ; Moyo, 2016 ; Ouko *et al.*, 2024) et celle-ci est parfois limitée (Assogba *et al.*, 2022). À l'heure actuelle, l'accès aux crédits est également limité, car les institutions de microfinance béninoises demandent trop de garanties financières aux agriculteurs. La conséquence est que les quelques crédits accordés représentent souvent de faibles montants (Sossou, 2015). Enfin, le développement d'un marché agroécologique, soit de la vente en circuit court, reste faible au Bénin, freiné notamment par l'insécurité foncière et le manque d'accès aux intrants biologiques (Assogba *et al.*, 2022).

Pour terminer, il faut garder à l'esprit que l'agriculture durable en Afrique accuse des rendements plus faibles que dans d'autres régions du monde, raison pour laquelle une extension considérable des terres cultivées apparaît comme nécessaire pour faire émerger cette pratique. Par ailleurs, actuellement, un bon nombre de petits exploitants africains la pratiquent par manque d'accès aux intrants (Gaffney *et al.*, 2019). Ce même manque d'accès aux intrants entraîne ensuite des rendements plus instables ainsi qu'une détérioration des sols qui plongent inévitablement les petits exploitants africains dans un cycle de pauvreté (Tittonell & Giller, 2013).

1.4.4. Méthode TAPE au Bénin

Une première étude utilisant l'outil TAPE de la FAO pour interroger les répondants issus du nord du Bénin a montré qu'il n'y avait pas encore de différences de scores de diagnostic significatives entre les fermes dans lesquelles des actions en faveur de l'agroécologie étaient menées et les fermes conventionnelles. Même si les effets de la transition sont encore imperceptibles, l'étude souligne que poursuivre les initiatives agroécologiques amènera à terme une très bonne diversité fonctionnelle au sein des exploitations (Akpatcho *et al.*, 2022).

Une deuxième étude utilisant également l'outil TAPE dans les régions de l'Atacora et du Houet au Bénin a mis en évidence des faibles scores CAET. Les auteurs suggèrent néanmoins trois pistes pour tenter d'élever ces scores, à savoir une meilleure intégration cultures-élevage, un renforcement des méthodes prophylactiques et une meilleure sensibilisation des dangers des produits chimiques utilisés à l'excès (Tapsoba *et al.*, 2023a).

Enfin, une troisième étude, réalisée dans le cadre du projet Measuring Agroecology and its Performance (MAP), a montré que l'agroécologie au Bénin est en mesure de renforcer la sécurité alimentaire ainsi que la nutrition, d'accroître la productivité agricole et le revenu net

des ménages, tout en préservant et en régénérant la biodiversité et la santé des sols (Geck *et al.*, 2024).

Figure 4 : Diagramme en radar des scores CAET du projet MAP au Bénin

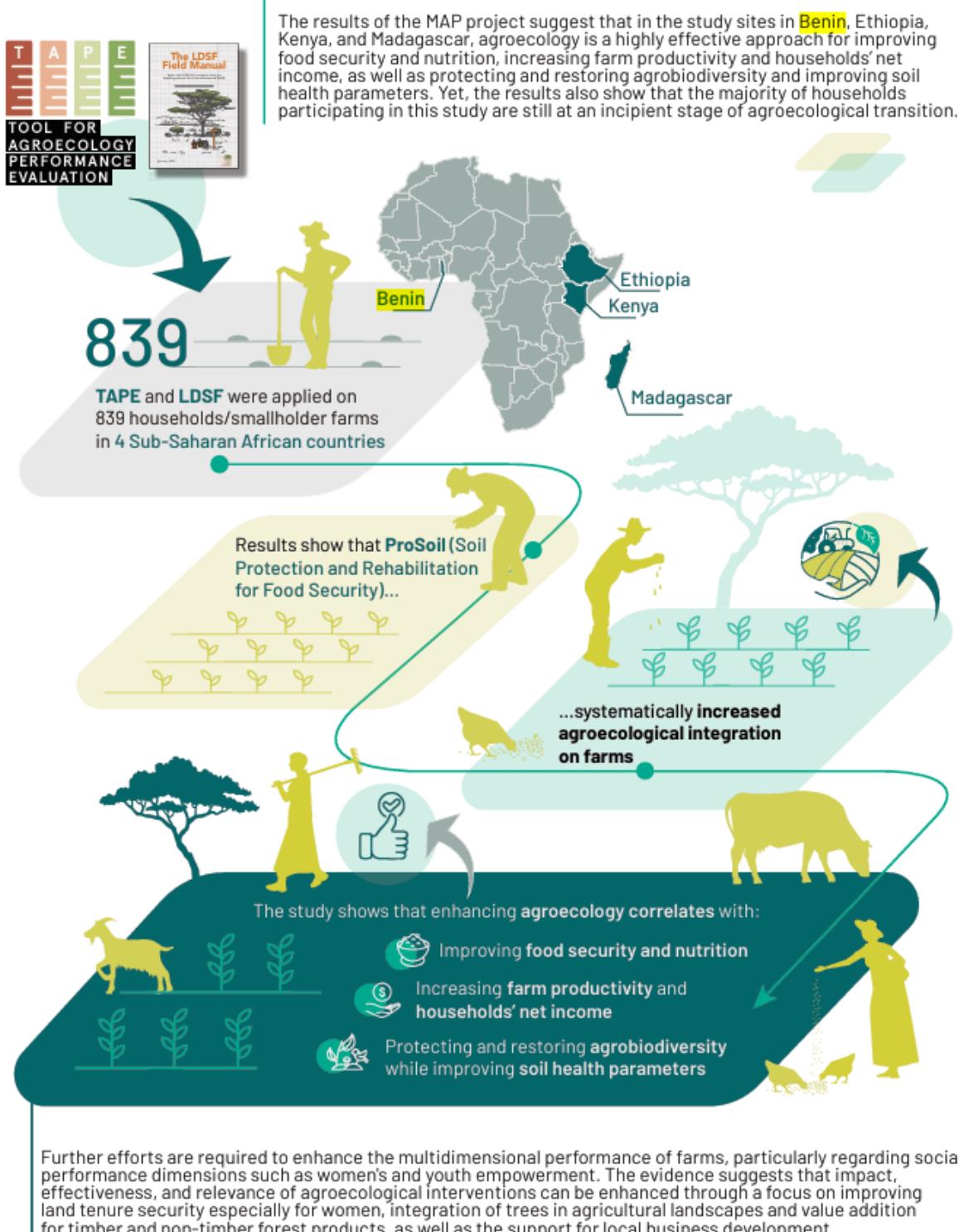


Source : (Geck *et al.*, 2024)

En effet, le groupe mettant en place des pratiques agroécologiques (ProSoil group sur le diagramme en radar ci-dessus) a obtenu des scores CAET dans les dix principes de la FAO (59,6 % en moyenne) beaucoup plus hauts que le groupe témoin (Comparison group sur le diagramme en radar ci-dessus). Le score CAET caractérise la transition agroécologique de chaque principe et correspond au pourcentage de la somme des indices (compris entre 0 et 4) d'un principe. Pour obtenir ces résultats au Bénin, 120 exploitations témoins et 120 exploitations ayant bénéficié d'interventions en faveur d'une transition agroécologique ont été interrogées dans les départements du Borgou, des Collines et du Zou dont la pluviométrie moyenne annuelle est de 800 à 1500 mm. Les exploitations étaient caractérisées par en moyenne 5 hectares de terres agricoles, 2 hectares de végétation naturelle et 0,6 hectare de pâturages. Les systèmes les plus couramment rencontrés étaient soit de l'agriculture vivrière mixte ou de l'agropastoralisme, avec une forte tendance à l'agroforesterie incluant des arbres fruitiers et forestiers (Geck *et al.*, 2024).

Enfin, l'étude a permis d'identifier des pistes d'amélioration pour accroître le niveau d'agroécologie des exploitations, qui sont encore aux prémices de la transition à l'heure actuelle. Ces pistes incluent notamment de réformer le droit à la sécurité foncière, en particulier pour les femmes, de planter davantage d'arbres dans les paysages agricoles, de valoriser davantage les produits forestiers ligneux et non-ligneux ou encore de soutenir l'essor des entreprises locales (Geck *et al.*, 2024).

Figure 5 : Schématisation des résultats du projet MAP au Bénin



Source : (Geck et al., 2024)

Pour terminer, il pourrait être intéressant, outre de mieux utiliser les ressources fourragères, déjà disponibles, d'intégrer des nouvelles cultures fourragères pour pallier le manque d'énergie métabolisable et de protéines brutes dont souffre le bétail et ainsi obtenir une meilleure intégration cultures-élevage (Montcho et al., 2025). Par ailleurs, les cultures de couverture peuvent améliorer certaines propriétés physiques du sol et influencer favorablement la dynamique des mauvaises herbes dans le nord du Bénin (Atakoun et al., 2023). Ensuite,

l'utilisation de vidéos promouvant l'agroécologie a également permis d'encourager de nombreux exploitants béninois à adopter des pratiques agroécologiques, notamment pour des raisons financières et de santé (Zoundji *et al.*, 2024). En effet, plus les agriculteurs connaissent les pratiques, plus ils sont enclins à les adopter (Tapsoba *et al.*, 2023b). Pour finir, lors de la réalisation d'un échantillonnage aléatoire, une étude avait constaté que dans les communes de Borgou et de l'Atacora moins de 6 % des gérants d'exploitation agricole étaient des femmes (Sossou *et al.*, 2021). L'agroécologie devrait permettre de donner plus de responsabilités aux femmes dans ces régions (Tapsoba *et al.*, 2020).

1.5. Objectif du travail

Compte tenu de tous ces aspects, ce travail consistera donc à appliquer l'outil TAPE dans trois communes du Bénin. D'une part, un état des lieux de la situation en 2024 sera réalisé. D'autre part, ce travail, étant inséré dans un projet sur plusieurs années, permettra de suivre des exploitations agricoles familiales dans le temps afin de mettre en avant l'ampleur de leurs transitions agroécologiques. En effet, Prost *et al.* (2023) avaient mentionné l'intérêt de suivre la transition sur plusieurs années tandis que Darmaun *et al.* (2023) avaient démontré que l'outil TAPE gagnerait en pertinence en y ajoutant la dynamique temporelle. C'est dans cette optique que ce travail inédit au Bénin, ambitionne de fournir une évaluation évolutive de la transition agroécologique d'exploitations agricoles.

2. Matériels et méthodes

2.1. Présentation du projet ProSad au Bénin

Le projet ProSad (Transition agroécologique et initiatives entrepreneuriales agricoles inclusives au Bénin) s'étend sur une durée de cinq ans, de janvier 2022 à décembre 2026. Il a été initié par Eclosio et l'ONG Louvain Coopération, et financé à hauteur de 926 847 € par la DGD, la Fondation Hubi et Vinciane et la commune de Merelbeke-Melle, jumelée avec la commune

Figure 6 : Campagne de démonstration culinaire suivie de séances de dégustation



Source : (Eclosio, 2024)

Figure 7 : Actions menées par Eclosio en faveur d'une transition agroécologique

Actions	Mises en place
Découverte de l'agroécologie	Formation, sensibilisation et renforcement des connaissances des partenaires et des parties prenantes via un appui technique et institutionnel (démonstration culinaire, promouvoir l'égalité des sexes, encourager la protection de l'environnement, ...)
Faciliter l'accès au financement	Création de partenariats avec les Systèmes Financiers Décentralisés pour soutenir les producteurs
Faciliter l'accès au marché	Développement d'outils digitaux et organisation de ventes groupées pour aider les producteurs à vendre leurs produits plus facilement
Entrepreneuriat durable	Soutien et encouragement au développement d'entreprises durables, portées par des jeunes et des femmes et respectueuses de l'environnement
Alphabétisation	Appui à l'alphabétisation des bénéficiaires, notamment les femmes, impliqués dans le système alimentaire béninois
Recherche-action paysanne	Expérimentation et innovation avec les producteurs pour résoudre les blocages techniques ou organisationnels que pose l'agroécologie
Capitalisation des savoirs	Diffusion des connaissances issues du projet pour d'autres initiatives.
Plaidoyer et sensibilisation	Organisation d'évènements pour promouvoir les systèmes alimentaires durables et les produits locaux auprès des autorités administratives

Source : (Eclosio, 2025)

2.2. Présentation des communes d'intérêt

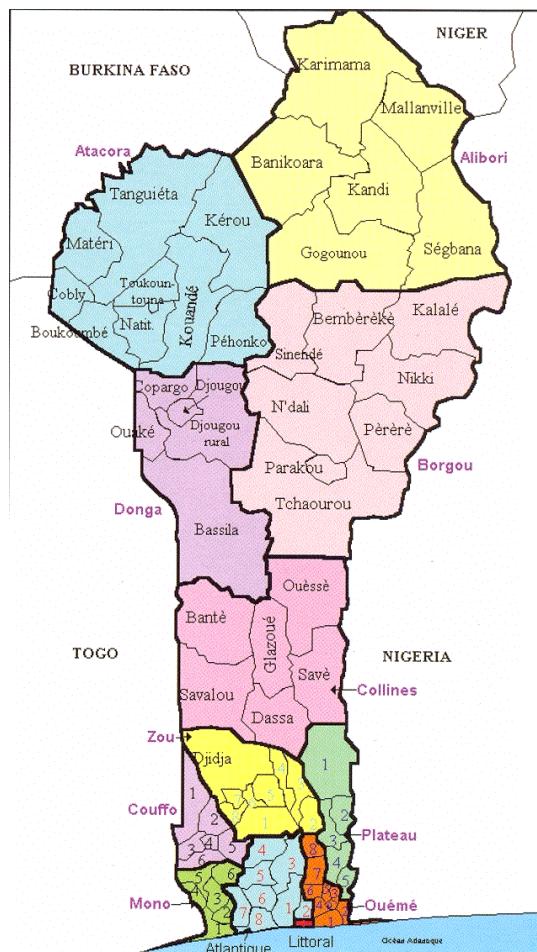
Les communes concernées par ce travail, dont Eclosio s'occupe, sont Tchaourou et N'Dali, situées dans le département du Borgou, ainsi que la commune de Toucountouna, située dans le département de l'Atacora (INSAE, 2016).

Les départements du Borgou et de l'Atacora sont caractérisés par une saison sèche et une saison des pluies. L'Ouémé s'écoule dans le sud du département du Borgou, et 59 % des ménages y ont accès à l'eau potable (INSAE, 2016). À N'Dali, 9 414 ménages sont agricoles (INStAD, 2024) dont 438 dirigés par des femmes (INSAE, 2016), contre 20 303 ménages agricoles à Tchaourou (INStAD, 2024), dont 952 dirigés par des femmes (INSAE, 2016).

Le département de l'Atacora abrite une chaîne de montagnes culminant à environ 700 mètres d'altitude, ce qui donne au paysage un relief très accidenté, rendant les terres peu cultivables. De plus, les fleuves qui s'y écoulent érodent les terres en contrebas, réduisant leur fertilité. 36 retenues d'eau ont été aménagées dans la commune de Toucountouna. 55 % des ménages y ont accès à l'eau potable (INSAE, 2016). À Toucountouna, 3 861 ménages sont agricoles (INStAD, 2024) et seulement 340 sont dirigés par des femmes (INSAE, 2016).

Une description plus approfondie des trois communes figure en annexe (8.1. et 8.2.).

Figure 8 : Carte géographique du Bénin



Source : (Kple, 2015)

2.3. Collecte des données

Les données ont été collectées en novembre 2024 par vingt agents recenseurs locaux formés et travaillant sous la supervision d'Eclosio. Les agents ont récolté ces données à l'aide

de l'outil TAPE lors d'interviews réalisées au sein des systèmes agricoles évalués, notamment sur les parcelles elles-mêmes. Plusieurs questions de l'outil TAPE ont pu être reformulées de manière plus limpide par Eclosio afin d'en faciliter la compréhension par les producteurs interrogés. Les agents ont suivi deux jours de formation et assisté à une démonstration chez un agriculteur à proximité du siège d'Eclosio afin qu'ils acquièrent chacun la même compréhension de l'outil et l'utilisent de manière uniforme. Chaque agent



Source : (Eclosio, 2024)

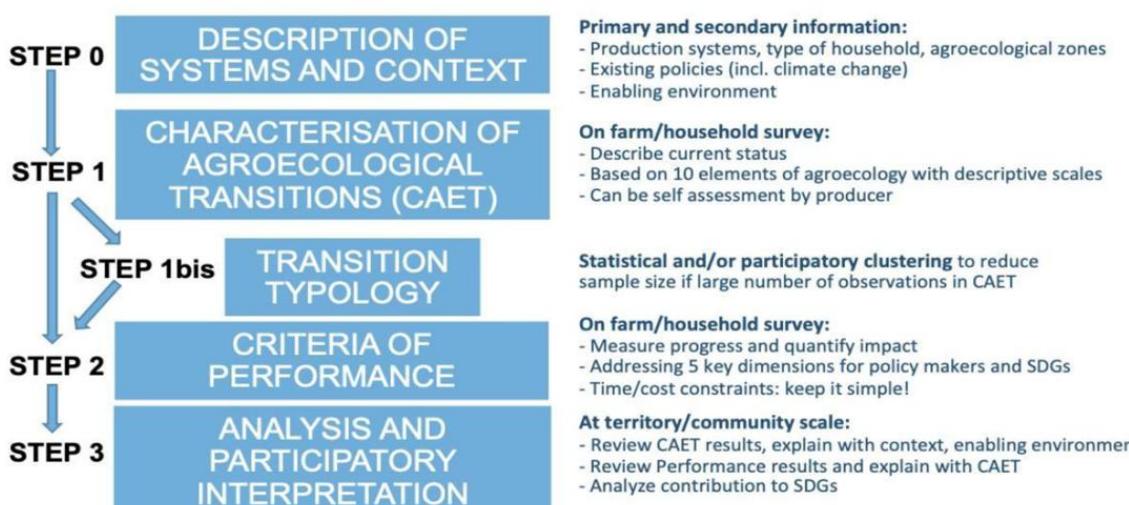
comprenait la langue locale du village dans lequel il se rendait. Ils ont ensuite encodé les données dans un fichier Excel partagé.

En tout, 153 exploitations ont été investiguées, réparties dans deux départements, trois communes et quinze villages. 51 exploitations proviennent de la commune de Tchaourou, 50 de la commune de N'Dali et 52 de la commune de Toucountouna. Pour intégrer le projet, les agriculteurs devaient se porter volontaires à la suite d'une présentation de celui-ci par Eclosio dans chaque village d'intérêt. Eclosio a ensuite choisi parmi les volontaires de manière raisonnée pour obtenir une représentation égale et exhaustive de chaque commune.

Les données de l'année 2022 ont été récoltées de manière similaire à celles de 2024. Après traitement, l'échantillon ne comprenait plus que 126 exploitations dont 41 proviennent de la commune de N'Dali, 47 de Tchaourou et 38 de Toucountouna. En effet, même si le jeu de données initial en comprenait 154, Zachou (2024), l'auteure qui les a analysées a préféré en écarter certaines de l'analyse. À la suite d'une discussion avec le responsable du suivi et de l'évaluation du projet au Bénin, Euloge Adimi, il a été considéré que les exploitations interrogées en 2022 étaient les mêmes que les exploitations interrogées en 2024. Les légers changements qui ont pu apparaître témoignent par exemple de l'arrêt entre les deux années d'un exploitant. Eclosio s'est efforcé de remplacer les exploitants absents la deuxième année par d'autres exploitations similaires. Il va donc être considéré que les échantillons de 2022 et 2024 sont comparables.

2.4. Les différentes étapes de l'outil TAPE

Figure 10 : Différentes étapes de l'outil TAPE



Source : (Bicksler et al., 2023)

2.4.1. Étape 0 : Description du système et du contexte

Cette étape s'attelle à décrire les caractéristiques principales des exploitations : socioéconomiques, démographiques, environnementales et les contextes des systèmes. Elle met également en place un court inventaire des éléments favorables ou non à la transition agroécologique comme les cadres institutionnels et juridiques locaux, les structures de commercialisation, l'accès aux ressources naturelles et au foncier, les impacts du changement climatique, et divers facteurs socioculturels, environnementaux ou historiques. Cette étape peut être menée au sein de chaque exploitation ou bien une seule fois à l'échelle de la communauté, même si la littérature remplit souvent ce rôle (FAO, 2021), comme c'est le cas ici. Ces informations sont disponibles dans les rubriques 1.5. et 2.2. de ce travail.

2.4.2. Étape 1 : Caractérisation de la transition agroécologique (CAET)

Cette étape s'attelle à caractériser le niveau de transition agroécologique des systèmes agricoles en s'appuyant sur les dix éléments de l'agroécologie mentionnés précédemment. Pour chaque élément, trois à quatre questions ont été élaborées, avec des réponses comprises entre 0 et 4 en fonction du degré de transition agroécologique de l'exploitation. Une moyenne est ensuite calculée pour chaque élément et celle-ci est dénommée CAET. Les dix CAET peuvent ensuite être représentés en diagramme en radar (FAO, 2021). La FAO ne définissant pas de seuil minimal, Lucantoni *et al.* (2021) ont proposé de classer les scores CAET comme suit : exploitations non agroécologiques < 50 % < exploitations en début de transition < 60 % < exploitations en transition < 70 % < exploitations agroécologiques. Enfin, si le contexte local s'y prête, il est possible d'ajouter des pondérations pour certaines questions à l'ensemble de l'échantillon, mais cette possibilité ne sera pas envisagée ici (FAO, 2021).

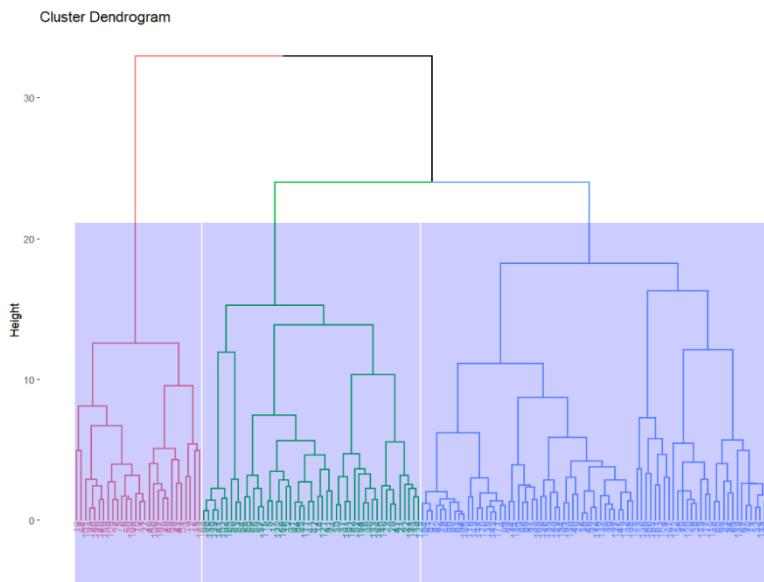
2.4.3. Étape 1bis : Typologie de la transition

Lorsqu'on a beaucoup d'observations, il est intéressant de regrouper les exploitations afin de simplifier leur diversité et de mener des analyses statistiques par typologie. Dans notre cas, différents groupes sont construits :

- en fonction des trois communes d'intérêt : Tchaourou, Toucountouna et N'Dali
- en fonction des scores CAET (Niveau de transition) : Transition forte, Transition moyenne et Transition faible

Les propositions de classement de Lucantoni *et al.* (2021) n'ont pas été retenues dans ce travail car les scores CAET des exploitations étaient trop proches les uns des autres et ce classement ne tenait pas compte efficacement des réalités locales. Ces groupes ont donc été construits à l'aide d'une méthode de classification (clustering) réalisée sur R. Il a été demandé au logiciel de forcer la création de trois groupes en fonction des réponses à chaque question de l'étape 1. Ces réponses étant toutes utilisées équitablement pour calculer le CAET de chaque exploitation, il est logique que ces clusters présentent des scores CAET moyens sensiblement différents. Le premier groupe, intitulé transition forte, est caractérisé par un CAET moyen de 60,5 ; le deuxième, transition moyenne, par un CAET moyen de 51,5 et le troisième, transition faible, par un CAET moyen de 46,1.

Figure 11 : Visualisation des trois clusters : le rouge est en transition forte, le vert en transition moyenne et le bleu en transition faible



Source : (Auteur, 2025), n = 153

- en fonction des trois types de systèmes de production : Pastoralisme, Agroforesterie et Exploitation agricole.

L'agroforesterie associe dans l'espace et dans le temps, de manière simultanée ou séquentielle, des espèces ligneuses aux cultures annuelles, au bétail ou aux deux (Biaou *et al.*, 2016), afin d'apporter à l'exploitant des bénéfices écologiques et économiques (Dossa, 2012). Ensuite, le pastoralisme ou de manière plus générale l'agro-pastoralisme au Bénin, désigne les exploitants pratiquant l'élevage bovin principalement, en y associant l'agriculture dans un second temps. Ceux-ci ont progressivement abandonné l'élevage pastoral mobile au profit de cultures destinées à nourrir leur bétail pour répondre aux incertitudes climatiques (Djohy & Bouko, 2021). Les exploitations agricoles sont celles qui ne rentrent pas dans les deux catégories ci-dessus.

Enfin, pour réaliser ces analyses, un ratio d'une variable pour trois exploitations est requis, ce qui est le cas ici. En effet, étant donné qu'il y a entre trois et quatre questions pour les dix principes de l'agroécologie, cela revient à 35 indices pour 153 exploitations interrogées. Une explication de ces indices est disponible dans les annexes (Figure 61). Enfin, il est également possible de sélectionner des exploitations pour représenter le groupe auquel elles appartiennent afin de les évaluer dans l'étape 2, mais cette possibilité ne sera pas envisagée ici (FAO, 2021).

2.4.4. Étape 2 : Critères de performance de base

Cette étape s'attelle à évaluer les performances de base des exploitations agricoles afin de juger de la soutenabilité de l'agroécologie. Celle-ci est réalisée, le même jour que l'étape 1, juste après, et certains critères sont adressés exclusivement aux femmes de l'exploitation, tels que l'autonomisation des femmes par exemple. Voici la liste des dix critères retenus par la FAO pour mesurer les performances de base des exploitations agricoles :

Figure 12 : Liste des dix critères permettant de mesurer les performances de base des exploitations agricoles

DIMENSION PRINCIPALE	N°	CRITÈRE DE PERFORMANCE DE BASE	MÉTHODE D'ÉVALUATION PROPOSÉE DANS L'ENQUÊTE	ODD	INDICATEURS DES ODD
Gouvernance	1	Sécurité des régimes fonciers (ou de la mobilité pour le pastoralisme)	Type de régime foncier: propriété, bail + durée, oral, non explicite (ODD 1.4.2, 5.a.1 et 2.4.1, sous-indicateur 11) Existence et utilisation de conventions pastorales et de couloirs de transhumance	1 2 5	1.4.2 2.4.1 5.a.1
Économie	2	Productivité	Valeur de la production agricole par hectare (ODD 2.4.1, sous-indicateur 1) Valeur de la production agricole par personne	2	2.3.1 2.4.1
	3	Revenu	Produits - intrants - dépenses d'exploitation - dépréciation + autres revenus (ODD 2.4.1, sous-indicateur 2)	1 2 10	1.1.1, 1.2.1 et 1.2.2 2.3.2 2.4.1 10.2.1
	4	Valeur ajoutée	Revenu net + loyers + taxes + intérêts - subventions	10	10.1.1 10.2.1
Santé et nutrition	5	Exposition aux pesticides	Quantité appliquée, zone, toxicité et existence d'équipements et de pratiques d'atténuation des risques	3	3.9.1 3.9.2 3.9.3
	6	Diversité alimentaire	Diversité alimentaire minimale pour les femmes (FAO et FHI 360, 2016)	2	2.1.1 2.1.2 2.2.1 2.2.2 2.4.1
Société et culture	7	Autonomisation des femmes	Indice abrégé de l'autonomisation des femmes dans l'agriculture (IFPRI, 2012)	2 5	2.4.1 5.a.1 5.a.2
	8	Perspectives professionnelles des jeunes	Accès à l'emploi, la formation, l'éducation ou migration (ODD 8.6.1)	8	8.6.1
Environnement	9	Biodiversité agricole	Importance relative des variétés cultivées, des races élevées, des arbres et des environnements semi-naturels au sein de l'exploitation agricole (ODD 2.4.1, sous-indicateurs 8.1, 8.6 et 8.7)	2 15	2.4.1 2.5.1
	10	Santé du sol	Adaptation de la méthode agroécologique rapide de la SOCLA destinée aux agriculteurs afin d'évaluer la santé du sol (Nicholls <i>et al.</i> , 2004)	2 15	2.4.1 15.3.1

Source : (FAO, 2021)

Dans ce travail, certains critères ont été décomposés en plusieurs indices afin de mieux appréhender l'étendue de chaque critère (Figure 62). De plus, les valeurs obtenues pour chaque indice seront conservées telles quelles pour l'analyse statistique, et ne seront pas converties en niveaux comme le propose la FAO (2021). En effet, étant donné que Zachou (2024) a montré que la plupart des exploitations en étaient encore aux prémisses de la transition agroécologique, ce choix évite le risque d'attribuer à nouveau la majeure partie des exploitations dans le niveau bas. Puis, pour départager les niveaux, des données nationales, pas toujours disponibles et parfois peu représentatives du contexte local, sont requises (Castermans, 2024).

2.4.5. Étape 3 : Analyse conjointe des étapes 1 et 2, et interprétation participative

Cette dernière étape s'attelle à vérifier les résultats obtenus et les corrélations dégagées. Certaines données peuvent être remises en question à cette étape et certains échantillons peuvent être écartés. Cette étape peut également apporter des solutions qu'il serait possible de mettre en œuvre pour améliorer le niveau d'agroécologie et/ou les performances de base des exploitations. Cette démarche doit être réalisée avec la communauté locale, c'est pourquoi de nombreux appels ont été réalisés avec un collaborateur d'Eclosio, vivant sur place et ayant une connaissance élargie de l'agriculture béninoise et des agriculteurs. Malheureusement, la restitution des résultats aux exploitants a eu lieu après la remise de ce travail.

2.5. Traitement des données

Tout d'abord, les critères de la dimension économique ont dû être calculés. Toutes les valeurs sont en franc CFA d'Afrique de l'Ouest. Une exploitation agricole de la commune de Toucountouna en transition faible n'ayant renseigné aucune activité agricole, a été écartée du calcul de la productivité, du revenu ainsi que de la valeur ajoutée.

Figure 13 : Calcul détaillé des critères de la dimension économique

Variables	Formules	Commentaires
Productivité totale par hectare	= Productivité végétale totale / ha + Productivité animale totale / ha	
→ Productivité végétale totale par hectare	= $\sum ((\text{Prix marché} \times \text{Production}) / \text{Surface propre à chaque plantation})$	• Chaque culture est liée à sa propre surface • La somme correspond aux différentes cultures
→ Productivité animale totale par hectare	= $\sum (\text{Prix au marché} \times \text{Quantité d'animaux actuellement élevés dans la ferme}) / \text{Superficie agricole totale}$	• Tous les animaux utilisent toute la surface agricole • La somme correspond aux différentes espèces d'animaux
Productivité totale par habitant	= (Productivité animale totale + Productivité végétale totale) / Main-d'œuvre totale	
→ Productivité animale totale	= $\sum (\text{Prix marché} \times \text{Quantité animaux actuellement élevés dans la ferme})$	
→ Productivité végétale totale	= $\sum (\text{Prix marché} \times \text{Production})$	
→ Main-d'œuvre totale	= Hommes + Femmes + Jeunes Hommes + Jeunes Femmes + (Enfants / 2) + Travailleurs extérieurs	• Les mi-temps ont été notés 0,5
Productivité produits annexes	= Productivité produits agricoles transformés + Productivité produits animaux transformés	
→ Productivité produits agricoles transformés	= $\sum (\text{Prix marché} \times \text{Quantité totale produite})$	
→ Productivité produits animaux transformés	= $\sum (\text{Prix marché} \times \text{Quantité totale produite})$	
Revenu total	= Revenu plantations + Revenu animaux + Revenu produits transformés + Revenus activités extérieures - Dépenses machines + Subventions - Intérêts sur les prêts - Loyer pour la terre - Taxes	• Dans les revenus, figure également l'autoconsommation car ceux-ci sont calculés en fonction de la quantité produite et non de la quantité vendue
→ Revenu plantations	= Productivité végétale totale - (Quantité donnée gratuitement \times Prix au marché) - Dépenses (semences/fertilisants/main d'œuvre salariée/outils/pesticides/transport)	• Les quantités données ont été retirées du revenu car celles-ci représentent un coût d'opportunité
→ Revenu animaux	= Productivité animale totale - (Animaux donnés gratuitement \times Prix au marché) - Dépenses (vétérinaires/alimentation animale/achat d'animaux/main d'œuvre salariée)	
→ Revenu produits transformés	= Productivité produits agricoles transformés - (Quantités données gratuitement \times Prix au marché) - dépenses (transport/emballage/diverses) + Productivité produits animaux transformés - (Quantités données gratuitement \times Prix au marché) - dépenses (transport/emballage/diverses)	
→ Revenu activités extérieures	= $\sum (\text{Revenu activités extérieures})$	
→ Dépenses machines	= Valeur des amortissements des machines pour cette année + carburant + entretien + énergie + location de machines	• L'amortissement utilisé est linéaire et correspond au prix d'achat des machines divisé par leur durée de vie
Valeur ajoutée	= Revenu total + Dépenses main-d'œuvre végétale + Dépenses main-d'œuvre animale - Subventions + Intérêts sur les prêts + Loyer pour la terre	

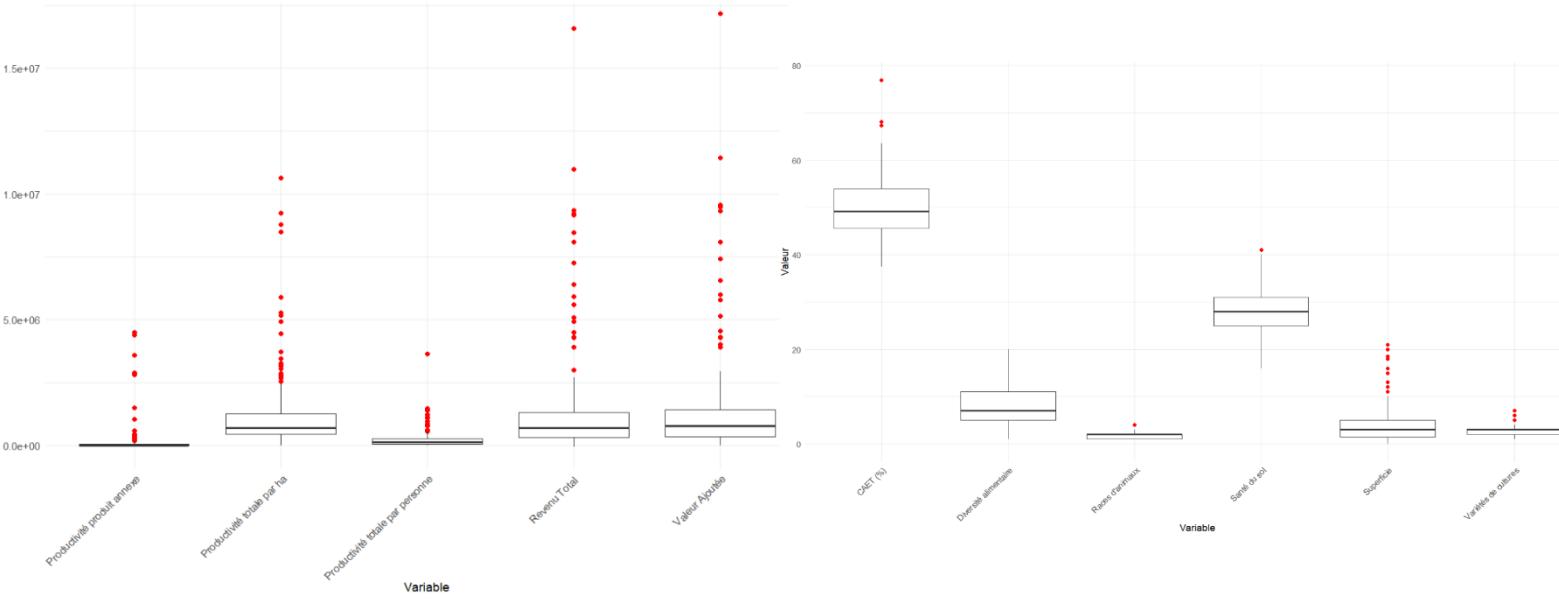
Source : (Auteur, 2025)

Ensuite, l'encodage des données ayant été fait par des agents recenseurs formés, le nombre d'erreurs est considérablement réduit. Pour l'étape 1, étant donné que seules des réponses entre 0 et 4 ont été encodées, aucune donnée aberrante n'est identifiée. De plus, après

analyse, aucun exploitant n'a répondu le même numéro à chaque indice, ce qui aurait pu être une source de biais.

Pour l'étape 2, beaucoup de questions appelaient des réponses libres, sans options de réponses standardisées. C'est pourquoi des erreurs d'encodage ont pu être identifiées lors de l'analyse et ont pu être corrigées avec l'aide d'Euloge Adimi, à la suite d'une quinzaine d'appels téléphoniques. Par exemple, des valeurs de production totale d'une culture étaient encodées en tonnes au lieu de kilogrammes. Après ces changements, des boxplots ont été réalisés afin d'identifier des outliers potentiels. La boîte des boxplots représente 50 % des individus et les moustaches représentent 1,5 fois l'écart interquartile, soit la longueur de la boîte (Sim *et al.*, 2005). Grâce à une conversation avec Euloge Adimi, le responsable du suivi et de l'évaluation du projet au Bénin, il a été convenu que les outliers des variables appelant des réponses libres ci-dessous, provenaient d'une variabilité naturelle des données et non d'erreurs.

Figure 14 : Mise en avant des outliers des variables appelant des réponses libres

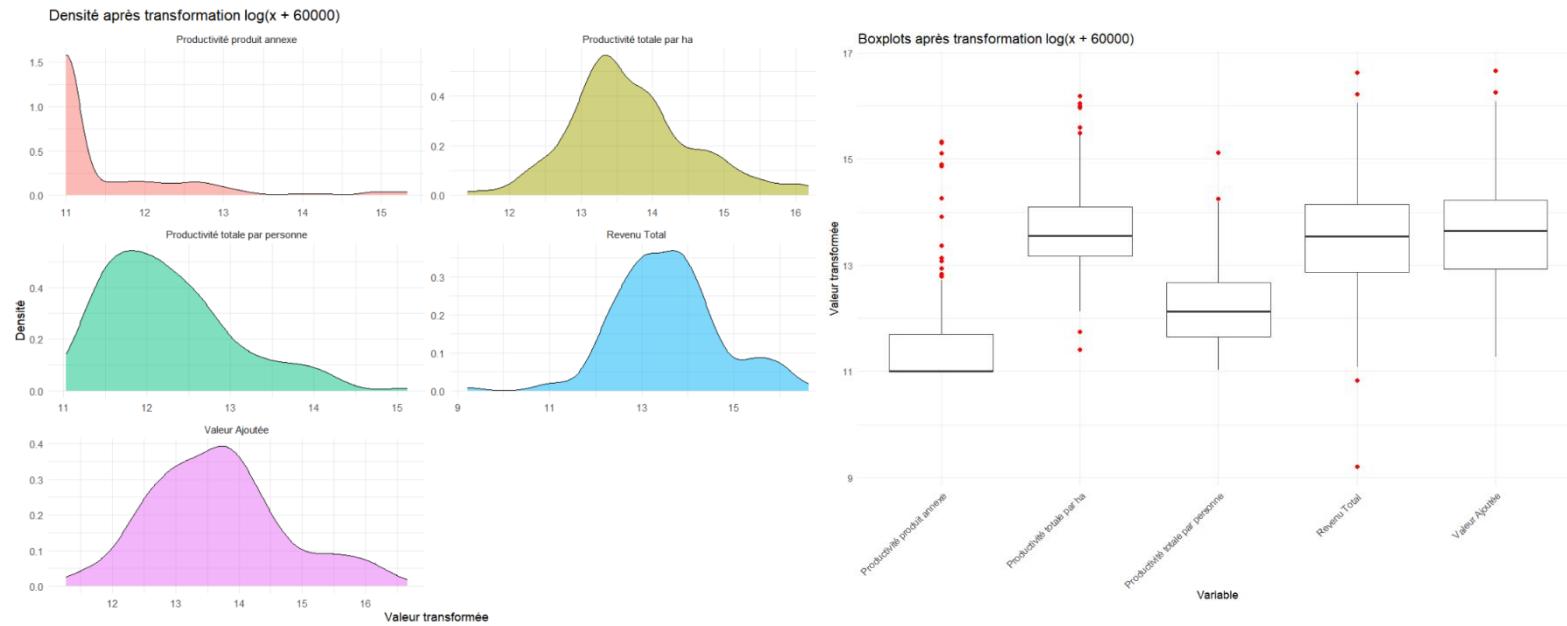


Source : (Auteur, 2025), $n = 152$ (à gauche) et $n = 153$ (à droite) (Races d'animaux : $n = 76$)

Il est possible de constater une forte dissymétrie pour les variables de gauche. Or, les modèles statistiques apportent souvent de meilleurs résultats lorsque les données suivent une distribution normale, et ce d'autant plus si elles présentent une forte dissymétrie au départ (Osborne, 2010). Dès lors, il existe plusieurs transformations statistiques afin de se rapprocher de la normalité (Box & Cox, 1964). C'est pourquoi une transformation logarithmique va leur être appliquée. Cette transformation a pour but de réduire la dominance des outliers et de faciliter les analyses statistiques qui nécessitent une distribution plus proche de la normalité, comme les analyses en composantes principales ou les tables de corrélation. L'argument du logarithme doit être supérieur ou égal à 1, car les valeurs inférieures sont traitées différemment par la fonction (Osborne, 2010). La variable Revenu Total possède une valeur de -50000 qui est la valeur la plus basse pour les cinq variables en question. La formule $\log(x + 60000)$ va être

utilisée afin de rendre l'ensemble des valeurs strictement positives. En effet, une transformation $\log(1) = 0$ aurait généré une valeur artificiellement isolée.

Figure 15: À gauche ; représentation des distributions de variables transformées via $\log(x + 60000)$ et à droite ; boxplots des variables après transformation $\log(x + 60000)$



Source : (Auteur, 2025), n = 152

2.6. Analyse statistique

L'analyse des données a été réalisée d'une part sous un système d'exploitation Windows 11x64 (build 26100) avec R version 4.3.2 (2023-10-31), en utilisant l'interface RStudio munie de tous les packages associés repris en figure 16 et d'autre part à l'aide du logiciel Microsoft Excel. L'intelligence artificielle ChatGPT (GPT 3-5 ; OpenAI, 2025) a également servi à la correction des codes R.

Figure 16 : Packages R utilisés

Package	Version	Auteur	Package	Version	Auteur
Broom	1.0.7	Robinson et al. (2025)	Lubridate	1.9.4	Spinu et al. (2024)
Stringr	1.5.1	Wickham (2023)	Readr	2.1.5	Wickham et al. (2024)
Tidverse	2.0.0	Wickham (2023)	Corrplot	0.95	Wei et Simko (2024)
Tidyr	1.3.1	Wickham et al. (2024)	Openxlsx2	1.14	Barbone et Garbuszus (2025)
Factoextra	1.0.7	Kassambara et Mundt (2020)	Forcats	1.0.0	Wickham (2023)
Purrr	1.0.2	Wickham et Henry (2025)	Tibble	3.2.1	Müller et Wickham (2025)
FactoMineR	2.11	Husson et al. (2025)	Dplyr	1.1.4	Wickham et al. (2023)
Ggplot2	3.5.1	Wickham et al. (2025)	Hmisc	5.1-3	Harrel (2025)
Reshape2	1.4.4	Wickham (2020)	Readxl	1.4.3	Wickham et Bryan (2025)

Source : (Auteur, 2025)

Tout d'abord, une analyse de la taille des exploitations, suivie d'une analyse du CAET pour chaque modalité de chaque typologie a été réalisée. Puis, une première table de corrélation a été réalisée avec les dix éléments de l'agroécologie, le CAET, ainsi que tous les critères de performance conservés lors du traitement des données. Une explication de ceux-ci est disponible dans les annexes (Figure 62). Cette table étant peu lisible à cause du nombre important de tests, figure également en annexe (Figure 58).

Dans cette analyse, uniquement des tests individuels ont été réalisés, c'est-à-dire que chaque hypothèse nulle est évaluée séparément, sans intention de tirer une conclusion globale sur l'ensemble des corrélations testées. Dès lors, d'après Rubin (2021), un ajustement du seuil de signification α n'est pas nécessaire. Un seuil de signification a donc été fixé à $\alpha = 0,01$ par défaut pour toutes les corrélations (Figure 23), individuellement, afin de mettre en avant seulement les corrélations les plus robustes. En annexe, est jointe la même table de corrélation avec $\alpha = 0,05$ (Figure 59). Ces corrélations mesurent la force de la relation entre deux variables et il n'existe pas de seuil minimal valable pour déterminer si une corrélation est forte ou non. Cela dépendra du contexte de l'analyse (Schober *et al.*, 2018). En plus des valeurs, une couleur rouge vif témoigne d'une forte corrélation positive, une bleu vif d'une forte corrélation négative, avec un dégradé de couleurs reflétant les intensités intermédiaires.

Ensuite, une corrélation de Pearson est généralement utilisée lorsque les variables sont continues et normales tandis qu'une corrélation de Spearman est généralement utilisée pour des variables ordinaires (Schober *et al.*, 2018). C'est pourquoi, les variables de la dimension économique, à savoir Valeur ajoutée, Revenu Total, Productivité totale par personne, Productivité totale par ha et Productivité produit annexe, ont été calculées grâce à une corrélation de Pearson et toutes les autres avec une corrélation de Spearman. Les critères de performance dont la corrélation était significative avec le CAET ont ensuite été illustrés dans une analyse en composantes principales (Figure 24). Par après, une deuxième table de corrélation a été réalisée à l'aide du coefficient de Spearman entre les critères de performance et chaque question des dix éléments de l'agroécologie en conservant seulement les corrélations les plus significatives ($\alpha = 0,05$) (Figure 25). Puis, une troisième et dernière table de corrélation a été réalisée en utilisant le coefficient de Spearman et présente les corrélations significatives ($\alpha = 0,05$) entre les critères de performance (Figure 26).

De plus, certaines exploitations n'avaient pas toujours la possibilité de répondre à tous les critères de performance. Par exemple, les exploitants n'ayant pas d'animaux n'ont rien renseigné dans le critère Races d'animaux. Les valeurs absentes ont donc été écartées de l'analyse colonne par colonne, sans suppression d'exploitations complètes. Les valeurs obtenues dans les tables de corrélation seront mentionnées et interprétées dans la suite de ce travail.

Enfin, afin de comparer chaque modalité de chaque typologie, des histogrammes ont été réalisés. Puis, afin de mettre en évidence les différences significatives ($\alpha = 0,05$) des critères de performance au sein des typologies, un test de la variance de Kruskal-Wallis, adapté aux populations anormales (Elliott & Hynan, 2011), suivi d'un test post-hoc de Wilcoxon, adapté aux comparaisons deux-à-deux en présence de plusieurs populations (Benavoli *et al.*, 2016),

avec une correction Bonferroni pour limiter les erreurs sont utilisés systématiquement, car les critères de performance ne suivent pas une loi normale. En annexe, figure le détail des p-valeurs des tests (Figure 63). D'ailleurs, le CAET ne suivant pas une loi normale (Test de Shapiro-Wilk, p-valeur = 1,685e-05), a été comparé de la même façon.

3. Résultats

Les résultats présentent en premier lieu une analyse comparative de l'étape 1 entre les différentes modalités de chaque typologie. Ensuite, ils se focalisent sur les dix principes de l'agroécologie. Puis, l'étape 2 débute par trois tables de corrélation, interprétées par la suite dans les différentes dimensions des critères de performance, à l'aide d'histogrammes reprenant chaque modalité de chaque typologie. Enfin, de nouveaux histogrammes permettent de comparer les années 2022 et 2024.

3.1. Analyse des données de 2024

3.1.1. Taille des exploitations

Tout d'abord, il faut considérer que les exploitations ne sont pas également réparties dans chaque typologie.

Figure 17 : Répartition des exploitations dans les différentes typologies

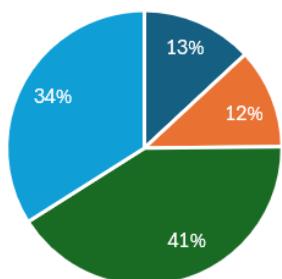
	N'Dali	50
Commune	Toucountouna	52
	Tchaourou	51
Système de production	Pastoralisme	61
	Exploitation agricole	74
Niveau d'agroécologie	Agroforesterie	18
	transition forte	27
	transition moyenne	38
	transition faible	88

Source : (Auteur, 2025), n = 153

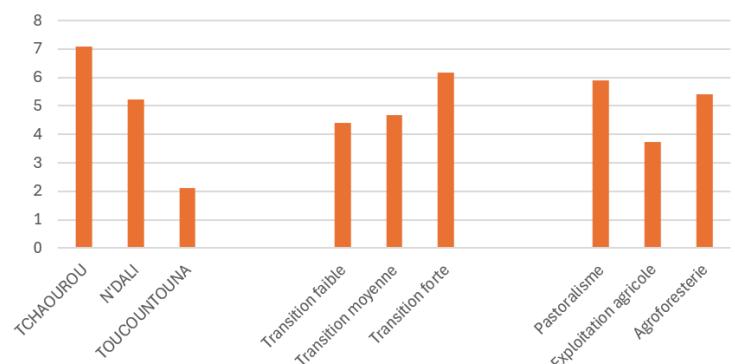
Les exploitations agricoles sont majoritairement de petite taille, 75 % d'entre elles occupent moins de cinq hectares. Une nette différence de superficie est visible entre les différentes communes. Les exploitations en transition forte disposent en moyenne d'une plus grande superficie.

Figure 18 : À gauche : Répartition des exploitations selon leur superficie (en ha) et à droite ; Superficie moyenne des exploitations par typologie

Répartition des exploitations selon leur superficie
Très petite < 2 ha ; Petite = 2–5 ha ; Moyenne = 5–10 ha ; Grande > 10 ha



Superficie moyenne des exploitations (en hectares) par catégorie selon les différentes typologies

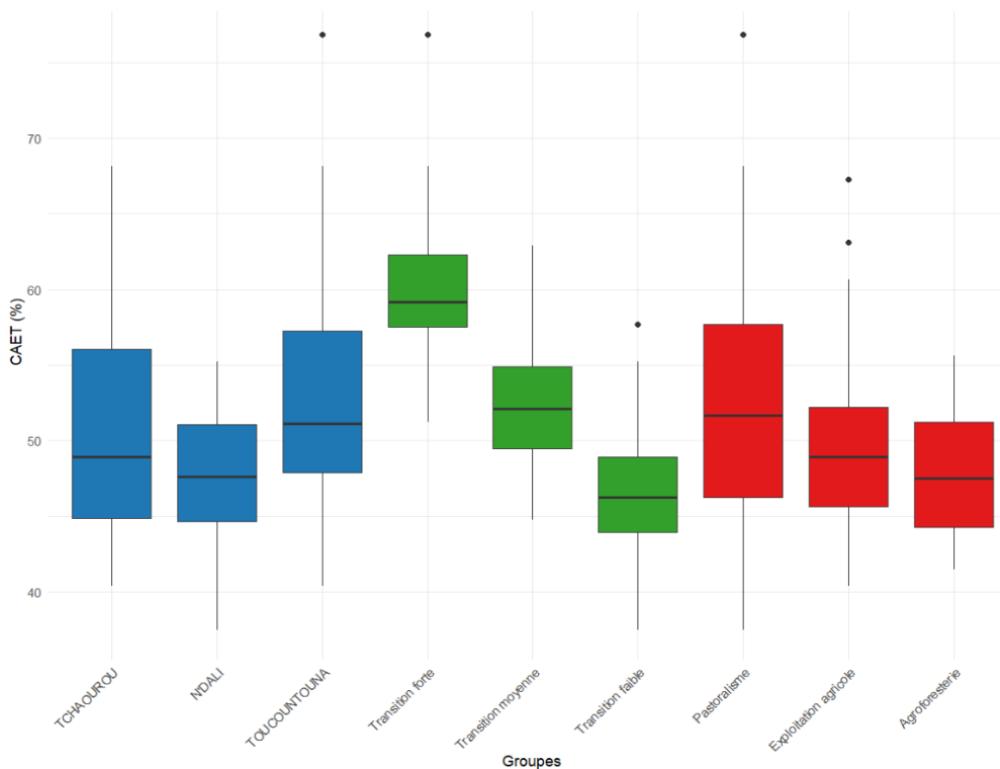


Source : (Auteur, 2025), n = 153, légende : différence significative entre Toucountouna et les 2 autres communes

3.1.2. Étape 1 : Caractérisation de la transition agroécologique (CAET)

La figure suivante (Figure 19) présente chaque modalité de chaque typologie sous forme de boxplots. La ligne noire représente ici la médiane et non la moyenne. Une différence significative ($\alpha = 0,05$) a été trouvée d'une part entre les différents niveaux de transition et d'autre part entre la commune de N'Dali et Toucountouna.

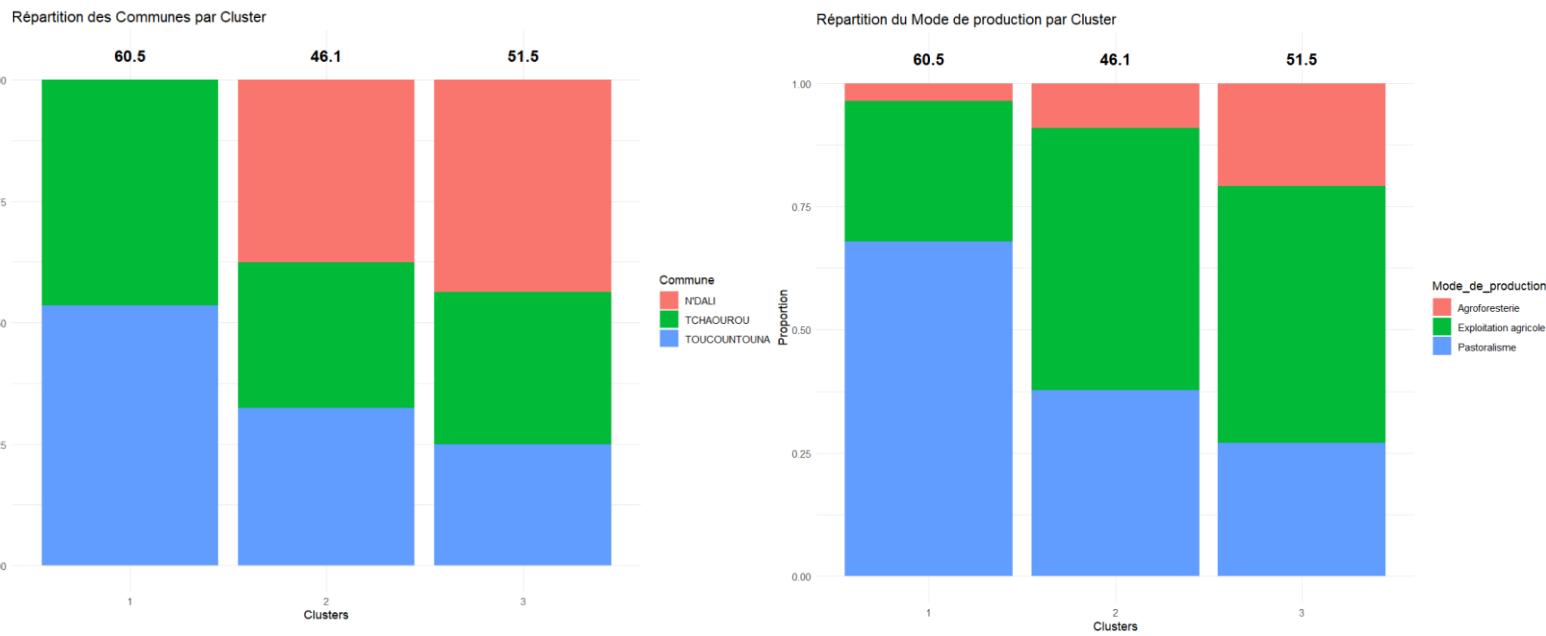
Figure 19 : Boxplots des CAET de chaque modalité de chaque typologie



Source : (Auteur, 2025), $n = 153$, légende : différence significative entre Toucountouna et N'Dali ainsi qu'entre chaque niveau de transition

Les graphiques ci-dessous (Figure 20) ont été créés afin de voir la répartition de la typologie « Commune » et « Mode de production » au sein de la typologie « Niveau de transition » construite de toutes pièces grâce au clustering de R. McDonald (2014) recommande d'utiliser le test de Fisher lorsque la taille totale de l'échantillon est petite, soit moins de 1000 observations, pour vérifier s'il existe une dépendance entre 2 variables. Ainsi, le test de Fisher a donné une p-valeur de 0,00012, bien inférieure au seuil théorique de 0,05 entre les clusters et les communes. La composition des groupes varie donc significativement selon la commune d'origine des exploitations. La même conclusion a été trouvée entre les clusters et les modes de production, avec une p-valeur de 0,0046. En résumé, la composition des clusters dépend à la fois fortement des communes et du mode de production.

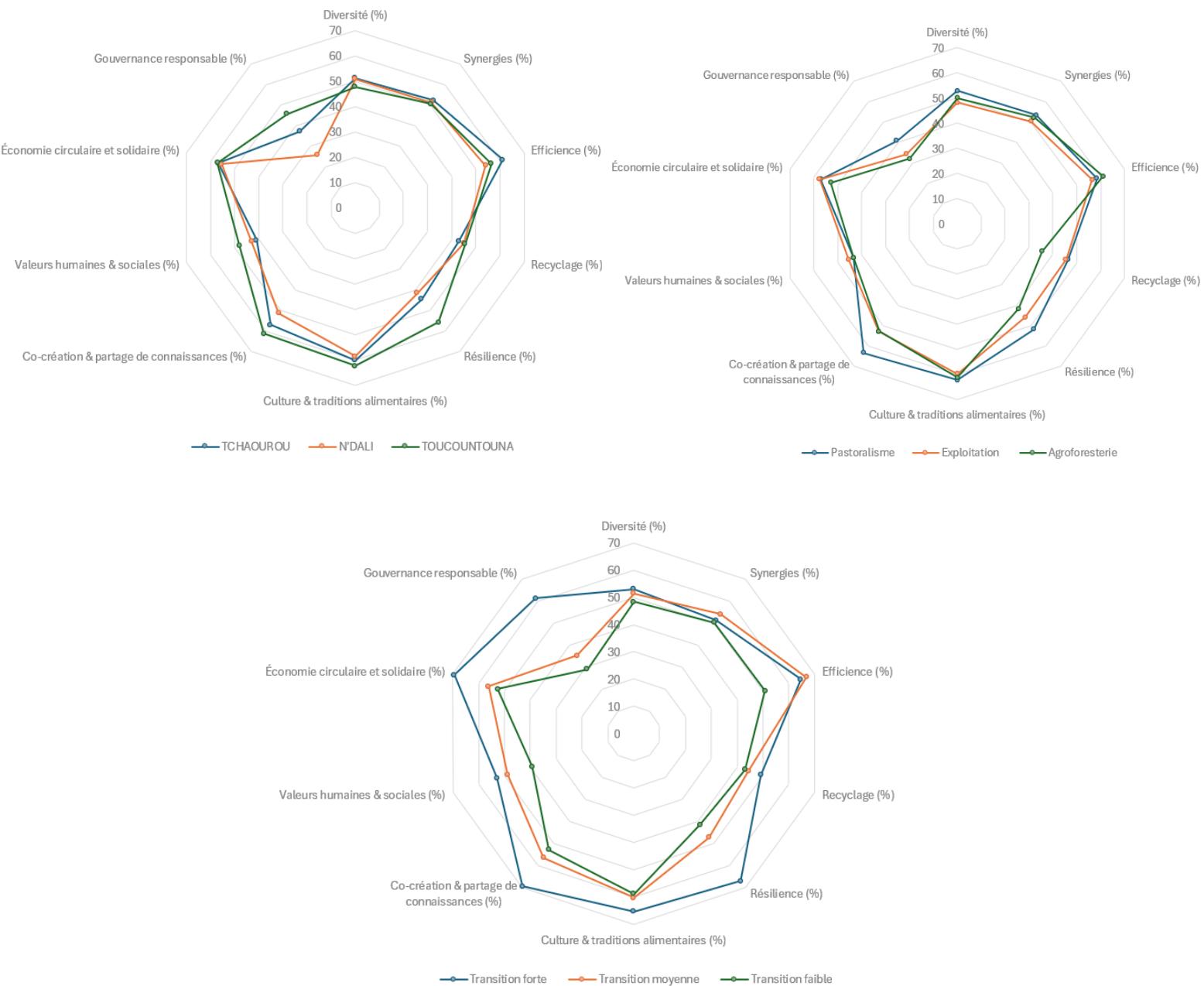
Figure 20 : À gauche ; Distribution des communes au sein des différents groupes "Niveau de transition" et à droite ; distribution des mode de production au sein des différents groupes "Niveau de transition" (Le chiffre au-dessus représente la moyenne des scores CAET pour chaque groupe)



Source : (Auteur, 2025), n = 153

Afin de mieux représenter les valeurs des scores CAET des dix principes de l'agroécologie, la FAO (2021) recommande de réaliser des visualisations sous forme de diagrammes en radar. La commune de Toucountouna obtient une moyenne CAET de 53 et se démarque graphiquement par des scores plus élevés dans le principe de la gouvernance responsable et dans le principe de la résilience. La commune de Tchaourou obtient un score CAET moyen de 50 tandis que la commune de N'Dali obtient un score CAET moyen de 48. Ensuite, les exploitations pastorales obtiennent un score CAET moyen de 53 et se démarquent graphiquement par des scores plus élevés dans les principes de la résilience, de la gouvernance responsable et de la co-création et partage des connaissances. Les exploitations pratiquant l'agroforesterie obtiennent un score CAET moyen plus faible, 48 contre 50 pour les exploitations agricoles, et ont un score de recyclage également plus faible. Pour finir, il est logique de constater que les exploitations en forte transition obtiennent des scores CAET moyens plus élevés et inversement. En annexe, figure un tableau contenant les valeurs arrondies ayant servi à réaliser les différents diagrammes en radar (Figure 21).

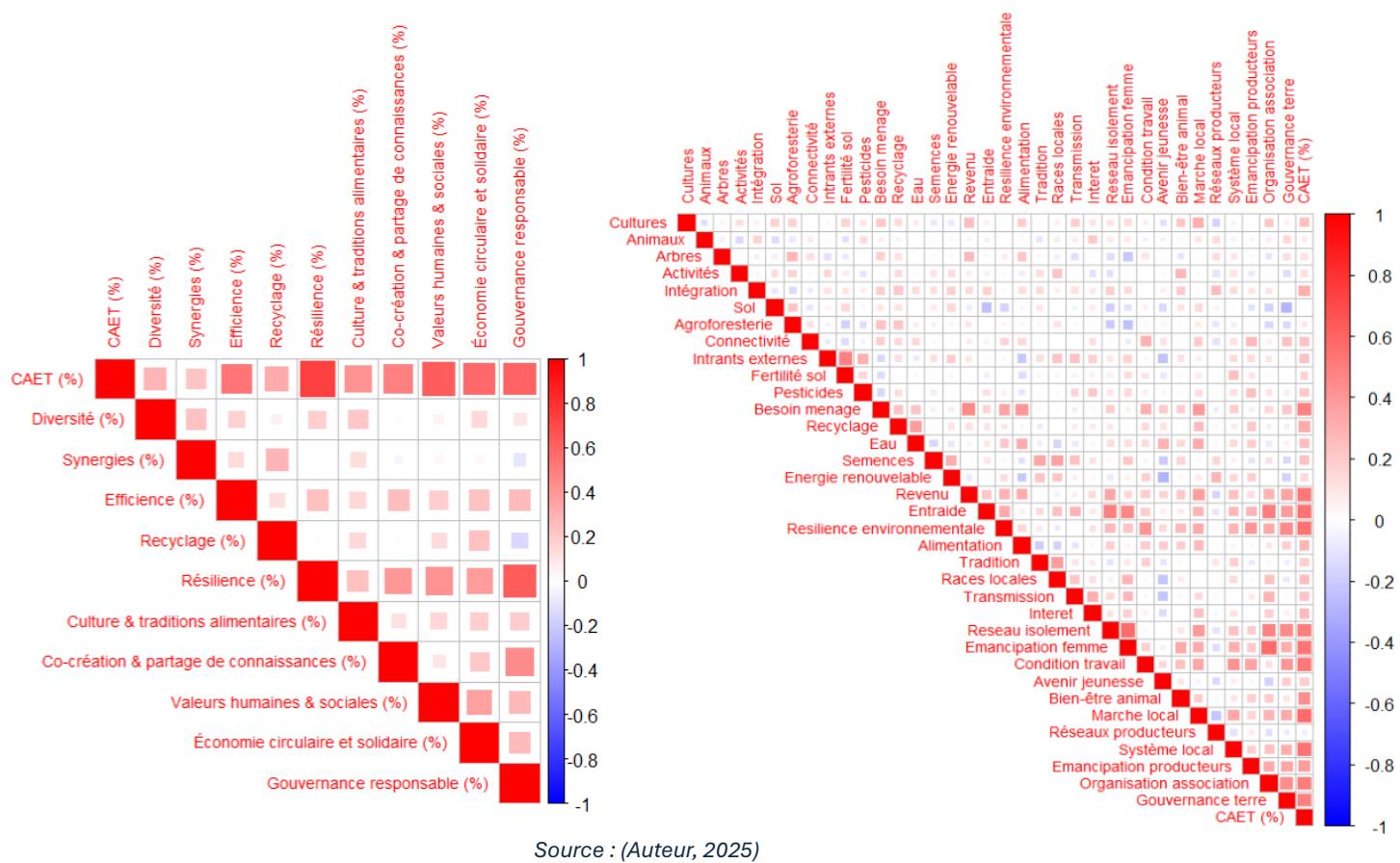
Figure 21 : Diagramme en radar pour chaque typologie



Source : (Auteur 2025)

En utilisant un coefficient de corrélation de Spearman, adapté aux variables non normales (table de corrélation de gauche) (Myers & Leann, 2014) et aux variables ordinaires (table de corrélation de droite) (Schober *et al.*, 2018), il est observé que certaines questions liées à un principe de l'agroécologie sont corrélées négativement à d'autres (Figure 22, à droite). En annexe, figure une table de corrélation reprenant les plus significatives ($\alpha = 0,05$) (Figure 60). Ce qui signifie qu'être performant dans un critère précis d'un principe de l'agroécologie peut entraîner la baisse de performance dans un autre. Malgré cela, quasiment tous les principes de l'agroécologie restent corrélés positivement ensemble excepté la gouvernance responsable avec le recyclage et les synergies (Figure 22, à gauche) et 28 questions sur 35 sont corrélées significativement ($\alpha = 0,05$) positivement avec le CAET (Figure 60).

Figure 22 : À droite : table de corrélation triangulaire illustrant les corrélations entre les dix éléments de l'agroécologie et à gauche, table de corrélation triangulaire plus large, illustrant les corrélations entre chaque question des dix éléments de l'agroécologie prévue par l'outil TAPE

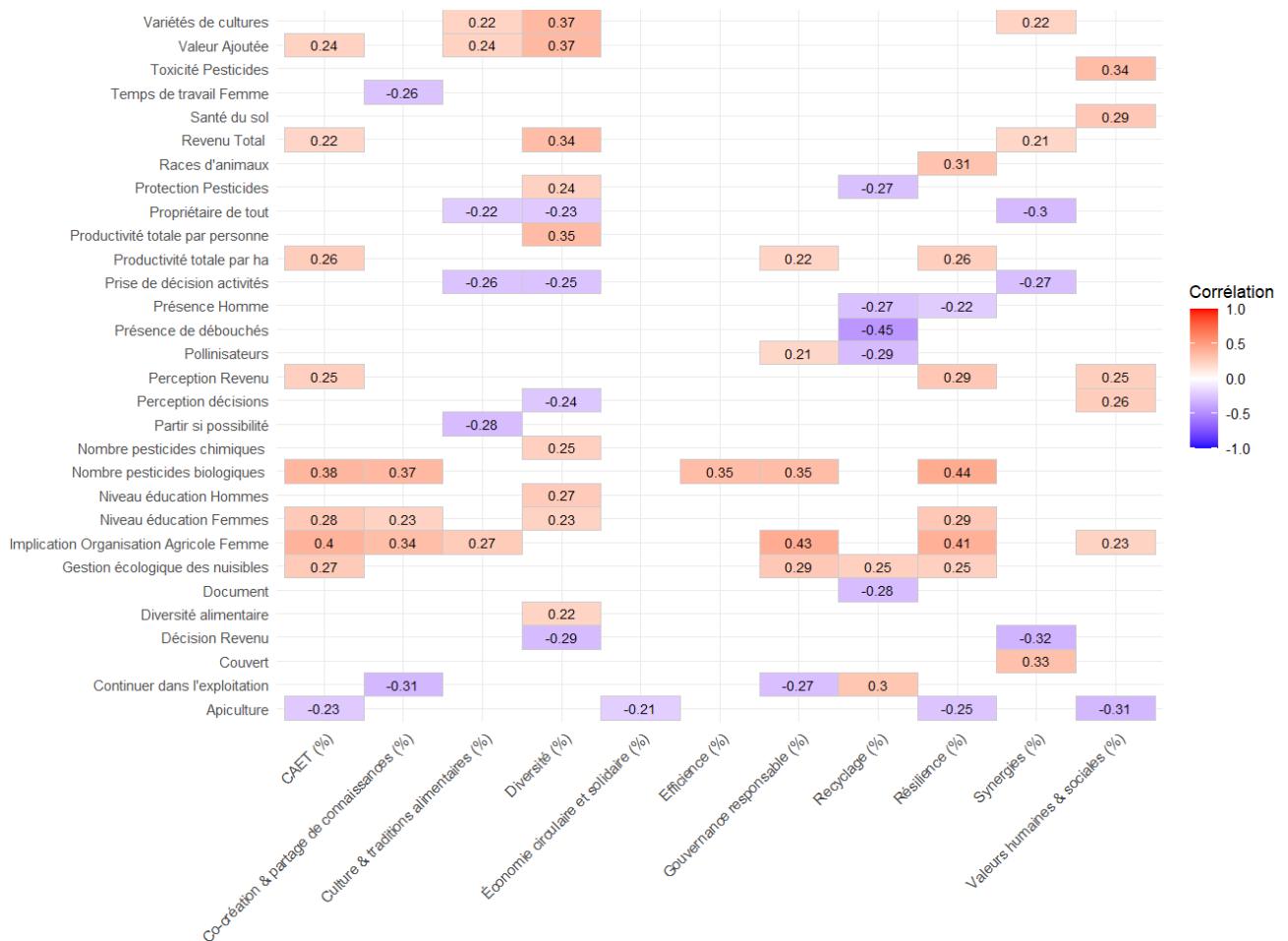


Source : (Auteur, 2025)

3.1.3. Étape 2 : Critères de performance de base

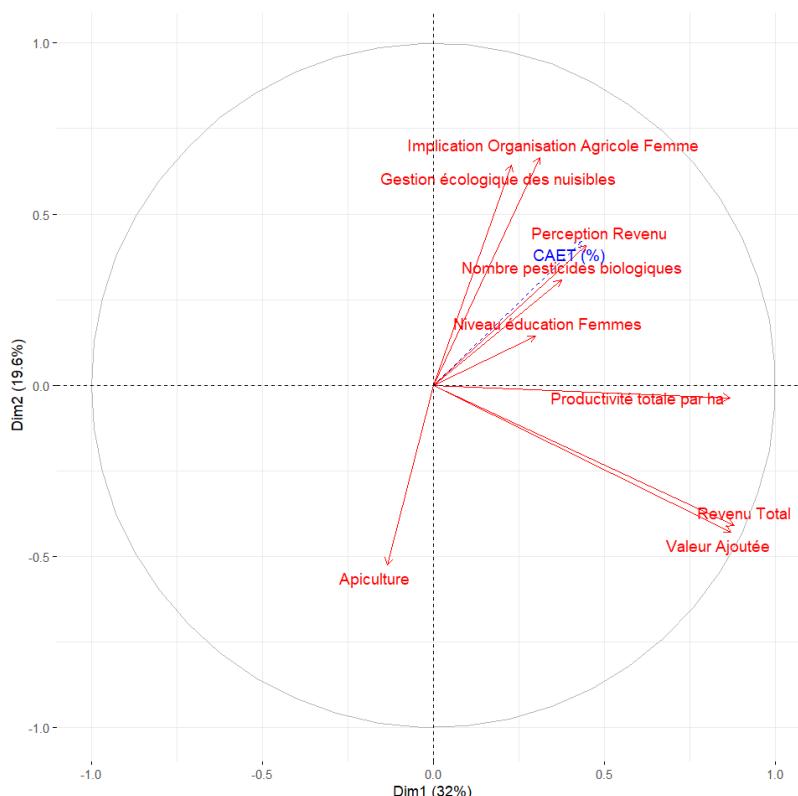
Les critères de performance analysés dans ce travail (Figure 62) ont été conçus à partir de la figure 12. La table suivante (Figure 23) illustre les critères de performance directement corrélés ($\alpha = 0,01$) au CAET et aux dix principes de l'agroécologie. Bien qu'il ne soit pas possible, à ce stade de l'analyse, de déterminer si ces liens sont des causes ou des conséquences, une fois que le CAET, c'est-à-dire le niveau d'agroécologie des exploitations, augmente, plusieurs critères augmentent également : le revenu, la valeur ajoutée, la productivité par hectare, la perception du revenu, le nombre de pesticides biologiques utilisés, le niveau d'éducation des femmes, l'implication de celles-ci dans des organisations agricoles ainsi que le nombre de méthodes écologiques utilisées pour combattre les nuisibles. En revanche, quand les abeilles sont élevées dans l'agroécosystème, le CAET diminue. Ensuite, une analyse en composantes principales a été réalisée avec tous ces critères (Figure 24). Les critères économiques, bien qu'ils soient corrélés positivement, semblent contribuer d'une autre manière que les autres critères, comme en témoigne leur orientation plus proche de l'axe 1. Ceux-ci n'expliquent pas le même type de variation des données du CAET. Enfin, les figures 25 et 26 sont les deux autres tables de corrélation introduites dans la rubrique 2.6.

Figure 23 : Table de corrélation conservant seulement les corrélations significatives ($\alpha = 0.01$) entre les dix éléments de l'agroécologie, le CAET, ainsi que tous les critères de performances conservés lors du traitement des données



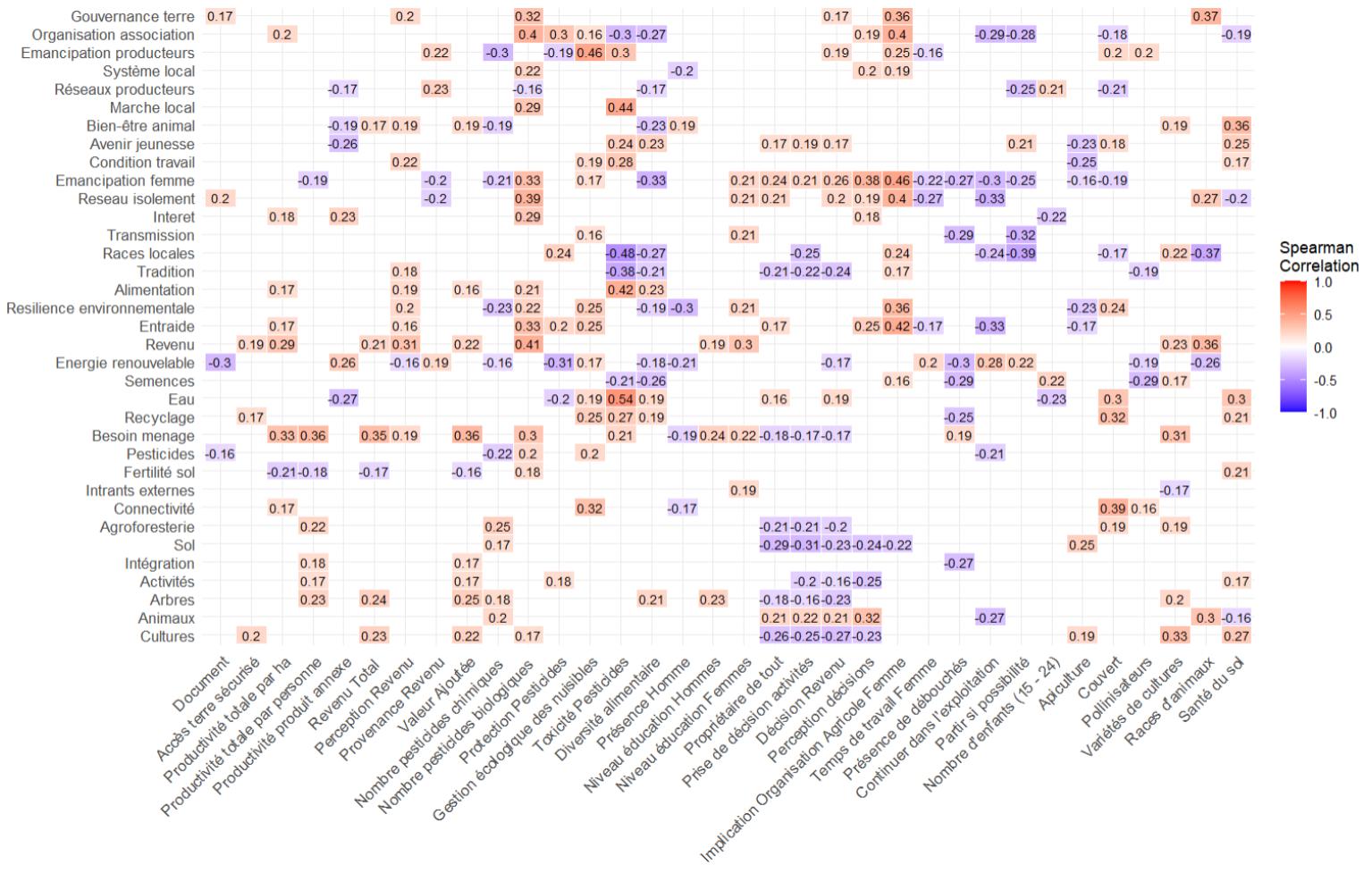
Source : (Auteur, 2025)

Figure 24 : Analyse en composantes principales des variables les plus corrélées au CAET, ajouté ultérieurement



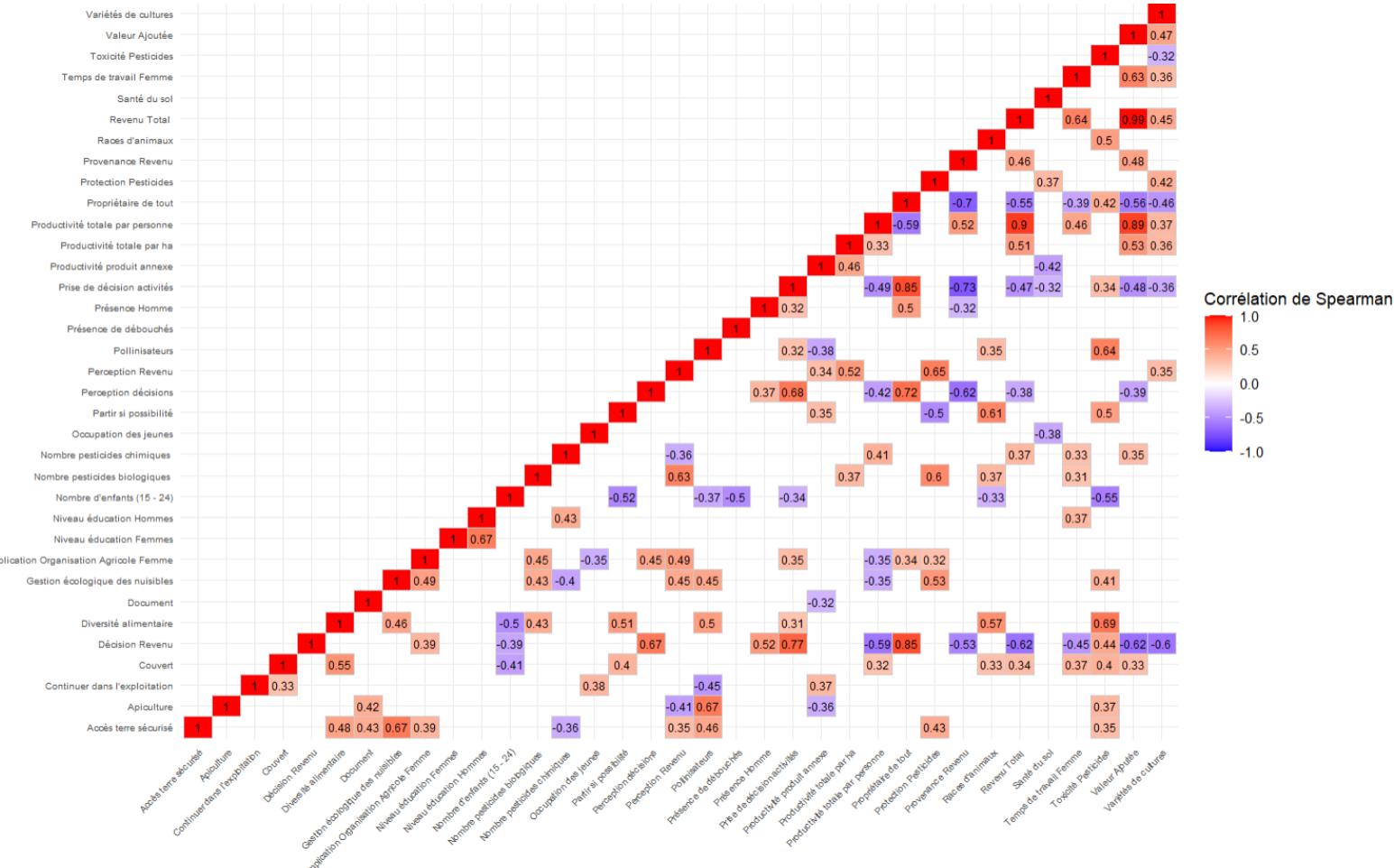
Source : (Auteur, 2025)

Figure 25 : Table de corrélation conservant seulement les corrélations significatives ($\alpha = 0.05$) avec les 35 réponses aux questions de l'étape 1 ainsi que tous les critères de performances conservés lors du traitement des données



Source : (Auteur, 2025)

Figure 26 : Table de corrélation triangulaire illustrant les corrélations significatives ($\alpha = 0.05$) entre tous les critères de performances conservés lors du traitement des données

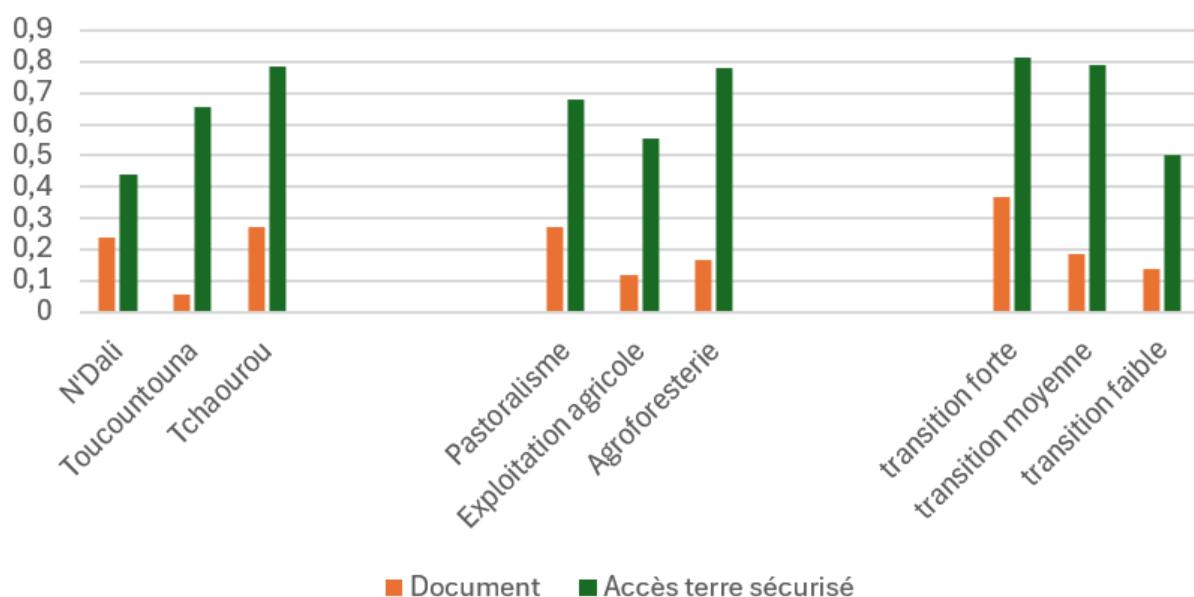


Source : (Auteur, 2025)

3.1.3.1. La dimension de la gouvernance

D'après ces histogrammes (Figure 27), un document légal ne garantit pas toujours un accès sécurisé à la terre ou à la mobilité (cas des exploitants transhumants) plus élevé, à l'instar des exploitants pastoraux. En moyenne, les exploitants de la commune de N'Dali possèdent presque autant de documents légaux que les exploitants de Tchaourou mais ont un accès presque deux fois moins sûr à la terre ou à la mobilité. Par ailleurs, les exploitants de Toucountouna sont en possession de beaucoup moins de documents. Ensuite, les exploitants des exploitations les plus agroécologiques possèdent en moyenne plus de documents légaux et un meilleur accès sécurisé à la terre ou à la mobilité. Enfin, d'après la table de corrélation (Figure 23), la présence d'un document implique un niveau de recyclage moindre et plus précisément une moins forte utilisation d'énergie renouvelable et/ou autoproduite (Figure 25).

Figure 27 : Histogrammes des critères de performance de la dimension de la gouvernance pour chaque typologie



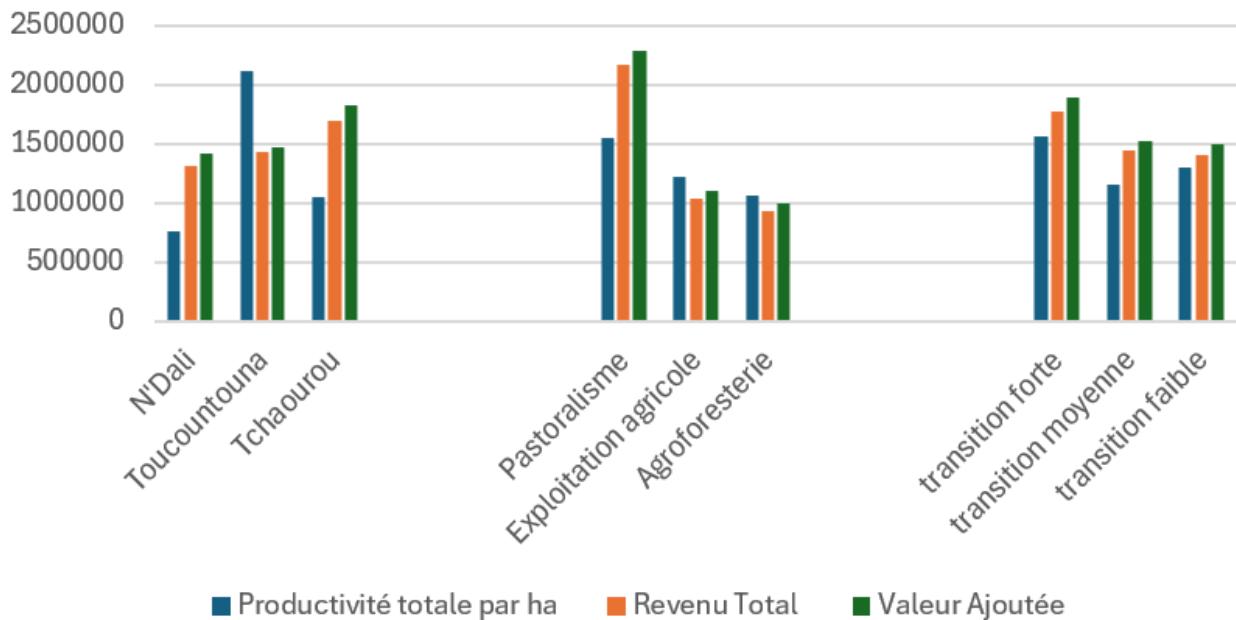
Source : (Auteur, 2025), n = 153, légende : Présence de document, différence significative entre Toucountouna et les autres communes ainsi qu'entre la transition forte et faible ; Accès terre sécurisé, différence significative entre N'Dali et Tchaourou et entre la transition faible et les deux autres transitions

3.1.3.2. La dimension économique

Les exploitants pastoraux génèrent les meilleurs revenus et valeurs ajoutées. Ensuite, les exploitants les plus agroécologiques obtiennent en moyenne un meilleur revenu, une meilleure valeur ajoutée ainsi qu'une meilleure productivité, même si les différences ne sont pas significatives, en partie grâce aux corrélations significatives positives avec les principes de la diversité et des synergies pour le revenu total, avec les principes des cultures et traditions alimentaires et de la diversité pour la valeur ajoutée, et avec les principes de la gouvernance responsable et des synergies pour la productivité totale par hectare (Figure 23). Enfin, le revenu

est corrélé positivement à la présence de couverts végétaux et à une grande diversité de variétés culturales et négativement corrélé à un niveau élevé de propriété des femmes et de prise de décision des femmes (Figure 26). La productivité totale par hectare, plus élevée à Toucountouna et dans les exploitations pastorales, est quant à elle corrélée positivement avec l'application de pesticides biologiques (Figure 26). Mais à Toucountouna, cette différence n'apporte pas nécessairement un revenu et une valeur ajoutée supérieure.

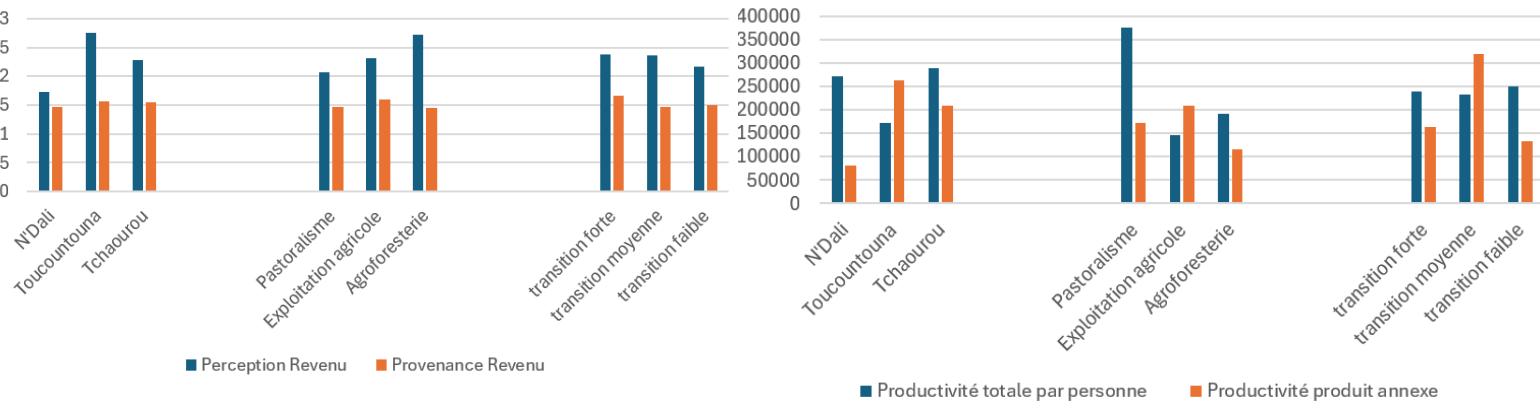
Figure 28 : Histogrammes des critères de performance de la dimension économique pour chaque typologie



Source : (Auteur, 2025), n = 152, légende : Productivité totale par ha, différence significative entre Toucountouna et les autres communes ainsi qu'entre exploitation agricole et pastoralisme ; Revenu total, différence significative entre pastoralisme et exploitation agricole ; Valeur ajoutée, différence significative entre pastoralisme et exploitation agricole

Les exploitants de la commune de Toucountouna estiment percevoir plus de revenus qu'il y a trois ans comparés aux autres communes, même si réellement ce ne sont pas eux qui en perçoivent le plus. Néanmoins, une perception du revenu élevée est corrélée significativement avec un meilleur score CAET. Les exploitants pastoraux ont une productivité par personne beaucoup plus élevée, ce qui est corrélé significativement à un haut score de diversité (Figure 23). De plus, les revenus tendent à provenir majoritairement de l'agriculture lorsqu'il existe un réseau de vente direct avec le consommateur en limitant les intermédiaires (Figure 25).

Figure 29 : Autres histogrammes des critères de performance de la dimension économique pour chaque typologie

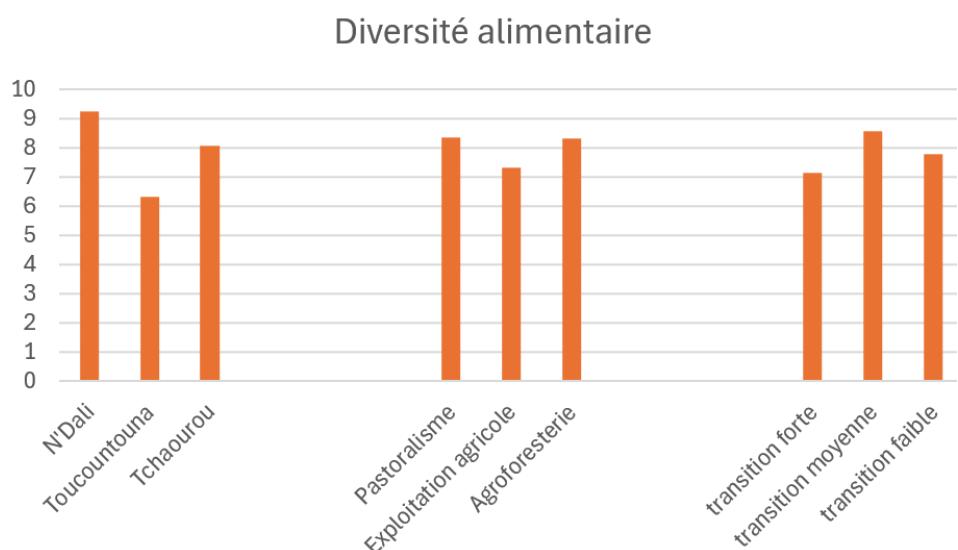


Source : (Auteur, 2025), n = 153 (à gauche) et n = 152 (à droite), légende : Perception Revenu, différence significative entre chaque commune ainsi qu'entre agroforesterie et pastoralisme ; Productivité totale par personne, différence significative entre Toucountouna et N'Dali ainsi qu'entre exploitation agricole et pastoralisme

3.1.3.3. La dimension de la santé et de la nutrition

Les familles des exploitations les plus agroécologiques ne sont pas celles qui consomment le plus d'aliments différents au cours d'une journée, même si la différence n'est pas significative. Effectivement, c'est à Toucountouna que les ménages mangent le moins diversifié. La diversité alimentaire augmente avec l'implication décisionnelle des femmes et l'adoption de pratiques agricoles durables, mais diminue avec le nombre d'enfants (Figure 26). Et celle-ci diminue également avec la présence de races locales et d'un grand respect des traditions (Figure 25).

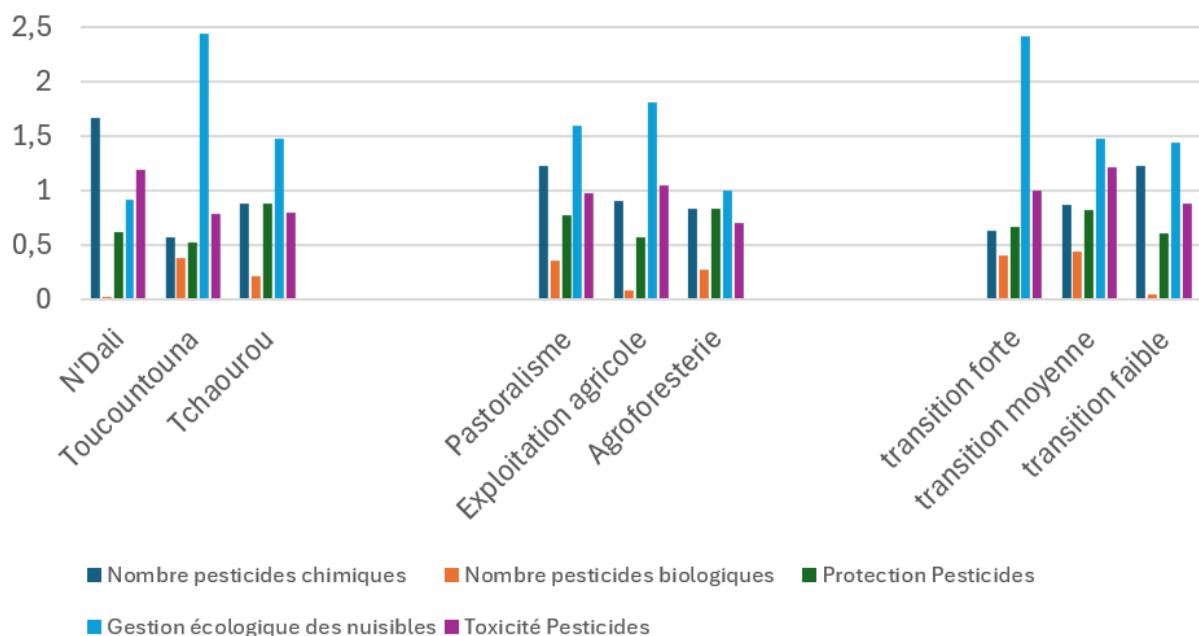
Figure 30 : Histogrammes des critères de performance de la dimension de la nutrition pour chaque typologie



Source : (Auteur, 2025), n = 153, légende : Diversité alimentaire, différence significative entre Toucountouna et les deux autres communes

Les exploitants gérant les exploitations les plus agroécologiques utilisent moins de pesticides chimiques et plus de pesticides biologiques, ce qui est d'ailleurs fortement corrélé avec le principe de résilience, de co-création et partage de connaissances, d'efficience et de gouvernance responsable (Figure 23). Ensuite, à N'Dali, les exploitants utilisent beaucoup de pesticides chimiques toxiques et quasiment aucun pesticide biologique ni aucune méthode de gestion écologique des nuisibles. Puis, les exploitants pastoraux utilisent le plus de pesticides, qu'ils soient chimiques ou biologiques. De plus, les exploitations les plus agroécologiques ont une meilleure gestion écologique des nuisibles, tout comme celles de la commune de Toucountouna, et à l'inverse de celles pratiquant l'agroforesterie. Enfin, les femmes s'impliquant activement dans des organisations agricoles amènent une meilleure gestion écologique des nuisibles, une perception d'un accès plus sûr à la terre et une utilisation plus importante de pesticides biologiques (Figure 26). Bien que les pesticides chimiques apportent une meilleure productivité par personne et un meilleur revenu, les exploitants qui les utilisent estiment gagner moins et c'est l'inverse pour les pesticides biologiques, qui apportent d'ailleurs une meilleure productivité par hectare et un revenu plus stable (Figure 26). Pour terminer, les exploitants utilisent des pesticides moins toxiques lorsqu'ils vendent leurs produits dans un marché local (Figure 25).

Figure 31 : Histogrammes des critères de performance de la dimension de la santé pour chaque typologie

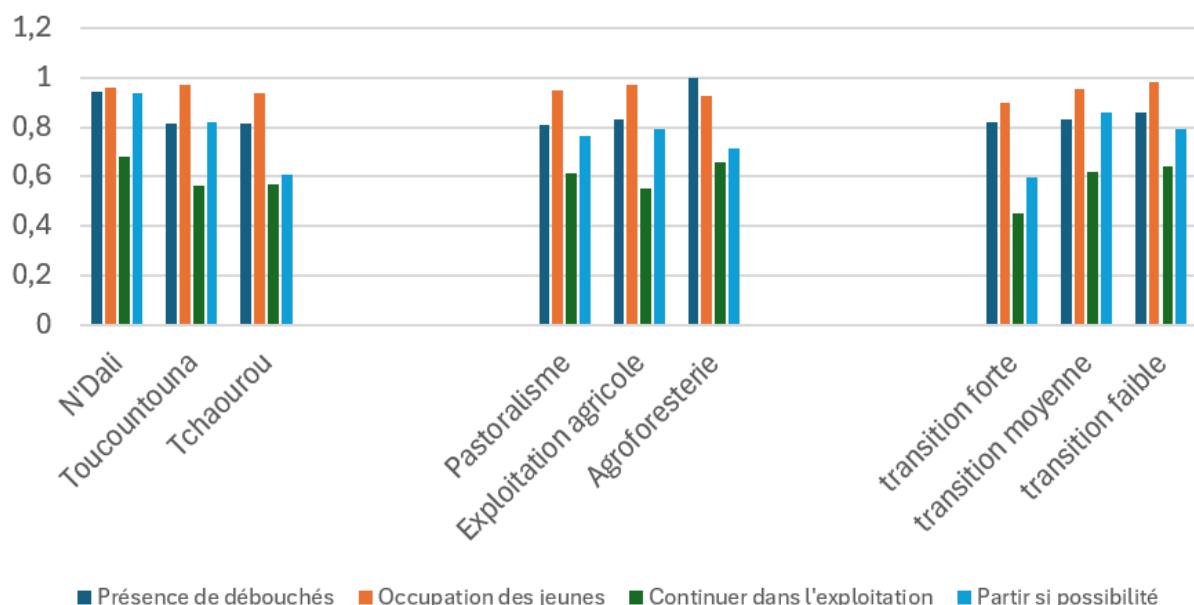


Source : (Auteur, 2025), n = 153 (et Toxicité pesticides : n = 99), légende : Nombres pesticides chimiques, différence significative entre N'Dali et les 2 autres communes, entre transition forte et faible ainsi qu'entre exploitation agricole et pastoralisme ; Nombres pesticides biologiques, différence significative entre N'Dali et Toucountouna, entre transition faible et les deux autres transition ainsi qu'entre exploitation agricole et pastoralisme ; Gestion écologique des nuisibles, différence significative entre chaque commune, entre transition faible et forte ainsi qu'entre agroforesterie et exploitation agricole ; Toxicité pesticides, différence significative entre N'Dali et Tchaourou

3.1.3.4. La dimension sociétale et culturelle

En agroforesterie, il y a plus de débouchés dans l'exploitation pour les jeunes, ce qui est corrélé très significativement à des scores de recyclage moindres et plus précisément moins de recyclage de biomasse, moins d'autoproduction de semences, moins d'utilisation d'énergie renouvelable et également moins de partage de connaissances (Figure 25). Il y a légèrement plus de débouchés à N'Dali, raison pour laquelle les jeunes souhaitent davantage rester au sein de l'exploitation, ce qui est corrélé avec la présence de moins de races locales (Figure 25). À Tchaourou, les jeunes ont plus tendance à vouloir émigrer si l'occasion se présente. Ensuite, les jeunes des exploitations les plus agroécologiques, soit quand beaucoup de critères écologiques sont remplis, ont en moyenne moins envie de continuer dans l'exploitation et partiraient s'ils en avaient la possibilité mais la différence n'est pas significative (Figure 32). Enfin, plus les femmes fréquentent des organisations agricoles, moins les enfants sont scolarisés et/ou travailleurs (Figure 26). Et, plus l'alimentation est diversifiée et les races d'animaux nombreuses, plus les jeunes témoignent l'envie de rester dans l'exploitation mais pas forcément d'y travailler (Figure 26). Les jeunes sont davantage enclins à travailler dans l'exploitation lorsque celle-ci n'est pas impliquée dans des réseaux d'agriculteurs (Figure 25).

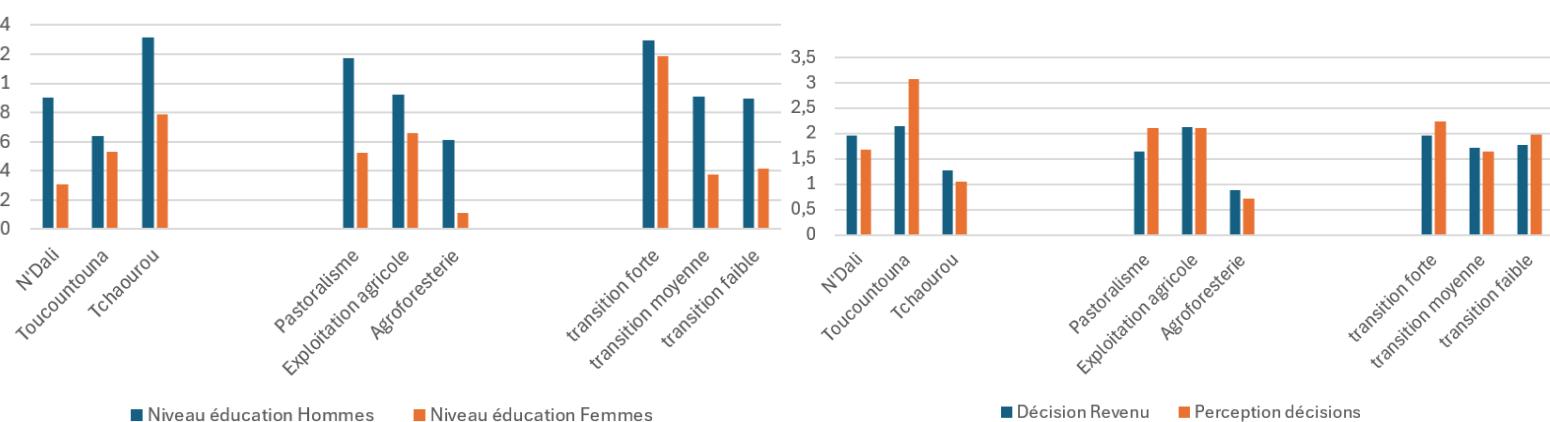
Figure 32 : Histogrammes des critères de performance de la dimension sociétale et culturelle pour chaque typologie



Source : (Auteur, 2025), n = 98 (et Présence de débouchés : n = 106), légende : Présence de débouchés, différence significative entre pastoralisme et agroforesterie ; Partir si possibilité, différence significative entre N'Dali et Tchaourou

Les exploitations les plus agroécologiques sont tenues par des hommes et des femmes surtout, avec un niveau d'éducation élevé, ce qui amène d'ailleurs des revenus stables (Figure 25). Les hommes à Tchaourou sont davantage instruits qu'à Toucountouna, et les femmes prennent moins de décisions concernant le revenu à Tchaourou. La même logique s'applique en agroforesterie même si la différence d'éducation des hommes n'est pas significative (Figure 33). Puis, logiquement, les femmes ont la perception de prendre beaucoup de décisions à Toucountouna et moins à Tchaourou et en agroforesterie. Enfin, plus les femmes prennent de décisions concernant le revenu, ce qui se passe quand elles ont moins d'enfants, plus les principes de diversité et des synergies baissent (Figure 23), ainsi que certains critères économiques (Figure 26).

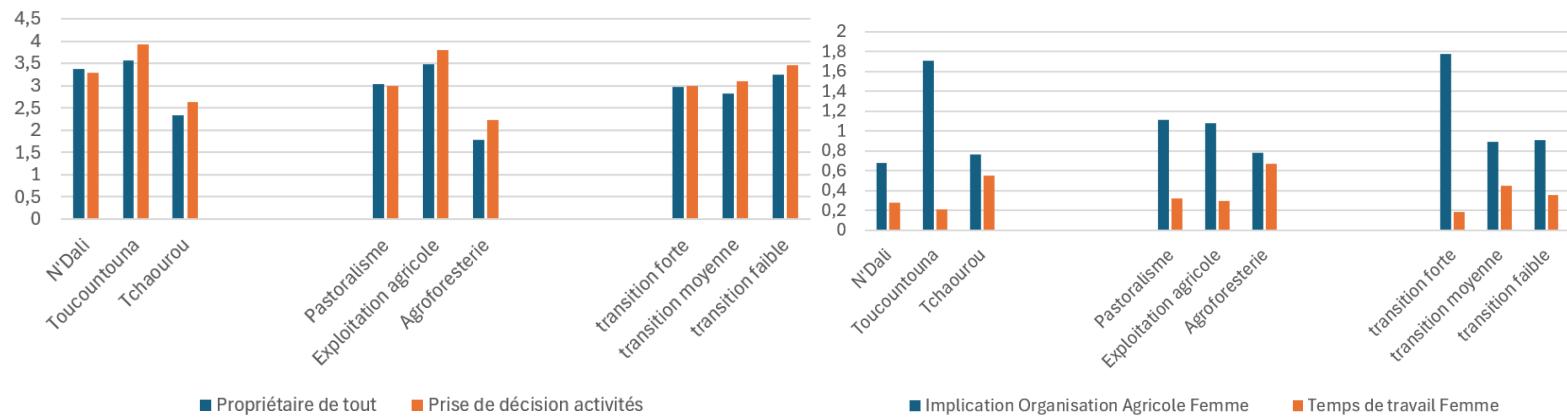
Figure 33 : Autres histogrammes des critères de performance de la dimension sociétale et culturelle pour chaque typologie



Source : (Auteur, 2025), n = 153 (et Niveau éducation Hommes : n = 137, Niveau éducation Femmes : n = 151), légende : Niveau éducation Hommes, différence significative entre Tchaourou et Toucountouna ; Niveau éducation Femmes, différence significative entre transition forte et faible ; Décision Revenu, différence significative entre Tchaourou et les deux autres communes ainsi qu'entre exploitation agricole et agroforesterie ; Perception décisions, différence significative entre chaque commune ainsi qu'entre agroforesterie et les deux autres modes de production

En agroforesterie et à Tchaourou, les femmes sont moins propriétaires des cultures et des semences, des animaux, des actifs liés à des activités annexes, des actifs principaux et secondaires et prennent moins de décisions dans ces domaines. Ensuite, les femmes vivant à Toucountouna et dans les exploitations les plus agroécologiques sont beaucoup plus impliquées dans des organisations agricoles, ce qui est fortement corrélé à un CAET élevé (Figure 23). Mais les femmes travaillent également plus que les hommes à Toucountouna, contrairement à Tchaourou et en agroforesterie. Les femmes travaillent également plus dans les exploitations les plus agroécologiques mais la différence n'est pas significative (Figure 34).

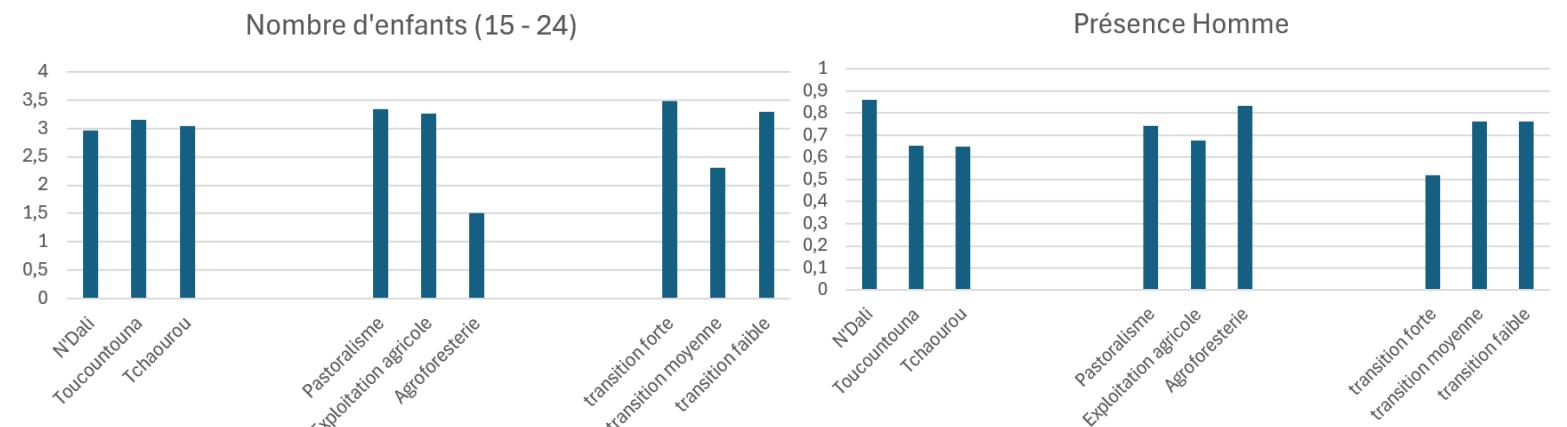
Figure 34 : Autres histogrammes des critères de performance de la dimension sociétale et culturelle pour chaque typologie



Source : (Auteur, 2025), $n = 153$, légende : Propriétaire de tout, différence significative entre Tchaourou et les deux autres communes ainsi qu'entre agroforesterie et les deux autres modes de production ; Prise de décision activités, différence significative entre Tchaourou et Toucountouna ainsi qu'entre exploitation agricole et les deux autres modes de production ; Implication organisation agricole femme, différence significative entre Toucountouna et les deux autres communes ainsi qu'entre transition forte et les deux autres transitions ; Temps de travail femme, différence significative entre Tchaourou et les deux autres communes ainsi qu'entre agroforesterie et les deux autres modes de production

En agroforesterie, le nombre d'enfants au sein des ménages est nettement inférieur. Ensuite, plus le nombre d'enfants augmente, moins les producteurs montrent de l'intérêt pour l'agroécologie (Figure 25), ce qui engendre une baisse significative de certains critères écologiques, mais également du pouvoir décisionnel des femmes et du nombre de débouchés (Figure 26). Enfin, les femmes issues des exploitations les plus agroécologiques ont davantage répondu en présence d'un homme (Figure 35). Effectivement, quand les femmes répondent seules au questionnaire, celles-ci déclarent une utilisation moindre des énergies renouvelables et une résilience environnementale plus faible (Figure 25) ainsi que des sources de revenus provenant de l'extérieur plus importantes (Figure 26).

Figure 35 : Autres histogrammes des critères de performance de la dimension sociétale et culturelle pour chaque typologie

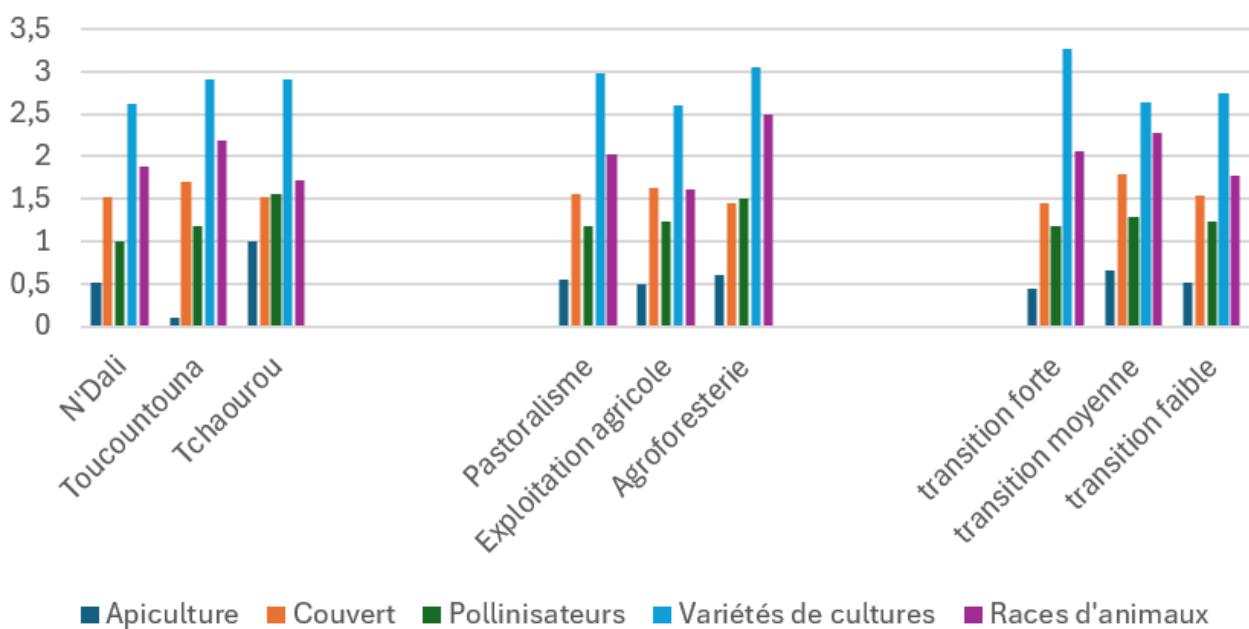


Source : (Auteur, 2025), légende : Nombre d'enfants (15 – 24), n = 106, différence significative entre Agroforesterie et les deux autres modes de production ; Présence Homme, n = 153, différence significative entre N'Dali et les deux autres communes ainsi qu'entre transition forte et faible

3.1.3.5. La dimension environnementale

Les exploitations les plus agroécologiques utilisent davantage d'espèces végétales et de variétés de cultures, ce qui est corrélé à une meilleure productivité et à un meilleur revenu (Figure 26). À Toucountouna, l'apiculture est quasiment absente, contrairement à Tchaourou où l'apiculture et les pollinisateurs sont bien implantés. L'apiculture est d'ailleurs la seule variable dont la corrélation avec le CAET est significativement négative (Figure 23). En effet, à mesure que l'apiculture se développe, la résilience environnementale, l'entraide entre agriculteurs, l'indépendance vis-à-vis de l'agro-industrie ainsi que l'émancipation des femmes et des jeunes diminuent (Figure 25). Enfin, plus la présence de pollinisateurs augmente, moins les semences sont autoproduites et les énergies renouvelables utilisées (Figure 25). Par ailleurs, plus le nombre de races d'animaux augmente, moins celles-ci sont locales et moins les énergies renouvelables sont utilisées, mais le revenu reste davantage stable et l'exploitant est davantage maître de sa terre (Figure 25).

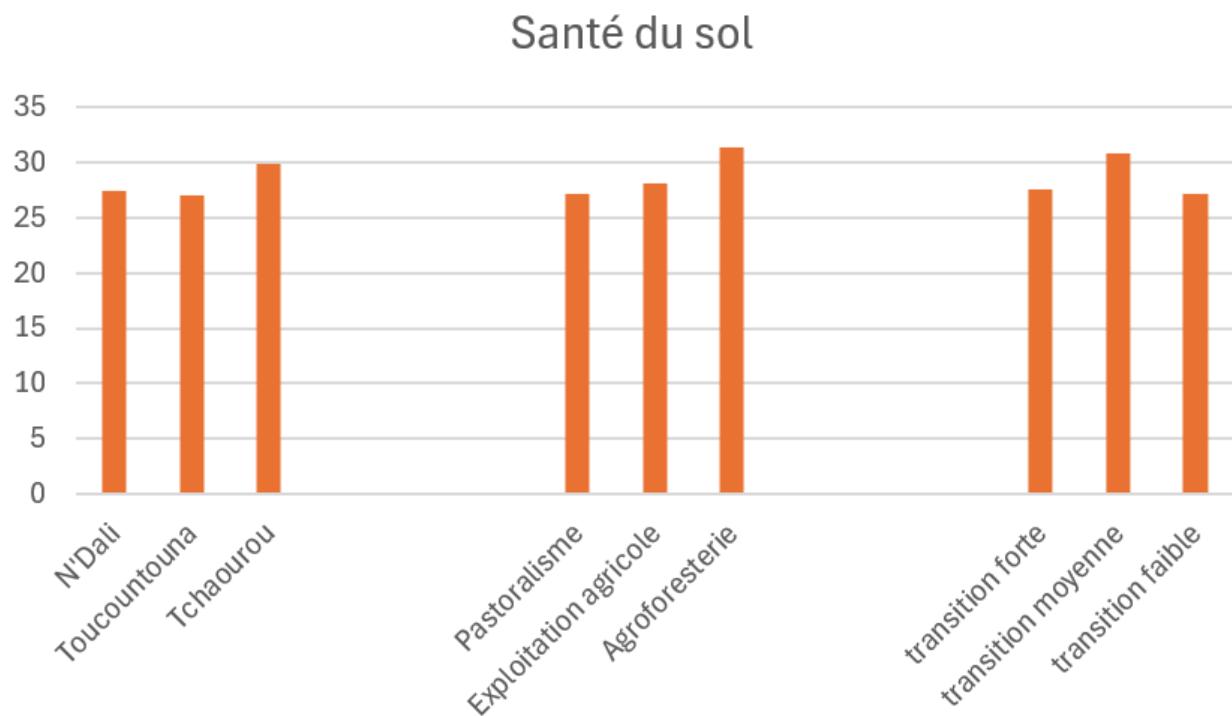
Figure 36 : Histogrammes des critères de performance de la dimension environnementale pour chaque typologie



Source : (Auteur, 2025), $n = 153$ (et Races d'animaux : $n = 76$), légende : Apiculture, différence significative entre chaque commune ; Polliniseurs, différence significative entre Tchaourou et les deux autres communes ; Variétés de cultures, différence significative entre transition forte et faible

Les exploitants de Tchaourou, ceux pratiquant l'agroforesterie ainsi que ceux issus des exploitations en transition moyenne possèdent des sols en meilleure santé. La santé des sols est positivement corrélée aux valeurs humaines et sociétales (Figure 23), ainsi qu'à une meilleure protection contre les pesticides (Figure 26). En revanche, plus le sol est fonctionnel, moins les jeunes travaillent ou sont scolarisés, et plus la productivité des produits annexes diminue (Figure 26). Enfin, plus le sol est en bonne santé, meilleur est le bien-être animal, le recyclage de l'eau et l'émancipation des jeunes (Figure 25).

Figure 37 : Autres histogrammes des critères de performance de la dimension environnementale pour chaque typologie



Source : (Auteur, 2025), n = 153, légende : Santé du sol, différence significative entre Tchaourou et Toucountouna, entre transition moyenne et les deux autres niveaux de transition ainsi qu'entre agroforesterie et pastoralisme

3.2. Analyse comparative des données récoltées en 2024 et en 2022

Les différentes variables et critères de performance de 2022 ont été repris d'un fichier Excel conservé par Eclosio et traité par Maria Zachou. En 2022, tous les critères de performance n'ont pas été recueillis, raison pour laquelle seule une partie d'entre eux sera comparée diachroniquement (Zachou, 2024).

Étant donné que le test de Shapiro-Wilk a révélé qu'aucune variable de l'étape 2, hormis le CAET 2022, ne suivait une distribution normale, le test de Wilcoxon Rank Sum a été préféré pour les analyses qui suivent dans ce chapitre. En effet, même si le test de Wilcoxon Signed-Rank est prévu pour déterminer s'il existe des différences significatives entre les médianes de deux groupes provenant d'une seule population, analysée à différents intervalles de temps, il nécessite d'associer des échantillons par paires (Okoye & Hosseini, 2024). Or, le jeu de données de 2022 ayant été réduit à 126 échantillons (Zachou, 2024), il ne pouvait pas être efficacement associé au jeu de données de 2024. En annexe, figure le détail des p-valeurs des tests (Figure 64).

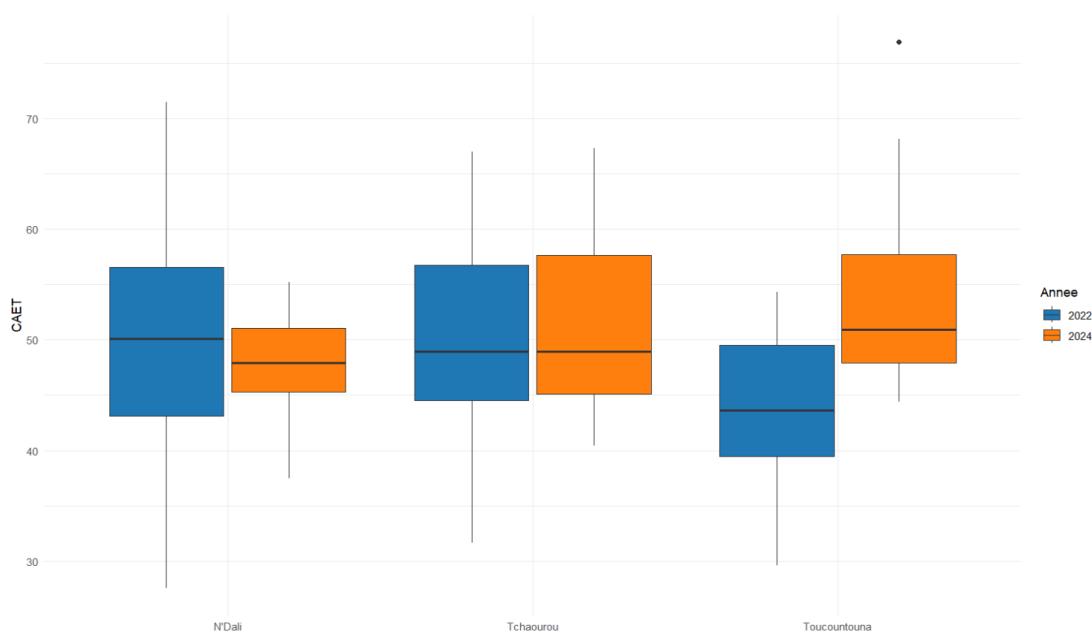
3.2.1. Étape 1

Le test de Wilcoxon Rank Sum a montré une p-valeur de 0,08 supérieure au seuil de 0,05. Il n'y a donc pas de différence statistique significative entre 2022 et 2024 pour le CAET. Néanmoins, les scores CAET les plus bas ont sensiblement augmenté (Figure 38). De plus, au niveau des communes, Toucourtouna marque une nette progression de son score CAET (Figure 39)

Figure 38 : Boxplots des scores CAET en 2022 et 2024



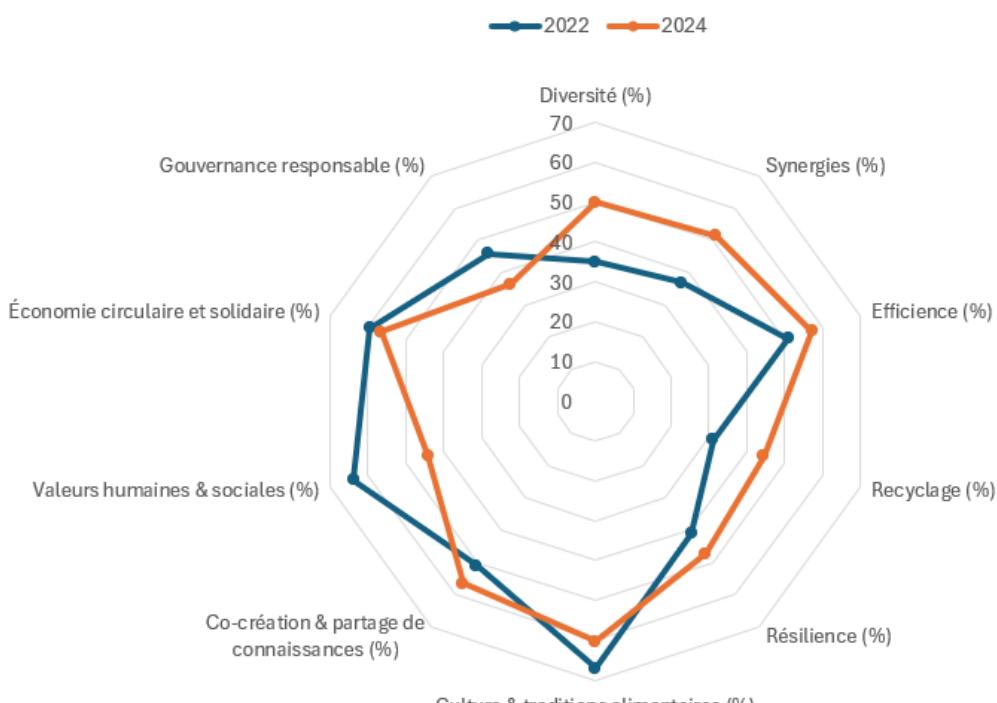
Figure 39 : Boxplots des scores CAET par commune pour 2022 et 2024



Source : (Auteur, 2025), N'Dali en 2022 n = 41, en 2024 n = 50, Tchaourou en 2022 n = 47, en 2024 n = 51, Toucountouna en 2022 n = 38, en 2024 n = 52, légende : Toucountouna, différence significative entre 2022 et 2024

Toutefois, six principes ont vu leur score CAET augmenter significativement (Figure 41), tandis que seulement trois ont enregistré une baisse. Les principes en hausse sont majoritairement ceux évalués à l'échelle de l'exploitation et ceux en baisse concernent davantage les principes liés aux dynamiques externes à l'exploitation elle-même, à part le principe de co-création et partage de connaissances (Figure 40). Ensuite, la commune de Toucountouna marque une nette progression dans sept principes, à l'inverse des deux autres communes qui suivent la tendance générale (Figure 42).

Figure 40 : Diagramme en radar pour 2022 et 2024



Source : (Auteur, 2025)

Figure 41 : Valeur arrondie utilisée pour représenter le diagramme en radar et p-valeur servant à déterminer des différences significatives entre principes d'une année à l'autre

	Diversité (%)	Synergies (%)	Efficience (%)	Recyclage (%)	Résilience (%)	Culture & traditions alimentaires (%)	Co-création & partage de connaissances (%)	Valeurs humaines & sociales (%)	Économie circulaire et solidaire (%)	Gouvernance responsable (%)	CAET (%)
2022	35	37	51	31	41	67	51	64	60	46	48
2024	50	51	57	44	47	60	57	44	56	36	50
p-valeur	1.27e-13	1.83e-14	0.00554	8.60e-12	0.001998	2.34e-05	0.04624	< 2.2e-16	0.07662	0.0009476	0.08654
Conclusion	Différence significative	Différence significative	Différence significative	Pas de différence significative	Différence significative	Pas de différence significative					

Source : (Auteur, 2025)

Figure 42 : Diagrammes en radar pour chaque commune



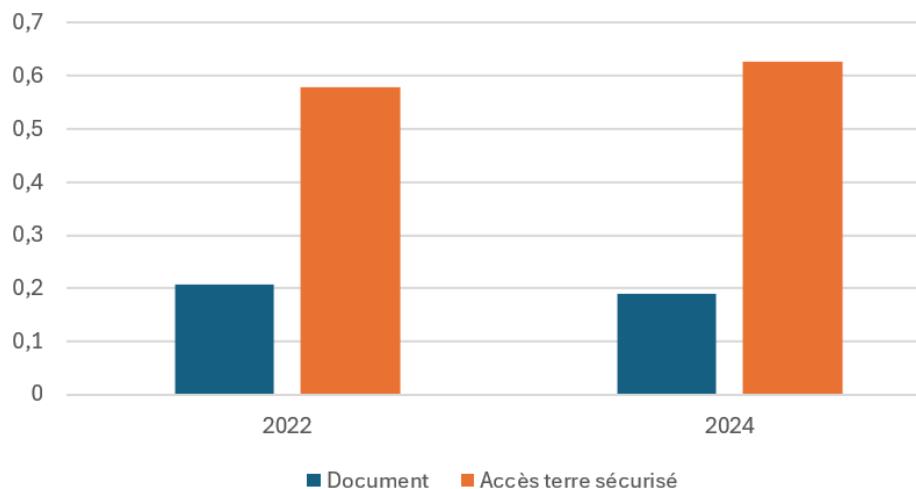
Source : (Auteur, 2025)

3.2.2. Étape 2

3.2.2.1. La dimension de la gouvernance

Le nombre moyen de documents légaux garantissant un accès à la terre ou à la mobilité ainsi que la perception d'un accès sûr à la terre, sont restés inchangés d'une année à l'autre (Figure 43).

Figure 43 : Histogrammes des critères de performance de la dimension de la gouvernance pour 2022 et 2024

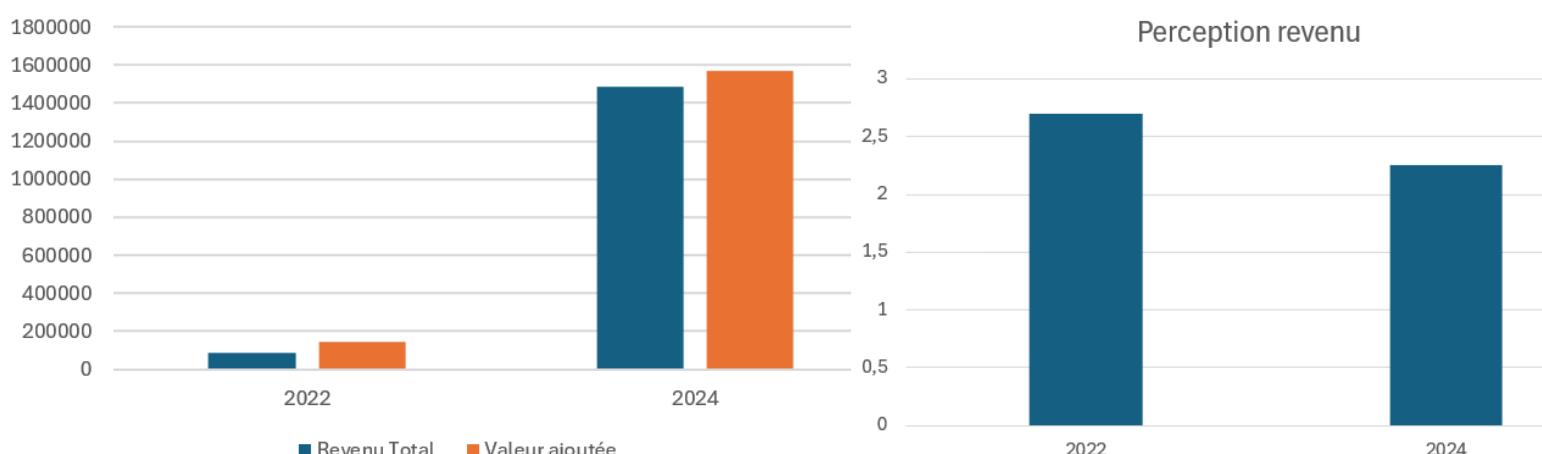


Source : (Auteur, 2025), n = 126 en 2022 et n = 153 en 2024

3.2.2.2. La dimension économique

Les moyennes des revenus et des valeurs ajoutées ont augmenté d'un facteur quinze entre les deux années (Figure 44). Cela peut être expliqué par le fait qu'en 2024, les produits autoconsommés au sein de l'exploitation ont été intégrés au calcul du revenu comme le préconisait (FAO, 2021). De plus, en 2024, les revenus ont été calculés en multipliant la quantité produite de chaque produit par son prix de marché, alors qu'en 2022, le revenu était une estimation de l'exploitant. Enfin, en 2024, un peu moins d'exploitants estiment percevoir plus de revenus qu'il y a trois ans.

Figure 44 : Histogrammes des critères de performance de la dimension économique pour 2022 et 2024

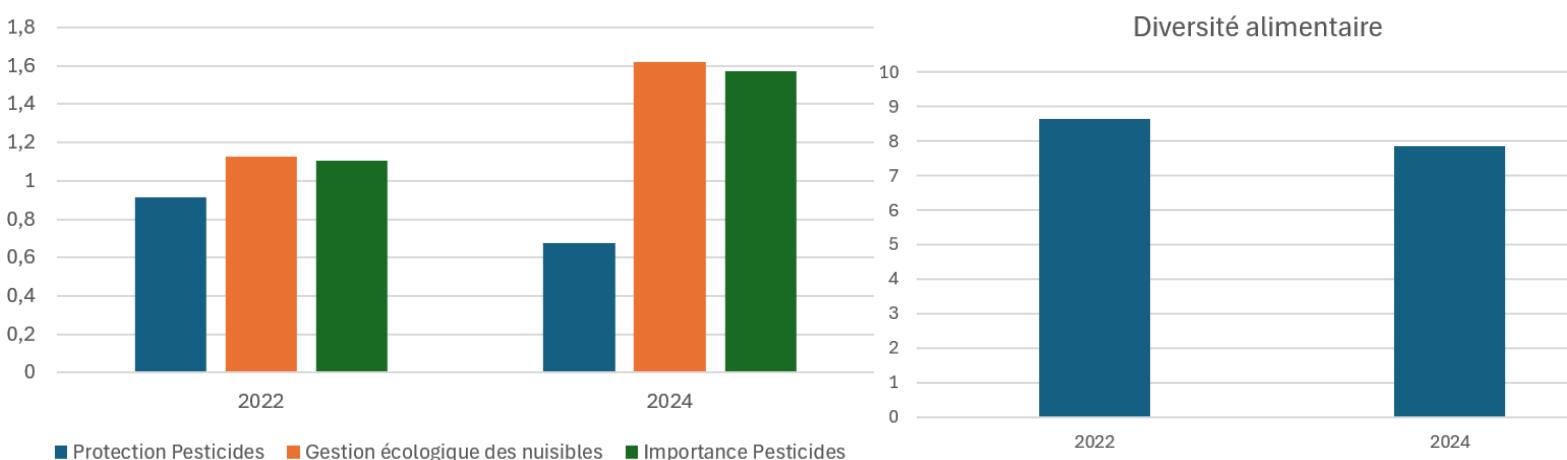


Source : (Auteur, 2025), n = 126 en 2022 et en 2024 n = 152 (à gauche) et n = 153 (à droite), légende : Revenu Total, différence significative entre 2022 et 2024 ; Valeur ajoutée, différence significative entre 2022 et 2024 ; Perception revenu, différence significative entre 2022 et 2024

3.2.2.3. La dimension de la santé et de la nutrition

Lors des pulvérisations, les exploitants se protègent un peu moins en 2024, mais utilisent davantage de techniques écologiques et de pesticides biologiques pour lutter contre les nuisibles (Figure 45). L'importance des pesticides est un nouveau critère de performance qui était disponible en 2022 et qui illustre la quantité de pesticides biologiques épandus par rapport aux pesticides chimiques. Ensuite, même si la diversité alimentaire peut sembler avoir baissé, cela peut être biaisé par le questionnaire. En effet, en 2022, les exploitants pouvaient choisir ce qu'ils consommaient entre 10 aliments contre 24 en 2024. Un facteur de 2,4 a alors été appliqué aux valeurs de 2022 pour les rendre comparables mais pourrait ne pas témoigner efficacement de la diversité alimentaire réelle.

Figure 45 : Histogrammes des critères de performance de la dimension de la santé et de la nutrition pour 2022 et 2024

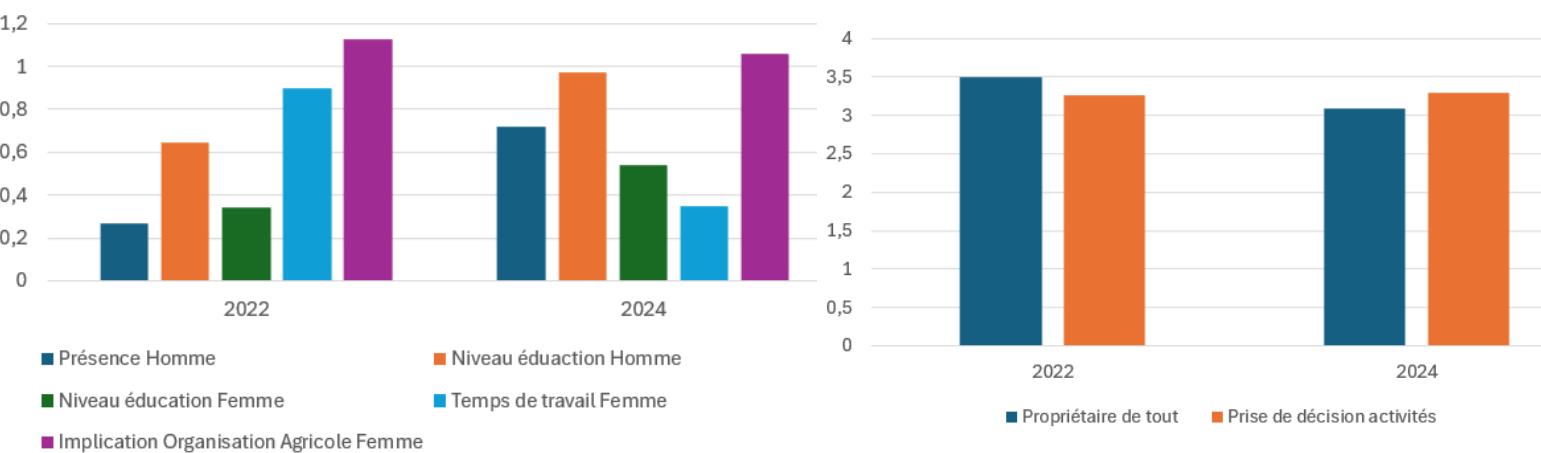


Source : (Auteur, 2025), n = 126 en 2022 et n = 153 en 2024, légende : Protection pesticides, différence significative entre 2022 et 2024 ; Gestion écologique des nuisibles, différence significative entre 2022 et 2024 ; Importance pesticides, différence significative entre 2022 et 2024 ; Diversité alimentaire, différence significative entre 2022 et 2024

3.2.2.4. La dimension sociétale et culturelle

Davantage de femmes ont répondu seules à leur questionnaire en 2024 (Figure 46). Le niveau d'éducation des hommes a significativement augmenté en 2024. La même tendance peut s'observer avec les femmes mais la différence n'est pas significative. De plus, les femmes travaillent un peu plus que les hommes en 2024 et sont également moins propriétaires des cultures, des semences, des animaux, des actifs liés à des activités annexes et des actifs principaux et secondaires.

Figure 46 : Histogrammes des critères de performance de la dimension sociétale et culturelle pour 2022 et 2024

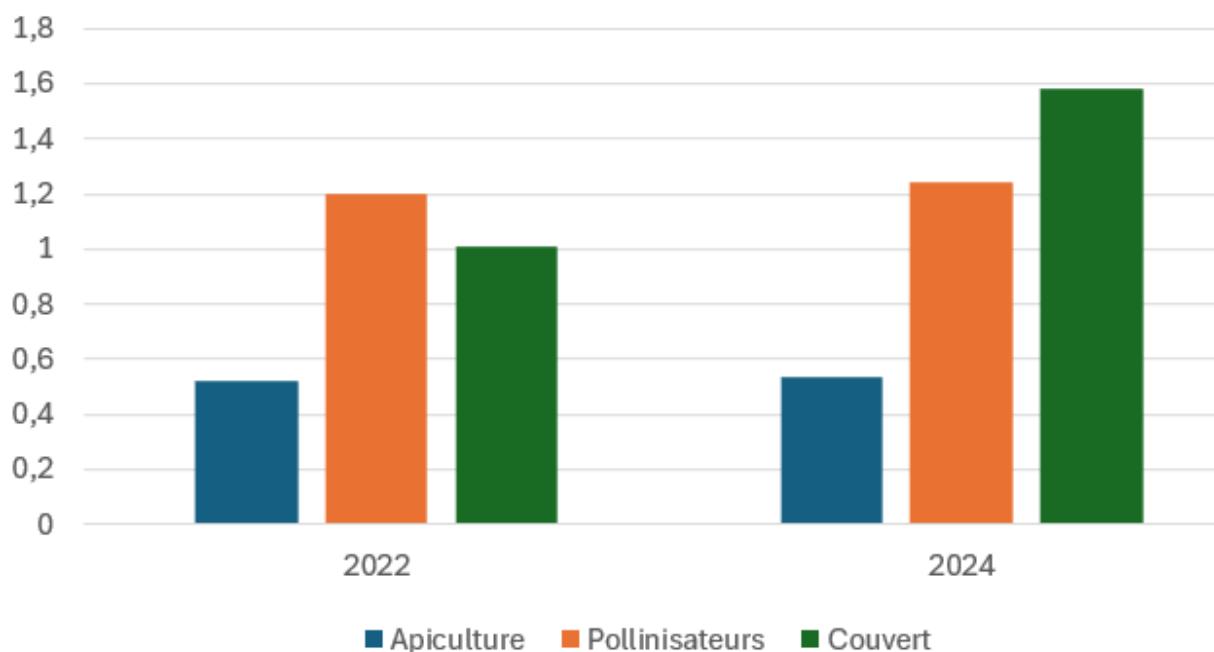


Source : (Auteur, 2025), n = 126 en 2022 et en 2024 n = 153 (Niveau éducation Homme : n = 137, Niveau éducation Femme : n = 151), légende : Présence homme, différence significative entre 2022 et 2024 ; Niveau éducation homme, différence significative entre 2022 et 2024, Temps de travail femme, différence significative entre 2022 et 2024 ; Propriétaire de tout, différence significative entre 2022 et 2024

3.2.2.5. La dimension environnementale

Davantage de couverts végétaux ont été installés en 2024 (Figure 47).

Figure 47 : Histogrammes des critères de performance de la dimension environnementale pour 2022 et 2024



Source : (Auteur, 2025), n = 126 en 2022 et n = 153 en 2024 légende : Couvert, différence significative entre 2022 et 2024

4. Discussion

La discussion des résultats a été réalisée grâce aux interventions de Pierre Collière d'Eclosio, Euloge Adimi et Désiré Madohonan, collaborateurs basés au Bénin. Les explications qui vont suivre sont en partie des hypothèses dégagées collectivement lors d'appels téléphoniques et devront être vérifiées lors de la suite du projet ProSad. Avant tout, il faut garder à l'esprit que certains exploitants ont pu réduire les vraies valeurs économiques dans l'espoir de percevoir davantage d'aide dans les années ultérieures. Ensuite, les exploitants ont tendance à s'accorder de meilleurs résultats dans les principes qu'ils trouvent les plus pertinents (Savels *et al.*, 2024).

- Commune

Les exploitants de la commune de Toucountouna ont obtenu les meilleurs scores CAET ainsi que la meilleure progression depuis le début du projet. En effet, le manque de surfaces, couplé aux reliefs montagneux de l'Atacora, a contraint l'agriculture à ne pas s'étendre, ce qui l'a conduite à tendre vers de l'agroécologie. De plus, de nombreux projets antérieurs ont permis de développer la durabilité dans la région, comme des retenues d'eau (INSAE, 2016) ou encore la mise en place de mesures pour conserver la biodiversité agricole (CENAGREF & Commune de Toucountouna, 2014). C'est ainsi que plus de la moitié des exploitations en transition forte proviennent de la commune de Toucountouna.

Même si les exploitants de Toucountouna n'ont souvent pas de documents garantissant un accès sécurisé à la terre ou à la mobilité, en raison de l'éloignement des exploitations par rapport au village et d'un fort taux d'analphabétisme, la commune montre néanmoins une volonté de gouvernance plus transparente, participative et durable (Commune de Toucountouna, 2025). Par opposition, les exploitants de Tchaourou sont fortement représentés par l'ethnie peule, majoritairement agro-pastorale, et bénéficient ainsi d'un accès à la terre ou à la mobilité hautement sécurisé grâce aux héritages (Djohy & Bouko, 2021). Ensuite, de plus petites surfaces permettent aux exploitants de maximiser leur productivité par hectare.

Figure 48 : Agricultrice récoltant de la tomate dans un jardin de proximité



Source : (Eclosio, 2024)

De plus, à Toucountouna, l'accès à une alimentation diversifiée est limité par la faible diversité d'aliments disponibles, les fortes attaches aux traditions et le manque de jardins communautaires. Eclosio n'a donc pas eu l'opportunité d'organiser beaucoup de démonstrations de mets locaux. Chadare *et al.* (2018) montrent que plus d'un tiers des habitants de Toucountouna souffre d'insécurité alimentaire.

Par ailleurs, les exploitants de Toucountouna utilisent davantage, de manière

préventive, les pesticides biologiques et les méthodes de gestion écologique des nuisibles, car ceux-ci disposent de plus de temps, dû aux petites surfaces, pour concevoir eux-mêmes leurs produits de traitement, à partir de feuilles de papayer, par exemple. Par opposition, N'Dali étant située près de la grande ville de Parakou, les exploitants y achètent plus d'intrants chimiques (Adjé & Afouda, 2021), souvent très toxiques, capables de causer des maladies chroniques (Gangemi *et al.*, 2016). Puis, la proximité du Nigéria, industrialisé et pourvoyeur d'opportunités professionnelles, pousse les jeunes de Tchaourou, souvent qualifiés pour le commerce, à migrer hors du ménage (Gbadamassi, 2017).

Ensuite, les exploitations à Toucountouna sont dispersées en plusieurs sites, et c'est dans cette optique que les femmes du ménage se voient attribuer une partie de ceux-ci. Même si elles doivent concilier le travail agricole et les charges du ménage, grâce aux petites surfaces, elles en ont le temps et l'envie (Tapsoba *et al.*, 2023b), raison pour laquelle elles se rendent davantage et participent beaucoup plus aux organisations agricoles, quitte à délaisser parfois l'éducation des enfants. À N'Dali, celles-ci s'adonnent davantage à d'autres activités lucratives telles que les transformations ou le commerce (Adjé & Afouda, 2021), raison pour laquelle l'homme a donc plus tendance à rester lors de l'interview de la femme pour amener des précisions sur les réalités agricoles qui ne sont pas toujours connues. À Tchaourou, les femmes ont moins accès aux décisions des ménages car les hommes sont en moyenne davantage instruits.

Enfin, la région montagneuse de Toucountouna, dépourvue d'arbres faisant office de refuge, et la présence d'éleveurs transhumants, ne permettent pas le développement de l'apiculture dans la région. De plus, les intrants onéreux de la filière et le manque de marché sont des freins au développement de l'apiculture dans l'Atacora (Paraiso *et al.*, 2012). En revanche, à N'Dali et Tchaourou, de nombreuses petites mielleries voient le jour en partie parce que le *Syzygium guineense*, présent dans leurs forêts, offre une forte valeur mellifère, capable d'améliorer le rendement en miel (Romaël & Hounnankpon, 2017). La santé des sols à Tchaourou est légèrement supérieure. En effet, la commune offre un territoire plus vaste, permettant aux exploitants de cultiver seulement les meilleures terres.

Figure 49 : Campagne de formation et de sensibilisation des producteurs et productrices



Source : (Eclosio, 2024)

- Mode de production

Les exploitants pastoraux obtiennent les meilleurs scores CAET, en témoigne une forte présence de ceux-ci au sein des exploitations en transition forte. En effet, ceux-ci diversifient énormément ce qu'ils cultivent, notamment dans le cas de systèmes agro-pastoraux, afin de nourrir leurs différents animaux en divagation. Couplés au fait qu'ils sont très solidaires entre eux et que leurs savoirs endogènes se transmettent naturellement de génération en génération (Toutain *et al.*, 2012), ils acquièrent ainsi une grande productivité par hectare, en s'adaptant au contexte local. Puis, les exploitants pratiquant l'agroforesterie estiment percevoir davantage de revenus qu'il y a trois ans, notamment grâce à l'anacardier qui génère de meilleurs revenus pour tous les acteurs de la filière (Awo *et al.*, 2021), mais en réalité ce sont les exploitants pastoraux qui, grâce à une forte productivité, ont un meilleur revenu. En effet, la productivité de l'anacardier reste faible et la promotion du financement agricole dans la région devrait permettre l'expansion de la filière (Awo *et al.*, 2021).

Ensuite, les exploitants pastoraux épandent plus de pesticides chimiques et biologiques. En effet, grâce à leur mobilité, l'accès aux matières premières nécessaires à leur conception est facilité. En agroforesterie, la gestion écologique des nuisibles est moins représentée car le champ des possibles est plus limité. En effet, il n'y a ni rotation, ni cultures de couverture par exemple.

Pratiquer l'agroforesterie offre davantage de débouchés aux jeunes car celle-ci génère beaucoup de co-produits qui nécessitent des transformations, comme l'anacardier qui fournit des noix ainsi que du bois d'œuvre et de chauffe. Cependant, ce secteur entraîne beaucoup de compétition pour préserver les meilleures techniques. En agroforesterie, les femmes sont moins amenées à prendre des décisions par manque de formation adaptée. Quand celles-ci sont chefs de l'exploitation, elles n'ont pas le temps pour se lancer dans l'agroforesterie, chronophage, en raison des tâches ménagères qu'elles doivent assurer. Cependant, même si les hommes y sont surreprésentés (Adjobo & Yabi, 2020), la filière de l'anacardier, prometteuse, pourrait stimuler l'implication des femmes dans l'agroforesterie (Awo *et al.*, 2021). Actuellement, les femmes

qui sont cheffes de ménage axent plutôt leurs productions pour assurer l'autoconsommation. En effet, acquérir l'héritage des terres est plus compliqué pour les femmes, qui reçoivent bien souvent une partie des plantations du conjoint ou qui les lui achètent pour permettre d'assurer ses besoins de manière autonome (Adjobo *et al.*, 2020). En agroforesterie, les femmes sont souvent amenées à travailler plus que les hommes lorsqu'elles commercialisent des co-produits de l'agroforesterie comme du savon, obtenu à partir des valves du *Blighia sapida* ou encore l'arille de celui-ci, sur les marchés urbains et ruraux (Ekue *et al.*,

Figure 50 : Transport de la récolte du riz



Source : (Eclosio, 2024)

2004). Enfin, en agroforesterie, la qualité et la santé des sols sont naturellement meilleures (Seghieri & Harmand, 2019).

- Niveau de transition

Les exploitations en transition forte sont toujours les plus grandes en surface, comme en 2022 (Zachou, 2024). Même si ce résultat peut paraître contre-intuitif, Ebel (2020) explique que les effets agroécologiques bénéfiques souvent attribués aux petites exploitations découleraient en réalité de leur mode de gestion spécifique, et non directement de leur taille. D'ailleurs, l'agroécologie à plus grande échelle serait en mesure d'amener de nombreux avantages à l'agriculture (Tittonell *et al.*, 2020).

Par logique, les exploitations les plus agroécologiques doivent afficher de meilleures performances pour chaque critère de l'étape 2. C'est effectivement le cas pour la plupart, hormis quelques exceptions. En effet, même s'il serait optimal que l'homme laisse la femme répondre seule à sa partie du questionnaire, dans les exploitations en transition forte, celui-ci a tendance à rester, en partie parce que les décisions sont davantage concertées au sein du ménage. La santé des sols est également meilleure en transition moyenne, et cela peut s'expliquer par le fait que ce cluster est majoritairement représenté par des exploitations pratiquant l'agroforesterie.

Enfin, l'agroforesterie est très peu représentée dans les exploitations en transition forte et moyenne. Or, Geck *et al.* (2024) suggèrent qu'augmenter le niveau d'agroécologie dans cette filière peut encore améliorer la productivité de ces exploitations.

- Corrélations intéressantes

D'une part, le CAET est corrélé positivement ($\alpha = 0,01$) avec le revenu, la valeur ajoutée, la productivité par hectare, la perception du revenu, le nombre de pesticides biologiques utilisés, le niveau d'éducation des femmes, l'implication de celles-ci dans des organisations agricoles ainsi que le nombre de méthodes écologiques utilisées pour combattre les nuisibles.

D'autre part, l'apiculture est le seul critère à être corrélé négativement ($\alpha = 0,01$) avec le CAET. Cette corrélation peut être expliquée par la chasse au miel, une pratique non durable qui consiste à récolter le miel dans la nature et bien souvent chez l'exploitant, ce qui menace la biodiversité locale et met en péril la sécurité alimentaire à long terme. De plus, dû notamment à un manque de sensibilisation sur les

Figure 51 : Cire d'abeille des apiculteurs du projet



Source : (Eclosio, 2024)

bénéfices de l’apiculture, les apiculteurs n’ont pas connaissance des bonnes pratiques, développent des peurs irrationnelles et limitent la participation des femmes et des jeunes dans la filière. Enfin, cette filière, chronophage, peut également empêcher l’exploitant de se consacrer en parallèle à l’agroécologie (Alassane *et al.*, 2024).

Ensuite, comme le montrent Geck *et al.* (2024), des scores CAET élevés sont corrélés à des performances économiques accrues au Bénin. Puis, les exploitants des grandes exploitations, pratiquant une activité économique affirmée, investissent de prime abord dans l’acquisition de documents, souvent incités par les jeunes scolarisés, pour sécuriser leur accès à la terre ou à la mobilité, quitte à faire fi, dans un premier temps, de la mise en place d’énergies renouvelables. Par ailleurs, l’attribution de documents aux jeunes les pousse davantage à investir du temps dans l’exploitation (Msangi *et al.*, 2024).

De plus, les jeunes qui souhaitent rester dans l’exploitation, de par leur formation et un manque de transmission des savoirs, se séparent souvent des races locales au profit de races plus performantes. Pourtant, l’optimal serait plutôt de croiser les races locales et importées dans le but de combiner tous leurs avantages (Roessler, 2019) ou encore de promouvoir les élevages communautaires pour améliorer la génétique des races locales (Haile *et al.*, 2023), même si certains exploitants se montrent parfois méfiants à l’idée de partager leur génétique (Zoma-Traoré *et al.*, 2021).

Par ailleurs, dans les zones rurales, les jeunes se sentent davantage obligés de rester lorsque l’exploitation ne fonctionne pas très bien, souvent isolée, afin de tenter de pérenniser le patrimoine, par fierté ou encore pour conserver les investissements familiaux antérieurs (Yeboah & Flynn, 2021). Enfin, la présence de nombreux jeunes au sein de l’exploitation augmente la disponibilité de main-d’œuvre, incitant l’exploitant à s’agrandir, souvent au détriment de l’agroécologie. Pourtant, les exploitants des pays du sud ont encore la capacité de maximiser la productivité de leurs terres, en prenant notamment plus de main-d’œuvre, sans pour autant endommager la biodiversité du paysage encore présente (Daum *et al.*, 2023). De plus, l’agroécologie peut freiner l’exode urbain (Rana *et al.*, 2024), en offrant des emplois décents, stimulants et ancrés dans un environnement sain et diversifié (Timmermann & Felix, 2015).

Enfin, les résultats révèlent que les femmes qui prennent des décisions sur les activités de l’exploitation ou les revenus du ménage tendent à faire baisser les principes de diversité et des synergies, ainsi que certains indicateurs économiques, notamment en raison de leur accès limité à des terres de qualité et à la propriété foncière, ainsi que des contraintes imposées par leur conjoint (Hounkpatin *et al.*, 2025). Pourtant, toujours d’après les résultats, la participation de celles-ci à des organisations agricoles permet d’inverser cette tendance (Adimi & Djebbari, 2021). C’est pourquoi le projet ProSad pourrait inciter davantage les femmes à s’y rendre tout en y intégrant plus fortement l’importance de la rentabilité économique (Atozou *et al.*, 2017).

- Évolution de la transition agroécologique

Les résultats ont montré que les principes évalués à l'échelle de l'exploitation, à savoir la diversité, les synergies, l'efficience, le recyclage et la résilience, ont significativement augmenté, contrairement aux autres principes davantage liés aux dynamiques externes à l'exploitation, qui sont en baisse. En effet, les agriculteurs voulaient, dans un premier temps, découvrir leur niveau de transition agroécologique sans forcément partager leurs avancées. Pour la suite du projet, il est probable que les autres principes progressent une fois que chaque exploitant aura suffisamment travaillé sur l'agroécologie au sein de sa ferme.

Ensuite, les exploitants estiment percevoir moins de revenus qu'il y a trois ans, en 2024 par rapport à 2022, ce qui peut s'expliquer par le fait que le coût de la vie au Bénin a considérablement augmenté en 2024 en raison de la diminution de l'offre de certaines denrées alimentaires (Koumondji, 2024). Toujours d'après les résultats, les revenus seraient en moyenne quinze fois supérieurs en 2024 par rapport à 2022. Bien qu'ils n'aient pas été calculés de la même façon, une comparaison grossière reste possible. En effet, si l'autoconsommation, estimée à 25 % dans le cadre de ce travail, ainsi que le stock animalier qui n'est pas encore vendu et qui représente 75 % de l'élevage sont retirés du calcul du revenu de 2024, celui-ci demeure largement supérieur. Ainsi, même s'il est difficile de quantifier l'évolution, il est raisonnable d'affirmer que le revenu des exploitations en 2024 a augmenté.

Enfin, les actions mises en place au cours de ces deux premières années ont notamment permis de stimuler l'utilisation de pesticides biologiques et une gestion plus écologique des nuisibles dans les différentes régions. La présence de couverts végétaux a également fortement

Figure 52 : Agricultrice en train d'entretenir son jardin



Source : (Eclosio, 2024)

augmenté. Les femmes ont été davantage sensibilisées aux enjeux de la durabilité en suivant des formations qui leur procurent de meilleures connaissances, reconnues par le conjoint, stimulant leur assurance et leur autonomie. En effet, davantage de femmes ont répondu seules à leur partie du questionnaire en 2024 et celles-ci ont également travaillé plus au sein de l'exploitation agricole.

Effectivement, les exploitations les plus agroécologiques mobilisent quasiment tous les membres de la famille (Altieri & Toledo, 2011) car se concentrer sur l'exploitation renforce leur capacité à générer des revenus (Gansonre, 2018).

Pour terminer, si les femmes sont en moyenne moins propriétaires des cultures et des semences, des animaux, des actifs liés à des activités annexes, des actifs principaux et secondaires en 2024, c'est parce que plusieurs mariages ont eu lieu depuis, répartissant les propriétés de la femme au sein du ménage.

- Comparaison des résultats avec d'autres pays

Les résultats obtenus dans le cadre de ce travail s'alignent en général avec les résultats des autres pays en voie de développement. Le Bénin affiche un score CAET d'environ 50, intermédiaire, supérieur à certains pays, inférieur à d'autres.

Figure 53 : Aperçu des résultats de l'outil TAPE dans d'autres pays en voie de développement

	Échantillon	Étape 1	Étape 2
Gemana, République démocratique du Congo (Castermans, 2024)	n = 27	Score CAET entre 39 et 56	<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité foncière souhaitable attribuée par le chef coutumier du village. - Productivité par hectare souhaitable pour 13 exploitations et 7 non durables. - Revenu en dessous du seuil de pauvreté nationale pour 24 exploitations, mais 14 estiment gagner plus comparé à il y a trois ans. - Régime peu diversifié (foufou et pondu) avec 20 exploitations en insécurité alimentaire sévère. - Pas de pesticides. - Les femmes sont sous la direction de leur conjoint et accusent une charge de travail considérable (domestique + production). - Peu de perspectives professionnelles pour les jeunes notamment à cause de la pauvreté. - Aucune exploitation n'a une biodiversité durable (brûlis).
Lesotho (Lucantoni et al., 2022)	n = 200	CAET moyen de 39	<ul style="list-style-type: none"> - Les exploitations les plus agroécologiques ont des rendements et un revenu supérieur. - L'élevage est crucial pour la transition agroécologique. - Les fermes diversifiées (animaux, cultures, activités) ont de meilleurs scores CAET. - Les exploitations les plus agroécologiques sont plus autonomes et commercent durablement. - Végétation naturelle et pollinisateurs quasiment absents. - Les femmes, malgré un accès moins sûr à la terre que les hommes, participent aux décisions. - Les jeunes souhaitent émigrer. - Les exploitations les plus agroécologiques ont un régime alimentaire plus diversifié même s'il reste faible.
Province Kampong Chhnang, Cambodge (Croccel, 2022)	n = 20	CAET moyen de 60 (Les fermes biologiques atteignent 62 en moyenne)	<ul style="list-style-type: none"> - Les exploitations les plus agroécologiques présentent une meilleure autonomisation des femmes, une meilleure santé des sols ainsi qu'une plus grande diversité alimentaire. - Les exploitations les plus agroécologiques ont une meilleure productivité par hectare et un meilleur revenu.
Arusha, Tanzanie (Baret, 2024)	n = 200	CAET moyen de 38	<ul style="list-style-type: none"> - L'insécurité alimentaire dans la région est préoccupante. - Les systèmes associant cultures-élevage décrochent de meilleurs scores CAET. - L'agroécologie stabilise le revenu des exploitations et n'est pas synonyme d'une plus grande production agricole.
Région de Kayes, Mali (Lucantoni et al., 2023)	n = 253	CAET moyen ; Grandes exploitations familiales diversifiées = 67, Grandes exploitations conventionnelles = 53, Petites exploitations mixtes = 35, Exploitations payannes mixtes- élevage = 60	<ul style="list-style-type: none"> - Les exploitations les plus agroécologiques, notamment grâce à des activités agropastorales, bénéficient d'une meilleure production générant davantage de revenu tout en limitant l'utilisation de ressources externes. - La présence de marchés locaux augmente le score CAET des exploitations environnantes. - Les exploitations les plus agroécologiques épandent moins de pesticides, leur procurant une meilleure santé des sols, davantage de végétation naturelle et davantage de pollinisateurs. - Les exploitations les plus agroécologiques présentent une biodiversité plus élevée. - Les exploitations les plus agroécologiques comptent davantage de jeunes autonomes désireux d'y rester travailler, et de membres familiaux employés sur place. - Les exploitations les plus agroécologiques, plus autosuffisantes, disposent d'une grande diversité alimentaire.

5. Recommandations

La FAO (2021) offre la possibilité de pondérer ou de modifier certaines questions de l'étape 1 pour mieux rendre compte du contexte local. Voici une liste non exhaustive de potentielles pondérations et modifications pour la suite du projet ProSad.

Figure 54 : Proposition de pondération de certaines questions de l'étape 1

Questions élaborées par (FAO, 2021)	Suggestions	Pondérations éventuelles
ACCÈS AUX CONNAISSANCES AGROÉCOLOGIQUES ET INTÉRÊT DES PRODUCTEURS À L'AGROÉCOLOGIE <ul style="list-style-type: none"> > 0 - Manque d'accès aux connaissances agroécologiques: les producteurs ignorent les principes de l'agroécologie. > 1 - Les principes de l'agroécologie sont pour la plupart inconnus aux producteurs et/ou il y a peu de confiance en eux. > 2 - Certains principes agroécologiques sont connus aux producteurs et il existe un intérêt à diffuser l'innovation, à faciliter le partage des connaissances au sein des communautés et à impliquer les jeunes générations. > 3 - L'agroécologie est bien connue et les producteurs sont prêts à mettre en œuvre ses innovations, à faciliter le partage des connaissances au sein des communautés et à impliquer les jeunes générations, y compris les femmes. > 4 - Accès généralisé aux connaissances agroécologiques des hommes et des femmes: les producteurs sont bien conscients des principes de l'agroécologie et désireux de les appliquer, en facilitant le partage des connaissances au sein des communautés et en impliquant les jeunes générations. 	Les exploitants se sont portés volontaires pour intégrer le projet. Ils ont donc déjà un certain intérêt pour l'agroécologie.	× 1/2
PRODUCTIVITÉ ET BESOINS DU MÉNAGE <ul style="list-style-type: none"> > 0 - Les besoins du ménage ne sont pas satisfaits en nourriture ni en d'autres produits essentiels. > 1 - La production ne couvre que les besoins alimentaires du ménage. Pas de surplus pour générer des revenus. > 2 - La production couvre les besoins alimentaires du ménage et les excédents génèrent de l'argent pour acheter les produits essentiels mais ne permettent pas d'économiser. > 3 - La production couvre les besoins alimentaires du ménage et les excédents génèrent des liquidités pour acheter les produits essentiels et réaliser des économies sporadiques. > 4 - Tous les besoins du ménage sont satisfaits, à la fois en nourriture et en espèces, pour acheter tous les produits nécessaires et pour avoir des économies régulières. 	Afin que les exploitants entament l'agroécologie, il est d'une importance capitale que les besoins du ménage soient satisfaits.	× 2
RÉGIME ALIMENTAIRE APPROPRIÉ ET CONSCIENCE NUTRITIONNELLE <ul style="list-style-type: none"> > 0 - L'alimentation est systématiquement insuffisante pour répondre aux besoins nutritionnels et méconnaissance des bonnes pratiques nutritionnelles. > 1 - L'alimentation est périodiquement insuffisante pour répondre aux besoins nutritionnels et/ou le régime alimentaire est basé sur un nombre limité de groupes alimentaires. Manque de sensibilisation aux bonnes pratiques nutritionnelles. > 2 - Sécurité alimentaire globale au fil du temps, mais diversité insuffisante des groupes alimentaires. De bonnes pratiques nutritionnelles sont connues mais pas toujours appliquées. > 3 - La nourriture est suffisante et variée. De bonnes pratiques nutritionnelles sont connues mais pas toujours appliquées. > 4 - Alimentation saine, nutritive et diversifiée. Les bonnes pratiques nutritionnelles sont bien connues et appliquées. 	Afin que les exploitants entament l'agroécologie et perdurent dans le temps, il est vital que les ménages mangent de manière saine, nutritive et diversifiée.	× 2
TRAVAIL (CONDITIONS DE PRODUCTION, INÉGALITÉS SOCIALES) <ul style="list-style-type: none"> > 0 - Les chaînes d'approvisionnement agricoles sont intégrées et gérées par l'agro-industrie. Il existe une distance sociale et économique entre les propriétaires fonciers et les travailleurs. Et/ou les travailleurs n'ont pas de conditions de travail décentes, font de bas salaires et sont très exposés aux risques. > 1 - Les conditions de travail sont difficiles, les travailleurs ont un salaire moyen pour le contexte local et peuvent être exposés à des risques. > 2 - L'agriculture est principalement basée sur l'exploitation familiale mais les producteurs ont un accès limité aux capitaux et aux processus de prise de décision. Les travailleurs ont des conditions de travail décentes minimales. > 3 - L'agriculture est principalement basée sur l'exploitation familiale et les producteurs (hommes et femmes) ont accès au capital et aux processus décisionnels. Les travailleurs ont des conditions de travail décentes. > 4 - L'agriculture est basée sur des exploitations familiaux qui ont pleinement accès au capital et aux processus de prise de décision en matière d'équité entre les sexes. Il existe une proximité sociale et économique entre agriculteurs et salariés. 	Il est vital d'avoir un travail décent pour que les pratiques agroécologiques soient durables et transmises aux autres générations.	× 2

Source : (Auteur, 2025)

Figure 55 : Proposition de modification de certaines questions de l'étape 1

Questions élaborées par (FAO, 2021)	Suggestions
UTILISATION D'INTRANTS EXTERIEURS <ul style="list-style-type: none"> > 0 - Tous les intrants sont produits et achetés en dehors de l'agroécosystème. > 1- La majorité des intrants sont achetés en dehors de l'agroécosystème. > 2 - Certains intrants sont produits au sein de l'agroécosystème ou échangés avec d'autres membres de la communauté. > 3 - La majorité des intrants sont produits au sein de l'agroécosystème ou échangés avec d'autres membres de la communauté. > 4 - Tous les intrants sont produits au sein de l'agroécosystème ou échangés avec d'autres membres de la communauté. 	Insister sur la qualité et la suffisance des intrants extérieurs
GESTION DES GRAINES ET DES RACES ANIMALES <ul style="list-style-type: none"> > 0 - Toutes les graines et/ou les ressources génétiques animales (par ex. poussins, jeunes animaux, sperme) sont achetées sur le marché. > 1- Plus de 80 pour cent des graines/ressources génétiques animales sont achetées sur le marché. > 2 - Environ la moitié des graines sont autoproduites ou échangées, l'autre moitié est achetée au marché. Environ la moitié de l'élevage se fait dans les fermes voisines. > 3 - La majorité des graines/ressources génétiques animales sont autoproduites ou échangées. Certaines graines spécifiques sont achetées sur le marché. > 4 - Toutes les graines/ressources génétiques animales sont autoproduites, échangées avec d'autres agriculteurs ou gérées collectivement, assurant suffisamment de renouvellement et de diversité. 	Insister sur la qualité et la suffisance des graines et des races animales
INTÉGRATION CULTURES- ÉLEVAGE- AQUACULTURE <ul style="list-style-type: none"> > 0 - Pas d'intégration: les animaux, y compris les poissons, sont nourris avec des aliments achetés et leur fumier n'est pas utilisé pour la fertilité du sol; OU il n'y a pas d'animaux dans l'agroécosystème. > 1- Faible intégration: les animaux sont principalement nourris avec des aliments achetés, leur fumier est utilisé comme engrais. > 2 - Intégration moyenne: les animaux sont principalement nourris avec des aliments produits à la ferme et/ou au pâturage, leur fumier est utilisé comme engrais. > 3 - Intégration élevée: les animaux sont principalement nourris avec des aliments produits à la ferme, des résidus de récolte et des sous- produits et / ou des pâturages, leur fumier est utilisé comme engrais et ils assurent un service (par ex. la traction). > 4 - Intégration complète: les animaux sont exclusivement nourris avec des aliments produits à la ferme, des résidus de récolte et des sous- produits et / ou des pâturages, tout leur fumier est recyclé comme engrais et ils fournissent plus d'un service (par ex. nourriture, produits, traction, etc.). 	Insister sur la limitation de la divagation des animaux qui est une pratique non durable qui détruit les cultures. De plus, elle ne permet pas d'optimiser l'alimentation des animaux, de récolter le fumier et de limiter la propagation d'épidémies (Castermans, 2024)
PRODUITS ET SERVICES COMMERCIALISÉS SUR LE MARCHÉ LOCAL <ul style="list-style-type: none"> > 0 - Aucun produit/service n'est commercialisé localement (ou pas assez de surplus produit), ou aucun marché local n'existe. > 1- Les marchés locaux existent mais pratiquement aucun des produits/services n'est commercialisé localement. > 2 - Des marchés locaux existent. Certains produits/services sont commercialisés localement. > 3 - La plupart des produits/services sont commercialisés localement. > 4 - La plupart des produits/services sont commercialisés localement. 	Insister sur le fait que les produits/services doivent être vendus à un bon prix et préciser pourquoi les produits/services ne sont pas vendus au marché local (manque de routes / manque de moyens de transport / manque d'infos)

Source : (Auteur, 2025)

6. Conclusion

L'outil TAPE (Tool for Agroecology Performance Evaluation) vise à produire des preuves harmonisées et comparables démontrant que l'agroécologie est une approche soutenable qui offre des vertus multidimensionnelles, en cohérence avec la littérature existante. Dans le cadre du projet ProSad, l'outil est utilisé dans les mêmes exploitations en 2022 et 2024.

Les résultats obtenus révèlent que l'outil TAPE a correctement mesuré le niveau de transition agroécologique des systèmes évalués (Étape 1) ainsi que la soutenabilité de l'agroécologie dans ces mêmes systèmes grâce aux critères de performance (Étape 2).

Le travail a analysé 153 exploitations situées dans trois communes du Bénin. Cet échantillon a été divisé premièrement par communes : N'Dali, Toucountouna et Tchaourou, deuxièmement par niveau de scores CAET : Transition forte, moyenne et faible, et troisièmement par mode de production : Agroforesterie, Pastoralisme et Exploitation agricole.

Les résultats montrent que les exploitations en sont encore aux prémisses de leur transition. En effet, le score CAET moyen pour chaque groupe oscille entre 53 et 48. Les exploitations de la commune de Toucountouna, caractérisées par de petites surfaces, obtiennent les meilleurs scores et également la meilleure progression entre les deux années. Les systèmes pastoraux et agropastoraux obtiennent également les meilleurs scores. De plus, il s'avère qu'en moyenne, les exploitations plus grandes obtiennent de meilleurs scores à l'échelle du pays.

Une gamme importante de critères de performance a été analysée à l'étape 2 afin de conserver toute la variabilité des données récoltées. Ceux-ci fournissent des preuves de la performance multidimensionnelle attribuée à l'agroécologie.

- Concernant la dimension de la gouvernance, il existe une relation positive entre un accès sûr à la terre et la transition agroécologique. Cet accès est bien souvent sécurisé grâce à des documents légaux, excepté à Toucountouna où peu de documents existent.
- Concernant la dimension économique, il existe une corrélation positive ($\alpha = 0.01$) entre la productivité par hectare, la valeur ajoutée, le revenu et le score CAET. D'ailleurs, Toucountouna obtient une meilleure productivité par hectare, tout comme les exploitants pastoraux. Le revenu est corrélé positivement ($\alpha = 0.05$) à la présence de couverts végétaux et à une grande diversité de cultures.
- Concernant la dimension de la santé et de la nutrition, il existe une corrélation positive ($\alpha = 0.01$) entre l'utilisation accrue de pesticides biologiques et de méthodes de gestion écologique des nuisibles et une élévation du score CAET. Cette tendance s'observe d'ailleurs à Toucountouna. Ces deux variables ont d'ailleurs nettement augmenté en 2024 par rapport à 2022. Les exploitations les plus agroécologiques limitent également l'utilisation de pesticides chimiques. Puis, les femmes participant à des organisations agricoles aident à l'expansion de ces pratiques écologiques. Enfin, les exploitants pastoraux épandent plus de pesticides chimiques et

biologiques. Pour terminer, à Toucountouna, les ménages ont une alimentation moins diversifiée.

- Concernant la dimension sociétale et culturelle, il existe une corrélation positive ($\alpha = 0.01$) entre le score CAET et le niveau d'éducation des femmes ainsi que leur participation à des organisations agricoles. En effet, des femmes formées et indépendantes sont à même d'insuffler la transition agroécologique en gardant des indicateurs économiques stables. Les femmes issues de Toucountouna et des exploitations les plus agroécologiques fréquentent davantage ces organisations. Enfin, lorsque l'exploitation montre un niveau d'agroécologie élevé, les jeunes se sentent moins obligés de rester et de pérenniser l'exploitation. Pour terminer, les femmes ont davantage travaillé dans la ferme en 2024 par rapport à 2022.
- Concernant la dimension environnementale, il existe une corrélation négative ($\alpha = 0.01$) entre l'apiculture et le score CAET. Les exploitants de Toucountouna ne la pratiquent d'ailleurs quasiment pas. Les exploitants des exploitations les plus agroécologiques utilisent plus de variétés de cultures. Plus de couverts végétaux ont été installés en 2024 par rapport à 2022.

Néanmoins, il faut garder à l'esprit que recueillir autant de données et chercher à couvrir toutes les dimensions de l'agroécologie entraîne nécessairement une analyse plus globale, au détriment d'un approfondissement ciblé sur certaines dimensions. Il est donc probable que certaines informations ou corrélations pertinentes n'aient pas été mises en avant.

7. Bibliographie

- Abdul-Jalil, S., Kinkpe, A. T., Elnour, Z., Grethe, H., Aballo, C. S., Acakpo, C. C., Gado, B. O. K., Hougnou, F., Luckmann, J., Thom, F., Toure, M. D., Volkholz, J., & Yorou, F. T. V. (2023). *Climate change impacts across agroecological zones on agriculture in Benin : An economy-wide analysis*. International Agricultural Trade and Development Group, Humboldt-Universität zu Berlin. https://www.agrar.hu-berlin.de/en/institut-en/departments/daoe/forland/en/institut-en/departments/daoe/ihe-en/publ/1-policy-brief_cc-impacts-benin_eng.pdf
- Abou Chabi, A. G., Tovignan, S., & Yabi, J. A. (2023). Agroecological Transition in the Cotton Zone : Analysis of Technical-Economic and Environmental Performances in Northern Benin - A Literature Review. *European Scientific Journal, ESJ*, 19(4), 66. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n4p66>
- Adimi, E. B. O., & Djebbari, H. (2021). *Contract Farming Can Bridge Knowledge and Productivity Gender Gaps : Evidence from an Experimental Study in Benin* . (PEP Working Paper Series No. 2021-23). Partnership for Economic Policy. ISSN 2709-7331 <https://www.semanticscholar.org/paper/53dbb291bf13ed4827958039328bee3846902aca>
- Adjé, L. O., & Afouda, S. A. (2021). Caractérisation des exploitations agricoles familiales de la commune de N'Dali au Nord-Est du Bénin. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 4(1), 35-45. ISSN 2708-7743
- Adjobo, 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. ISSN 1813-548X. <http://www.afriquescience.net>
- Adjobo, O. M. F. R., & Yabi, J. A. (2020). Determinants Socio-Economiques de l'adoption des Modes de Vente de la Noix d'anacarde dans les Communes de Djougou, Tchaourou et Glazoué au Benin. *European Scientific Journal, ESJ*, 16(19), 313. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n19p313>
- Agovino, M., Casaccia, M., Ciommi, M., Ferrara, M., & Marchesano, K. (2019). Agriculture, climate change and sustainability : The case of EU-28. *Ecological Indicators*, 105, 525-543. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.064>
- Akpatcho, L. H., Adegbola, P. Y., & Yabi, J. A. (2022). Biodiversity and Food Diversity of Farms Using Agroecology in Benin Cotton Areas. *Sustainable Agriculture Research*, 12(1), 24. <https://doi.org/10.5539/sar.v12n1p24>
- Alassane, K., Emmanuel, S. N., & Nasser, B. M. (2024). Perceptions et représentations sociales des abeilles dans l'aire culturelle Yom au Nord du Bénin. *African Scientific Journal*, 3(24). <https://doi.org/10.5281/zenodo.12774103>

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2012). Agroecology Scaling Up for Food Sovereignty and Resiliency. In E. Lichtfouse (Ed.), *Sustainable Agriculture Reviews : Volume 11* (p. 1-29). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5449-2_1

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology : Challenges and opportunities for farming in the Anthropocene. *Ciencia e Investigación Agraria: Revista Latinoamericana de Ciencias de La Agricultura*, 47(3), 204-215. <https://doi.org/10.7764/ijanr.v47i3.2281>

Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 869-890. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>

Altieri, M. A., & Rosset, P. (1996). Agroecology and the conversion of large-scale conventional systems to sustainable management. *International Journal of Environmental Studies*, 50(3-4), 165-185. <https://doi.org/10.1080/00207239608711055>

Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America : Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587-612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>

Andres, C., & Bhullar, G. S. (2016). Sustainable Intensification of Tropical Agro-Ecosystems : Need and Potentials. *Frontiers in Environmental Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00005>

Assogba, C.-G., Vodouhê, G. T., Adje, B., Dassou, A., Tovignan, S. D., Kindomihou, V., & Vodouhê, S. D. (2022). Agroecological transition in vegetable farming systems in southern Benin. Lessons from a diagnostic analysis. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS)*, 123(2). <https://doi.org/10.17170/kobra-202210116965>

Assogba, P. N., Kokoye, S. E. H., Yegbemey, R. N., Djenontin, J. A., Tassou, Z., Pardoe, J., & Yabi, J. A. (2017). Determinants of credit access by smallholder farmers in North-East Benin. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 9(8), 210-216. <https://doi.org/10.5897/JDAE2017.0814>

Atakoun, A. M., Tovihoudji, P. G., Diogo, R. V. C., Yemadje, P. L., Balarabe, O., Akponikpè, P. B. I., Sekloka, E., Hougni, A., & Tittonell, P. (2023). Evaluation of cover crop contributions to conservation agriculture in northern Benin. *Field Crops Research*, 303, 109118. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109118>

Atozou, B., Mayuto, R., & Abodohoui, A. (2017). Review on Gender and Poverty, Gender Inequality in Land Tenure, Violence Against Woman and Women Empowerment Analysis : Evidence in Benin with Survey Data. *Journal of Sustainable Development*, 10(6), 137. <https://doi.org/10.5539/jsd.v10n6p137>

Awo, J.-M. S., Ollabodé, N., & Yabi, J. A. (2021). Déterminants de l'accès aux crédits agricole par les producteurs d'anacarde au nord-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(4). <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i4.24>

- Barber, T. M., Kabisch, S., Pfeiffer, A. F. H., & Weickert, M. O. (2024). Dietary and Lifestyle Strategies for Obesity. *Nutrients*, 16(16). <https://doi.org/10.3390/nu16162714>
- Barbone, J. M., & Garbuszus, J. M. (2025). *openxlsx2 : Read, Write and Edit « xlsx » Files* (Version 1.18) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/openxlsx2/index.html>
- Baret, L. (2024). *Use of the Tool for Agroecology Performance Evaluation (TAPE) to assess farms of the KEA program in Arusha rural district, Tanzania* (Mémoire de master, Faculté des bioingénieurs, Université catholique de Louvain). <https://hdl.handle.net/2078.1/thesis:49138>
- Barrios, E., Gemmill-Herren, B., Bicksler, A., Siliprandi, E., Brathwaite, R., Moller, S., Batello, C., & Tittonell, P. (2020). The 10 Elements of Agroecology : Enabling transitions towards sustainable agriculture and food systems through visual narratives. *Ecosystems and People*, 16(1), 230-247. <https://doi.org/10.1080/26395916.2020.1808705>
- Benavoli, A., Corani, G., & Mangili, F. (2016). Should we really use post-hoc tests based on mean-ranks? *J. Mach. Learn. Res.*, 17(1), 152-161. <https://doi.org/10.5555/2946645.2946650>
- Bendjebbar, P., & Fouilleux, E. (2022). Exploring national trajectories of organic agriculture in Africa. Comparing Benin and Uganda. *Journal of Rural Studies*, 89, 110-121. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.11.012>
- Biaou, S. S. H., Natta, A. K., & Dicko, A. (2016). Typologie des systèmes agroforestiers et leurs impacts sur la satisfaction des besoins des populations rurales au Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, Numéro spécial Économie et Sociologie Rurales. ISSN 1025-2355 (papier), ISSN 1840-7099 (en ligne). <http://www.slire.net>
- Bicksler, A. J., Mottet, A., Lucantoni, D., Sy, M. R., & Barrios, E. (2023). The 10 Elements of Agroecology interconnected : Making them operational in FAO's work on agroecology. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 11(1). <https://doi.org/10.1525/elementa.2022.00041>
- Box, G. E. P., & Cox, D. R. (1964). An Analysis of Transformations. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 26(2), 211-243. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1964.tb00553.x>
- Brym, Z. T., & Reeve, J. R. (2016). Agroecological Principles from a Bibliographic Analysis of the Term Agroecology. In E. Lichtfouse (Éd.), *Sustainable Agriculture Reviews : Volume 19* (p. 203-231). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7_5
- Carlile, R., & Garnett, T. (2021). *What is agroecology?* TABLE Explainer Series. TABLE, University of Oxford, Swedish University of Agricultural Sciences et Wageningen University & Research. <https://doi.org/10.56661/96cf1b98>
- Castermans, C. (2024). *Application de « l'outil pour évaluer les performances de l'agroécologie » (TAPE) à Gemena, en République Démocratique du Congo* (Mémoire de master, Faculté des bioingénieurs, Université catholique de Louvain). <https://hdl.handle.net/2078.1/thesis:48781>

CENAGREF & Commune de Toucountouna. (2014). *Plan communal de conservation de la biodiversité du système des aires protégées : Commune de Toucountouna 2015–2019*. Cotonou, République du Bénin.

https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/bj/PCC_Toucoutouna-relu_pdf.pdf

Chadare, F. J., Fanou Fogny, N., Madode, Y. E., Ayosso, J. O. G., Honfo, S. H., Kayodé, F. P. P., Linnemann, A. R., & Hounhouigan, D. J. (2018). Local agro-ecological condition-based food resources to promote infant food security : A case study from Benin. *Food Security*, 10(4), 1013-1031. <https://doi.org/10.1007/s12571-018-0819-y>

Chavas, J.-P. (2011). Agricultural policy in an uncertain world. *European Review of Agricultural Economics*, 38(3), 383-407. <https://doi.org/10.1093/erae/jbr023>

Commune de Toucountouna. (2025). *Techniques culturelles intégrées aux changements climatiques*. Initiatives Climat. Consulté 9 juillet 2025, à l'adresse <http://www.initiativesclimat.org/Porteurs-d-initiatives/Commune-de-Toucountouna>

Croccel, S. (2022). *Réflexion(s) sur les méthodes d'évaluation de la performance en agroécologie : Une approche multidimensionnelle via la mise en œuvre de l'outil TAPE au Cambodge*. (Mémoire de master, Université de Liège, Faculté des bioingénieurs, Gembloux Agro-Bio Tech). Matheo. <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/13904>

D'Annolfo, R., Gemmill-Herren, B., Graeub, B., & Garibaldi, L. A. (2017). A review of social and economic performance of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15(6), 632-644. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1398123>

Darmaun, M., Chevallier, T., Hossard, L., Lairez, J., Scopel, E., Chotte, J.-L., Lambert-Derkimba, A., & De Tourdonnet, S. (2023). Multidimensional and multiscale assessment of agroecological transitions: A review. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 21(1), 2193028. <https://doi.org/10.1080/14735903.2023.2193028>

Daum, T., Baudron, F., Birner, R., Qaim, M., & Grass, I. (2023). Addressing agricultural labour issues is key to biodiversity-smart farming. *Biological Conservation*, 284, 110165. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110165>

De Lattre-Gasquet, M., Rostom, F. Z., & Hazoumé, T. (2025). *Foresight for the transformation of agrifood systems through agroecology: Guidance document for decision makers and practitioners*. FAO & CIRAD. <https://doi.org/10.4060/cd4228en>

DeLonge, M., & Basche, A. (2017). Leveraging agroecology for solutions in food, energy, and water. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 5, 6. <https://doi.org/10.1525/elementa.211>

Diogo, R. V. C., Dossa, L. H., Vanvanhossou, S. F. U., Abdoulaye, B. D., Dosseh, K. H., Houinato, M., Schlecht, E., & Buerkert, A. (2021). Farmers' and Herders' Perceptions on Rangeland Management in Two Agroecological Zones of Benin. *Land*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/land10040425>

Direction de la Statistique Agricole (DSA), Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP). (2024). *Les chiffres définitifs de la campagne agricole 2023-2024*. Cotonou, Bénin. https://instad.bj/images/docs/insae-statistiques/agricoles/production-agricole/Evolution_de_la_production_agricole_2023/Résultat_définitif_de_la_campagne_VERSION_FINAL.pdf

Djohy, G. L., & Bouko, B. S. (2021). Vulnérabilité et dynamiques adaptatives des agropasteurs aux mutations climatiques dans la commune de Tchaourou au Bénin. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 74(1). <https://doi.org/10.19182/remvt.36319>

Dossa, A. F. E. (2012). *Identification et classification des espèces utilisées en agroforesterie ayant un potentiel élevé en séquestration de carbone et appropriés aux différents sols du Bénin*. IDID ONG Bénin. <https://weadapt.org/wp-content/uploads/2023/05/4f735cacdf5ferapport-pti-asdi-eunice-projectplace-124755.pdf>

Dumont, A. M., Wartenberg, A. C., & Baret, P. V. (2021). Bridging the gap between the agroecological ideal and its implementation into practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(3), 32. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00666-3>

Ebel, R. (2020). Are small farms sustainable by nature? *Challenges in Sustainability*, 8(1), 17–29. <https://doi.org/10.12924/cis2020.08010017>

Eclosio. (2025). *Transition agroécologique et initiatives entrepreneuriales agricoles inclusives au Bénin*. <https://www.eclosio.org/project/transition-agroecologique-et-initiatives-entrepreneuriales-agricoles-inclusives-au-benin/>

Ekue, M. R. M., Assogbadjo, A. E., Mensah, G. A., & Codjia, J. T. C. (2004). Aperçu sur la distribution écologique et le système agroforestier traditionnel autour de l'ackee (*Blighia sapida*) en milieu soudanien au Nord Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, (44). <https://www.researchgate.net/publication/233859263>

Elliott, A. C., & Hynan, L. S. (2011). Une implémentation macro SAS d'un test post hoc de comparaison multiple pour une analyse de Kruskal-Wallis®. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 102(1), 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2010.11.002>

Ewert, F., Baatz, R., & Finger, R. (2023). Agroecology for a Sustainable Agriculture and Food System : From Local Solutions to Large-Scale Adoption. *Annual Review of Resource Economics*, 15(Volume 15, 2023), 351-381. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-102422-090105>

Fadina, A. M. R., & Barjolle, D. (2018). Farmers' Adaptation Strategies to Climate Change and Their Implications in the Zou Department of South Benin. *Environments*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/environments5010015>

FAO. (2018). *The 10 elements of agroecology*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i9037en>

FAO. (2021). *TAPE - Outil pour l'évaluation de la performance de l'agroécologie—Version test*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb4706fr>

FAO. (2025). *Plateforme des connaissances sur l'agroécologie | Plateforme des connaissances sur l'agroécologie | Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture*. <http://www.fao.org/agroecology/home/fr/>

Fassinou Hotegni, N. V., Agbo, N. F. M., Salaou, M. A. B., Odjo, S., Bokonon-Ganta, A. H., & Achigan-Dako, E. G. (2024). Granaries used in maize storage and conservation across agroecological zones in the Republic of Benin : Distribution, characteristics and associated postharvest losses. *Journal of Stored Products Research*, 107, 102348. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2024.102348>

Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., ... Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337-342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>

Francis, C., Lieblein ,G., Gliessman ,S., Breland ,T. A., Creamer ,N., Harwood ,R., Salomonsson ,L., Helenius ,J., Rickerl ,D., Salvador ,R., Wiedenhoeft ,M., Simmons ,S., Allen ,P., Altieri ,M., Flora ,C., & and Poincelot, R. (2003). Agroecology : The Ecology of Food Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22(3), 99-118. https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10

Frison, E. A. (2016). *From uniformity to diversity : A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems*. International Panel of Experts on Sustainable Food Systems (IPES-Food). <https://hdl.handle.net/10568/75659>

Gaffney, J., Bing, J., Byrne, P. F., Cassman, K. G., Ciampitti, I., Delmer, D., Habben, J., Lafitte, H. R., Lidstrom, U. E., Porter, D. O., Sawyer, J. E., Schussler, J., Setter, T., Sharp, R. E., Vyn, T. J., & Warner, D. (2019). Science-based intensive agriculture : Sustainability, food security, and the role of technology. *Global Food Security*, 23, 236-244. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.08.003>

Gangemi, S., Miozzi, E., Teodoro, M., Briguglio, G., De Luca, A., Alibrando, C., Polito, I., & Libra, M. (2016). Occupational exposure to pesticides as a possible risk factor for the development of chronic diseases in humans (Review). *Molecular Medicine Reports*, 14(5), 4475-4488. <https://doi.org/10.3892/mmr.2016.5817>

Gansonre, S. (2018). *Effect Of Weather Risk On Assets And Labour Allocation Decisions Among Smallholder Farm Households In Developing Countries : Evidence From Burkina Faso* [University of Ghana]. <http://ugspace.ug.edu.gh/handle/123456789/23238>

Garner, E., & de la O Campos, A. P. (Éds.). (2014). *Identifying the family farm. An informal discussion of the concepts and definitions* (ESA Working Paper 14-10). <https://doi.org/10.22004/ag.econ.288978>

- Gbadamassi, A. (2017). *Niveau d'instruction, formations professionnelles et activités économiques des adolescents et jeunes déscolarisés dans l'arrondissement de Tchaourou*. ESBC Édition Science et Bien Commun.
<https://scienceetbiencommun.pressbooks.pub/tchaourou/chapter/chapitre-1/>
- Geck, M., Adeyemi, C., Adoyo, B., Alpuerto, J., Arinloye, A. A. D. D., Ateku, D., Autfray, P., Barahona, C., Chacha, R., Cluset, R., Karari, V., Mills, D., Ravonjiarison, N., Sørensen, L., Thomson, A., Weullow, E., Winowiecki, L., Woldemeskel, E., Zampela, P., & Sinclair, F. (2024). *Measuring Agroecology and its Performance (MAP). Key findings from applying the FAO Tool for Agroecology Performance Evaluation (TAPE) in Benin, Ethiopia, Kenya, and Madagascar in the context of the Global Programme Soil Protection and Rehabilitation for Food Security (ProSoil)* [Monograph]. CIFOR-ICRAF. <https://doi.org/10.17528/cifor-icraf/009298>
- Geck, M. S., Crossland, M., & Lamanna, C. (2023). Measuring agroecology and its performance : An overview and critical discussion of existing tools and approaches. *Outlook on Agriculture*, 52(3), 349-359. <https://doi.org/10.1177/00307270231196309>
- Giessman, S. (2018). Defining Agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 599-600. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329>
- Graeub, B. E., Chappell, M. J., Wittman, H., Ledermann, S., Kerr, R. B., & Gemmill-Herren, B. (2016). The State of Family Farms in the World. *World Development*, 87, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.012>
- Haile, A., Getachew, T., Rekik, M., Abebe, A., Abate, Z., Jimma, A., Mwacharo, J. M., Mueller, J., Belay, B., Solomon, D., Hyera, E., Ngulumia, A. S., Gondwe, T., & Rischkowsky, B. (2023). How to succeed in implementing community-based breeding programs : Lessons from the field in Eastern and Southern Africa. *Frontiers in Genetics*, 14. <https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1119024>
- Harrell, F. E. J. (2025). *Hmisc : Harrell Miscellaneous* (Version 5.2-3) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/Hmisc/index.html>
- HLPE. (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/agroecology/database/detail/en/c/1242141/>
- Hounkpatin, J. P., Dedehouanou, H., Hounnou, E. F., Codjo, V., Houngbo, N. E., & Biaou, G. (2025). Promoting women autonomy in the agricultural sector : Is productivity land access mode wise and gender differentiated? *Land Use Policy*, 157, 107656. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2025.107656>
- Husson, F., Josse, J., Le, S., & Mazet, J. (2025). *FactoMineR : Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining* (Version 2.12) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/FactoMineR/index.html>

INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique). (2016). Cahier des villages et quartiers de ville du département de l'Atacora (RGPH-4, 2013). Ministère du Plan et du Développement. <https://rgph5.instad.bj/wp-content/uploads/2023/03/Cahier-des-villages-et-quartiers-de-ville-de-l-Atacora.pdf>

INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique). (2016). Cahier des villages et quartiers de ville du département du Borgou (RGPH-4, 2013). Ministère du Plan et du Développement. <https://rgph5.instad.bj/wp-content/uploads/2023/03/Cahier-des-villages-et-quartiers-de-ville-du-Borgou.pdf>

INStaD. (2024). *INStaD - Institut National de la Statistique et de la Démographie*. <https://instad.bj/>

Kakai, H. F., Kakai, A. G., & Tohouegnon, A. G. (2010). Agriculture urbaine et valorisation des déchets au Bénin : Une approche de développement durable. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 10-2. <https://doi.org/10.4000/vertigo.9994>

Kamara, A., Conteh, A., Rhodes, E. R., & Cooke, R. A. (2019). The relevance of smallholder farming to African agricultural growth and development. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 19(1). <https://doi.org/10.18697/ajfand.84.BLFB1010>

Kassambara, A., & Mundt, F. (2020). *factoextra : Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses* (Version 1.0.7) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/factoextra/index.html>

Kirchmann, H., & Thorvaldsson, G. (2000). Challenging targets for future agriculture. *European Journal of Agronomy*, 12(3), 145-161. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(99\)00053-2](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(99)00053-2)

Knapp, S., & van der Heijden, M. G. A. (2018). A global meta-analysis of yield stability in organic and conservation agriculture. *Nature Communications*, 9(1), 3632. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05956-1>

Koumondji, A. (2024, 29 janvier). *Bénin : l'INStaD explique les raisons de la cherté de la vie au Bénin. Le Béninois Libéré*. <https://lebeninoislibere.bj/benin-linstad-explique-les-raisons-de-la-cherte-de-la-vie-au-benin/>

Kple, M. (2015). *Étude des voies de valorisation des déchets ménagers au Bénin: cas de la ville d'Abomey-Calavi* (Mémoire, Université de Lorraine). <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01752222>

Lechenet, M., Bretagnolle, V., Bockstaller, C., Boissinot, F., Petit, M.-S., Petit, S., & Munier-Jolain, N. M. (2014). Reconciling Pesticide Reduction with Economic and Environmental Sustainability in Arable Farming. *PLOS ONE*, 9(6), e97922. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097922>

Levard, L., & Mathieu, B. (2018). Agroécologie : Capitalisation d'expériences en Afrique de l'Ouest (note de synthèse). *AVSF - Agronomes & vétérinaires sans frontières*.

https://www.avsf.org/app/uploads/2023/12/synthe-se_etude_calao_2018-web_avsf_gret_cedeo.pdf

Lucantoni, D., Mottet, A., Bicksler, A., De Rosa, F., Scherf, B., Scopel, É., López-Ridaura, S., Gemmill-Herren, B., Bezner Kerr, R., Sourisseau, J.-M., Petersen, P., Chotte, J.-L., Loconto, A., & Tittonell, P. (2021). Évaluation des transitions vers des systèmes agricoles et alimentaires durables : Un outil pour l'évaluation des performances agroécologiques (TAPE). *Agronomie, environnement & sociétés*, 11(1). <https://doi.org/10.54800/epa550>

Lucantoni, D., Sy, M. R., Goïta, M., Veyret-Picot, M., Vicovaro, M., Bicksler, A., & Mottet, A. (2023). Evidence on the multidimensional performance of agroecology in Mali using TAPE. *Agricultural Systems*, 204, 103499. <https://doi.org/10.1016/j.agrsy.2022.103499>

Lucantoni, D., Thulo, M., Makhoebe, L. M., Mottet, A., Bicksler, A., & Sy, M. R. (2022). *Report on the use of the Tool for Agroecology Performance Evaluation (TAPE) in Lesotho in the context of the Restoration of Landscape and Livelihoods Project (ROLL)*. FAO <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb9160en>

Maréchal, K., Aubaret-Joachain, H., & Ledant, J.-P. (2008). *The influence of economics on agricultural systems: An evolutionary and ecological perspective* (26 p.). Université Libre de Bruxelles – Solvay Business School – Centre Emile Bernheim. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/208733>

McDonald, J.H. (2014). *Handbook of Biological Statistics* (3rd ed.). Sparky House Publishing.

Montcho, M., Assani, A. S., de Dieu Ainamon, J., Aboh, A. B., Olounladé, P. A., & Sinsin, B. (2025). Agroecological mapping of livestock feed resources for sustain productivity and climate resilience in Benin (West Africa). *Discover Sustainability*, 6(1), 33. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00724-2>

Mottet, A., Bicksler, A., Lucantoni, D., De Rosa, F., Scherf, B., Scopel, E., López-Ridaura, S., Gemmill-Herren, B., Bezner Kerr, R., Sourisseau, J.-M., Petersen, P., Chotte, J.-L., Loconto, A., & Tittonell, P. (2020). Assessing Transitions to Sustainable Agricultural and Food Systems : A Tool for Agroecology Performance Evaluation (TAPE). *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.579154>

Moyo, S. (2016). *Family farming in sub-Saharan Africa : Its contribution to agriculture, food security and rural development* (Working Paper No. 150). International Policy Centre for Inclusive Growth (IPC-IG), Brasilia. <https://www.econstor.eu/handle/10419/173805>

Msangi, H. A., Waized, B., Ndyetabula, D. W., & Manyong, V. M. (2024). Promoting youth engagement in agriculture through land titling programs : Evidence from Tanzania. *Heliyon*, 10(7), e29074. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29074>

Müller, K., & Wickham, H. (2025). *tibble : Simple Data Frames* (Version 3.3.0) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/tibble/index.html>

Myers, L., & Sirois, M. J. (2014). Spearman Correlation Coefficients, Differences between. In *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*. John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat02802>

Namirembe, S., Mhango, W., Njoroge, R., Tchuwa, F., Wellard, K., & Coe, R. (2022). Grounding a global tool—Principles and practice for agroecological assessments inspired by TAPE. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 10(1), 00022.
<https://doi.org/10.1525/elementa.2022.00022>

Nikiema, T., Ezin, E. C., & Chogou, S. K. (2024). Categorizing Farms to Promote Agroecology : A Supervised Learning Approach. *2024 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP)*, 326-331.
<https://doi.org/10.1109/SN/SMARTCOMP61445.2024.00076>

Okoye, K., & Hosseini, S. (2024). Wilcoxon Statistics in R : Signed-Rank Test and Rank-Sum Test. In K. Okoye & S. Hosseini (Éds.), *R Programming : Statistical Data Analysis in Research* (p. 279-303). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-97-3385-9_13

Osborne, J. (2010). Improving your data transformations : Applying the Box-Cox transformation. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 15(1).
<https://doi.org/10.7275/qbpc-gk17>

Ouko, K. O., Yugi, C. L., Oketch, M. O., Mboya, J. B., Ogola, R. J., Muthoka, M., & Midamba, D. C. (2024). A review of the landscape of agroecology policies towards transforming food systems in Sub-Saharan Africa. *Cogent Social Sciences*, 10(1), 2363491.
<https://doi.org/10.1080/23311886.2024.2363491>

Palomo-Campesino, S., González, J. A., & García-Llorente, M. (2018). Exploring the Connections between Agroecological Practices and Ecosystem Services : A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/su10124339>

Paraiso, A., Olodo, G. P., Tokoudagba, S., Auteu, R., Yegbemey, R. N., & Sanni, A. (2012). Déterminants et contraintes de la production du miel dans le Nord-Ouest du Bénin : Cas des communes de Natitingou et de Tanguiéta. *Journal de La Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, 14(1), 69-82. <https://doi.org/10.4314/jrsul.v14i1>

Plateau, L., Roudart, L., Hudon, M., & Maréchal, K. (2021). Opening the organisational black box to grasp the difficulties of agroecological transition. An empirical analysis of tensions in agroecological production cooperatives. *Ecological Economics*, 185, 107048.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107048>

Ponisio, L. C., M'Gonigle, L. K., Mace, K. C., Palomino, J., de Valpine, P., & Kremen, C. (2015). Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1799), 20141396.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1396>

Prost, L., Martin, G., Ballot, R., Benoit, M., Bergez, J.-E., Bockstaller, C., Cerf, M., Deytieux, V., Hossard, L., Jeuffroy, M.-H., Leclère, M., Le Bail, M., Le Gal, P.-Y., Loyce, C., Merot, A.,

Meynard, J.-M., Mignolet, C., Munier-Jolain, N., Novak, S., ... van der Werf, H. (2023). Key research challenges to supporting farm transitions to agroecology in advanced economies. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(1), 11. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00855-8>

Ramachandran Nair, P. K., Mohan Kumar, B., & Nair, V. D. (2009). Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172(1), 10-23. <https://doi.org/10.1002/jpln.200800030>

Rana, J. C., Bisht, I. S., Mathur, P., Fadda, C., Mittra, S., Ahlawat, S. P., Vishwakarma, H., & Yadav, R. (2024). Involving Rural Youth in Agroecological Nature-Positive Farming and Culinary Agri-Ecotourism for Sustainable Development : The Indian Scenario. *Sustainability*, 16(21). <https://doi.org/10.3390/su16219417>

Ricciardi, V., Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Jarvis, L., & Chookolingo, B. (2018). How much of the world's food do smallholders produce? *Global Food Security*, 17, 64-72. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.05.002>

Robinson, D., Hayes, A., & Couch, S. (2025). *broom : Convert Statistical Objects into Tidy Tibbles* (Version 1.0.9) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/broom/index.html>

Roessler, R. (2019). Selection Decisions and Trait Preferences for Local and Imported Cattle and Sheep Breeds in Peri-Urban Livestock Production Systems in Ouagadougou, Burkina Faso. *Animals*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/ani9050207>

Romaël, B. B., & Hounnankpon, Y. (2017). Caractéristiques Structurales Des Peuplements Ligneux À Syzygium Guineense (Willd.) DC. Subsp. Macrocarpum (Myrtaceae) En Vue De Leur Aménagement À Des Fins Apicoles Au Bénin. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(24), 186. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n24p186>

Rubin, M. (2021). When to adjust alpha during multiple testing : A consideration of disjunction, conjunction, and individual testing. *Synthese*, 199(3), 10969-11000. <https://doi.org/10.1007/s11229-021-03276-4>

Salliou, N., Muradian, R., & Barnaud, C. (2019). Governance of Ecosystem Services in Agroecology : When Coordination is Needed but Difficult to Achieve. *Sustainability*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/su11041158>

Savels, R., Dessein, J., Lucantoni, D., & Speelman, S. (2024). Assessing the agroecological performance and sustainability of Community Supported Agriculture farms in Flanders, Belgium. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1359083>

Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation Coefficients : Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>

Seghieri, J., & Harmand, J.-M. (Éds.). (2019). *Agroforesterie et services écosystémiques en zone tropicale*. éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-3059-4>

- Sim, C. H., Gan ,F. F, & Chang, T. C. (2005). Outlier Labeling With Boxplot Procedures. *Journal of the American Statistical Association*, 100(470), 642-652.
<https://doi.org/10.1198/016214504000001466>
- Sossou, C. H. (2015). *Le financement de l'agriculture au Bénin : Stratégies de gestion et d'adaptation des exploitations agricoles* (Thèse de doctorat, Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique). ProQuest Dissertations & Theses.
<https://www.proquest.com/docview/31349765>
- Sossou, C. H., Adekambi, S. A., Codjo, V., & Houedjofonon, E. M. (2021). Typologie des exploitations agricoles : Caractérisation et accès aux services agricoles au Bénin (Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(3).
<https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i3.25>
- Spinu, V., Grolemund, G., & Wickham, H. (2024). *lubridate : Make Dealing with Dates a Little Easier* (Version 1.9.4) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/lubridate/index.html>
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., ... Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519-525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Sultan, B., & Gaetani, M. (2016). Agriculture in West Africa in the Twenty-First Century : Climate Change and Impacts Scenarios, and Potential for Adaptation. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01262>
- Tapsoba, P. K., Aoudji, A. K. N., Kabore, M., Kestemont, M.-P., Legay, C., & Achigan-Dako, E. G. (2020). Sociotechnical Context and Agroecological Transition for Smallholder Farms in Benin and Burkina Faso. *Agronomy*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy10091447>
- Tapsoba, P. K., Aoudji, A. K. N., Kestemont, M.-P., Konkobo, M. K., & Achigan-Dako, E. G. (2023a). Clustering smallholders' farmers to highlight and address their agroecological transition potential in Benin and Burkina Faso. *Current Research in Environmental Sustainability*, 5, 100220. <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2023.100220>
- Tapsoba, P. K., Aoudji, A. K. N., Ouédraogo, F., Dassekpo, I. S., Kestemont, M.-P., Kabore Konkobo, M., & Achigan-Dako, E. G. (2023b). Understanding the behavioral drivers of smallholder agro-ecological practice adoption in Benin and Burkina Faso. *Farming System*, 1(2), 100023. <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100023>
- Terán-Samaniego, K., Robles-Parra, J. M., Vargas-Arispuro, I., Martínez-Téllez, M. Á., Garza-Lagler, M. C., Félix-Gurrula, D., Maycotte-de la Peña, M. L., Tafolla-Arellano, J. C., García-Figueroa, J. A., & Espinoza-López, P. C. (2025). Agroecology and Sustainable Agriculture : Conceptual Challenges and Opportunities—A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/su17051805>

- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20260-20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>
- Timmermann, C., & Félix, G. F. (2015). Agroecology as a vehicle for contributive justice. *Agriculture and Human Values*, 32(3), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s10460-014-9581-8>
- Tittonell, P., & Giller, K. E. (2013). When yield gaps are poverty traps : The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. *Field Crops Research*, 143, 76-90. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.10.007>
- Tittonell, P., Piñeiro, G., Garibaldi, L. A., Dogliotti, S., Olff, H., & Jobbagy, E. G. (2020). Agroecology in Large Scale Farming—A Research Agenda. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.584605>
- Toutain, B., Marty, A., Bourgeot, A., Ickowicz, A., & Lhoste, P. (2012). *Pastoralisme en zone sèche : Le cas de l'Afrique subsaharienne* [Monograph]. (Les dossiers thématiques du CSFD, No 9). Montpellier, France : CSFD. ISSN 1772-6964 <https://agritrop.cirad.fr/564099/>
- Tsiafouli, M. A., Thébault, E., Sgardelis, S. P., de Ruiter, P. C., van der Putten, W. H., Birkhofer, K., Hemerik, L., de Vries, F. T., Bardgett, R. D., Brady, M. V., Bjornlund, L., Jørgensen, H. B., Christensen, S., Hertefeldt, T. D., Hotes, S., Gera Hol, W. h., Frouz, J., Liiri, M., Mortimer, S. R., ... Hedlund, K. (2015). Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology*, 21(2), 973-985. <https://doi.org/10.1111/gcb.12752>
- Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., & Phung, D. T. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>
- Valenzuela, H. (2016). Agroecology : A Global Paradigm to Challenge Mainstream Industrial Agriculture. *Horticulturae*, 2(1). <https://doi.org/10.3390/horticulturae2010002>
- Van der Ploeg, J. D., Barjolle, D., Bruil, J., Brunori, G., Costa Madureira, L. M., Dessein, J., Drăg, Z., Fink-Kessler, A., Gasselin, P., Gonzalez de Molina, M., Gorlach, K., Jürgens, K., Kinsella, J., Kirwan, J., Knickel, K., Lucas, V., Marsden, T., Maye, D., Migliorini, P., ... Wezel, A. (2019). The economic potential of agroecology : Empirical evidence from Europe. *Journal of Rural Studies*, 71, 46-61. <https://doi.org/10.1016/j.jurstud.2019.09.003>
- Vignola, R., Harvey, C. A., Bautista-Solis, P., Avelino, J., Rapidel, B., Donatti, C., & Martinez, R. (2015). Ecosystem-based adaptation for smallholder farmers : Definitions, opportunities and constraints. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 126-132. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.05.013>
- Vodounou, J. B. K., & Onibon Doubogon, Y. (2016). Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin. *Cybergeo: European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage*, (794). <https://doi.org/10.4000/cybergeo.27836>

- Wei, T., & Simko, V. (2024). *corrplot : Visualization of a Correlation Matrix* (Version 0.95) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/corrplot/index.html>
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503-515. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>
- Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.-F., Ferrer, A., & Peigné, J. (2014). Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>
- Wickham, H. (2020). *reshape2 : Flexibly Reshape Data: A Reboot of the Reshape Package* (Version 1.4.4) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/reshape2/index.html>
- Wickham, H. (2023a). *tidyverse : Easily Install and Load the « Tidyverse »* (Version 2.0.0) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/tidyverse/index.html>
- Wickham, H. (2023b). *stringr : Simple, Consistent Wrappers for Common String Operations* (Version 1.5.1) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/stringr/index.html>
- Wickham, H., & Bryan, J. (2025). *readxl : Read Excel Files* (Version 1.4.5) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/readxl/index.html>
- Wickham, H., Chang, W., Henry, L., Pedersen, T. L., Takahashi, K., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H., Dunnington, D., & Brand, T. van den. (2025). *ggplot2 : Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics* (Version 3.5.2) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html>
- Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K., & Vaughan, D. (2023). *dplyr : A Grammar of Data Manipulation* (Version 1.1.4) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/dplyr/index.html>
- Wickham, H., & Henry, L. (2025). *purrr : Functional Programming Tools* (Version 1.1.0) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/purrr/index.html>
- Wickham, H., Hester, J., & Bryan, J. (2024). *readr : Read Rectangular Text Data* (Version 2.1.5) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/readr/index.html>
- Wickham, H., & RStudio. (2023). *forcats : Tools for Working with Categorical Variables (Factors)* (Version 1.0.0) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/forcats/index.html>
- Wickham, H., Vaughan, D., Girlich, M., & Ushey, K. (2024). *tidyr : Tidy Messy Data* (Version 1.3.1) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/tidyr/index.html>
- Wickramaratne, C., Jones, S., Lamanna, C., & Geck, M. (2022). The measure of agroecology : Developing an assessment framework to capture economic, environmental and social impacts of agriculture and food systems. *CGIAR Initiative on Agroecology*. <https://www.cgiar.org/news-events/news/the-measure-of-agroecology/>

Yeboah, T., & Flynn, J. (2021). *Rural youth employment in Africa: An evidence review* [Monograph]. Evidence Synthesis Paper Series, No. 10/2021. INCLUDE Knowledge Platform. <https://includeplatform.net/wp-content/uploads/2021/05/Rural-youth-employment-in-Africa-an-evidence-review.pdf>

Zachou, M. (2024). *Investigating the TAPE tool's effectiveness in assessing agroecological transitions and sustainability outcomes : A case study in Benin's family farms* (Mémoire de Master 2, Programme MIDAS). CIHEAM-IAMM, Université de Montpellier. https://www.iamm.ciheam.org/ress_doc/opac_css/index.php?id=52177&lvl=notice_display

Zoma-Traoré, B., Probst, L., Ouédraogo-Koné, S., Soudré, A., Ouédraogo, D., Yougbaré, B., Traoré, A., Khayatzadeh, N., Mészáros, G., Burger, P. A., Mwai, O. A., Sölkner, J., Wurzinger, M., & Martin-Collado, D. (2021). Livestock Keepers' Attitudes : Keystone of Effective Community-Based Breeding Programs. *Sustainability*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/su13052499>

Zoundji, G. C., Okry, F., Van Mele, P., Bentley, J. W., & Kwame Sackey, C. (2024). The potential of farmer training video for supporting agroecological vegetable production in Benin. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2358607. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2358607>

8. Annexes

8.1. Département du Borgou

La superficie des terres cultivables dans le département du Borgou est estimée à 13 962 km². Le climat du département est du type soudanien caractérisé par une saison sèche et une saison des pluies. Les précipitations annuelles oscillent entre 900 et 1 300 mm et débutent en avril pour terminer 7 mois après. La température annuelle moyenne avoisine les 26 °C, avec un pic de 35 °C observé en mars, tandis qu'elle descend à environ 23 °C entre décembre et janvier. L'humidité relative fluctue entre 30 % et 70 % (INSAE, 2016).

À N'Dali, le sol est ferrugineux tropical, soit profond, non concrétionné et soumis au lessivage tandis que le sol est hydromorphe à Tchaourou. N'Dali est couvert d'une savane arborée et arbustive tandis que Tchaourou est une savane boisée. Ces deux communes, étant dans le sud du département, évitent les feux de brousse rencontrés dans les régions du nord majoritairement herbeuses. L'Ouémé s'écoule dans le sud de la région. Les trois produits agricoles les plus répandus de N'Dali sont respectivement l'igname, le soja et le maïs et ceux de Tchaourou sont respectivement l'igname, le manioc et le sorgho. À noter que l'igname arrive largement en tête (INSAE, 2016).

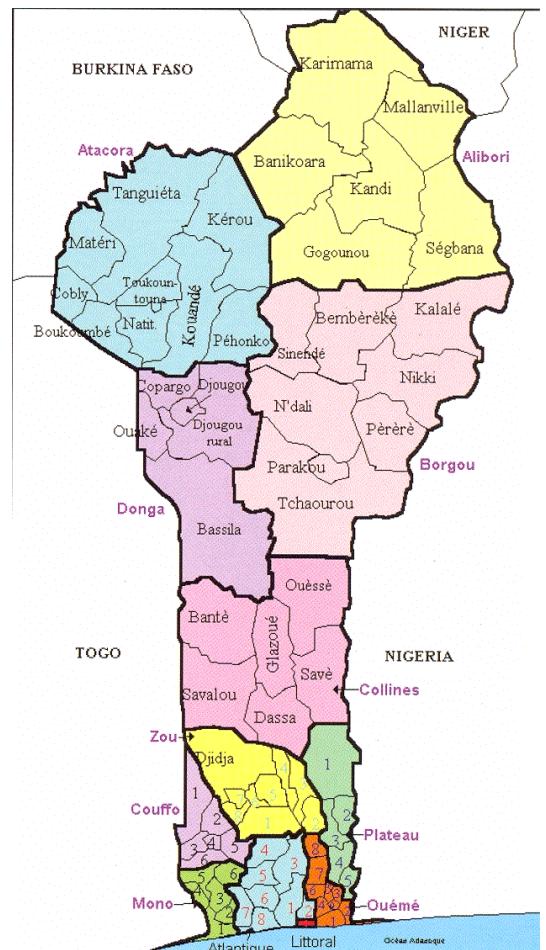
Le département enregistre un fort taux de croissance de la population. L'islam est pratiqué par 70 % des habitants. 59 % des ménages ont accès à l'eau potable. Presque tous les villages disposent d'une école primaire et les collèges de 1^{er} et 2^{ème} cycle sont fortement présents dans la zone (INSAE, 2016).

Enfin, dans la commune de Tchaourou, 20 303 ménages sur 30 121 sont agricoles (INStAD, 2024) dont 952 dirigés par des femmes, soit le double de quasiment chaque autre commune (INSAE, 2016). Dans la commune de N'Dali, 9 414 ménages sur 14 063 sont agricoles (INStAD, 2024) et 438 sont dirigés par des femmes (INSAE, 2016).

8.2. Département de l'Atacora

La chaîne de l'Atacora, culminant à 700 mètres d'altitude en moyenne, façonne un paysage très accidenté et en relief, rendant les terres peu cultivables dans le département de

Figure 56 : Carte géographique du Bénin



Source : (Kple, 2015)

l'Atacora. De plus, les grands fleuves du Bénin et du Togo qui s'écoulent vers les plaines, érodent les terres, les rendant infertiles. Étant donné que Toucountouna n'est pas traversé par les deux principaux fleuves de l'Atacora, 36 retenues d'eau y ont été aménagées afin de mieux gérer les ressources en eau et favoriser l'agriculture irriguée. Le climat du département est du type soudanien caractérisé par une saison sèche de novembre à mai et une saison des pluies de juin à octobre. À l'est, le paysage est marqué par une savane parsemée de quelques arbres de karité et de néré et leur présence décroît en se rapprochant de l'ouest. Le sol est soit ferrugineux de type tropical avec une couche arable, soit hydromorphe léger résultant d'une érosion répétée. Les quatre produits agricoles les plus répandus de Toucountouna sont respectivement la viande, le vouandzou, le teck et enfin le taro (INSAE, 2016).

Le taux de croissance de la population du département est inférieur au taux national. L'Atacora est d'ailleurs le département le moins peuplé du pays. L'islam est pratiqué par 27 % des habitants, suivi du catholicisme avec 21% et les personnes sans religion qui représentent 19 %. 55 % des ménages ont accès à l'eau potable. Presque tous les villages disposent d'une école primaire et les collèges de 1^{er} et 2^{ème} cycle sont fortement présents dans la zone (INSAE, 2016).

Dans la commune de Toucountouna, 3 861 ménages sur 5 381 sont agricoles (INStaD, 2024) et seulement 340 sont dirigés par des femmes (INSAE, 2016).

8.3. Figures et tableaux

Figure 57 : Valeur arrondie utilisée pour représenter les différents diagrammes en radar

	TCHAOUROU	N'DALI	TOUCOUNTOUNA	Pastoralisme	Exploitation agricole	Agroforesterie	Transition forte	Transition moyenne	Transition faible
Diversité (%)	51	51	48	53	48	50	53	51	48
Synergies (%)	52	51	51	53	50	52	51	54	50
Efficience (%)	61	54	56	58	57	61	65	67	51
Recyclage (%)	43	45	46	46	46	35	49	44	43
Résilience (%)	44	42	56	52	46	42	67	47	41
Culture & traditions alimentaires (%)	60	59	62	62	60	61	65	60	59
Co-création & partage de connaissances (%)	57	51	61	63	53	53	69	56	53
Valeurs humaines & sociales (%)	41	43	48	43	46	43	53	49	39
Économie circulaire et solidaire (%)	57	56	57	57	58	53	69	56	53
Gouvernance responsable (%)	37	26	46	41	34	32	61	35	29

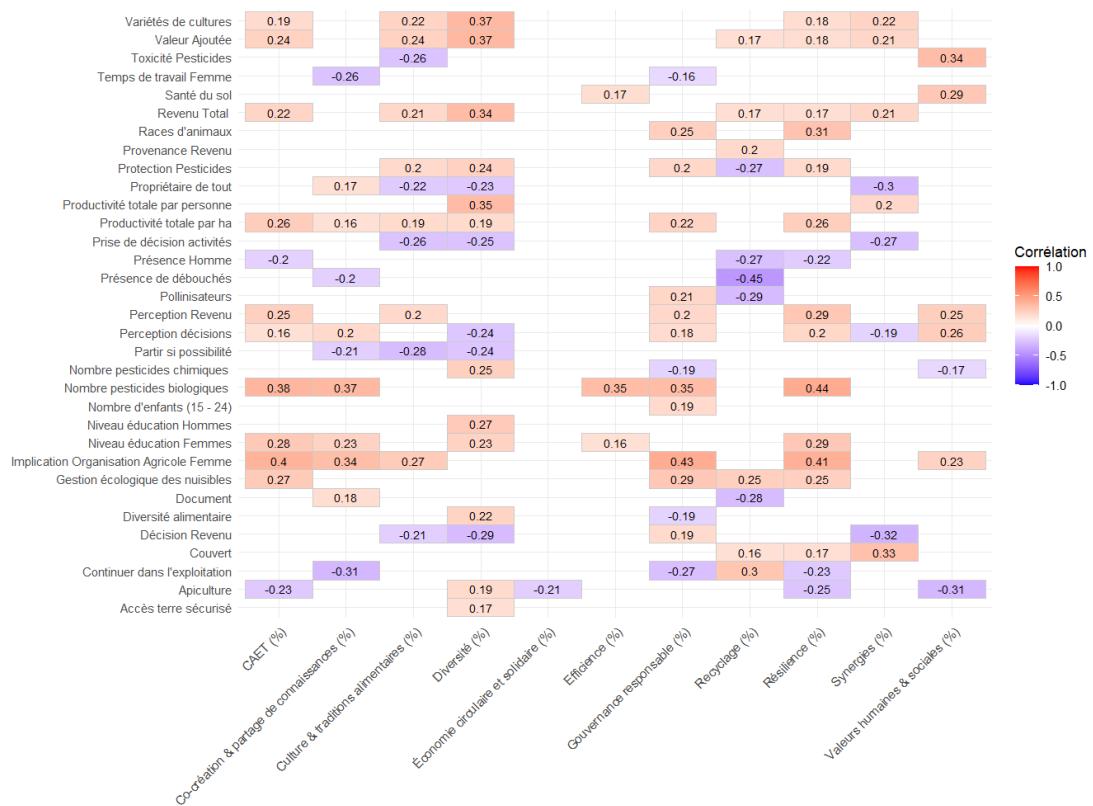
Source : (Auteur, 2025)

Figure 58 : Table de corrélation avec les dix éléments de l'agroécologie, le CAET, ainsi que tous les critères de performances conservés lors du traitement des données



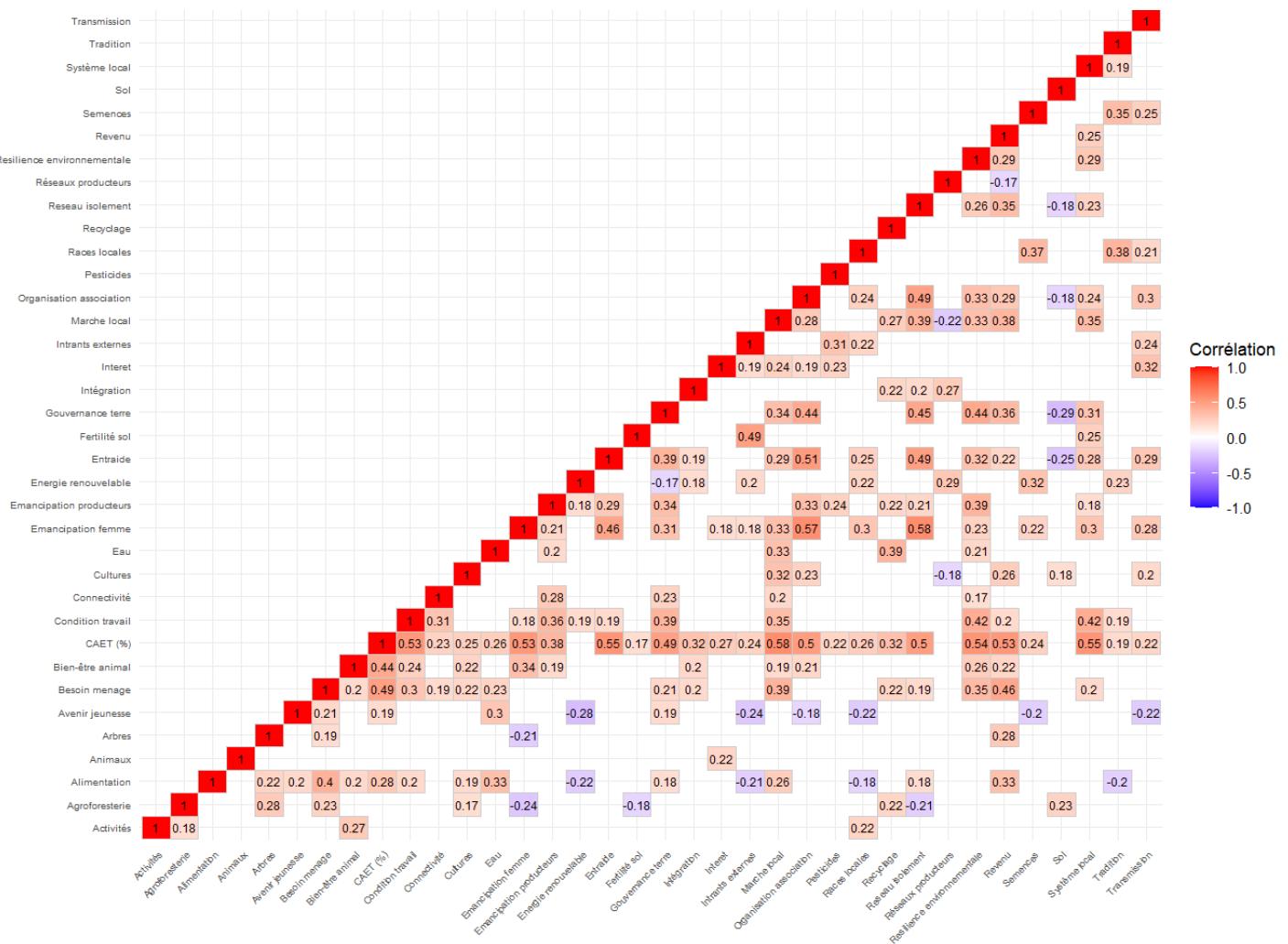
Source : (Auteur, 2025)

Figure 59 : Table de corrélation conservant seulement les corrélations significatives ($\alpha = 0.05$) avec les dix éléments de l'agroécologie, le CAET, ainsi que tous les critères de performances conservés lors du traitement des données



Source : (Auteur, 2025)

Figure 60 : Table de corrélation triangulaire conservant uniquement les corrélations significatives ($\alpha = 0.05$), illustrant les corrélations entre chaque question des dix éléments de l'agroécologie prévue par l'outil TAPE



Source : (Auteur, 2025)

Figure 61 : Les dix éléments de la transition agroécologique et leurs indices associés

Principes	INDICES CAET	Appellation
Diversité	<ul style="list-style-type: none"> • Diversité des cultures • Diversité des animaux (y compris poissons et insectes) • Diversité des arbres (et autres plantes vivaces et cultures pérennes) • Diversité des activités, produits et services générateurs de revenus 	Cultures Animaux Arbres Activités
Synergies	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration cultures-élevage-aquaculture • Gestion du système sol-plantes • Intégration des arbres (agroforesterie et sylvopastoralisme) • Connectivité entre les éléments de l'agroécosystème et le paysage 	Intégration Sol Agroforesterie Connectivité
Efficience	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation d'intrants externes • Gestion de la fertilité du sol • Gestion des nuisibles et des maladies • Productivité et besoins du ménage 	Intrants externes Fertilité sol Pesticides Besoin ménage
Recyclage	<ul style="list-style-type: none"> • Recyclage de la biomasse et des nutriments • Préservation et conservation de l'eau • Gestion des achats, échanges et conservation des semences et des ressources génétiques animales • Utilisation et production d'énergie renouvelable 	Recyclage Eau Semences Energie renouvelable
Résilience	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilité de la production et capacité à résister aux perturbations • Existence de mécanismes sociaux pour réduire la vulnérabilité • Résilience environnementale et capacité d'adaptation au changement climatique 	Revenu Entraide Resilience environnementale
Culture et traditions alimentaires	<ul style="list-style-type: none"> • Régime alimentaire approprié et conscience nutritionnelle • Identité et conscience locales ou traditionnelles (paysannes et indigènes) • Utilisation de variétés/races locales et connaissances traditionnelles (paysannes et indigènes) pour la préparation des aliments 	Alimentation Tradition Races locales
Co-création et partage de connaissances	<ul style="list-style-type: none"> • Mécanismes sociaux pour la création et le transfert horizontaux de connaissances et de bonnes pratiques • Accès aux connaissances agroécologiques et intérêt des producteurs pour l'agroécologie • Participation des producteurs aux réseaux et organisations 	Transmission Interet Reseau isolement
Valeurs humaines et sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Émancipation des femmes • Conditions de travail et inégalités sociales • Émancipation de la jeunesse et émigration • Bien-être animal (si applicable) 	Emancipation femme Condition travail Avenir jeunesse Bien-être animal
Économie circulaire et solidaire	<ul style="list-style-type: none"> • Produits/services commercialisés localement ou en commerce équitable • Réseaux de producteurs, relations avec consommateurs/intermédiaires • Système alimentaire local 	Marche local Réseaux producteurs Système local
Gouvernance responsable	<ul style="list-style-type: none"> • Émancipation des producteurs • Organisations et associations de producteurs • Participation des producteurs dans la gouvernance de la terre et des ressources naturelles 	Emancipation producteurs Organisation association Gouvernance terre

Source : (FAO, 2021)

Figure 62 : Description détaillée du calcul de chaque critère de performance conservé lors du traitement des données

Critères de performance	Description
Accès terre sécurisé	Perception d'un accès sécurisé à la terre ou à la mobilité pour au moins l'homme ou la femme ; 1, sinon 0
Apiculture	0 = Les abeilles ne sont pas élevées et rares au sein de l'agroécosystème, 1 = Les abeilles ne sont pas élevées mais présentes au sein de l'agroécosystème, 2 = Les abeilles sont élevées au sein de l'agroécosystème
Continuer dans l'exploitation	Moyenne entre les différents jeunes de l'exploitation ; 0 = Ne souhaite pas travailler dans l'exploitation, 1 = Souhaite travailler dans l'exploitation
Couvert	Zone productive couverte par une végétation naturelle ou diversifiée ; 0 = Absente, 1 = Petite, 2 = Significative, 3 = Abondante
Décision Revenu	Somme des fois où la femme seule ou conjointement décide de l'utilisation des revenus parmi ceux générés par l'agriculture, la production animale et les activités annexes
Diversité Alimentaire	Somme de tous les aliments différents mangés ou bus lors des dernières 24 heures
Document	Reconnaissance légale du terrain ou de la mobilité pour au moins l'homme ou la femme ; 1, sinon 0
Gestion écologique des nuisibles	Somme des techniques systématiquement appliquées au sein de l'exploitation parmi un contrôle culturel (variétés résistantes, suppression des fruits malades, rotation), plantation de plantes naturellement répulsives, cultures de couverture, favorisation de la reproduction d'organismes bénéfiques ou favorisation de la biodiversité et de la diversité spatiale
Importance pesticides	0 = Pesticides chimiques les plus importants, 1 = Pesticides chimiques et biologiques ont la même importance (2024) Autres types (2022), 2 = Pesticides biologiques les plus importants, 3 = Gestion écologique la plus importante
Implication Organisation Agricole Femme	Évaluation de l'implication des femmes dans des coopératives, groupements de producteurs ou associations commerciales et d'affaires ; 0 = Jamais, 1 = Participe souvent mais ne prend pas la parole, 2 = Membre actif et prend la parole, 3 = Prend souvent la parole et participe aux processus décisionnels
Niveau éducation Femmes	0 = Ne peut ni lire ni écrire, 1 = Capable de lire et d'écrire, 2 = École élémentaire, 3 = École secondaire, 4 = Université
Niveau éducation Hommes	0 = Ne peut ni lire ni écrire, 1 = Capable de lire et d'écrire, 2 = École élémentaire, 3 = École secondaire, 4 = Université
Nombre d'enfants (15-24)	Somme des jeunes masculins et féminins entre 15 et 24 ans du système évalué
Nombre pesticides biologiques	Somme des différents pesticides biologiques utilisés au cours des douze derniers mois d'activité
Nombre pesticides chimiques	Somme des différents pesticides chimiques utilisés au cours des douze derniers mois d'activité
Occupation des jeunes	Moyenne entre les différents jeunes de l'exploitation ; 0 = ni travailleur, ni scolarisé, 0,5 = Employé en dehors du système évalué, 1 = Scolarisé dans le système formel
Partir si possibilité	Moyenne entre les différents jeunes de l'exploitation ; 0 = Le jeune émigrerait si l'occasion se présentait, 1 = Le jeune resterait dans le système évalué
Perception décisions	Somme des fois où la femme pense pouvoir prendre des décisions parmi la production agricole, animale, les activités annexes, les actifs principaux et secondaires du ménage
Perception Revenu	Perception qualitative du revenu par rapport à il y a trois ans ; 0 = fortement diminué, 1 = légèrement diminué, 2 = semblable, 3 = légèrement augmenté, 4 = fortement augmenté
Polliniseurs	0 = Absent, 1 = Rare, 2 = Important, 3 = Abondant
Présence de débouchés	Moyenne entre les différents jeunes de l'exploitation ; 0 = Le jeune a déjà dû émigrer par manque d'emploi dans le système évalué, 1 = Le jeune n'a pas encore dû émigrer
Présence Homme	Lors d'une partie de l'interview où la femme doit répondre seule aux questions ; 0 = l'homme était présent, 1 = l'homme n'était pas présent
Prise de décision activités	Somme des fois où la femme seule ou conjointement prend les décisions concernant les cultures et les semences, les animaux, les actifs liés à des activités annexes, les actifs principaux et secondaires
Productivité produit annexe	Calcul spécifié en 2.5.
Productivité totale par ha	Calcul spécifié en 2.5.
Productivité totale par personne	Calcul spécifié en 2.5.
Propriétaire de tout	Somme des fois où la femme seule ou conjointement est propriétaire des cultures et des semences, des animaux, des actifs liés à des activités annexes, des actifs principaux et secondaires
Protection Pesticides	0 = aucune stratégie d'atténuation n'est mise en place, 1 = le port du masque est respecté, 2 = Au moins une autre protection que le masque est mise en place parmi une protection corporelle telle que des lunettes ou des gants, une protection spéciale pour les femmes et les enfants, une sensibilisation de la communauté ou une élimination sûre des conteneurs vides après utilisation
Provenance Revenu	0 = Principalement de sources et de revenus externes, 1 = À la fois de la production agricole et de sources de revenu externes, 2 = Principalement du revenu agricole
Races d'animaux	Somme des espèces d'animaux différentes ainsi que des races différentes s'il y en a
Revenu Total	Calcul spécifié en 2.5.
Santé du sol	Somme des scores obtenus pour évaluer une parcelle représentative de l'état moyen des sols pour chaque indicateur (1,3 ou 5) parmi la structure, le compactage, la profondeur du sol superficiel, le statut des résidus, la couleur/odeur/matière organique, la rétention d'eau, la couverture de sol, l'érosion, la présence d'invertébrés et l'activité microbiologique
Temps de travail Femme	Les femmes travaillent moins longtemps ou également aux hommes ; 1 sinon 0
Toxicité Pesticides	Comparaison des différents produits utilisés sur l'exploitation ; 0 = Au moins un pesticide est considéré comme extrêmement toxique, 1 = Au moins un pesticide est considéré comme modérément toxique, 2 = Les pesticides utilisés sont considérés comme légèrement toxiques voire relativement non toxiques
Valeur ajoutée	Calcul spécifié en 2.5.
Variétés de cultures	Somme des plantations différentes ainsi que des variétés différentes s'il y en a

Figure 63 : P-valeur des tests de Kruskal-Wallis + Post-hoc de Wilcoxon (avec correction de Bonferroni) pour chaque modalité de chaque typologie et pour chaque critère de performance, le CAET ainsi que la superficie, en vert figure les modalités qui sont significativement différentes

	N'Dali < Toucourou	N'Dali < Ichaourou	Tchaourou < Toucourou	Agroforesterie > Exploitation agricole	Agroforesterie > Pastoralisme	Exploitation agricole > Pastoralisme	Transition table < Pastoralisme	Transition table < Transition moyenne	Transition table > Transition forte	Transition moyenne < Transition forte
CAET	0.0004151	0.00017	0.29432	0.11131	/ / /	0.05688	< 2.2e-16	3.6e-14	3.1e-18	
Superficie		8.168e-08			0.2237		0.7715			
Document	2.6e-06	0.6	3.9e-06		/ / /	0.01083	/	/ / /		
Accès terre sécurisé	0.0296	1	0.0097			0.001538	0.06708	0.02565		0.290
Productivité totale par ha	0.00042	0.0004537	0.84497	0.02077	0.173	1	0.029	/ / /		0.1267
Productivité totale par personne		0.005193				0.0037	0.00243	0.9561		
Productivité produit annexe		0.5731	0.1773		0.1175	1	0.0034	/ / /		
Revenu Total		0.05677				0.2074		0.7909		
Perception Revenu		/ / /	0.9109		0.10791	0.88656	0.0002773	/ / /		0.08876
Provenance Revenu		3.3e-07	0.0188	0.0071	0.21	0.04	0.42	/ / /		0.574
Valeur ajoutée		0.4177				0.1839		0.3411		
Nombre pesticides chimiques		0.7386			0.21400	0.76337	0.00081	/ / /		0.05351
Nombre pesticides biologiques		6.2e-09	7.5e-05	0.25	1	0.251	0.057	0.218	0.021	0.710
Protection Pesticides		7.8e-05	0.153	0.055	0.1471	1	0.0055	6.5e-05	9.9e-05	1
Gestion écologique des nuisibles		0.08362				0.1786		0.4611		
Toxicité Pesticides		/ / /	5.27e-07		0.21	0.04	0.42	/ / /		
Diversité alimentaire		5.6e-08	0.0017	0.0016	0.011	0.236	0.455	0.881	0.026	0.201
Présence Homme		0.03837				0.0144		0.02257		
Niveau éducation Hommes		0.049	0.041	1	/ / /	0.0002773		0.03923		
Niveau éducation Femmes		0.807	0.485	0.036	/ / /	0.5438		0.7405		
Propriétaire de tout		0.109	0.041	1	/ / /	0.0001056		0.049	0.127	
Prise de décision activités		1	0.00457	0.00051	4.9e-15	0.014	0.483	/ / /		0.3818
Décision Revenu		0.13451	0.17052	0.00055	0.00029	0.27671	0.01401	/ / /		0.3886
Perception décisions		1	0.0244	0.0023	0.00033	0.12458	0.09156	/ / /		0.7038
Implication Organisation Agricole Femme		3.2e-15	0.016	4.9e-09	0.0014	0.0025	1	/ / /		0.3882
Temps de travail Femme		0.0007831				0.00998		0.0002065		
Présence de débouchés		/ / /	0.2664		0.03449		0.3367	1	0.00025	0.00181
Occupation des jeunes		/ / /	0.7212		0.5233		/ / /			0.5613
Continuer dans l'exploitation		/ / /	0.6187		0.6506		/ / /			0.2142
Partir si possibilité		0.964	0.008	0.051	/ / /	0.5754		/ / /		0.07592
Nombre d'enfants (15 - 24)		/ / /	0.9462		0.001862		/ / /			0.05964
Apiculture		8.448e-13	5.5e-05	0.00043	6.7e-13	0.6192		/ / /		0.3487
Couvert		/ / /	0.2998		0.6784		/ / /			0.1508
Polliniseurs		/ / /	0.001996		0.253		/ / /			0.7405
Variétés de cultures		/ / /	0.5767	0.0026	0.0484	/ / /	/ / /	/ / /		0.04858
Races d'animaux		/ / /	0.2021		0.1064		/ / /			0.06467
Santé du sol		1	0.090	0.046	0.108	0.025	0.582	0.001	1	0.025

Figure 64 : P-valeurs du test de Wilcoxon Rank Sum entre 2022 et 2024 pour chaque critère de performance comparable, en vert figure les critères de performance qui sont significativement différents entre année

	2022 >< 2024
CAET	0.08654
CAET N'Dali	0.194
CAET Toucountouna	1.52e-07
CAET Tchaourou	0.871
Document	0.7267
Accès terre sécurisé	0.4147
Revenu Total	< 2.2e-16
Valeur ajoutée	< 2.2e-16
Perception revenu	3.228e-08
Protection Pesticides	0.01626
Gestion écologique des nuisibles	0.0003624
Importance Pesticides	2.003e-08
Diversité alimentaire	0.04377
Présence Homme	8.913e-14
Niveau éducation Homme	0.03846
Niveau éducation Femme	0.07216
Temps de travail Femme	< 2.2e-16
Propriétaire de tout	0.03432
Prise de décision activités	0.9078
Implication Organisation Agricole Femme	0.7638
Apiculture	0.9559
Polliniseurs	0.6076
Couvert	9.01e-09

Source : (Auteur, 2025)