

## Mémoire de fin d'études

présenté par Louise GENTILS

pour obtenir le diplôme de

Ingénieure en agro-développement international

Spécialité gestion environnementale des écosystèmes et forêts tropicales

### Caractérisation d'un « cacao d'agroforêt » originaire d'Afrique centrale



Planters dans une cacaoyère du village de Womkoa - Crédits : Elvis Mouyakan a Moumbock

Soutenu publiquement le 16 novembre 2023

à AgroParisTech, centre de Montpellier

devant le jury :

Dr Isabelle MICHEL

Examinatrice  
Chercheuse au sein de l'UMR Innovation  
(Institut Agro Montpellier)

Dr Guillaume LESCUYER

Tuteur de stage  
Chercheur au sein de l'UR Forêts et  
sociétés (Cirad)

Carla BALTZER

Enseignante-référente AgroParisTech



# REMERCIEMENTS

Je remercie mes tuteurs Dr Guillaume Lescuyer et Chloé Tankam pour la confiance qu'ils m'ont accordée. Merci à Guillaume de m'avoir mise en relation avec des personnes clés et associée à des événements sur le sujet de la mission de stage qui ont permis de m'appuyer sur des bases solides. J'ai bénéficié aussi de ses précieux conseils notamment lors d'une première application du protocole au Cameroun.

J'adresse également mes remerciements à Carla Baltzer, mon enseignante référente qui a été présente tout au long du stage tant sur la thématique que pour l'organisation.

Je remercie les chercheurs qui ont contribué de près ou de loin à cette étude, tout particulièrement Dr Jean-Michel Harmand pour sa revue du protocole et des variables sélectionnées et Dr Michel Ndoumbe pour son aide sur l'analyse statistique.

Merci à M. Maledy, secrétaire exécutif du CICC, pour la considération qu'il a portée à notre travail et pour sa valorisation.

Merci à M. Essono, chef du département des opérations du CICC, pour le suivi de notre mission et l'intérêt qu'il a accordé à notre travail scientifique.

De manière générale je remercie toute l'équipe du CICC et tout particulièrement les chauffeurs M. Awa, M. Ako et M. Engong qui nous ont accompagnés tout au long de la mission quelles que soient les conditions de la route.

Je souhaite remercier tous les planteurs rencontrés dans les 22 localités parcourues, et notamment les présidents de coopérative qui furent de précieux facilitateurs sur le terrain.

Enfin je remercie Elvis Mouyakan a Moumbock mon binôme de travail et surtout mon ami avec qui j'ai passé 4 mois de mission au Cameroun et qui m'a tant appris de son pays - du « continent ». Akiba buyi/Aboungan/Djoko djaka/Meyega... !

# RESUME

Ces dernières années, la filière cacao connaît une forte évolution à l'échelle internationale en réaction à la contrainte de produire un cacao durable et sans déforestation de plus en plus exigée, notamment avec le Règlement contre la Déforestation de l'Union Européenne (RDUE) qui rentrera en application en 2025. Le Cameroun possède la particularité de produire majoritairement le cacao dans des systèmes agroforestiers qui lui donnent l'opportunité de valoriser une production de qualité et durable. Jusqu'à présent les rares critères existants pour définir ce qu'est une cacaoyère en agroforesterie sont majoritairement tirés de travaux en Afrique de l'Ouest. L'enjeu de cette étude est de démontrer l'existence puis de caractériser ces systèmes uniques au Cameroun et plus largement en Afrique centrale. Pour cela les données ont été collectées sur un échantillon de 223 plantations réparties dans l'ensemble des bassins de production de cacao camerounais où le couvert forestier est encore important. 34 variables ont été retenues à l'aide d'une revue de littérature systématique et collectées sur le terrain et 19 d'entre elles ont été conservées pour l'analyse statistique : la densité et la surface terrière des cacaoyers et espèces associées, les indices de Shannon et Simpson, le nombre d'usages et d'espèces plantées les rendements, l'âge de la cacaoyère, le nombre d'interventions et les dépenses en produits phytosanitaires. Après avoir étudié les tendances aux différentes échelles régionale, départementale et de l'arrondissement 3 grands types de cacaoyères en agroforesterie sont ressortis. Le premier « hautement diversifié » est caractérisé par des densités et diversités élevées d'espèces associées, le deuxième « intensif » a de forts rendements et intensification en intrants et en travail et le troisième intermédiaire « polyvalent » possède des fonctions annexes à la cacaoculture importantes (beaucoup de fruitiers, d'usages et de plantation des espèces forestières dans les cacaoyères). À partir de cette typologie l'objectif est de créer un nouveau référentiel "cacao d'agroforêt" qui puisse être intégré dans les normes des politiques publiques et des standards privés de certification et qui soit adapté et valorise la cacaoculture actuelle d'Afrique centrale.

**Mots clés :** Afrique centrale, agroforesterie, cacaoyères, Cameroun, RDUE, référentiel, typologie

# ABSTRACT

In recent years, the cocoa sector has undergone major changes at international level in response to the increasingly stringent requirement to produce sustainable cocoa without deforestation, notably with the European Union's Regulation against Deforestation (RDUE), which will come into force in 2025. Cameroon is unique in that most of its cocoa production takes place in agroforestry systems, giving it the opportunity to promote high-quality, sustainable production. Until now, the few existing criteria for defining what constitutes an agroforestry cocoa farm have mainly been drawn from work in West Africa. The aim of this study is to demonstrate the existence and characterise these unique systems in Cameroon and, more broadly, in Central Africa. To do this, data was collected on a sample of 223 plantations spread across all the cocoa production basins in Cameroon where there is still a lot of forest cover. 34 variables were selected on the basis of a systematic literature review and collected in the field, 19 of which were retained for statistical analysis: density and basal area of cocoa trees and associated species, Shannon and Simpson indices, number of uses and species planted, yields, age of the cocoa plantation, number of interventions and expenditure on phytosanitary products. After studying trends at regional, departmental and district levels, 3 main types of agroforestry cocoa farms emerged. A first "highly diversified" type characterised by high densities and diversity of associated species, a second "dynamic" type with high yields and intensification of inputs and labour, and a third intermediate "polyvalent" type with important functions ancillary to cocoa production (many fruit trees, uses and planting of forest species in cocoa farms). Based on this typology, the aim is to create a new 'agroforest cocoa' reference system that can be integrated into public policy and private certification standards and that is adapted to and enhances current cocoa production in Central Africa.

**Keywords :** agroforestry, Cameroon, Central Africa, cocoa plantation, EUDR, reference system, typology

# TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS .....	1
RESUME .....	2
1. LISTE DES ABBREVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES .....	5
2. INTRODUCTION .....	6
2.1 CONTEXTE .....	6
2.1.1 Les enjeux autour de la forêt en Afrique centrale.....	6
2.1.2 La production de cacao à différentes échelles .....	6
2.1.3 L'agroforesterie, une solution à privilégier.....	8
2.2 PROBLEMATIQUE .....	10
2.3 OBJECTIFS .....	10
3. MATERIEL ET METHODE .....	11
3.1 PRESENTATION DU SITE D'ETUDE .....	11
3.1.1 Zones agroécologiques .....	11
3.1.2 Pédologie .....	12
3.1.3 Pluviométrie .....	13
3.2 VARIABLES .....	13
3.2.1 Choix des variables pour la collecte des données.....	13
3.2.2 Description des variables retenues .....	16
3.3 ECHANTILLONNAGE .....	20
3.3.1 Choix de l'échantillon .....	20
3.3.2 Sites sélectionnés dans l'échantillonnage .....	22
3.3.3 Caractéristique pédoclimatiques des zones échantillonnées .....	23
3.4 PROTOCOLE .....	26
3.4.1 Organisation générale du travail sur le terrain .....	26
3.4.2 Collecte des données.....	27
3.5 ANALYSE DES DONNEES .....	29
3.5.1 Préparation de la base de données.....	29
3.5.2 Choix des variables pour construire les typologies .....	31
3.5.3 Traitements à différentes échelles.....	34

<b>4. RESULTATS .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 CLASSIFICATIONS A DIFFERENTES ECHELLES</b>	<b>35</b>
4.1.1 A l'échelle de la région .....	35
4.1.2 A l'échelle du département.....	36
4.1.3 A l'échelle de l'arrondissement .....	40
<b>4.2 TYPOLOGIE GENERALE</b>	<b>44</b>
<b>5. DISCUSSION.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1 POLITIQUES PUBLIQUES, STANDARDS PRIVES, MODELES EXISTANTS ET CREATION D'UN REFERENTIEL « CACAO D'AGROFORET »</b>	<b>48</b>
5.1.1 Cacaoculture, déforestation et agroforesterie dans les politiques publiques .....	48
5.1.2 Cacaoculture, déforestation et agroforesterie dans les standards privés de certification.....	50
5.1.3 Modèles agroforestiers existants.....	51
5.1.4 Comparaison des résultats de l'étude aux critères des différents organismes .....	52
<b>5.2 LIMITES</b>	<b>54</b>
5.2.1 Limites liées à l'échantillonnage.....	54
5.2.2 Limites liées au questionnaire .....	54
5.2.3 Limites liées au relevé des arbres.....	54
5.2.4 Limites liées à la collecte de données par les techniciens .....	55
5.2.5 Limites liées au traitement statistique .....	55
<b>5.3 OUVERTURE ET PERSPECTIVES</b>	<b>56</b>
5.3.1 Espèces d'arbres associées aux cacaoyères .....	56
5.3.2 Durabilité des cacaoyères .....	58
<b>6. CONCLUSION .....</b>	<b>61</b>
<b>7. REFERENCES.....</b>	<b>62</b>
<b>8. TABLE DES TABLEAUX .....</b>	<b>67</b>
<b>9. TABLE DES FIGURES .....</b>	<b>68</b>
<b>10. ANNEXES .....</b>	<b>69</b>
<b>TABLE DES ANNEXES.....</b>	<b>69</b>

# 1. LISTE DES ABBREVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ACP : Analyse en composantes principales

CICC : Conseil Interprofessionnel Cacao Café

Cirad : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

DAF : Dynamic agroforestry

DBH : diameter at breast height

GIC : Groupement d'Intérêts Communs

GISCO : German Initiative on Sustainable Cocoa

IFCD : Initiative française pour un cacao durable

ISO : Organisation internationale de normalisation

NA : Not Available

ONCC : Office National Cacao Café

ONG : Organisation Non-Gouvernementale

PFNL : Produits Forestiers Non Ligneux

RDUE : Règlement de l'Union Européenne contre la Déforestation

SAF : Système agroforestier

SAF-ART : Système Agro-Forestier et Agriculture Régénérative de Transition

SNDI : Stratégie Nationale de lutte contre la Déforestation Importée

UE : Union-Européenne

## 2. INTRODUCTION

### 2.1 CONTEXTE

#### 2.1.1 Les enjeux autour de la forêt en Afrique centrale

- Etat des lieux des forêts d'Afrique centrale

Les forêts d'Afrique centrale recouvrent six pays sur presque 240 millions d'hectares, dont 89 de forêts, et incluent les tourbières de la Cuvette Centrale, un puits de carbone essentiel, et le Bassin du Congo, la seconde plus grande forêt tropicale du monde. Dans ces milieux, la biodiversité, d'une grande richesse, compte des milliers d'espèces de plantes et d'animaux sauvages endémiques. Les communautés locales et les groupes autochtones qui en font également partie leur attribuent une grande valeur culturelle, alimentaire, et les voient comme un moyen de subsistance (Eba'a Atyi *et al.*, 2022).

Pourtant, de nouvelles menaces sont apparues sous la forme d'activités entraînant la déforestation, telles que l'agriculture sur brûlis, l'exploitation d'arbres, les productions minières et de charbon de bois. L'Afrique centrale a ainsi perdu plus de 6 millions d'hectares de forêts primaires humides depuis 2001 (Eba'a Atyi *et al.*, 2022).

Pour limiter la déforestation liée à l'agriculture une solution majeure est la mise en valeur de pratiques telles que l'agroforesterie. Elles permettent de réduire l'agriculture sur brûlis qui est le principale moteur de la déforestation.

- Règlement de l'Union européenne contre la déforestation (RDUE)

Afin de réduire la déforestation et la dégradation des forêts l'Union Européenne a récemment établi de nouvelles mesures législatives : le règlement européen contre la déforestation (RDUE). Celui-ci interdira la mise sur le marché ou l'exportation depuis le marché européen de produits ayant contribué à la déforestation ou à la dégradation des forêts après le 31 décembre 2020. Le champ d'application du texte couvre sept commodités : café, cacao, caoutchouc, huile de palme, soja, bœuf et bois, ainsi que leurs produits dérivés comme le cuir, le charbon de bois, le papier etc. (Annexe 1).

Ce règlement a été officiellement publié au Journal de l'Union européenne en juin 2023 et s'appliquera à tous les États membres 18 mois plus tard, soit le 29 décembre 2024 (Journal officiel de l'Union européenne, 2023).

#### 2.1.2 La production de cacao à différentes échelles

- La production de cacao sur le continent africain

La production de cacao s'est largement développée en Afrique depuis les années 1960. Ainsi les surfaces des cacaoyères ont doublé passant à 6,5 millions d'hectares en 2020. Le continent africain est aujourd'hui le leader mondial avec environ trois millions de tonnes de cacao produites par an (Jagoret *et al.*, 2020). Jusqu'à maintenant l'accroissement de la production a toujours été lié à une extension des surfaces cultivées. En effet le coût de réhabilitation d'une cacaoyère dégradée est bien supérieur à celui de l'installation d'une nouvelle cacaoyère après défriche forestière. De plus une réduction des zones permettant la cacaoculture due à l'évolution du climat est à prévoir (Jagoret, Deheuvels, *et al.*, 2014). Ainsi il devient urgent d'identifier des solutions qui permettront de faire face à plusieurs



grands défis : stabiliser les zones de cacaoyères existantes pour réduire la tension croissante sur les forêts et s'adapter au changement climatique.

- La production de cacao au Cameroun

Au Cameroun 295 163 tonnes de fèves de cacao ont été produites lors de la campagne 2021-2022 (ONCC, 2023). Le pays se positionne en 6<sup>ème</sup> position pour sa part dans la production mondiale, juste après l'Equateur. Il est également de loin le premier producteur en Afrique Centrale (Annexe 2). Ainsi d'après (Altasocio, 2022) il a produit 290000 tonnes de fèves en 2020 contre 12000 pour la République démocratique du Congo (RDC), soit plus 4 fois plus, et 7000 pour la République du Congo qui sont les deux nations d'Afrique centrale lui succédant en termes de production.

Sur les 10 régions que compte le Cameroun, 7 d'entre elles sont productrices de cacao. Selon le bilan de la campagne cacaoyère 2017/2018 produit par l'Office National du Cacao et du Café (ONCC, 2023) les régions du Centre, du Sud-Ouest, du Littoral et du Sud représentent respectivement 50,36%, 31,54 %, 6,98% et 4,99% des déclarations de ventes. Elles sont suivies des régions de l'Est (3,38%), de l'Ouest et du Nord-Ouest (plus de 1% chacune) (Figure 1). Il convient de signaler que la campagne cacaoyère 2017/2018 s'est déroulée dans un contexte sécuritaire qui n'a pas permis au Sud-Ouest, traditionnellement première région productrice, de livrer l'intégralité de sa production (ONCC, 2023).

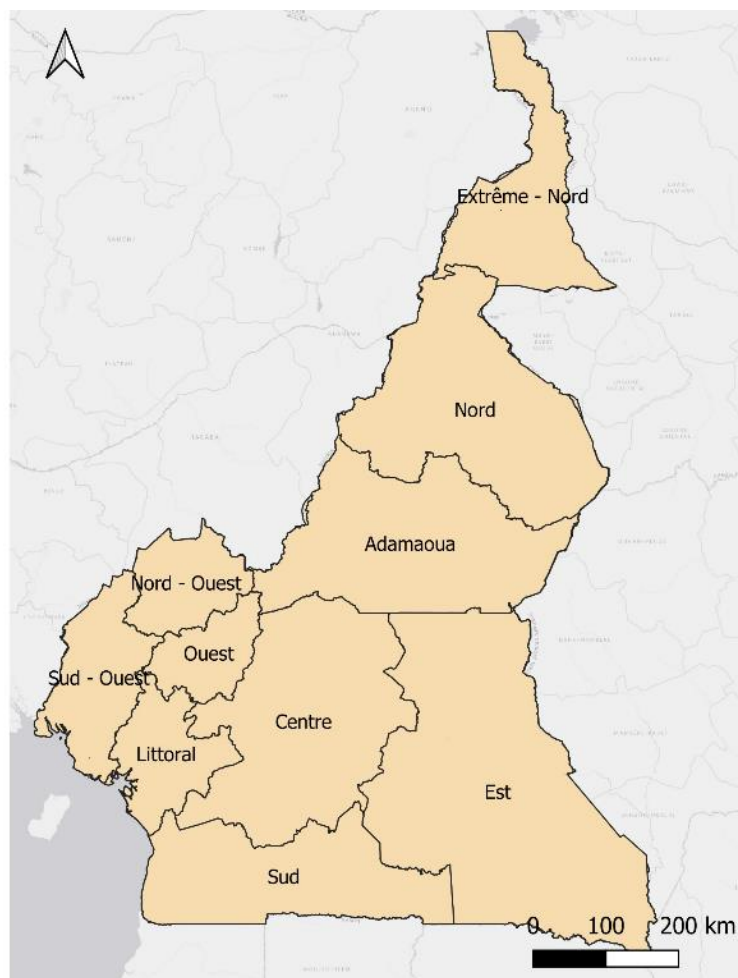


Figure 1 : Carte des régions du Cameroun - Source : Gentils, 2023

### 2.1.3 L'agroforesterie, une solution à privilégier

Les cacaoyères du Cameroun, et de l'Afrique centrale à plus grande échelle, possèdent la particularité d'être cultivées en agroforesterie. Un système agroforestier (SAF) est un système de gestion des terres dans lequel des arbres ou des arbustes sont délibérément cultivés ou maintenus en association avec des cultures agricoles, des cultures pérennes ou l'élevage d'animaux sur une même parcelle de terre (Nair, 2007). Les SAFs sont reconnus pour leur capacité à améliorer la résilience des systèmes agricoles face aux changements climatiques, à contribuer à la sécurité alimentaire et à promouvoir la biodiversité. Ils jouent un rôle important dans la promotion de l'agriculture durable et de la gestion durable des terres (Nair, 2007).

- Les avantages de l'agroforesterie

#### Rendements

Il existe des arguments pertinents soutenant que les arbres présents dans les parcelles en agroforesterie sont à l'origine de compétitions (lumière, eau et éléments minéraux) au détriment des cacaoyers. Cela dit des travaux récents menés au Cameroun surtout constitué de cacaoyères agroforestières démontrent que cette présence n'empêche pas des rendements acceptables. Ainsi le rendement, estimé à partir de comptages des cabosses dans des localités de la région Centre est en moyenne de 740 kilogrammes de cacao marchand par hectare, allant parfois jusqu'à une tonne, dans des parcelles où se côtoient en moyenne 1 500 cacaoyers — densité similaire à celle souvent observée en monoculture — et 190 arbres fruitiers et forestiers (Jagoret *et al.*, 2020).

#### Stockage de carbone

La capacité moyenne de stockage de carbone des cacaoyères à maturité en agroforesterie peut atteindre 75 tonnes par hectare ce qui représente 50% de celle des forêts secondaires locales où elles ont souvent été installées. En parallèle celle des monocultures de cacaoyers est d'environ 10 tonnes (Jagoret *et al.*, 2020).

#### Durée de vie des cacaoyers

De surcroît, la durée de vie des cacaoyères agroforestières est généralement de plus de cinquante ans, bien plus longue que celle des monocultures de vingt à trente ans. En effet, la combinaison de cacaoyers avec plusieurs espèces fruitières et forestières permet la création d'un microclimat favorable aux cacaoyers avec le maintien de la fertilité des sols et la réduction de l'érosion en stabilisant le processus de recyclage de la biomasse et le cycle des nutriments. La présence d'arbres facilite une réhabilitation progressive des cacaoyers, autrement dit le renouvellement, en permettant aux agriculteurs de s'affranchir à la fois de la restauration d'un ombrage et de celle de la fertilité du sol, maintenue par la décomposition des résidus végétaux (Jagoret, Deheuvels, *et al.*, 2014).

#### Espèces associées

Le mélange d'espèces d'arbres qu'un agriculteur réalise dépend de leurs utilisations et des services qu'elles peuvent rendre. Les agriculteurs distinguent ces espèces selon leurs effets positifs, négatifs, ambivalents ou neutres sur les cacaoyers. Ils font des compromis entre la production de cacao et les autres usages et services en fonction de leur stratégie de production et de leur capacité économique (Nitidae, 2022).

#### Contrôle des bioagresseurs

Cette association offre également une alternative de régulation écologique au contrôle chimique des envahisseurs et permet ainsi aux agriculteurs de réduire l'apport de pesticides et le budget de protection phytosanitaire de leurs parcelles. En effet en modulant l'ombrage procuré par les arbres associés, ils peuvent réguler à la fois la pourriture brune des cabosses due à un champignon et surtout les mirides. Ces derniers sont des insectes piqueurs-suceurs pouvant entraîner la mort des cacaoyers. Les cacaoculteurs parviennent ainsi à réduire l'apport de pesticides et le budget de protection phytosanitaire de leurs parcelles (Jagoret *et al.*, 2020).

### Résilience

En plus des avantages qui plaident pour une intensification écologiquement soutenable de la production de cacao, les systèmes agroforestiers offrent flexibilité et résilience, ce qui est important pour les petits agriculteurs qui sont affectés par les fluctuations des prix mondiaux et le changement climatique. Effectivement en combinant plusieurs espèces les agriculteurs peuvent réduire le nombre d'interventions techniques sans affecter la viabilité des plantations de cacao car l'ambiance forestière assure entre autres fertilité du sol et contrôle des bioagresseurs. La gestion à long terme d'anciennes plantations agroforestières de cacao dans la région centrale du Cameroun en est un bon témoignage. Les cacaoyers y ont été quasiment abandonnés puis récupérés beaucoup plus tard par les agriculteurs qui interviennent pour les restaurer. En plus de la production de cacao les cacaoyères en agroforesterie fournissent une variété de produits pour l'autoconsommation ou la vente, dont certains constituent une production relais en période de soudure ou de baisse des prix du cacao (Jagoret, Deheuvels, *et al.*, 2014).

- Essais de caractérisation du cacao d'agroforêt en Afrique de l'Ouest

Actuellement, il y a une tendance croissante à définir de manière précise ce qu'est le cacao d'agroforêt en établissant des normes spécifiques avec des valeurs minimales. Cette démarche s'appuie principalement sur des recherches menées en Afrique de l'Ouest.

En 2021 l'ONG Nitidae a mis sur pied le référentiel pour le cacao agroforestier Système Agro-Forestier et Agriculture Régénérative de Transition (SAF-ART). Il a pour but de valoriser le mode de production agroforestier sur les marchés mondiaux, tout en encourageant la transition des systèmes de culture « cacao plein soleil » vers l'agroforesterie. Le référentiel repose sur deux paramètres : le couvert et la diversité qui sont mesurés avec la surface terrière, la densité et l'origine des arbres (rémanents, spontanés, plantés). Il est partagé en deux temps avec des critères différents : une période de transition et SAF mature. Il a été créé à partir d'études dans les cacaoyères d'Afrique de l'Ouest (Nitidae, 2021).

L'ONG Tropenbos dans son rapport sorti en 2023 résume les stratégies des entreprises telles que Cargill, CEMOI, ETG etc. pour promouvoir l'agroforesterie et reprend les modèles agroforestiers suivis par chaque société en Afrique de l'Ouest. Il se concentre spécifiquement sur la classification de différentes catégories de cacaoyères en agroforesterie, telles que définies par l'Initiative allemande sur le cacao durable avec un niveau d'entrée, basique, avancé et l'agroforesterie dynamique (DAF). Pour caractériser ces différents niveaux les critères utilisés sont : la densité et le nombre d'espèces d'arbres associés indigènes, le pourcentage de couvert ombragé et la présence de différentes strates où la végétation indigène occupe un couvert suffisant (Tropenbos, 2023). Les critères seuils présentés dans les rapports de Nitidae et Tropenbos sont développés dans la discussion **en 5.1** et mis en parallèle avec les résultats de notre étude.

## 2.2 PROBLEMATIQUE

Le nouveau règlement européen RDUE définit les agroforêts au même titre que les plantations agricoles issues de la déforestation - cela signifie par exemple que les cacaoyères en agroforesterie ne seront pas plus valorisées que celles en monoculture (Journal officiel de l'Union européenne, 2023). Le cacao planté dans les systèmes agroforestiers pourra faire l'objet de tout projet d'intensification allant jusqu'à la transformation en plantation agricole, au détriment d'un certain nombre de services écosystémiques. De plus ce « cacao d'agroforêt » n'est pas valorisé auprès du consommateur, dans les supermarchés. Ainsi ses performances environnementales potentielles ne sont pas intégrées dans son prix de vente. Ces derniers constats rendent les cacaoyères en agroforesterie très vulnérables alors même qu'elles présentent un large potentiel, particulièrement dans le contexte environnemental actuel.

Construire une image de marque pour son cacao permettrait au Cameroun de faire pression sur le prix d'achat du cacao camerounais vendu à l'international, d'autant plus que les consommateurs et lobbies sont de plus en plus intéressés par un cacao de qualité. Aujourd'hui environ la moitié des producteurs de cacao en agroforêt sont implantés dans des zones isolées et n'ont que très peu accès à des opportunités publiques ou privées d'appui. Soutenir le développement du « cacao d'agroforêt » permettrait à ces derniers jusqu'à présent délaissés d'avoir une nouvelle chance de relancer leur activité, de valoriser leur savoir-faire et de contribuer à améliorer leurs conditions de vie, au travers d'une régénération progressive des vieilles cacaoyères sous agroforêt.

C'est dans cette optique de valorisation du cacao d'agroforêt que s'inscrit mon étude dont l'objectif est d'établir une typologie des différents agroforêts camerounaises pour à terme en tirer un ou plusieurs référentiel(s) adapté(s) aux réalités des systèmes de production de cacao d'Afrique Centrale.

La problématique générale à laquelle ma mission contribue est la suivante :

**Quelle typologie peut-on établir afin de caractériser les différentes cacaoyères en agroforesterie au Cameroun ?**

## 2.3 OBJECTIFS

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Définir les variables sur la base desquelles sera effectuée la collecte des données sur le terrain puis établir la typologie à l'aide d'une revue de littérature systématique et de l'analyse statistique ;
- Effectuer l'échantillonnage des plantations le plus représentatif possible dans l'ensemble des bassins de production de cacao camerounais ayant un couvert forestier suffisant ;
- Créer des classifications à différentes échelles géographiques pour établir une typologie finale permettant d'évaluer à quel système appartient une cacaoyère ciblée en fonction des critères déterminants retenus.

## 3. MATERIEL ET METHODE

### 3.1 PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

#### 3.1.1 Zones agroécologiques

Le Cameroun est divisé en en 5 grandes zones agroécologiques (Figure 2). Les zones où l'on retrouve majoritairement le cacao sont :

- La zone forestière bi-modale (Zone 5) de superficie 165 770 km<sup>2</sup>, avec une pluviométrie de 1500 à 2000 mm/an, 2 saisons humides distinctes et des sols plutôt ferrallitiques, acides et argileux ;
- La zone forestière mono-modale (Zone 4) qui couvre 45 658 km<sup>2</sup>, avec une pluviométrie de 2500 à 4000 mm/an et des sols qui sont des pentes volcaniques ;
- La zone des hauts-plateaux (Zone 3) de superficie 31 192 km<sup>2</sup>, avec 1500 à 2000 mm/an et 180 jours de pluie et des sols jeunes sur fortes pentes ou lessivés, enrichis en matériaux volcaniques., ils sont très fertiles et propices aux activités agricoles

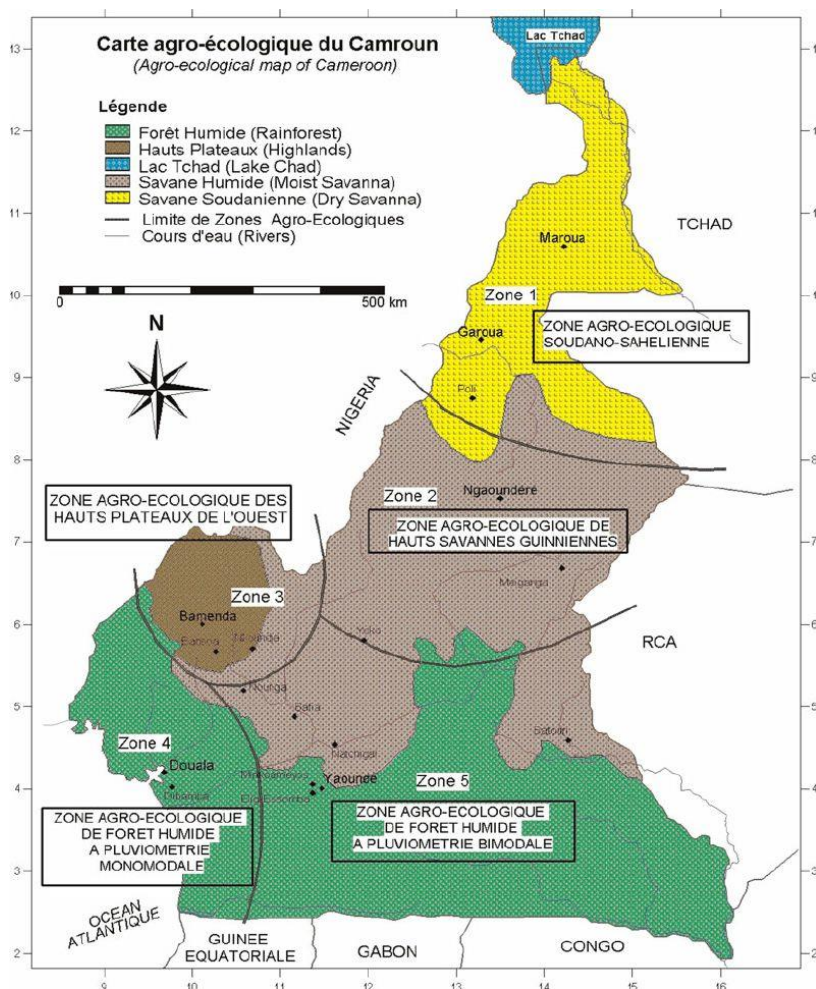


Figure 2 : Zones agroécologiques du Cameroun - source : IRAD

### 3.1.2 Pédologie

Le Cameroun possède une multitude de sols, dans la moitié Sud dans laquelle est cultivée le cacao on retrouve en grande partie de sols ferrallitiques notamment dans les zones forestières (régions Sud, Est etc.) ou volcaniques (régions Sud-Ouest, Ouest etc.) (Figure 3).

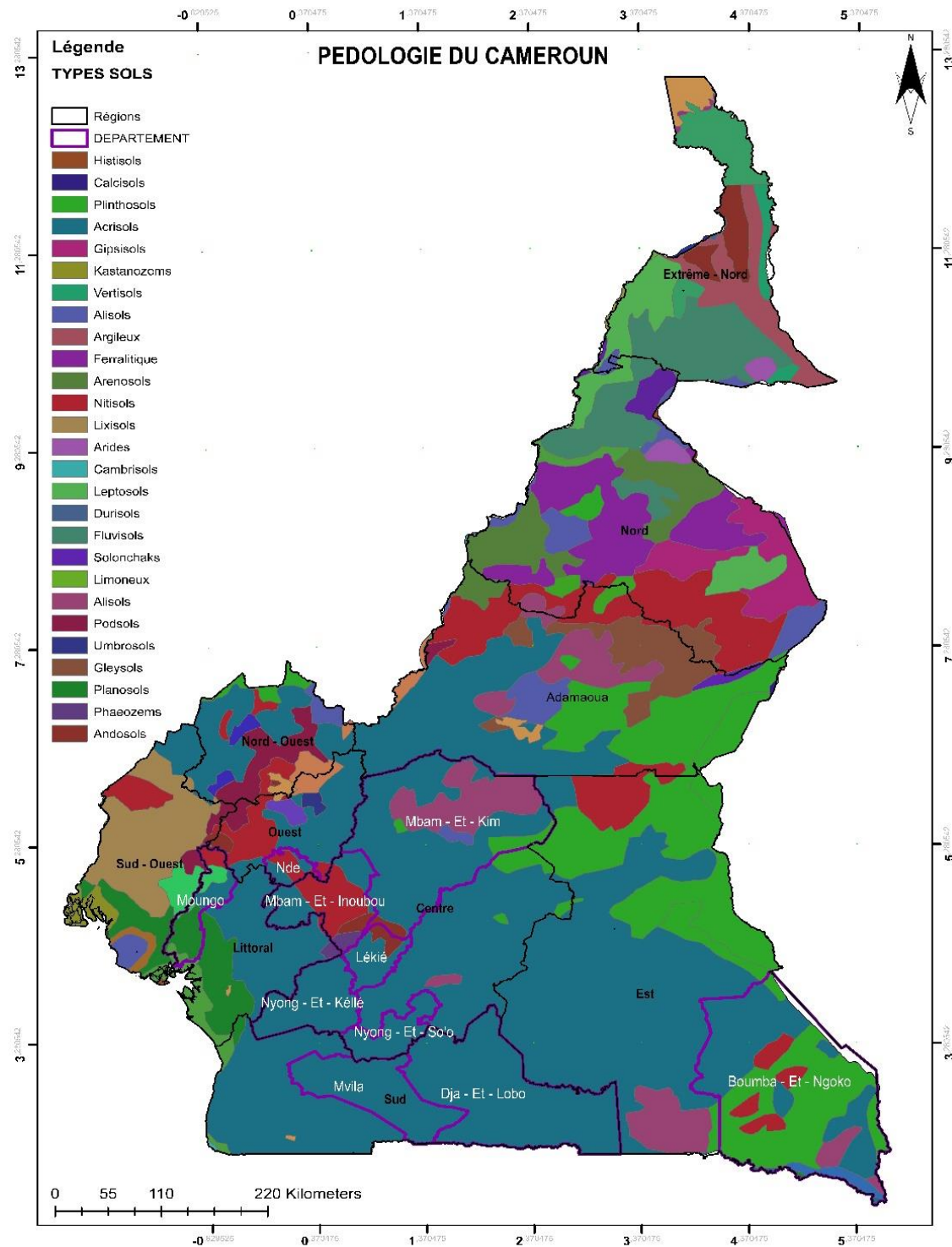


Figure 3 : Pédologie du Cameroun - source : FAO



### 3.1.3 Pluviométrie

La pluviométrie annuelle des zones où l'on cultive le cacao au Cameroun est comprise entre 1500 et 4000 mm/an (Figure 4).

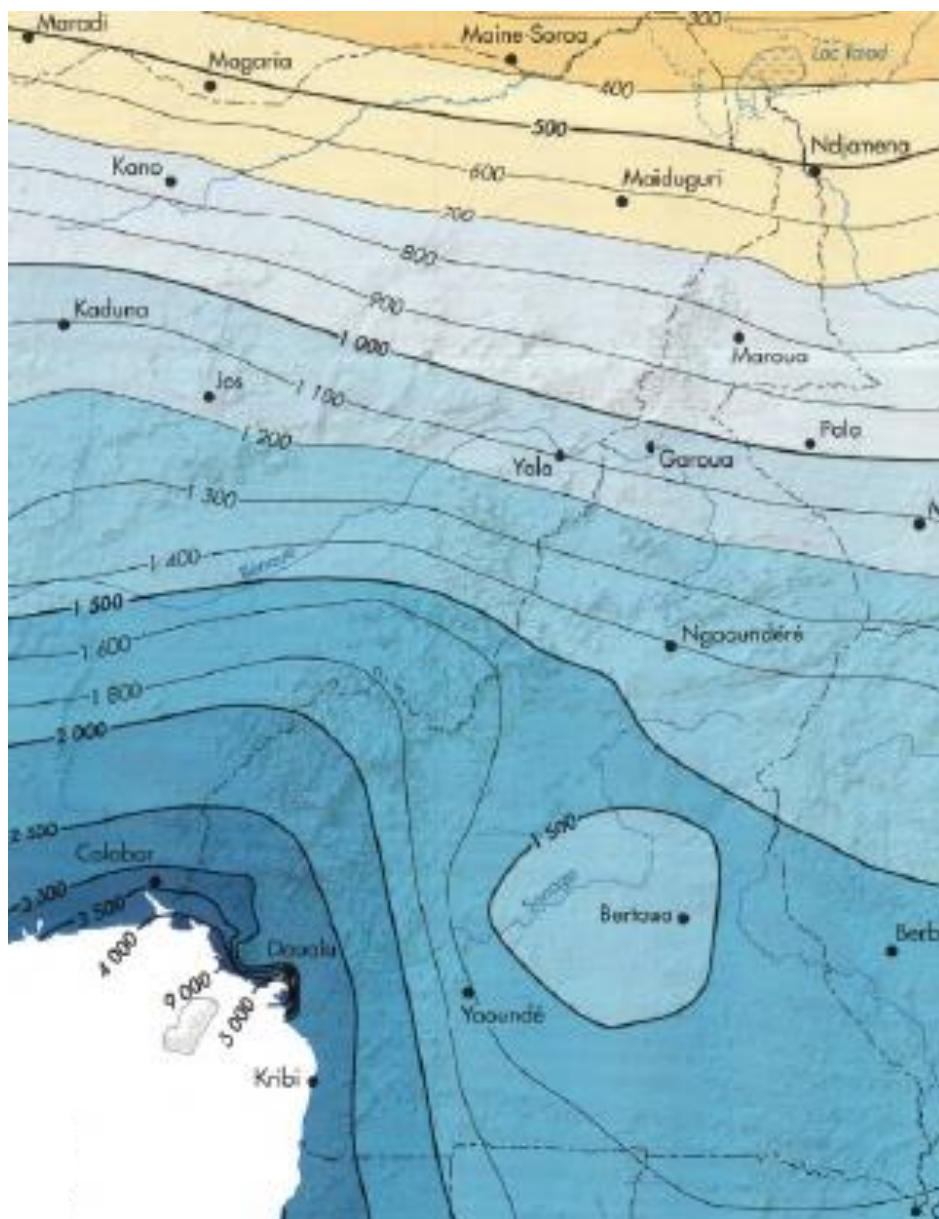


Figure 4 : Pluies annuelles au Cameroun - source : IRD

## 3.2 VARIABLES

### 3.2.1 Choix des variables pour la collecte des données

- Revue de littérature systématique

Le choix des variables s'est fait à l'aide d'une revue de littérature systématique selon une méthode bien précise (Sordello et al, 2017). Cette dernière a été réalisée en plusieurs étapes résumées ci-dessous.

**Etape 1 :**

Il faut d'abord choisir des mots-clés en fonction du sujet d'étude en français et en anglais (Annexe 10). On construit plusieurs équations à partir de ces mots-clés et on les teste dans les différents moteurs de recherche. L'équation la plus pertinente retenue se situe en Annexe 10 et elle est différente entre les moteurs Scopus, Web of Science et Google Scholar.

**Etape 2 :**

Ensuite aux documents récupérés dans les 3 moteurs cités précédemment il faut ajouter les premiers résultats dans Google et la bibliographie récupérée (par exemple les mémoires non publiés).

**Etape 3 :**

On vérifie les équations avec une liste de contrôle. La liste de contrôle est composée de 27 articles que l'on retrouve dans la bibliographie sélectionnés au préalable que l'on doit retrouver lorsque l'on fait tourner les équations dans les différents moteurs.

**Etape 4**

On vérifie que le sujet est non-existant en faisant tourner les équations retenues dans les différents moteurs mais avec la catégorie « titre ».

**Etape 5 :**

Enfin on procède au tri et à la sélection des documents utiles résumé dans le diagramme PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews et Meta-Analyses) (Figure 5).

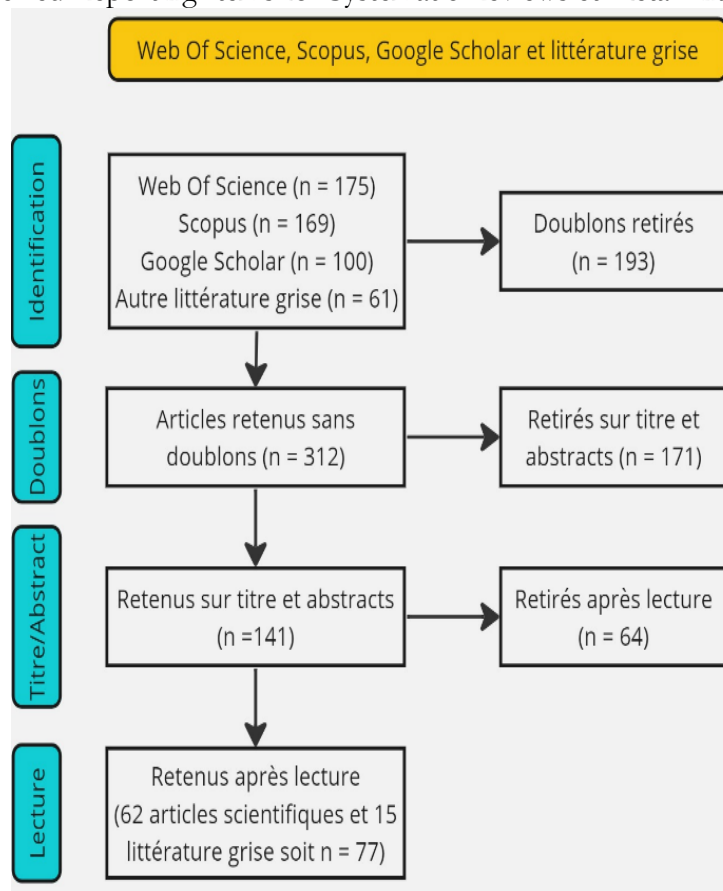


Figure 5 : Diagramme PRISMA – Source: Gentils, 2023



Après la lecture des titres et abstracts puis une lecture complète, de nombreux documents ont été écartés car :

**a) Pour la littérature grise**

- Beaucoup de rapports sont très généraux, ou bien portent sur la chaîne de valeur, la filière et les certifications (sans indicateurs).

**b) Pour les articles scientifiques**

- Ils ne concernent pas la bonne zone (c'est l'Afrique centrale que l'on cible) ;
- Ils sont trop précis sur l'écologie, par exemple ils traitent d'une espèce de fourmis en particulier dans les cacaoyères ;
- Ils sont trop centrés sur l'économie ou la certification.

Cette revue de littérature systématique a permis de construire le tableau en Annexe 11 dans lequel sont recensées les 216 variables utilisées dans chacun des 77 documents retenus après lecture.

- Approbation par un comité scientifique

Les variables retenues extraites de la revue de littérature systématique ont été discutées avec plusieurs experts internationaux sur le sujet de l'étude. Cela a été fait dans un premier temps lors d'une conférence intitulée « L'agroforesterie cacaoyère en Afrique de l'Ouest et du Centre : de la définition à l'innovation et aux voies de mise en œuvre » qui s'est tenue à Montpellier en mai 2023. Puis dans un deuxième temps toujours lors d'une conférence « Approche pratique d'adaptation de la culture du cacaoyer et du caféier aux changements climatiques » ayant lieu à Yaoundé en juin 2023.

Les avis entrecroisés des experts ont permis de faire une sélection plus pointue des variables et de les préciser, elles sont recensées dans le Tableau 1 ci-dessous. Certaines variables ont cependant été écartées compte tenu du temps imparti pour la collecte de données et du matériel disponible. Il s'agit par exemple du stock de carbone ou encore des variables liées à la pédologie.

Tableau 1 : Variables sélectionnées à partir de la revue de littérature scientifique et fréquence d'apparition dans les articles

Variables	Nombre d'articles	Variables	Nombre d'articles
<b>Variables socio-économiques</b>		<b>Variables écologiques et agronomiques</b>	
Surface de la plantation (ha)	19	Indice de Shannon	14
Age de la plantation	29	Indice de Simpson	7
Variétés de cacaoyers	1	Densité des cacaoyers à l'ha	27
Rendements (kg/ha/an)	32	Densité des arbres associés à l'ha	16
Genre de l'exploitant	6	Densité des arbres fruitiers à l'ha	9
Age de l'exploitant (ans)	6	Densité des arbres forestiers à l'ha	5
Mode d'accès à la cacaoyère	5	Densité de tous les arbres à l'ha	7
Acheteur	3	Surface terrière des cacaoyers (m <sup>2</sup> /ha)	13
<b>Structure des cacaoyères</b>		Surface terrière des arbres associés (m <sup>2</sup> /ha)	11
Hauteur des arbres (m)	20	Surface terrière totale (m <sup>2</sup> /ha)	7
Diamètre des arbres (cm)	13	Coût des produits phytosanitaires (FCFA/ha/an)	10
Cultures associées à la cacaoyère	5	Nombre d'interventions culturelles	16
Nombre d'espèces fruitières associées	15		
Origine des espèces forestières associées	5		
Usage des espèces forestières associées	14		

### 3.2.2 Description des variables retenues

- Variables socio-économiques

#### Superficie de la plantation (questionnaire)

Par la superficie de la plantation on entend la surface de cacaoyère dans laquelle est effectué le relevé, exprimée en hectare. On distingue la superficie des cacaoyers en production, c'est-à-dire d'âge supérieur à 4 ans, et la superficie des autres cacaoyers. Sinon cela induit un biais dans le calcul des rendements à l'hectare, qui se fait à partir des données de production et de superficie. Il existe plusieurs typologies permettant de catégoriser la taille des plantations. En outre celle de Pédélahore employée dans la région Centre du Cameroun (Pédélahore, 2014a ; Pédélahore, 2014b) allant du petit planteur possédant de 0,1 à 2 ha au très grand planteur possédant plus de 30 ha.

#### Variétés de cacao (questionnaire)

Dans les cacaoyères on peut trouver plusieurs variétés que l'on distinguera en 3 grands groupes. D'après (Blanchet, 2014 ; Moisy, 2013) on a :

- variété ancienne (1) avec majoritairement du Forastero aussi appelé « cacao allemand » ;
- variété hybride (2) Trinitario ;
- «tout venant» (3) qui est un mélange entre variétés hybride et ancienne.

#### Age de la plantation (questionnaire)

L'âge de la plantation est exprimé en années. Les premières récoltes de cacao ont lieu de 2,5 à 3 ans dans le cas des variétés de cacaoyers hybrides et vers l'âge de 4 ans pour l'ancienne variété (Blanchet, 2014). Lorsqu'il y a des cacaoyers d'âges différents dans une plantation on note toujours l'âge des plus vieux. Il existe une typologie dans la région Centre du Cameroun (Saj, Jagoret, *et al.*, 2017 ; Saj, Durot, *et al.*, 2017 ; Numbisi *et al.*, 2021) classant les cacaoyères de très jeunes entre 0 et 10 ans à très vieilles lorsqu'elles ont plus de 60 ans.

#### Rendements (questionnaire)

Le rendement de la plantation exprimé en kilogrammes de cacao marchand par hectare et par an (kg/ha/an) est un indicateur d'importance. Lorsque le planteur ne se souvient pas on lui demande combien de sacs il a collecté l'année passée et leur contenance et on peut ainsi retrouver le tonnage. Dans la région du Cameroun une typologie a été créée en 5 catégories allant d'un rendement inférieur à 150 kg/ha/an à un rendement compris entre 1 000 et 1 500 kg/ha/an (Saj, Jagoret, *et al.*, 2017).

#### Genre du planteur (questionnaire)

D'après (Mbile *et al.*, 2009) beaucoup de femmes accèdent aux cacaoyères via leurs maris, mais en termes d'héritage on préférera toujours les fils. En relevant cette variable on cherche à savoir si le genre a une influence dans les cacaoyères échantillonnées (Suh et Molua, 2022 ; Kenfack Essougong *et al.*, 2020).

#### Age du planteur (questionnaire)

Les planteurs peuvent être d'âges très variés. Une catégorisation a été faite par P.Jagoret (Jagoret *et al.*, 2011) dans la région Centre du Cameroun allant des planteurs d'âges inférieurs à 30 ans à ceux dont l'âge est supérieur à 60.

### Mode d'accès à la cacaoyère (questionnaire)

Il existe différents modes d'accès à la cacaoyère entre : héritage, droit à la hache soit le droit du premier occupant, achat (Pédelahore, 2014b) et création, don, alliance, location (métayage) (Sonwa *et al.*, 2000). Plusieurs modes peuvent se cumuler. Par exemple le planteur peut à la fois acheter la terre et créer sa cacaoyère dessus.

### Acheteur (questionnaire)

Il peut être une coopérative, un groupement d'intérêts communs (GIC) ou un coaxeur. Un coaxeur est un vendeur intermédiaire de cacao qui achète directement au producteur ses fèves séchées et fermentées à des prix très fluctuants et souvent inférieurs à ceux des coopératives. Lorsque le planteur fait partie d'une coopérative ou un GIC on note le nom de la structure.

- Structure des cacaoyères

### Stratification (relevé)

On peut répartir les arbres associés recensés en 3 strates déterminées à vue d'œil, cela permet de connaître la proportion d'arbres dans chaque strate et donc d'avoir un idée du type de couvert forestier. Pour définir à quelle strate appartient chacun des arbres on reprend le classement utilisé dans les études réalisées dans les régions Centre et Sud (Manga Essouma *et al.*, 2021).

- la strate cacaoyère, de 1 à 8 m du sol, où se trouvent les peuplements cacaoyers, ainsi que quelques jeunes arbres fruitiers et forestiers ;
- la strate intermédiaire, de 9 à 20 m, où se retrouvent principalement les espèces fruitières épargnées ou plantées, ainsi que quelques jeunes arbres forestiers conservés ;
- la strate émergente, de 21 à plus de 60 m, où se retrouve l'essentiel des arbres forestiers.

### Origine des espèces forestières associées (questionnaire)

Les arbres forestiers associés de la plantation peuvent être gardés lors de l'installation de la cacaoyère (rémanents), introduits (plantés) ou laissés grandir une fois leur apparition dans la plantation (spontanés) (Nitida, 2021). On ne s'intéresse qu'aux arbres forestiers pour cette variables car les fruitiers associés sont presque systématiquement plantés. Attention il faut noter que colatiers et bittercola sont considérés comme des arbres forestiers.

### Usages des espèces forestières associées (questionnaire)

Les espèces forestières associées peuvent faire l'objet de plusieurs usages. D'après les travaux de (Jagoret, Kwesseu, *et al.*, 2014) dans le Centre Cameroun on distingue 7 catégories d'usages des espèces associées décrites dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Usages des espèces associées - Source : Jagoret et al., 2014

Catégorie	Usage ou service
Production	Produits non ligneux pour le ménage
	Produits ligneux et non ligneux pour la vente
	Produits ligneux pour le ménage
	Produits médicinaux pour le ménage
Écologie	Ombrage des cacaoyers
	Maintien ou amélioration de la fertilité du sol
Social	Produits non ligneux donnés ou offerts

On simplifiera cette catégorisation des usages en 4 :

- (1) Bois d'œuvre
- (2) Alimentaire (PFNL)
- (3) Médicinal (PFNL)
- (4) Amélioration de l'environnement (ombrage, fertilisation etc.)

#### Nombre de plantes agricoles associées à la cacaoyère (questionnaire)

Parmi elles on peut retrouver le macabo, la banane douce, la banane plantain, le palmier, l'ananas, le papayer, l'igname etc. (Jagoret *et al.*, 2012 ; Dalliere et Dounias).

#### Nombre d'espèces d'arbres et d'arbustes fruitiers associées à la cacaoyère (questionnaire)

Parmi elles on peut retrouver l'avocat, le safou (appelé localement « la prune »), la mangue, la mandarine, l'orange, le citron, le lemon, le pamplemousse, la goyave etc. (Nijmeijer *et al.*, 2019).

Les variables « nombre de plantes agricoles » et « nombre d'espèces d'arbres et arbustes fruitiers associées » sont indicatrices de la résilience, c'est-à-dire qu'elles reflètent la diversité des produits pour l'autoconsommation ou la vente fournis en plus du cacao.

- Indicateurs écologiques et agronomiques

#### Indice de Shannon (relevé)

On peut aussi utiliser l'indice de Shannon ( $H'$ ) qui est un indicateur de la diversité spécifique d'un peuplement calculé avec le nombre d'espèces présentes ainsi que le nombre d'individus par espèce. Il inclut donc dans sa formule la richesse d'espèce c'est à dire le nombre d'espèces d'arbres rencontrés dans la cacaoyère (Jagoret *et al.*, 2012). L'indice de Shannon permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps (Noiha *et al.*, 2015 ; Djuideu *et al.*, 2021). C'est l'indice le plus présent dans la littérature permettant d'illustrer la biodiversité.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Avec  $p_i = n_i/N$   
 $n_i$  : nbre d'individus par espèce  
 $N$  : nbre total d'individus de toutes les espèces

#### Indice de Simpson (relevé)

Afin de compléter les informations obtenues avec l'indice de Shannon on peut utiliser l'indice de Simpson ( $D'$ ) qui permet de mesurer la dominance d'une espèce. Il transcrit la probabilité pour que deux individus choisis au hasard dans une population appartiennent à la même espèce. Il s'exprime à partir de la fréquence des espèces.

$$D' = \sum (n_i/N)^2$$

$n_i$  : nbre d'individus pour l'espèce  $i$   
 $N$  : effectif total

Ainsi les indices de Shannon et Simpson sont utilisés pour comparer la diversité des espèces en termes de richesse et d'homogénéité. L'indice de Shannon est plus sensible aux espèces rares (Tanang et al, 2018) tandis que l'indice de Simpson est plus réactif aux espèces dominantes (Abada Mbolo *et al.*, 2016 ; Sonwa *et al.*, 2007).

#### Surface terrière (relevé)

La surface terrière est un indicateur clé pour évaluer les performances productives d'un SAAF. C'est une mesure simple, rapide à collecter sur le terrain, donc applicable à grande échelle. Et surtout c'est un indicateur forestier qui peut facilement être corrélé à la qualification de services écosystémiques (Nitida, 2021). Ainsi les résultats de l'étude de (Andreotti *et al.*, 2018) montre une forte relation entre le stock de carbone au dessus du sol et la surface terrière des SAAF. On retrouve ce résultat dans les études menées par (Nijmeijer *et al.*, 2019) et (Tagnang Nadège, 2017) dans la région Centre du Cameroun où l'on remarque dans les ACP que le stock de carbone et la biomasse sont toujours fortement corrélés à la surface terrière du système agroforestier entier. Sur ces bases nous avons choisi de retirer l'indicateur stock de C/biomasse au-dessus du sol de notre étude. La surface terrière s'exprime en m<sup>2</sup>/ha et est calculée avec la formule :

$$ST = (\pi \times D^2) / 4 \quad D = \text{diamètre de l'arbre à hauteur de poitrine (à 1,30 m du sol)}, \pi = 3,14$$

On mesure la surface terrière des arbres associés, des cacaoyers et totale.

#### Densité (relevé)

La densité d'arbres par hectare et la composition en espèces associées permet d'évaluer le degré de simplification du SAAF et ses effets sur différentes autres variables. Il existe une catégorisation des différentes densités d'arbres associés dans la région Centre du Cameroun (Saj, Durot, *et al.*, 2017) allant d'une densité basse inférieure à 50 arbres associés/ha à très élevée supérieure 200 arbres associés/ha. Les densités mesurées dans notre étude couvrent un spectre plus large compte probablement lié à l'ampleur de la zone géographique dans laquelle nous avons pris notre échantillon.

On mesure la densité des cacaoyers, des arbres fruitiers associés, des arbres forestiers associés, de tous les arbres associés confondus et totale à l'hectare.

#### Nombre d'interventions culturelles (questionnaire)

Le nombre d'interventions culturelles réalisées annuellement par l'exploitant dans sa cacaoyère est un indicateur du niveau d'intensification en travail de l'itinéraire technique (Menimo, 2008). Il peut être évalué en additionnant le nombre de fois que chaque type d'intervention est effectué (engrais, phytosanitaires : insecticides/herbicides/fongicides, rajeunissement, tailles...).

#### Degré d'utilisation des intrants (questionnaire)

Le coût total des produits phytosanitaires supporté par l'exploitant pour réaliser les traitements insecticides et fongicides dans sa cacaoyère exprimé en FCFA/ha/an est un indicateur du niveau d'intensification en intrants de l'itinéraire technique (Menimo, 2008)

Lorsque l'on observe l'étude (Jagoret et al, 2008b) menée dans plusieurs arrondissements (Talba, Bokito, Ngomedzap, Zima) de la région Centre Cameroun, on constate que l'usage des produits phytosanitaires est fortement corrélé au nombre d'interventions culturelles.

## 3.3 ECHANTILLONNAGE

### 3.3.1 Choix de l'échantillon

- Critère n°1 : zones non-étudiées dans la littérature

L'échantillonnage est basé sur le découpage administratif du Cameroun qui est constitué de 10 régions subdivisées en 58 départements eux même découpés en 360 arrondissements. Il se concentre sur des zones encore peu documentées dans la littérature scientifique sur le sujet. En effet l'idée est d'avoir l'image la plus fiable possible de l'ensemble des bassins de production de cacao du Cameroun. Ainsi nos données collectées viendront s'ajouter à celles déjà existantes pour compléter les connaissances.

D'après la revue de littérature systématique effectuée présentée en 3.2.1 les arrondissements de la carte en Figure 6 sont tous ceux dont les cacaoyères ont déjà été étudiées sous un angle qui se rapproche de notre travail, au moins pour certains aspects. Ils sont donc pour la plupart écartés de l'échantillonnage. Ceux restants : Konye , Meyomessala, Sa'a, Ma'an, Ambam et Nyanon, sont ceux pour lesquels il a été décidé, malgré la littérature existante, de collecter des informations complémentaires relatives à notre étude. En effet ils présentent soit un intérêt particulier compte tenu des dynamiques forestières et agricoles de la zone, soit les données les concernant dans la littérature sont trop faibles.

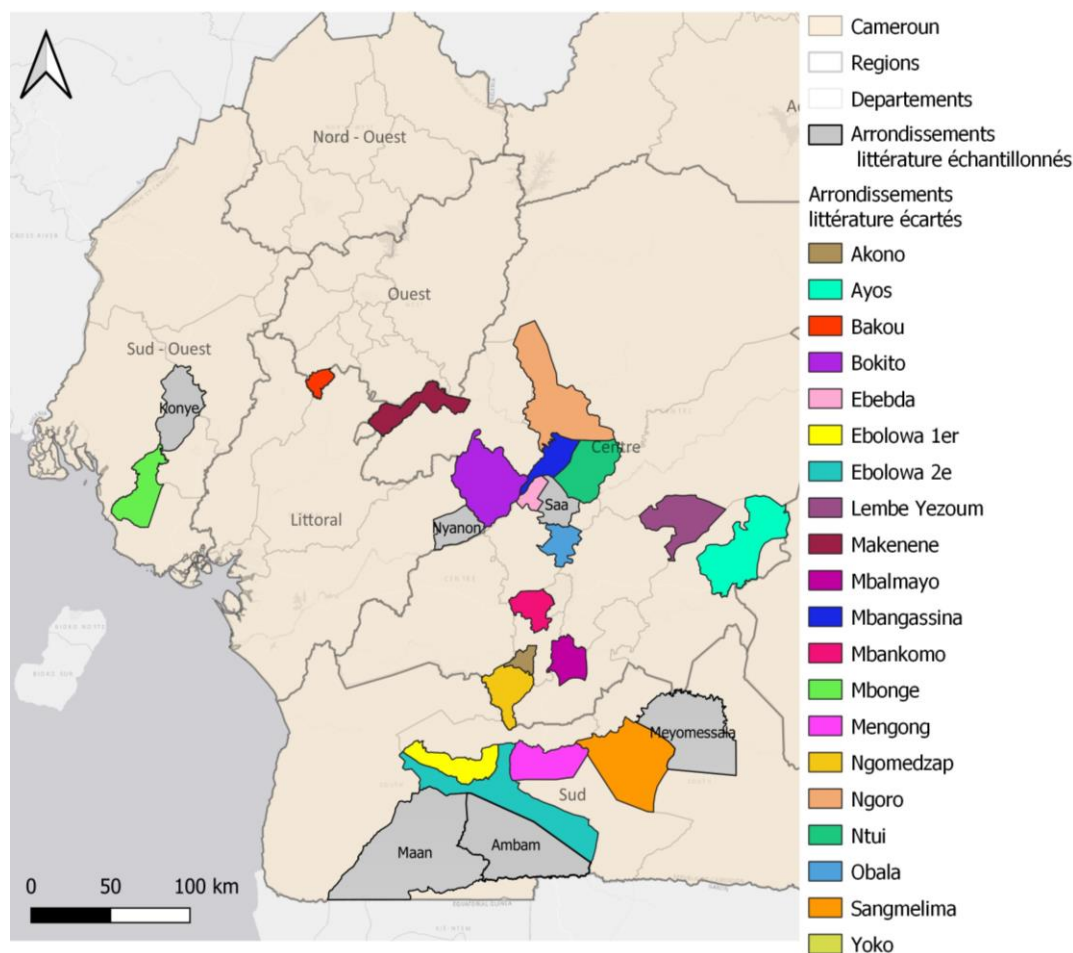


Figure 6 : Arrondissements dans la littérature écartés et échantillonnés – Source : Gentils, 2023

Il apparaît que la région Centre a été beaucoup étudiée et notamment la Lékié avec Obala et Zima, le Nyong et So'o avec Ngomedzap, le Mbam et Inoubou avec Bokito et le Mbam et Kim avec Talba (Figure 7, Tableau 3).

Le choix a donc été d'écartier le département du Mbam et Inoubou. Dans la Lékié nous avons choisi d'échantillonner les arrondissements de Sa'a, Lobo et Okola, dans le Nyong et So'o la localité de Dzeng et dans le Mbam et Inoubou Ngoro, Ngambétikar et Yoko qui sont des arrondissements peu étudiés dans la littérature.

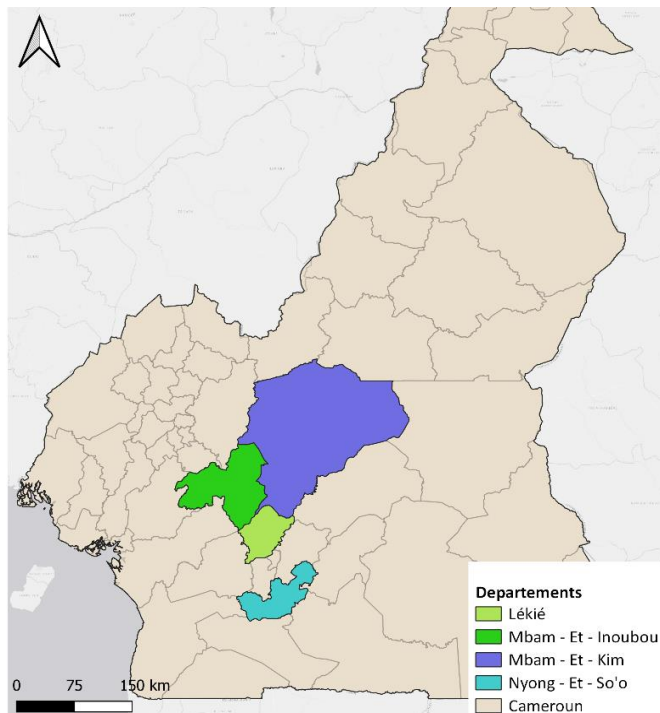


Figure 7 : Zones les plus étudiées sur la thématique de l'étude dans la littérature – Source : Gentils, 2023

Tableau 3 : Extrait du nombre d'articles par département

Départements	Nombre d'articles
Nyon & So'o	23
Mbam et Inoubou	19
Mbam et Kim	15
Mvila	10

- Choix de l'échantillon - critère n°2 : présence d'un minimum de couvert forestier

Pour que la zone soit sélectionnée il faut qu'il y ait la présence d'un minimum de couvert forestier. En effet on cherche à caractériser des agroforêts, il faut donc échantillonner des endroits où la strate arborée est suffisamment préservée pour qu'on puisse qualifier les cacaoyères de SAF.

A l'aide des cartes de l'outil Global Forest Watch des zones productrices de cacao sont sélectionnées en fonction du pourcentage de couvert forestier qui doit être supérieur à 30 %. Nous avons établi le seuil à 30% afin que cela ne soit pas trop exclusif (il y a un nombre réduit de zones au couvert >50% ou 75%) mais garantisse toutefois un minimum de couvert.

Par ce critère toute la région Ouest et de l'Adamaoua sont exclues de l'échantillonnage car on y trouve un couvert forestier très réduit (Figure 8). On cible donc des localités au couvert encore présent dans les 5 régions restantes productrices de cacao : Est, Sud, Centre, Littoral et Sud-Ouest.



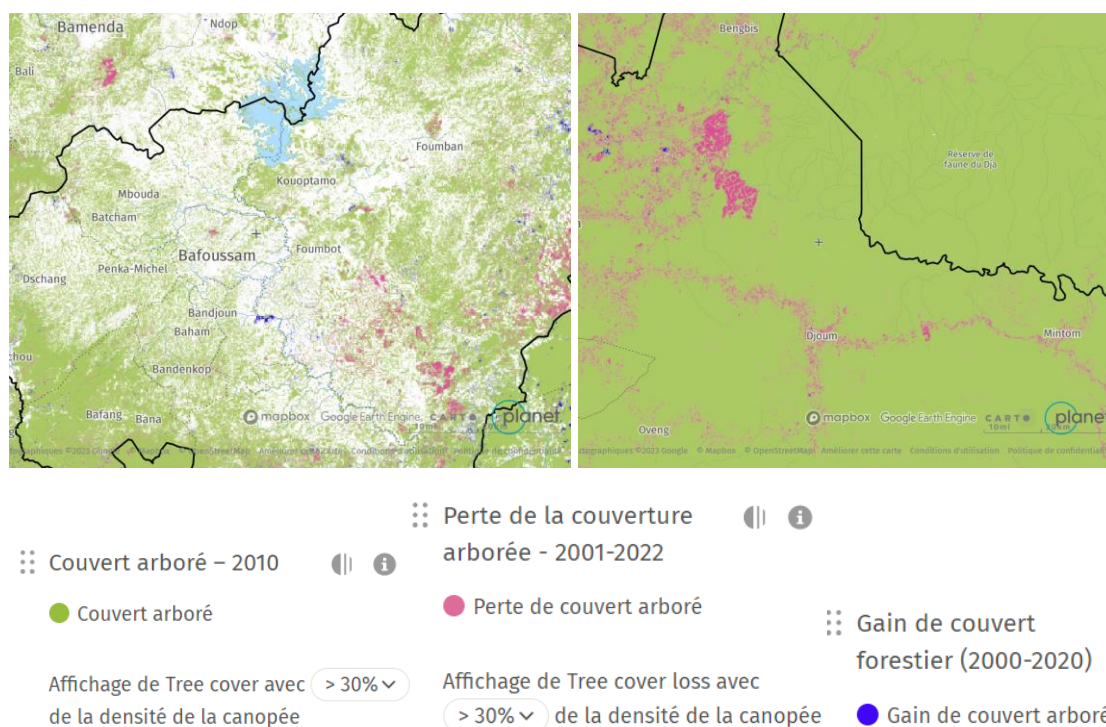


Figure 8 : Cartes du couvert forestier des régions de l'Ouest (à gauche) et du Sud (à droite) – Source : Globalforestwatch

### 3.3.2 Sites sélectionnés dans l'échantillonnage

Les régions de l'Est, du Sud, du Centre, du Littoral et du Sud-Ouest sont celles parcourues dans lesquelles sont choisis 4 (Littoral, Sud-Ouest) à 8 arrondissements (Centre) en fonction des critères de sélections établis en 3.1.1. Dans chaque arrondissement ciblé sont échantillonnées 7 à 8 plantations réparties selon le Tableau 4.

Tableau 4 : Nombre de plantations sélectionnées par arrondissement

Région	Département	Arrondissement	Nombre plantations	Région	Département	Arrondissement	Nombre plantations	
Centre	Lekié	Sa'a	8	Sud	Dja et Lobo	Mevomessala	7	
		Okola	7			Bengbis	8	
		Lobo	8			Djoum	7	
	Nyong & So'o	Dzeng	8			Mintom	8	
		Nyong ekelle	Bot – Makak		8	Vallée du Ntem	Ambam	8
	Mbam et Kim		Dibang		7	Ma'an	7	
		Ngambetkar	Ngambetkar		7	Nkam	Nkondjock	8
			Yoko		8	Nord Makombe	7	
	Ngoro		8		Sanaga	Nyanon	8	
Est	Haut-Nyong	Doumaintang	7	Littoral	Maritime	Ndom	7	
		Nguelemedouka	8		Koupé - Manengouba	Tombel	8	
		Dja	8			Nguti	8	
	Kadei	Batouri	8		Meme	Konve	8	
		Ndelele	8			Kumba 3	8	
	Lom et Djerem	Diang	8		Nombre total plantations échantillonnées		223	

On a prêté attention à ce que les plantations soient sélectionnées de manière aléatoire et sur le périmètre le plus large possible dans l'arrondissement. En effet la dispersion des parcelles et des planteurs choisis le long des différentes voies d'accès et dans plusieurs villages permet



de limiter les biais liés aux spécificités locales. Par exemple des voisins ou des proches parents peuvent avoir des pratiques similaires car ils s'entraident et s'influencent. De ce fait si l'on prend respectivement plusieurs de ces plantations dans l'échantillon les valeurs des variables relevées risquent d'être très similaires, et d'influencer les tendances relevées dans la zone sans pour autant être représentatives. Dans chaque plantation visitée nous avons pris un point GPS et leur géolocalisation est illustré sur la Figure 9.

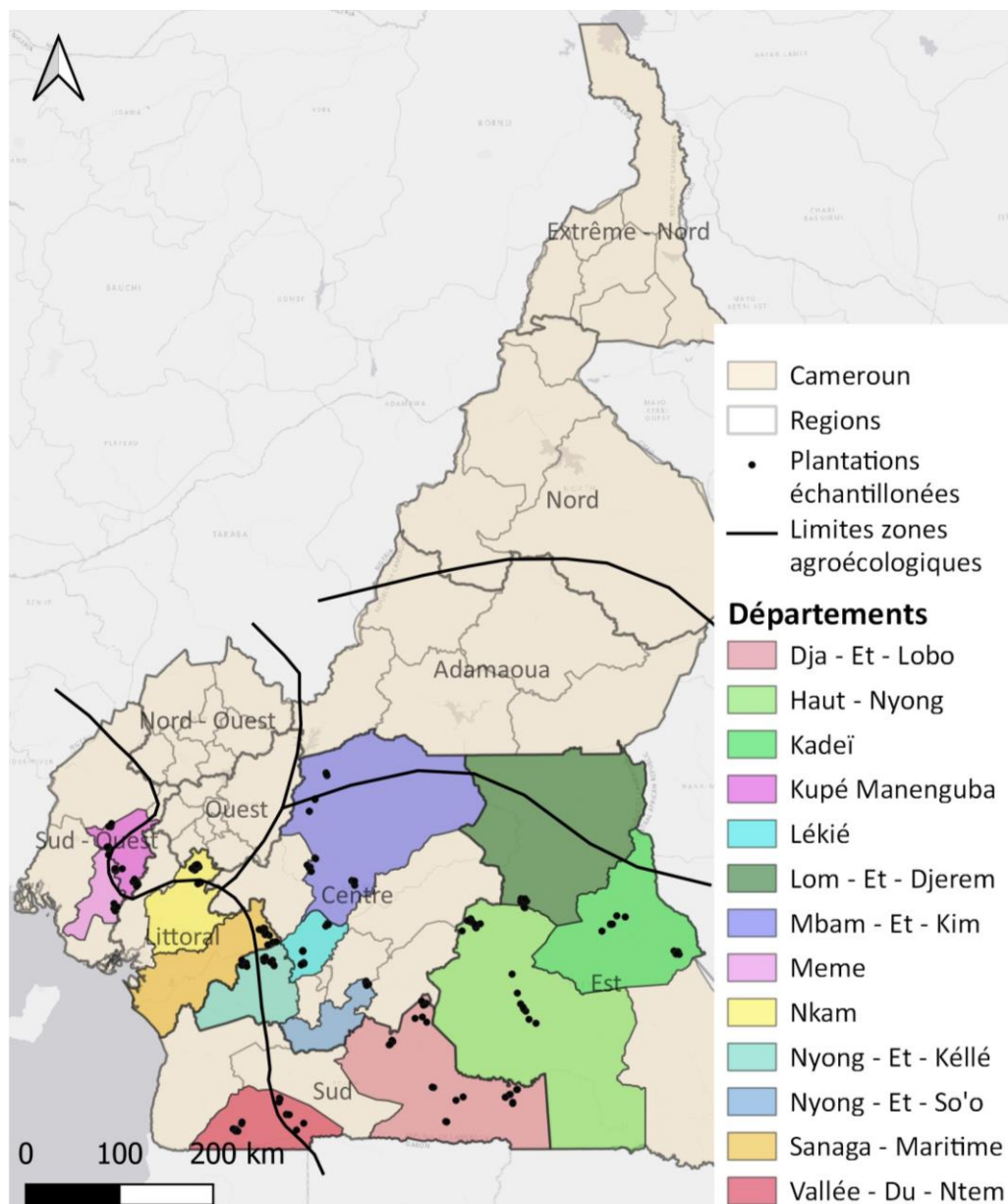


Figure 9 : Répartition des plantations échantillonnées par départements – Source : Gentils, 2023

### 3.3.3 Caractéristique pédoclimatiques des zones échantillonnées

D'après la Figure 10 et le Tableau 5 la majorité des plantation échantillonnées se situent en zone agroécologique forestière bi-modale – zone 5 (161 plantations), le reste en zone forestière mono-modale – zone 4 (34 plantations) et dans la zone les hauts-plateaux – zone 3 (28 plantations). 159 plantations possèdent des sols ferrallitiques, 24 des leptosols,

16 des plinthosols, 8 des lixisols, 8 des phaozems et 8 des andosols. Enfin en ce qui concerne la pluviométrie il tombe environ 1500 mm/an dans 23 plantations échantillonnées, 1600 dans 93, 1800 dans 15, 2000 dans 38, 2500 dans 22 et 3000 dans 32..

Figure 10 : Zone agroécologique et sols des plantations échantillonnées – Source : Gentils, 2023

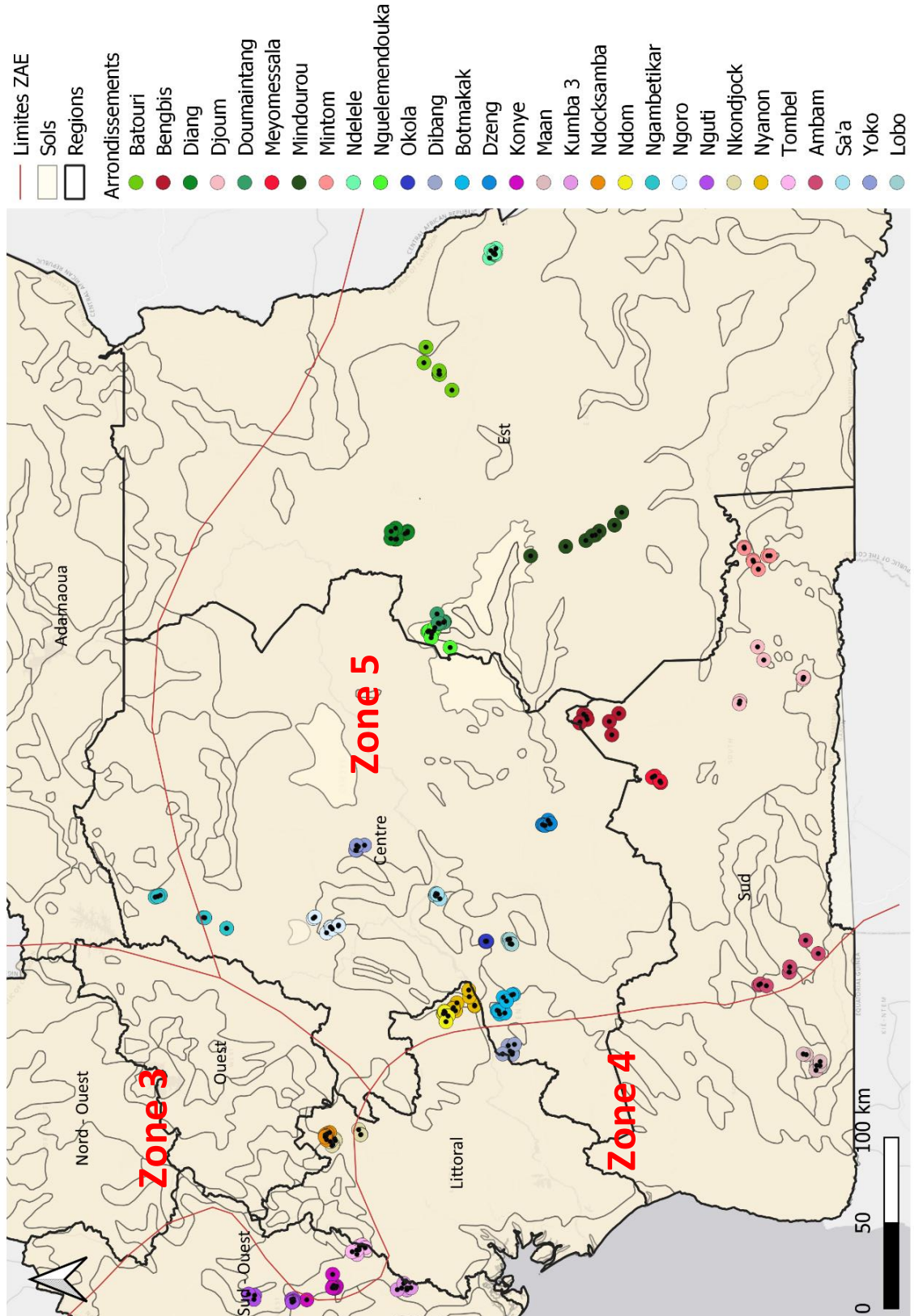


Tableau 5 : Zone agroécologique, pédologie et pluviométrie des plantations échantillonnées

Arrondissement	ZAE	Pédologie	Pluviométrie
Yoko	forestière bi-modale	ferralsols	1600
Ngambetkar	forestière bi-modale	ferralsols	1600
Ngoro	forestière bi-modale	ferralsols	1600
Dzeng	forestière bi-modale	ferralsols	1600
Okola	forestière bi-modale	ferralsols	1800
Lobo	forestière bi-modale	ferralsols	1800
Sa'a	forestière bi-modale	andosols	1600
Dibang	forestière bi-modale	ferralsols	2000
Botmakak	forestière mono-modale	ferralsols	2000
Ndom	forestière bi-modale	ferralsols	2000
Nyanon	forestière bi-modale	phaeozems	2000
Nord Makombe	hauts plateaux	ferralsols	2500
Nkondjock	hauts plateaux	ferralsols	2500
Nguti	forestière mono-modale	lixisols	3000
Konye	hauts plateaux	leptosols	3000
Kumba 3	forestière mono-modale	leptosols	3000
Tombel	hauts plateaux	leptosols	3000
Ambam	forestière bi-modale	ferralsols	2000
Ma'an	forestière mono-modale	ferralsols	2500
Bengbis	forestière bi-modale	ferralsols	1600
Mintom	forestière bi-modale	ferralsols	1600
Djourn	forestière bi-modale	ferralsols	1600
Meyomessala	forestière bi-modale	ferralsols	1600
Nguelemendouka	forestière bi-modale	ferralsols	1500
Doumaintang	forestière bi-modale	ferralsols	1500
Mindourou	forestière bi-modale	ferralsols	1600
Ndelele	forestière bi-modale	plinthosol	1600
Batouri	forestière bi-modale	plinthosol	1600
Diang	forestière bi-modale	ferralsols	1500

## 3.4 PROTOCOLE

### 3.4.1 Organisation générale du travail sur le terrain

- Equipe de collecte et chronogramme

L'équipe envoyée sur le terrain pour effectuer la collecte des données est constituée de M. Elvis Mouyakan A Moumbock et moi-même. Dans chaque arrondissement nous avons fait appel à un guide local, qui pouvait être le président d'une coopérative ainsi qu'un planteur qui nous ont accompagnés dans les cacaoyères. Les planteurs rencontrés sur les sites sélectionnés étaient présents également dans leur plantation et avec le guide local ils nous ont aidés pour la mise en place du dispositif de relevé, à l'identification des espèces d'arbres - en plus de répondre au questionnaire.

Dans chaque arrondissement une coopérative ou un GIC partenaire du CICC ont été retenus. A défaut on s'est référé au délégué de l'agriculture de l'arrondissement. Le contact a été pris avant notre arrivée avec celui qui sera notre principal interlocuteur local, le plus souvent il s'agissait du chef de coopérative/GIC. Dans chaque arrondissement nous avons passé environ un jour et demi avec généralement 5 plantations parcourues le premier jour et 2 ou 3 le lendemain. Nous nous sommes déployés dans les arrondissements selon un planning préétabli (Annexe 3).

En arrivant dans la localité il a parfois été nécessaire d'être introduits auprès du chef de village, sous-préfet, maire, commissariat etc. afin que ces derniers aient connaissance de nos activités, en saisissent l'objectif et donnent leur aval. Pour chaque département voire arrondissement un ordre de travail rédigé par le président du CICC et un courrier à l'intention du préfet nous permettaient de justifier officiellement notre présence.

Une rémunération des personnes sollicitées dans les différents arrondissements était systématiquement prévue. Aussi avant de partir nous leur avons fait signer une fiche attestant du montant remis : 5000 FCFA pour les planteurs, 10000FCFA pour le guide local et pour l'intermédiaire local.

- Déploiement de techniciens

Avec mon binôme nous avons formé des techniciens originaires ou travaillant dans des arrondissements de la région Sud-Ouest (Nguti, Tombel, Konye et Kumba 3) ainsi que celui de Dzeng dans la région Centre et de Mindourou dans la région Est afin qu'ils y appliquent le protocole. Ce choix a permis d'élargir l'échantillon en raison de nos limites liées à la contrainte temps et à l'insécurité dans la région du Sud-Ouest. Cette zone était indispensable à étudier compte tenu de la quantité de cacao qui y est produite.

Les techniciens ont lors d'une première journée reçu une formation théorique dans les locaux du CICC à Douala dont on trouve un extrait en Annexe 4 et Annexe 5. Nous les avons informés du contexte et des enjeux de l'étude menée, de la mission qui leur était confiée. Puis nous leur avons présenté la méthode de collecte des données avec l'inventaire des arbres associés et des cacaoyers ainsi que le questionnaire au planteur. Enfin un point logistique sur le personnel nécessaire pour les accompagner sur le terrain, le calendrier de leur mission et leur rémunération a été fait. Lors de la deuxième journée ils ont pu

s'entraîner à appliquer le protocole sous notre supervision dans quelques cacaoyères de la localité de Mbanga dans la région du Littoral. Suite à cette formation ils ont été déployés pour collecter les données dans leurs arrondissements respectifs.

Il est à noter que toute la formation s'est déroulée aussi bien en français qu'en anglais étant donné que 2 des techniciens venaient du Sud-Ouest qui est une région anglophone. Cela a demandé des préparatifs supplémentaires notamment la traduction des fiches d'enquêtes en anglais. Suite à la collecte des données de nombreux échanges avec les techniciens ont été nécessaires, notamment sur le nom des arbres en patois ou en anglais dont il fallait retrouver le nom scientifique (Annexe 6).

### 3.4.2 Collecte des données

- Première phase : le questionnaire aux cacaoculteurs

Le format questionnaire a été choisi pour deux raisons. La première étant la collecte de données essentiellement quantitatives qui se prête bien aux questionnaires, la deuxième étant la contrainte temps. Il est en effet bien plus rapide pour un échantillon de 223 planteurs interrogés de réaliser un questionnaire. Nous avons pu ainsi développer certains aspects intéressants en dehors du questionnaire, notamment sur les usages des arbres forestiers, et compléter par des notes en bas de la fiche de recensement des réponses.

Le questionnaire (Annexe 7) vise à collecter différents types de données qui nous permettent de construire une typologie générale incluant plusieurs aspects du cacao d'agroforêt :

- des données économiques avec par exemple le type d'acheteur, la production, les interventions culturales et le coût des produits phytosanitaires ;
- des données sociologiques avec entre autre l'âge et le genre du planteur et l'origine de la cacaoyère ;
- des données écologiques et agronomiques avec notamment les variétés de cacaoyers, les espèces fruitières et agricoles, les espèces forestières, leurs origines et usages.

Ce questionnaire est la première étape et il est réalisé directement dans la parcelle avec le planteur. C'est ensuite que sont collectées les données concernant les espèces ligneuses et fruitières dans la cacaoyère.

- Deuxième phase : le relevé des arbres dans la cacaoyère

La forme rectangulaire des placettes a été choisie parce qu'elle a tendance à inclure plus d'hétérogénéité et l'échantillon se trouve donc plus représentatif que celui des parcelles de forme carré ou circulaire de même superficie (Hairiah et al, 2011).

Comme illustré dans la Figure 11 dans chaque cacaoyère est implantée une placette de dimensions 40 x 60 m soit 2400 m<sup>2</sup> dans laquelle on identifie tous les arbres associés aux cacaoyers et dont on mesure le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) à l'aide d'un décimètre. Cette superficie d'échantillonnage est celle retenue dans toutes les études similaires car une placette d'un quart d'hectare est suffisante pour être représentative de la plantation tout en permettant un temps de collecte raisonnable, de 45 minutes à 2 heures



en fonction du nombre d'arbres associés (Manga Essouma *et al.*, 2021 ; Saj, Jagoret, *et al.*, 2017 ; Nijmeijer *et al.*, 2019). La classe de hauteur de chaque arbre est évaluée à vue selon la typologie de (Manga Essouma *et al.*, 2021) développée dans la partie 3.3.2.

Au sein de cette placette est définie une sous-placette de 40 x 10 m soit 400 m<sup>2</sup> (Nijmeijer *et al.*, 2019 ; Saj, Durot, *et al.*, 2017), le choix de ces dimensions étant basé sur les mêmes raisons que pour les 2400 m<sup>2</sup> de la placette. Dans cette sous placette on mesure le diamètre de tous les cacaoyers de DBH supérieur à 5 cm . La fiche de collecte des données sur les arbres recensés se situe Annexe 8.

On prend le diamètre à 1,30 m de tous les arbres recensés y compris les cacaoyers selon la méthode en Annexe 9 (Zekeng *et al.*, 2023 ; Tagnang Nadège, 2017).

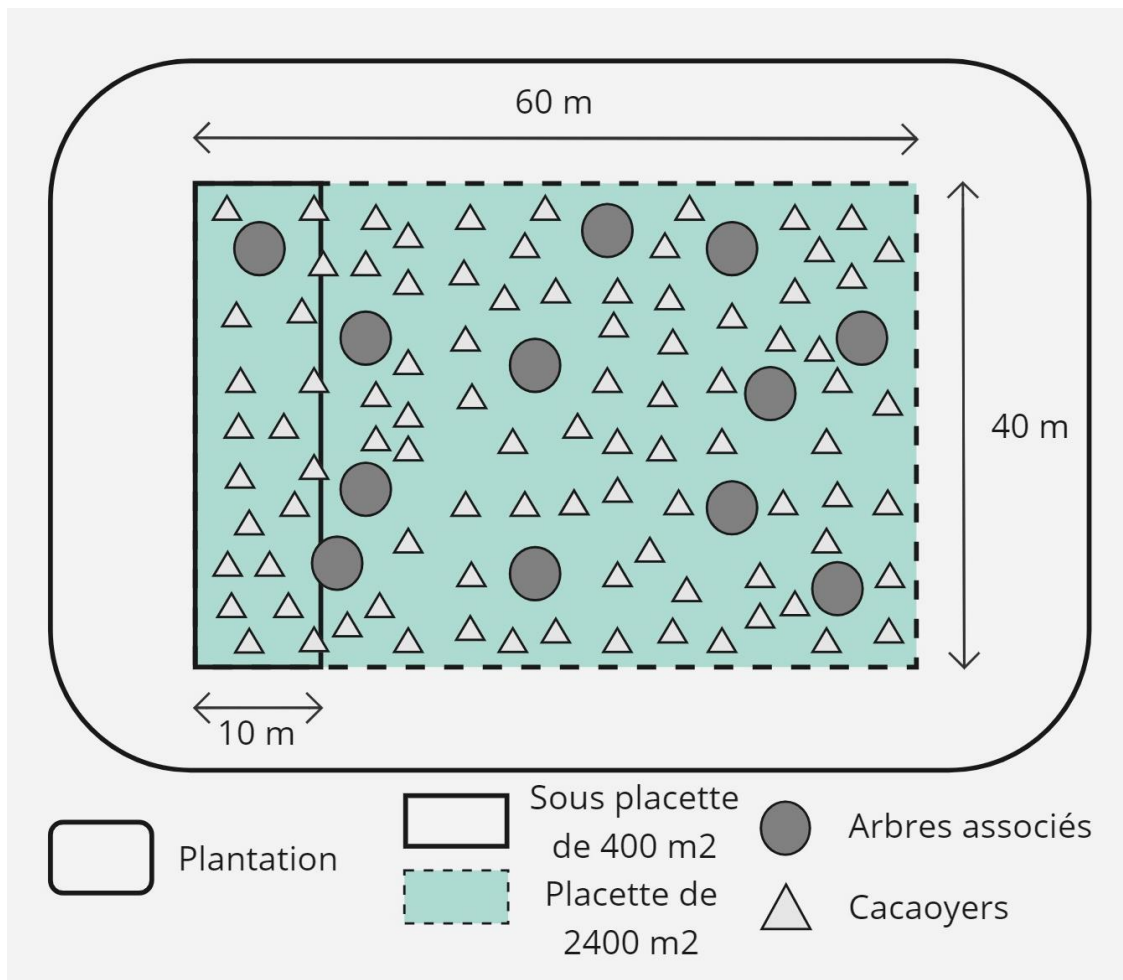


Figure 11 : Dispositif de collecte de données dans les plantations – Source : Gentils, 2023

## 3.5 ANALYSE DES DONNEES

### 3.5.1 Préparation de la base de données

- Organisation de la base de données

La base de données brutes est divisée en 4 feuillets à l'intérieur d'un fichier Excel :

- Un premier feuillet avec les données collectées via le questionnaire qui contient les données socio-économiques (Annexe 12) ;
- Un deuxième feuillet avec les données collectées via le questionnaire concernant les espèces forestières présentes dans la cacaoyère, leurs usages et leurs origines (Annexe 13) ;
- Un troisième feuillet avec les données collectées via les relevés dans la placette sur les arbres associés à la cacaoyère (Annexe 14) ;
- Un quatrième et dernier feuillet avec les données collectées via les relevés dans la placette sur les cacaoyers (Annexe 15).

Des formules ont été appliquées à partir des données de ces feuillets afin d'obtenir certaines variables telles que les indices de biodiversité ou encore la surface terrière.

Plusieurs tableaux croisés dynamiques ont également été créés à partir de ces feuillets permettant d'extraire certaines autres variables telles que le nombre d'espèces associées au quart d'hectare, la répartition des espèces par strate dans chaque plantation, le nombre d'espèces par usage et origine par plantation etc.

Toutes les variables une fois obtenues ont été regroupées dans un tableau unique, la base de données finale en Annexe 16, pour un total de 34 variables listées dans le Tableau 6.

Tableau 6 : 34 variables retenues pour la collecte des données

Variables pour la collecte des données			
1	Région	18	Nombre d'espèces forestières pour l'alimentation
2	Département	19	Nombre d'espèces forestières pour la médecine
3	Arrondissement	20	Nombre d'espèces fo. pour l'amélioration de l'environnement
4	Acheteur (GIC/coopérative/coxreur)	21	Nombre d'espèces forestières plantées
5	Genre du planteur (M/F)	22	Nombre d'espèces forestières spontanées
6	Mode d'accès à la cacaoyère (héritage/création etc.)	23	Nombre de cacaoyers/ha
7	Variété de cacaoyers (hybride/ancien/tout-venant)	24	Nombre d'arbres forestiers/ha
8	Age du planteur	25	Nombre d'arbres fruitiers/ha
9	Age de la cacaoyère	26	Nombre d'arbres associés/ha
10	Superficie de la cacaoyère	27	Nombre d'arbres total/ha
11	Production	28	Nombre d'espèces sur un quart d'hectare
12	Rendements/an	29	Surface terrière des cacaoyers (m2/ha)
13	Nombre d'interventions	30	Surface terrière des arbres associés (m2/ha)
14	Coût des produits phytosanitaires (FCFA/ha/an)	31	Surface terrière totale (m2/ha)
15	Nombre d'espèces agricoles associées	32	Indice de Shannon
16	Nombre d'espèces fruitières associées	33	Indice de Simpson
17	Nombre d'espèces forestières pour le bois d'œuvre	34	Pourcentage d'arbres associés dans chacune des strates 1, 2 et 3

- Remplacement des données non disponibles (not-available – NA)

Pour différentes raisons certaines données liées au questionnaire n'ont parfois pas été collectées, soit parce que le planteur ne connaissait pas l'information lui-même soit parce que la question n'avait pas été comprise et donc mal posée par les techniciens envoyés sur le terrain. Dans tous les cas on se retrouve avec ces NA « not available » sont à remplacer avant le traitement.

On commence alors par choisir si on remplace les NA par la moyenne ou la médiane en étudiant les écarts types. Si l'écart type est trop élevé on privilégie la médiane, sinon on prend la moyenne. Ensuite on les remplace de 3 manières différentes en fonction du nombre de valeurs manquantes par variable présenté dans le Tableau 7 :

- Pour les variables coûts des phytosanitaires/ha, rendements/an/ha et superficie de la cacaoyère les NA ont été remplacées par les médianes ou moyennes **de l'arrondissement** car il y a maximum une ou deux variables manquantes par arrondissement.
- Pour le nombre d'espèces fruitières associées et le nombre d'espèces agricoles associées on a remplacé les NA par les moyennes **du département**, car il y a trop de NA par arrondissements mais par département elles ne représentent jamais plus de la moitié.
- Pour le nombre d'espèces spontanées et le nombre d'interventions il y a trop de NA par département ou par région. On prend donc la médiane ou moyenne **de l'ensemble des 223 plantations** étudiées.

Tableau 7 : Nombre de valeur manquantes par variables et remplacement (construit à partir du tableau en Annexe 17)

variable	nombre de valeurs manquantes	remplacement	
		moyenne/médiane	échelle utilisée
coûts des produits phytosanitaires/ha	6	médiane	arrondissement
rendements/ha/an	1	moyenne	arrondissement
superficie	1	médiane	arrondissement
nombre d'espèces fruitières associées	14	moyenne	département
nombre d'espèces agricoles associées	11	moyenne	département
nombre d'espèces forestières spontanées	40	moyenne	échantillon total
nombre d'interventions	40	médiane	échantillon total

Lors du choix des variables pour l'analyse statistique le retrait des variables possédant des NA est privilégié, et d'autant plus celles avec les NA remplacées à grande échelle c'est-à-dire sur l'ensemble des plantations. En effet le remplacement induit forcément des biais.

- Conversion des données qualitatives en valeurs binaires (0 et 1)

Certaines variables qualitatives, telles que le genre masculin ou féminin et l'acheteur coopérative/GIC ou « coaxeur », se trouvent directement dans une forme adéquate à la conversion en binaire. Pour les deux autres variables qualitatives il faut procéder à quelques modifications :

- Les 5 catégories de foncier définies au préalable c'est à-dire « héritage », « création », « don », « achat » et « 1<sup>er</sup> occupant » sont simplifiées en deux : « héritage » et « création ». Les plantations n'étant pas créées par le planteur sont automatiquement considérées comme héritage. A travers cette variable on cherche à évaluer la durabilité de la SAF, ainsi le détail des catégories n'est pas nécessaire.
- Les 3 catégories de variétés choisies initialement c'est-à-dire « hybride », « ancienne » et « tout venant » sont simplifiées en deux : « variétés mélangées » et



« variété unique ». Les variétés lorsqu'elles sont hybrides ou anciennes sont regroupées dans la catégorie « unique ».

Ainsi les 5 variables qualitatives sont désormais converties en binaire et utilisables pour une ACP (n° 3 Annexe 16). L'arrondissement, le département et la région sont également des variables qualitatives mais supplémentaires placées en observation. Il n'y a donc pas besoin de les convertir.

### 3.5.2 Choix des variables pour construire les typologies

Une première ACP (Figure 12) a été réalisée avec les 34 variables encodées dans notre base de données finale. Cette dernière possède une inertie d'environ 25% (axes 1 = 13,34% et axe 2 = 11%) ce qui est trop faible. Il a donc fallu procéder à une suppression de variables.

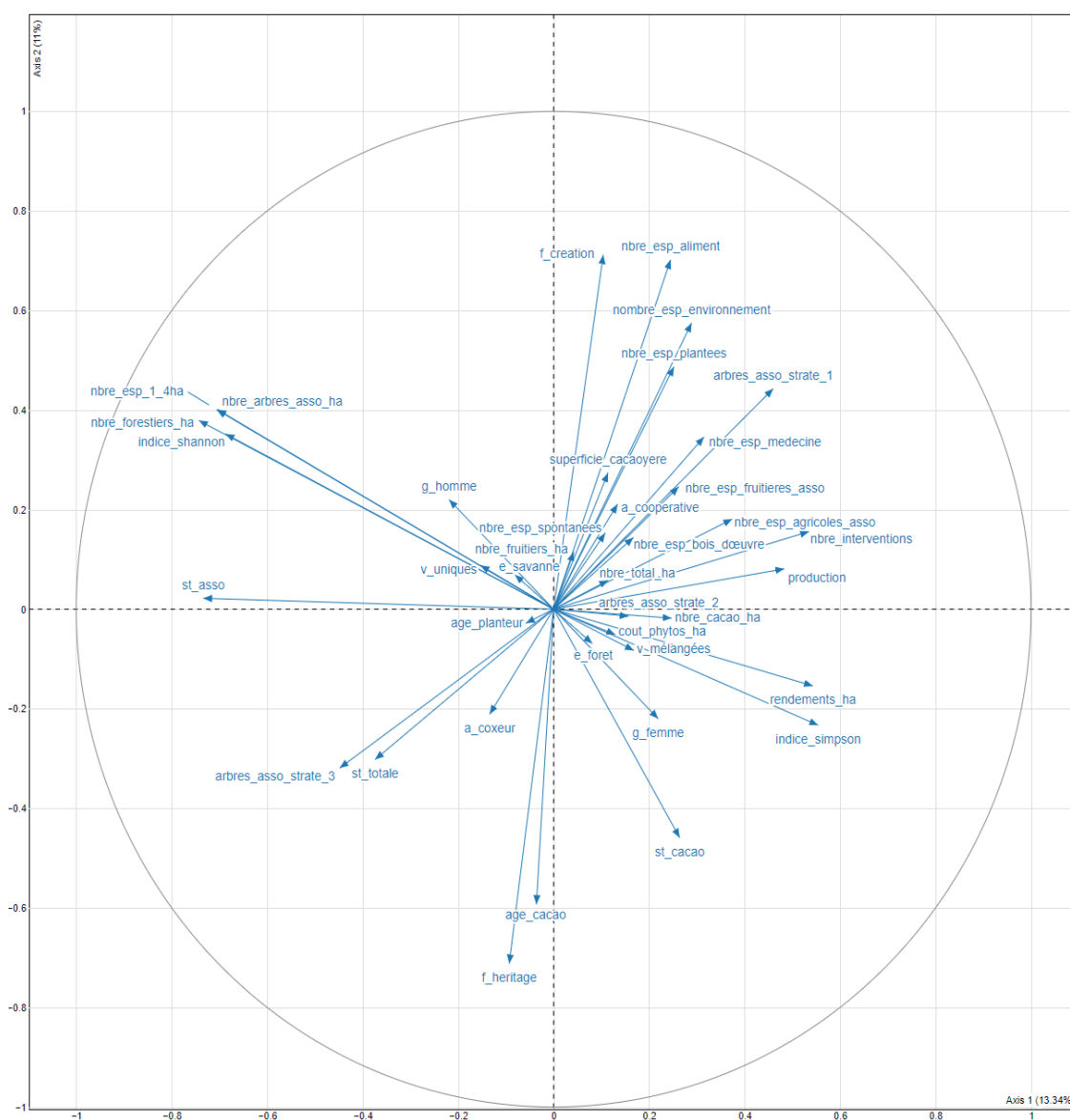


Figure 12 : ACP avec les valeurs des 34 variables collectées (logiciel R) – Source : Gentils, 2023

Pour supprimer des variables plusieurs critères ont été retenus :

- Le niveau de pertinence, l'importance de la variable par rapport à la spécificité de l'étude menée.
- Les contributions qui mesurent l'importance de chaque variable pour une composante principale donnée et les  $\cos^2$  qui mesurent la qualité de la représentation d'une variable sur une composante principale. Les variables ayant de faibles contributions et  $\cos^2$  sont moins utiles (Annexe 18).
- La charge de chaque variable sur les composantes principales retenues. Plus une variable a une charge faible c'est-à-dire proche de 0 en valeur absolue, moins elle est importante. Ces variables correspondent aux flèches courtes dans l'ACP. Les variables sont triées de la plus caractérisante à la moins caractérisante (Annexe 19).
- La corrélation entre les variables. Si des variables sont fortement corrélées (multicolinéarité) on peut envisager de supprimer l'une d'entre elles.

Après de nombreux tests d'ACP, 15 variables ont été retirées parmi les 34 de la base de données finale selon les raisons répertoriées dans le Tableau 8 :

- **Les genre et le type d'acheteur** car elles ont très peu de poids dans l'ACP, jamais supérieur à 0,23 pour la dimension 2. De plus elles ne sont pas les plus importantes pour l'étude menée et il y a un biais dans la variable acheteur du fait que l'on ait majoritairement contacté des coopératives du CICC pour l'échantillonnage.
- **Le volume de production** dépend de la surface et elle peut donc se rapporter en rendement par hectare qui est obtenu en divisant la production par le nombre d'hectares.
- **La superficie** varie en fonction de la parcelle que le planteur choisit de nous montrer. Or un même planteur peut avoir une très grande et une très petite plantation. Une variable plus indicatrice serait la surface totale de cacaoyère possédée par le planteur. De plus la superficie a un poids faible dans la construction des axes avec un maximum de 0,27 pour la dimension 2.
- **Le nombre d'espèces spontanées** car c'est une notion pas toujours bien interprétée par le planteur lors des entretiens et il y a absence de cette variable à plusieurs reprises dans la collecte de données de certains techniciens. De plus elle a très peu d'importance dans l'ACP avec une flèche de taille très réduite (Figure 12) et un  $\cos^2$  quasiment nul.
- **L'âge du planteur** contribue très peu aux axes c'est-à-dire qu'il est d'une valeur inférieure à 1,5 puisqu'il n'apparaît pas et est d'une utilité réduite pour notre étude.
- **Le nombre d'arbres total sur un hectare** car on est intéressé par le nombre de cacaoyers et le nombre d'arbres associés à l'hectare plus précisément. De plus cette variable n'est pas caractérisante car elle a une flèche très courte (Figure 12) et n'apparaît même pas dans la table.
- **Le mode d'accès à la cacaoyère** qui est corrélé à l'âge de la cacaoyère, selon l'hypothèse que plus une cacaoyère est vieille, plus elle est issue d'un héritage et non d'une création.
- **Les variétés de cacao** car elles présentent un  $\cos^2$  faible et une contribution très basse, maximum respectivement de 0,03 et 0,56 cela est également traduit par leur très courte flèche dans l'ACP (Figure 12).
- **Le nombre d'espèces agricoles et fruitières associées** qui ont été relevées de manière approximative par les techniciens. De plus ces variables ont un  $\cos^2$  et une contribution aux axes inférieure à la moyenne, maximum de 0,15 et 2,90 pour la

dimension 1 pour le nombre d'espèces agricoles associées. Elles ont des flèches relativement courtes (Figure 12).

- **Le % d'arbres pour les strates 1, 2 et 3** car ce que l'on cherche à travers ces variables est retranscrit par la variable surface terrière pour le couvert forestier et les variables nombre de fruitiers, de forestiers et de cacaoyers pour le type d'arbre.
- **Le nombre d'espèces forestières utilisées pour le bois d'œuvre, l'alimentation et la médecine** sont toutes corrélées au nombre d'espèces forestières utilisées pour l'amélioration de l'environnement d'après les matrices de corrélation avec un seuil supérieur à 0,6 et 0,5. Ces variables ont été regroupées en une seule, la nouvelle variable « usages ».

Tableau 8 : Variables éliminées et explications (construit à partir des Annexe 17, Annexe 18, Annexe 19, Annexe 20 et Annexe 21)

variable	pertinence pour l'étude	NA remplacées (voir 3.5.1)	contributions < 2,91 cos2 < 0,16	poids construction axes < 0,40	seuil corrélation > 0,4
genre	X			X	
acheteur	X			X	
production					X
superficie				X	X
nombre d'espèces forestières spontanées		X	X	X	
âge du planteur	X			X	
nombre d'arbres total/ha	X			X	
mode accès à la cacaoyère					X
variétés			X	X	
nombre d'espèces agricoles associées		X	X	X	
nombre d'espèces fruitières associées		X	X	X	
pourcentage d'arbres strate 1					X
pourcentage d'arbres strate 2					X
pourcentage d'arbres strate 3					X
nombre d'espèces forestières bois d'œuvre	corrélées entre elles et remplacées par la variable "usages"				X
nombre d'espèces forestières alimentation					X
nombre d'espèces forestières médecine					X

Les 19 variables restantes qui seront utilisées pour réaliser les typologies sont recensées dans le Tableau 9.

Tableau 9 : 19 variables retenues pour la construction des classes

Variables pour la construction des classes			
1	Région	11	Nombre d'arbres forestiers/ha
2	Département	12	Nombre d'arbres fruitiers/ha
3	Arrondissement	13	Nombre d'arbres associés/ha
4	Age de la cacaoyère	14	Nombre d'espèces sur un quart d'hectare
5	Rendements/an	15	Surface terrière des cacaoyers (m2/ha)
6	Nombre d'interventions	16	Surface terrière des arbres associés (m2/ha)
7	Coût des produits phytosanitaires (FCFA/ha/an)	17	Surface terrière totale (m2/ha)
8	Usages des espèces forestières	18	Indice de Shannon
9	Nombre d'espèces forestières plantées	19	Indice de Simpson
10	Nombre de cacaoyers/ha		

### 3.5.3 Traitements à différentes échelles

- Choix des médianes ou moyennes

Pour construire les typologies à différentes échelles il faut regrouper les 223 plantations par régions, départements et arrondissements.

Pour ce faire la moyenne ou la médiane sont calculées pour chaque variable par catégorie selon le même principe que pour le remplacement des NA en **3.5.1**. C'est-à-dire que pour les variables avec de forts écarts-types (Figure 13) nous retenons la médiane : âge du cacao, superficie de la cacaoyère, nombre d'interventions, coût des produits phytosanitaires, nombre de cacaoyers, d'arbres fruitiers, d'arbres forestiers et d'arbres associés sur un hectare, nombre d'espèces sur un quart d'hectare, surface terrière des arbres associés, des cacaoyers et totale. A l'inverse pour les variables à faible écart-type (Figure 13) on prend la moyenne : rendements/ha, usages, nombre d'espèces forestières plantées et indices de Simpson et Shannon. A partir de ces moyennes ou médianes de nouveaux tableaux sont construits aux échelles régionale, départementale et de l'arrondissement (Annexe 22, Annexe 23, Annexe 24).

age_cacao	rendements_ha	nbre_interventions	cout_phytos
2.428671e+01	3.482263e-01	4.980445e+00	2.669542e+05
usages	nbre_esp_plantes	nbre_cacao_1ha	nbre_arbres_asso_1ha
5.419892e+00	1.067530e+00	4.208535e+02	7.939414e+01
nbre_fruitiers_1ha	nbre_forestiers_1ha	nbre_esp_1_4ha	st_asso
2.388952e+01	7.666309e+01	1.893746e+01	1.120470e+01
st_cacao	st_totale	indice_shannon	indice_simpson
1.034786e+01	1.470711e+01	4.733099e-01	7.658716e-02

Figure 13 : Ecart-type de chaque variable sur l'ensemble de l'échantillon

- Choix de la méthode de classification

Pour réaliser une typologie le choix entre deux méthodes de classification est à poser : les nuées dynamiques (K-means) ou la classification ascendante hiérarchique (CAH).

C'est d'abord le K-means qui est testé. Le choix du nombre de centres (clusters) dans l'algorithme K-means est une étape importante, car il influence directement la qualité de la partition des données. Il y a plusieurs méthodes pour déterminer ces centres.

On commence avec la méthode de Elbow dans laquelle le nombre de clusters correspond à la zone de pliure dans la courbe. Pour notre étude il est très difficile de distinguer une zone de pliure bien nette, on observe seulement un léger pli au niveau du 10 (Annexe 25).

On essaie ensuite la méthode des silhouettes dans laquelle le nombre de clusters optimal correspond au pic le plus haut. De même que pour la méthode de Elbow on n'obtient pas de résultats très concluants (Annexe 26).

Par conséquent c'est la classification ascendante hiérarchique CAH qui a été choisie pour réaliser les typologies.

## 4. RESULTATS

### 4.1 CLASSIFICATIONS A DIFFERENTES ECHELLES

#### 4.1.1 A l'échelle de la région

D'après la Figure 14 et le Tableau 10 il y a des différences significatives entre les cinq régions échantillonnées. Le Littoral et le Sud-Ouest se distinguent de l'Est et du Sud par les **rendements, les dépenses en produits phytosanitaires et l'âge de la cacaoyère** élevés. Le Littoral se caractérise également par un **nombre important d'interventions** dans la cacaoyère suivi par le Centre pour cette variable.

Pour les variables concernant la densité et la diversité des espèces associées l'Est en premier et le Sud en deuxième se distinguent systématiquement, c'est-à-dire pour : le **nombre d'espèces associées à l'hectare, le nombre d'arbres forestiers à l'hectare, le nombre d'espèces au quart d'hectare et l'indice de Shannon**. A l'inverse le Littoral en avant dernier et le Sud-Ouest en dernier possèdent les valeurs les plus basses pour ces variables.

Le Sud et le Sud-Ouest se caractérisent par leur nombre important **d'arbres fruitiers** et le Sud-Ouest se distingue également avec le Centre par le plus grand **nombre de cacaoyers**.

L'Est et le Centre possèdent une **surface terrière des arbres associés** importante à l'inverse du Sud-Ouest et du Littoral, qui eux se caractérisent par leur **surface terrière des cacaoyers** élevée, contrairement à l'Est et au Sud.

Enfin le Centre se distingue de l'Est par son **nombre important d'espèces plantées et d'usage**, il est suivi par le Sud pour cette dernière variable.

Ces différences significatives soulignées au niveau des régions confirment l'intérêt de construire une classification des cacaoyères au niveau départemental.

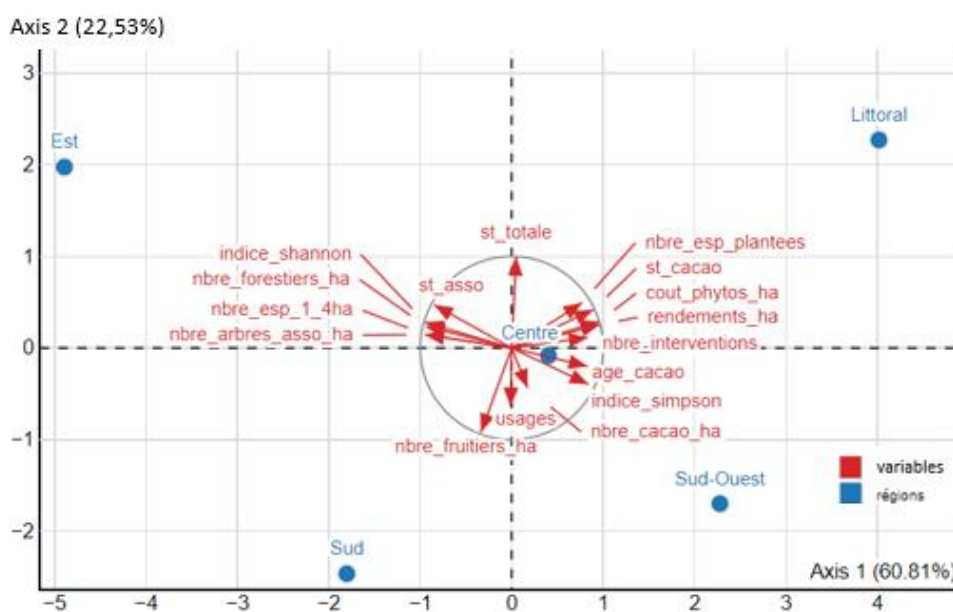


Figure 14 : ACP avec les régions – Source : Gentils, 2023

Tableau 10 : Premières et dernières régions par variable (construit à partir de l'annexe 22)

Variable	Type valeur	n°1		n°2		avant dernier		dernier	
		région	valeur	région	valeur	région	valeur	région	valeur
âge cacaoyère (années)	médiane	Sud-Ouest	34	Littoral	26	Sud	15	Est	10
rendements/ha/an (kg)	moyenne	Littoral	799	Sud-Ouest	572	Sud	314	Est	235
nbre d'interventions/an	médiane	Littoral	12	Centre	9	Sud-Ouest	7	Est	4
coût phytos/ha/an (FCFA)	médiane	Littoral	91297	Sud-Ouest	60000	Sud	12000	Est	6818
usages	moyenne	Sud	13,69	Centre	12,75	Littoral	10,03	Est	8,91
nbre d'espèces plantées	moyenne	Littoral	1,43	Centre	1,13	Sud	0,82	Est	0,77
nbre cacaoyers/ha	médiane	Centre	1050	Sud-Ouest	925	Est	750	Littoral	725
nbre arbres associés/ha	médiane	Est	138	Sud	113	Littoral	63	Sud-Ouest	50
nbre arbres fruitiers/ha	médiane	Sud	25	Sud-Ouest	21	Est	17	Littoral	13
nbre forestiers/ha	médiane	Est	116,8	Sud	83	Littoral	40	Sud-Ouest	21
nbre d'espèces 1/4 d'ha	médiane	Est	33	Sud	27	Littoral	15	Sud-Ouest	12
surface terrière arbres associés (m2/ha)	médiane	Est	24,11	Centre	14,58	Littoral	9,85	Sud-Ouest	9,78
surface terrière cacaoyers (m2/ha)	médiane	Littoral	15,42	Sud-Ouest	9,12	Sud	6,14	Est	5,29
surface terrière totale (m2/ha)	médiane	Littoral	31,10	Est	29,71	Sud-Ouest	20,4	Sud	17,96
indice de Shannon	moyenne	Est	2,61	Sud	2,26	Littoral	2	Sud-Ouest	1,95
indice de Simpson	moyenne	Littoral	0,17	Sud-Ouest	0,17	Centre	0,14	Est	0,1

#### 4.1.2 A l'échelle du département

D'après la Figure 15 et le Tableau 11 il y a des différences significatives entre les 13 départements échantillonnés. Le Nkam (toujours en première position) la Lékié, la Sanaga maritime et la Mème se distinguent du Haut-Nyong, du Lom et Djerem et de la Kadei par des **rendements, des dépenses en phytosanitaires et un nombre d'interventions** élevés.

Pour les variables concernant la densité et la diversité des espèces associées le Haut-Nyong et le Lom et Djerem se distinguent systématiquement, c'est-à-dire pour : **le nombre d'espèces associées à l'hectare, le nombre d'arbres forestiers et associés à l'hectare, le nombre d'espèces au quart d'hectare et l'indice de Shannon**. A l'inverse le Nkam et la Mème possèdent les valeurs les plus basses pour ces variables.

La vallée du Ntem et le Nyong et So'o se caractérisent par leur nombre important d'**arbres fruitiers** et la Lékié et la Mème par le plus grand nombre de **cacaoyers**.

Le Lom et Djerem et le Haut Nyong possèdent une **surface terrière des arbres associés** importante à l'inverse du Nkam et Koupe-Manengouba, ce dernier se distinguant avec la Lékié par une **surface terrière des cacaoyers** élevée.

Le Koupe-Manengouba se caractérise également avec la Sanaga maritime par un **âge de la cacaoyère** important à l'inverse de la Kadei et la Vallée du Ntem.

Enfin le Nyong ekelle suivi de la vallée du Ntem pour les **usages** et du Nkam pour le **nombre d'espèces plantées** se différencie par des valeurs élevées pour ces dernières variables du Lom et Djerem, du Haut-Nyong et du Nyong et So'o.

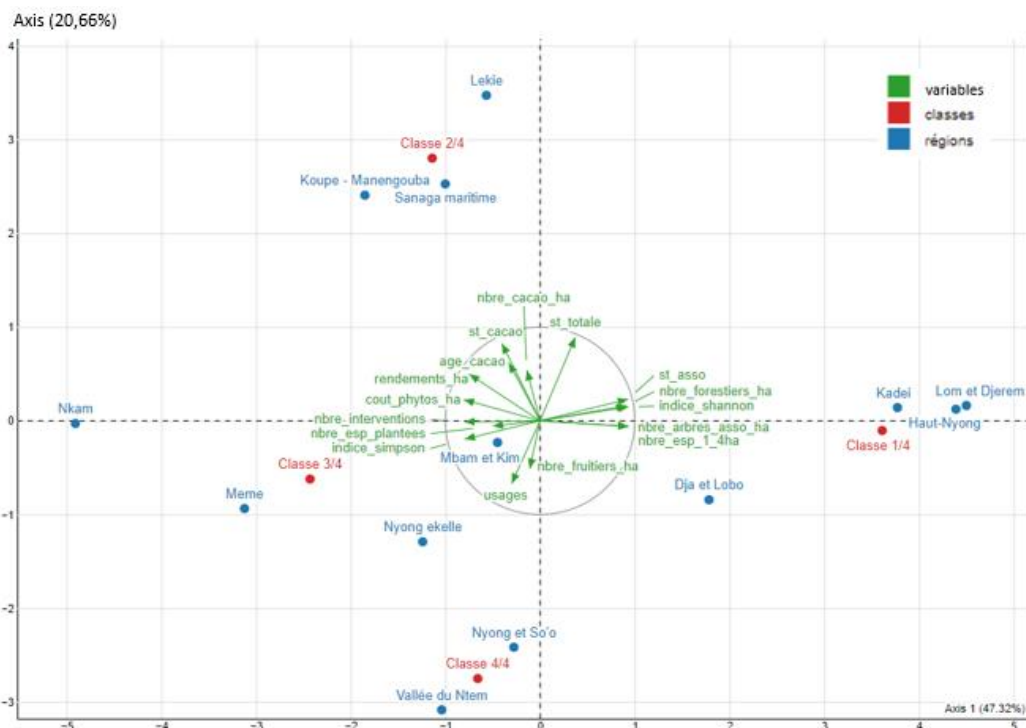


Figure 15 : ACP avec les départements et les classes/département – Source : Gentils, 2023

Tableau 11 : Premiers et derniers départements par variable (construit à partir de l'annexe 23)

Variable	Type valeur	n°1		n°2		avant-dernier		dernier	
		département	valeur	département	valeur	département	valeur	département	valeur
âge cacaoyère (années)	médiane	Koupe - Manengouba	65	Sanaga maritime	63	Vallée du Ntem	10	Kadei	9
rendements/ha/an (kg)	moyenne	Nkam	867	Lékié	748	Lom et Djerem	143	Nyong et So'o	84
nbre d'interventions/an	médiane	Nkam	16	Sanaga maritime	11	Kadei	4	Haut-Nyong	3
coût phytos/ha/an (FCFA)	médiane	Nkam	150000	Meme	61250	Haut-Nyong	6667	Kadei	5834
usages	moyenne	Nyong ekelle	15,93	Vallée du Ntem	15,13	Lom et Djerem	8,30	Haut-Nyong	7,10
nbre d'espèces plantées	moyenne	Nyong ekelle	2,27	Nkam	1,73	Lom et Djerem	0,13	Nyong et So'o	0,13
nbre cacaoyers/ha	médiane	Lekie	1400	Meme	1000	Haut-Nyong	700	Nyong et So'o	413
nbre arbres associés/ha	médiane	Lom et Djerem	138	Haut-Nyong	138	Nkam	50	Meme	38
nbre arbres fruitiers/ha	médiane	Vallée du Ntem	50	Nyong et So'o	23	Mbam et Kim	8	Kadei	4
nbre arbres forestiers/ha	médiane	Haut-Nyong	123	Kadei	121	Nkam	33	Meme	17
nbre d'espèces 1/4 d'ha	médiane	Haut-Nyong	33	Lom et Djerem	33	Nkam	12	Meme	9
surface terrière arbres associés (m2/ha)	médiane	Lom et Djerem	25,90	Haut-Nyong	23,69	Koupe-Manengouba	9,14	Nkam	4,35
surface terrière cacaoyers (m2/ha)	médiane	Koupe - Manengouba	22,64	Lékié	21,02	Meme	3,86	Nyong et So'o	2,88
surface terrière totale (m2/ha)	médiane	Lékié	40,66	Sanaga maritime	37,23	Meme	13,62	Nyong et So'o	13,56
indice de Shannon	moyenne	Haut-Nyong	2,63	Lom et Djerem	2,62	Meme	1,82	Nkam	1,89
indice de Simpson	moyenne	Nkam	0,18	Meme	0,18	Haut-Nyong	0,10	Kadei	0,10



La classification ascendante hiérarchique (CAH) qui a accompagné l'analyse en composantes principales, permet d'identifier de façon automatique 4 types de cacaoyères en agroforêt au niveau départemental (Figure 16). En effet d'après l'Annexe 27 il y a un saut plus important entre 3 et 4, on choisit donc 4 classes pour construire la typologie par département.

Coupure de l'arbres en 4 classes :

Classe 1/4 – 4 départements

Classe 2/4 – 3 départements

Classe 3/4 - 4 départements

Classe 4/4 – 2 départements

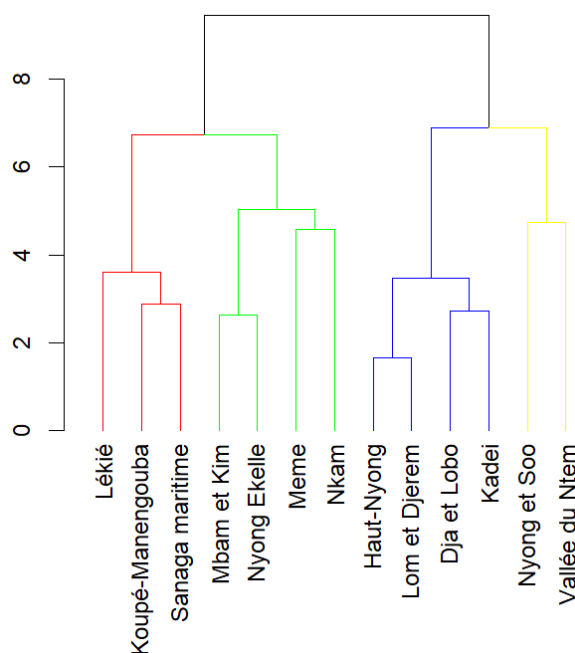


Figure 16 : Dendrogramme de la CAH par département (logiciel R) – Source : Gentils, 2023

Tableau 12 : Variables caractéristiques des différentes classes par département (construit à partir de l'Annexe 28)

	Poids dans la classe	1ère	2ème	3ème	4ème	5ème	6ème	7ème	8ème
<b>Classe 1/4</b>	Variable	nombre d'arbres associés	nombre d'espèces sur 1/4 d'hectare	indice de Shannon	nombre d'arbres forestiers	surface terrière a.associés	indice de Simpson	nombre interventions	rendements
	supérieure ou inférieure	>	>	>	>	>	<	<	<
	moyenne classe	130	31	2,56	110	22,05	0,11	5	234
	moyenne générale	88	21	2,23	70	14,93	0,14	8	456
<b>Classe 2/4</b>	Variable	surface terrière cacaoyers	âge cacaoyère	surface terrière totale					
	supérieure ou inférieure	>	>	>					
	moyenne classe	20,13	56	37,77					
	moyenne générale	9,59	25	25,57					
<b>Classe 3/4</b>	Variable	nombre d'espèces plantées	coût produits phytos	nombre interventions					
	supérieure ou inférieure	>	>	>					
	moyenne classe	1,54	76813	11					
	moyenne générale	0,96	39667	8					
<b>Classe 4/4</b>	Variable	nombre d'arbres fruitiers							
	supérieure ou inférieure	>							
	moyenne classe	36							
	moyenne générale	19							

La première classe est constituée du Dja et Lobo, du Haut-Nyong, de la Kadei et du Lom et Djerem (Figure 17). D'après le Tableau 12 elle est caractérisée par un nombre d'arbres associés et forestiers à l'hectare, un nombre d'espèces au 1/4 d'hectare, un indice de Shannon et une surface terrière des arbres associés très supérieurs à la moyenne générale. A l'inverse



les départements de cette classe se distinguent aussi par un indice de Simpson, un nombre d'interventions/an et des rendements/ha/an bas.

La seconde classe comporte le Koupe-Manengouba, la Lékié et la Sanaga Maritime (Figure 17). Ces départements ont pour caractéristiques une surface terrière totale, une surface terrière des cacaoyers et un âge des cacaoyers élevés. « Surface terrière » et « âge des cacaoyers » sont deux variables logiquement corrélées car plus le cacaoyer est âgé plus son diamètre utilisé pour calculer la surface terrière est important (Tableau 12).

Dans la troisième classe on retrouve les départements Mbam et Kim, Meme, Nyong ekelle et Nkam (Figure 17). Cette classe se distingue pour des dépenses en produits phytosanitaires, un nombre d'interventions et un nombre d'espèces plantées par plantations élevés (Tableau 12).

La quatrième et dernière classe est constituée des départements du Nyong et So'o et de la vallée du Ntem (Figure 17). Le nombre d'arbres fruitiers à l'hectare des cacaoyères de cette classe est supérieur à celui des autres (Tableau 12).

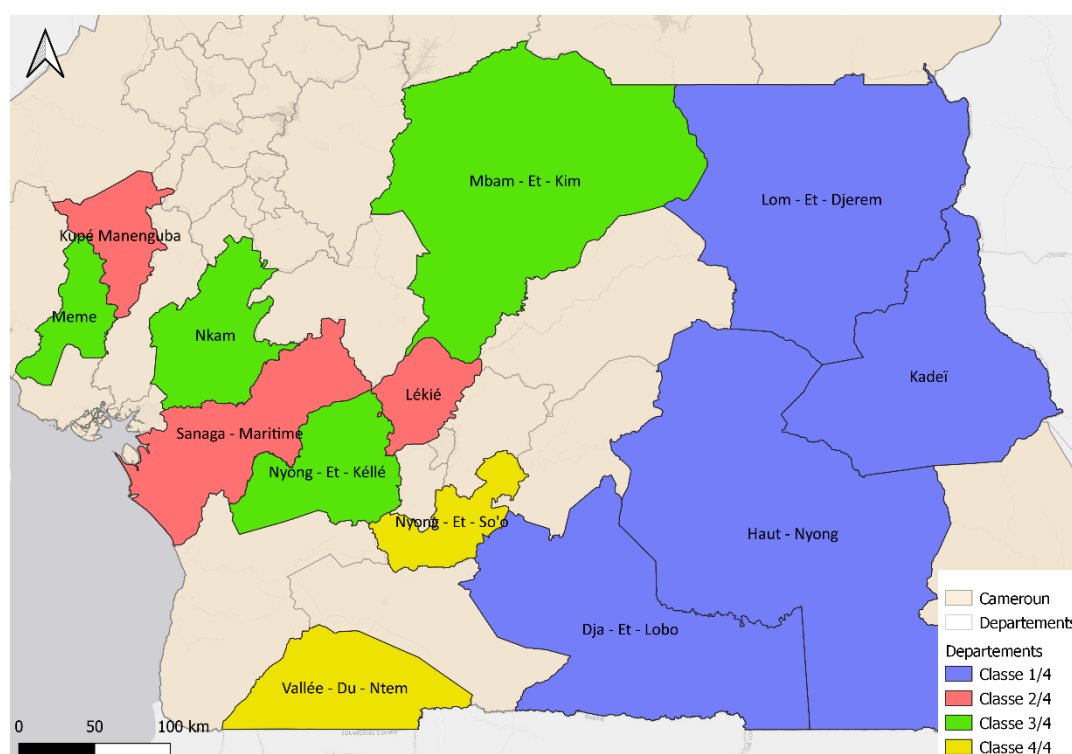


Figure 17 : Répartition des 4 types de cacaoyères à l'échelle du département avec (logiciel QGIS) – Source : Gentils, 2023

Les différences significatives soulignées au niveau départemental (Figure 15) confirment l'intérêt de construire des classes de cacaoyères au niveau de l'arrondissement.

### 4.1.3 A l'échelle de l'arrondissement

D'après la Figure 18 et le Tableau 13 il y a des différences significatives entre les 29 arrondissements échantillonnés. Nkondjock (toujours en première position) et le Nord-Makombe se distinguent de Batouri et Doumaintang par des **dépenses en produits phytosanitaires et un nombre d'interventions** élevés. Nkonjock se caractérise également par des **rendements** important suivi par Nyanon à l'inverse du Dja et de Dzeng.

Pour les variables concernant la densité et la diversité des espèces associées le Dja, Mintom, Batouri et Doumaintang se distinguent systématiquement, c'est-à-dire pour : **le nombre d'espèces associées à l'hectare, le nombre d'arbres forestiers et associés à l'hectare, le nombre d'espèces au quart d'hectare et l'indice de Shannon**. A l'inverse Konye, Kumba 3, Tombel et le Nord-Makombe possèdent les valeurs les plus basses pour ces variables.

Ma'an et Ambam se caractérisent par leur **nombre important d'arbres fruitiers** et Yoko et Sa'a par le plus grand **nombre de cacaoyers**.

Tombel et Ndom se distinguent par un **âge de la cacaoyère** important à l'inverse de Ngambetikar et Baoutri, qui sont également les arrondissements avec la **surface terrière des cacaoyers** la plus faible contrairement à Nguti et Okola. Doumaintang et Batouri possèdent une **surface terrière des arbres associés élevée** tandis que celle de Kumba 3 et du Nord-Makombe sont les plus faibles.

Enfin Botmakak avec Djoum pour un **nombre d'usages** et Yoko pour le **nombre d'espèces plantées** importants se différencient de Nyanon et Doumaintang (usages) et de Dzeng et Diang (nombre d'espèces plantées).

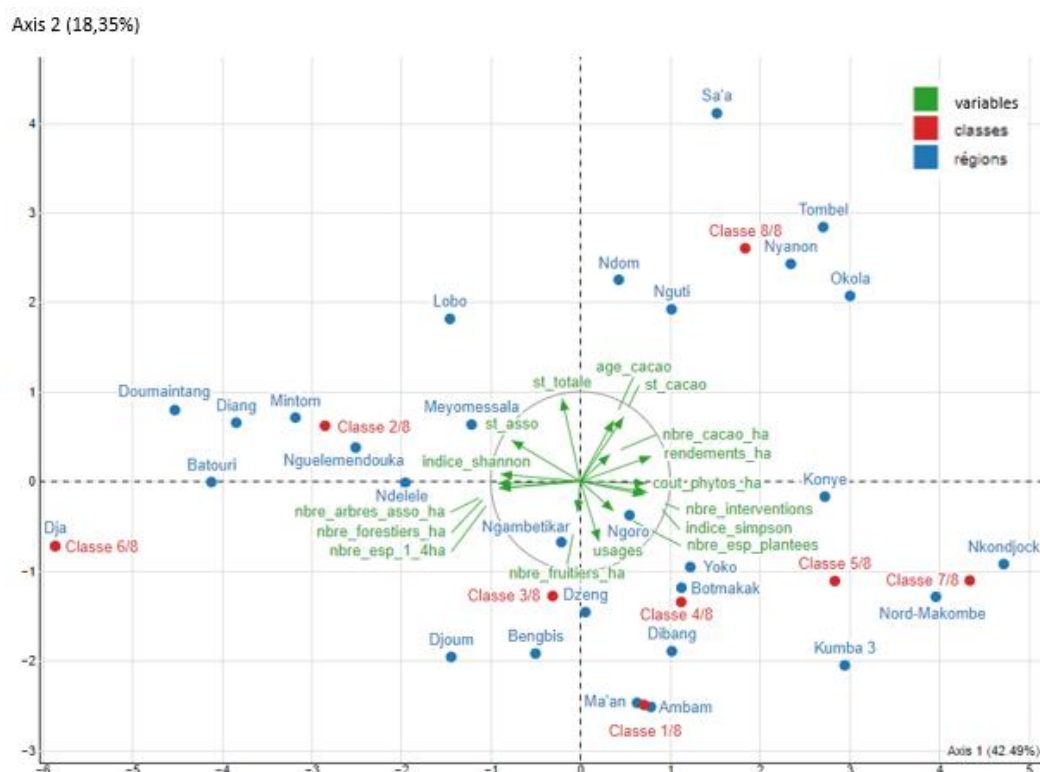


Figure 18 : ACP avec les arrondissements et les classes/arrondissements – Source : Gentils, 2023

Tableau 13 : Premiers et derniers arrondissements par variable (construit à partir de l'Annexe 24)

Variable	Type valeur	n°1		n°2		Avant-dernier		Dernier	
		arrondissement	valeur	arrondissement	valeur	arrondissement	valeur	arrondissement	valeur
âge cacaoyère (années)	médiane	Tombel	80	Ndom	66	Ngambetikar	9	Batouri	5
rendements/ha/an (kg)	moyenne	Nkondjock	938	Nyanon	872	Dja	123	Dzeng	84
nbre interventions/an	médiane	Nkondjock	20	Nord-Makombe	15	Batouri	2	Doumaintang	2
coût phytos/ha/an (FCFA)	médiane	Nkondjock	167593	Nord-Makombe	135000	Batouri	0	Doumaintang	0
usages	moyenne	Djoum	18,86	Bot-Makak	16,25	Nyanon	7,25	Doumaintang	5,88
nbre d'espèces plantées	moyenne	Bot-Makak	2,63	Yoko	2	Dzeng	0,13	Diang	0,13
nbre cacaoyers/ha	médiane	Yoko	1738	Sa'a	1425	Batouri	588	Dzeng	413
nbre associés/ha	médiane	Dja	231	Mintom	150	Tombel	46	Konye	31
nbre fruitiers/ha	médiane	Ma'an	54	Ambam	42	Sa'a	2	Batouri	2
nbre forestiers/ha	médiane	Dja	167	Batouri	123	Konye	17	Kumba 3	17
nbre d'espèces 1/4 ha	médiane	Dja	56	Mintom	37	Tombel	11	Konye	8
surface terrière associés (m2/ha)	médiane	Batouri	28,16	Doumaintang	25,98	Kumba 3	4,15	Nord-Makombe	3,76
surface terrière cacaoyers (m2/ha)	médiane	Nguti	25,39	Okola	22,74	Ngambetikar	2,79	Batouri	1,44
surface terrière totale (m2/ha)	médiane	Sa'a	48,32	Ndom	42,93	Bengbis	10,68	Kumba 3	8,91
indice de Shannon	moyenne	Doumaintang	2,73	Dja	2,67	Nord-Makombe	1,85	Konye	1,73
indice de Simpson	moyenne	Ma'an	0,21	Okola	0,20	Lobo	0,09	Doumaintang	0,08

La classification ascendante hiérarchique qui a accompagné l'analyse en composantes principales, permet d'identifier de façon automatique 8 classes de cacaoyères en agroforêt au niveau de l'arrondissement (Figure 19). En effet d'après l'Annexe 29 il y a un saut plus important entre 7 et 8, on choisit donc 8 classes pour construire la typologie par arrondissement.

Coupage de l'arbres en 8 classes :

Classe 1/8 - 2 arrondissements

Classe 2/8 - 8 arrondissements

Classe 3/8 - 5 arrondissements

Classe 4/8 - 3 arrondissements

Classe 5/8 - 2 arrondissements

Classe 6/8 - 1 arrondissement

Classe 7/8 - 2 arrondissements

Classe 8/8 - 6 arrondissements

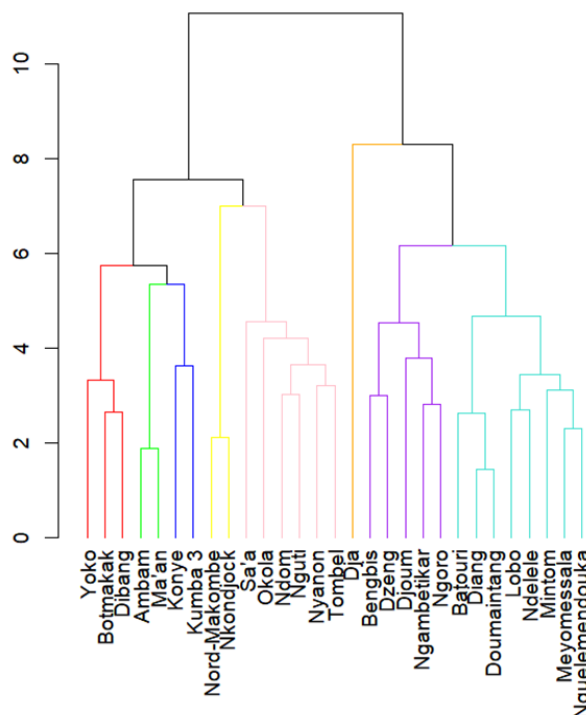


Figure 19 : Dendrogramme de la CAH par arrondissement – Source : Gentils, 2023

Tableau 14 : Variables caractéristiques des différentes classes par arrondissement (construit à partir de l'Annexe 30)

Classe	Poids dans la classe	1ère	2ème	3ème	4ème	5ème	6ème	7ème	8ème
Classe 1/8	Variable	nombre d'arbres fruitiers	indice de Simpson						
	supérieure ou inférieure	>	>						
	moyenne classe	48	0,21						
	moyenne générale	20	0,14						
Classe 2/8	Variable	surface terrière a.associés	indice de Shannon	nombre d'arbres forestiers	nombre a.associés	nombre espèces 1/4 ha	coût phytos	nombre interventions	rendements
	supérieure ou inférieure	>	>	>	>	>	<	<	<
	moyenne classe	23,73	2,55	101	128	31	10566	6	293
	moyenne générale	15,72	2,25	70	94	23	41580	8	473
Classe 3/8	Variable	usages	surface terrière totale						
	supérieure ou inférieure	>	<						
	moyenne classe	14	18,14						
	moyenne générale	11	26,4						
Classe 4/8	Variable	nombre espèces plantées	usages	nombre de cacaoovers					
	supérieure ou inférieure	>	>	>					
	moyenne classe	2	15	1254					
	moyenne générale	1	11	908					
Classe 5/8	Variable	indice de Shannon	nombre arbres forestiers	surface terrière totale					
	supérieure ou inférieure	<	<	<					
	moyenne classe	1,82	17	13,22					
	moyenne générale	2,25	70	26,4					
Classe 6/8	Variable	nombre d'espèces 1/4 ha	nombre a.associés	nombre d'arbres forestiers					
	supérieure ou inférieure	>	>	>					
	moyenne classe	56	231	167					
	moyenne générale	23	94	70					
Classe 7/8	Variable	coût produits phytosanitaires	nombre interventions	rendements	surface terrière				
	supérieure ou inférieure	>	>	>	<				
	moyenne classe	151296	17	862	4,9				
	moyenne générale	41580	8	473	15,72				
Classe 8/8	Variable	surface terrière cacaoovers	âge cacaoovers	surface terrière totale	rendements				
	supérieure ou inférieure	>	>	>	>				
	moyenne classe	21,26	56	38,79	686				
	moyenne générale	9,85	25	26,4	473				

La première classe est constituée des arrondissements d'Ambam et Ma'an (Figure 20). D'après le Tableau 14 elle est caractérisée par un nombre de fruitiers/ha et un indice de Simpson élevés.

La deuxième classe comporte les arrondissements de Batouri, Diang, Doumaintang, Lobo, Meyomessala, Mintom, Ndelele et Nguelemendouka (Figure 20). Ils ont pour caractéristiques une surface terrière des arbres associés, un indice de Shannon, un nombre d'arbres forestiers et associés/ha et un nombre d'espèces au 1/4 d'ha largement au dessus des moyennes générales. A l'inverse les arrondissements de cette classe ont un indice de Simpson, les dépenses en phytosanitaires, un nombre d'interventions et des rendements/ha inférieurs aux autres (Tableau 14 et Annexe 30)

Dans la troisième classe on retrouve les arrondissement de Bengbis, Djoum, Dzeng, Ngambetikar, et Ngoro (Figure 20). Cette classe se caractérise par un nombre d'usages supérieur à la moyenne générale et une surface terrière totale inférieure (Tableau 14).

La quatrième classe est constituée des arrondissements de Yoko, Botmakak et Dibang (Figure 20). D'après le Tableau 14 elle est caractérisée par un nombre d'espèce plantées, d'usages et de cacaoyers/ha supérieurs à la moyenne générale.

La cinquième classe comporte les arrondissements de Kumba 3 et Konye (Figure 20). Ils ont pour caractéristiques un indice de Shannon, un nombre d'arbres forestiers/ha et une surface terrière totale particulièrement faibles (Tableau 14).

Dans la sixième classe on retrouve l'arrondissement du Dja (Figure 20) caractérisé par un nombre d'espèce au 1/4 d'ha, un nombre d'espèces forestières/ha et d'espèces associées/ha (forestiers + fruitiers) tous très élevés (Tableau 14).

La septième classe est constituée des arrondissements Nkondjock et Nord-Makombe (Figure 20). Cette classe se distingue par des dépenses en phytosanitaires, un nombre d'interventions et des rendements supérieurs aux moyennes générales contrairement à la surface terrière des arbres associées qui est inférieure (Tableau 14).

La huitième et dernière classe est formée de Ndom, Nguti, Nyanon, Okola, Sa'a et Tombel (Figure 20). Les surfaces terrière des cacaoyers et totale, l'âge des cacaoyers et les rendements moyens de cette classe sont plus élevés que les moyennes générales (Tableau 14).

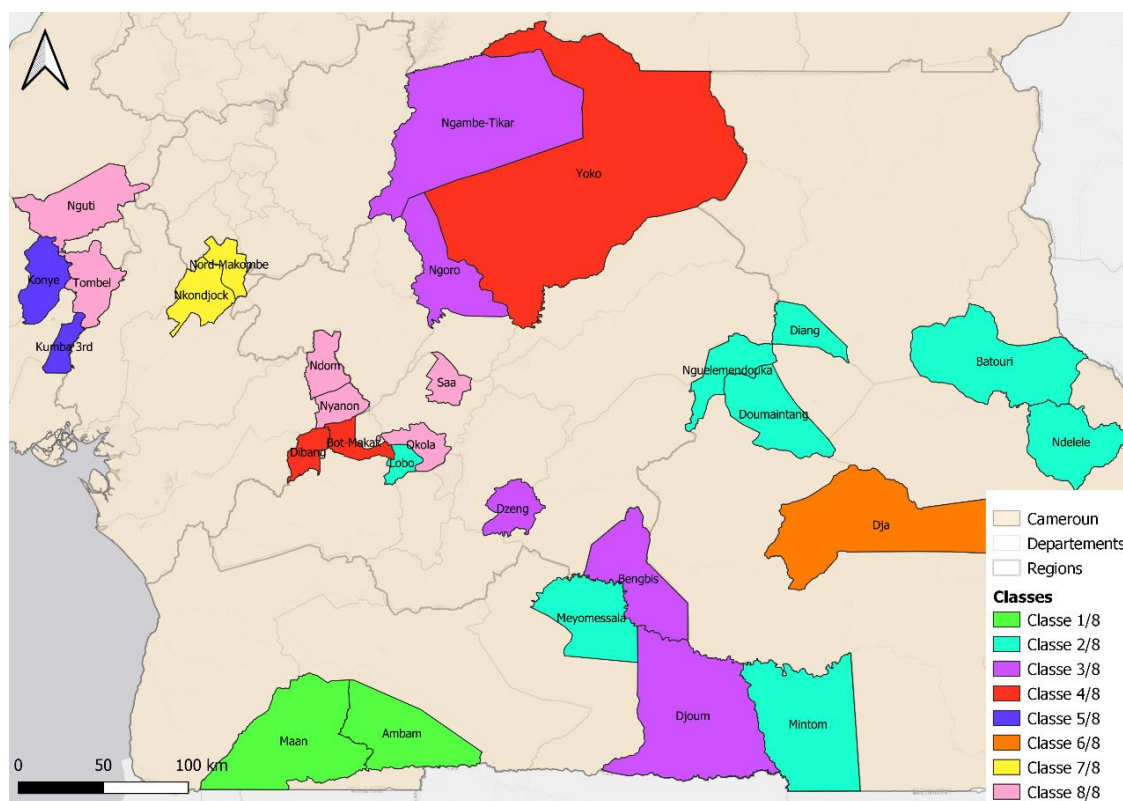


Figure 20 : Répartition des 8 classes de cacaoyères à l'échelle de l'arrondissement (QGIS) – Source : Gentils, 2023

## 4.2 TYPOLOGIE GENERALE

La construction de classes à partir des données des enquêtes et relevés conduits dans les 223 plantations de bassins de production de cacao au Cameroun a permis de regrouper les cacaoyères aux caractéristiques similaires.

Les classes construites à deux échelles d'analyse différentes (département et arrondissement) confirment la diversité des cacaoyères en agroforêt qui existent au Cameroun. Ces différences entre les cacaoyères montrent ainsi que les planteurs de cacao du Cameroun ont des pratiques de production variées. Il est indispensable de prendre en compte cette diversité pour la construction d'un nouveau référentiel « cacao d'agroforêt », en établissant des critères avec des seuils qui ne soient ni trop faibles ni trop excluants.

D'après les analyses et classes établies précédemment, on peut finalement distinguer trois grands types de cacaoyères en agroforêt dans les bassins de production échantillonnés :

- Le **premier type « hautement diversifié »** représente 25% de l'échantillon et est constitué de cacaoyères présentant les plus fortes densité et diversité d'arbres forestiers associés avec un nombre d'arbres forestiers et associés, un nombre d'espèces au ¼ d'ha, un indice de Shannon et une surface terrière des arbres associés et totale très élevés (Tableau 15). Elles sont bien souvent dans la zone où le couvert forestier est le plus important. Il s'agit de cacaoyères des classes 2 et 6 du traitement par arrondissement. Ces cacaoyères se situent dans tous les départements échantillonnés de la région Est et l'arrondissement de Mintom (département Dja et Lobo) de la région Sud (Figure 21).

L'arrondissement du Dja (Haut-Nyong) dans l'Est, qui correspond à la classe 6 du traitement par arrondissement, se démarque particulièrement dans ce type par sa quantité remarquable d'arbres forestiers associés et d'espèces au quart d'hectare.

Tableau 15 : Caractéristiques du type 1 "hautement diversifié"

<b>TYPE 1 "hautement diversifié" - 25%</b>			
<b>Critère</b>	<b>Minimum</b>	<b>Médiane</b>	<b>Moyenne</b>
<b>nombre d'arbres forestiers/ha</b>	<b>79</b>	<b>117</b>	<b>116</b>
<b>nombre d'arbres associés/ha</b>	<b>127</b>	<b>138</b>	<b>149</b>
<b>nombre d'espèces 1/4ha</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>36</b>
<b>indice de Shannon</b>	<b>2,45</b>	<b>2,59</b>	<b>2,59</b>
<b>surface terrière des arbres associés (m2/ha)</b>	<b>20,51</b>	<b>24,36</b>	<b>24,47</b>
<b>surface terrière totale (m2/ha)</b>	<b>27,4</b>	<b>29,57</b>	<b>30,41</b>
rendements/ha/an (kg)	123	180	234
coût produits phytosanitaires (FCFA/ha/an)	5000	7917	6242
nombre d'interventions	2	5	5
nombre de cacaoyers/ha	588	750	759
nombre d'arbres fruitiers/ha	2	23	19
surface terrière des cacaoyers (m2/ha)	1,44	5,12	5,11
nombre d'usages	6	8	9



- Un **deuxième type « intensif »** représente 35% de l'échantillon et est constitué de cacaoyères présentant des rendements/ha/an, un nombre d'interventions, des dépenses en phytosanitaires/ha, un nombre et une surface terrière des cacaoyers les plus importants (Tableau 16). Elles sont bien souvent dans des zones où la cacaoculture est prédominante et installée depuis plusieurs années déjà. Il s'agit de cacaoyères des classes 5, 7 et 8 du traitement par arrondissement. Ces cacaoyères se situent dans tous les départements échantillonnés de la région Littoral et de la région Sud-Ouest et Sa'a (Lékié) de la région Centre (Figure 21).

Les arrondissements du Nord-Makombe et Nkondjock (Nkam) dans le Littoral, qui correspondent à la classe 7 du traitement par arrondissement, se démarquent particulièrement dans ce type pour des rendements élevés et des dépenses en phytosanitaires et nombre d'interventions largement supérieurs aux autres arrondissements.

Tableau 16 : Caractéristiques du type 2 "intensif"

<b>TYPE 2 "intensif" - 35%</b>			
<b>Critère</b>	<b>Minimum</b>	<b>Médiane</b>	<b>Moyenne</b>
<b>rendements/ha/an (kg)</b>	<b>571</b>	<b>774</b>	<b>700</b>
<b>coût produits phytosanitaires (FCFA/ha/an)</b>	<b>40000</b>	<b>60000</b>	<b>78575</b>
<b>nombre d'interventions</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
<b>nombre de cacaoyers/ha</b>	<b>675</b>	<b>913</b>	<b>944</b>
<b>surface terrière des cacaoyers (m2/ha)</b>	<b>8,86</b>	<b>16,76</b>	<b>15,09</b>
nombre d'arbres forestiers/ha	33	38	41
nombre d'arbres associés/ha	50	54	59
nombre d'espèces 1/4ha	12	13	14
indice de Shannon	1,87	1,92	1,99
surface terrière des arbres associés (m2/ha)	3,76	10,42	11,53
surface terrière totale (m2/ha)	16,56	35,24	29,38
nombre d'arbres fruitiers/ha	2	13	16
nombre d'usages	7	9	9



-Un **troisième type « polyvalent »** représente 40% de l'échantillon et est constitué de cacaoyères avec des fonctions annexes à la cacaoculture importantes, c'est-à-dire avec un grand nombre d'arbres fruitiers à l'hectare et d'usages des espèces forestières associées (Figure 21).

(Tableau 17). Les valeurs des autres variables mesurées dans ces cacaoyères se situent à un niveau intermédiaire entre les types précédemment mentionnés, c'est-à-dire pour la densité et la diversité d'arbres associés, mais également les rendements, coûts des produits phytosanitaires et le nombre d'interventions. Les cacaoyères de ce type tendent soit vers le type « hautement diversifié » soit vers celui « intensif ». Ces cacaoyères se situent dans les arrondissements d'Ambam, Ma'an (Vallée du Ntem), Bengbis Djoum et Meyomessala (Dja et Lobo) de la région Sud, les arrondissements de Ngoro, Ngambetkar, Yoko (Mbam et Kim), Botmakak, Dibang (Nyong ekelle), Lobo, Okola (Lékié) et Dzeng (Nyong et So'o) de la région Centre (Figure 21).

Tableau 17 : Caractéristiques du type 3 "polyvalent"

<b>TYPE 3 "polyvalent" - 40%</b>			
<b>Critère</b>	<b>Minimum</b>	<b>Médiane</b>	<b>Moyenne</b>
<b>nombre d'arbres fruitiers/ha</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>23</b>
<b>nombre d'usages</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>14</b>
rendements/ha/an (kg)	226	434	443
coût produits phytosanitaires (FCFA/ha/an)	8500	31667	34996
nombre d'interventions	5	9	9
nombre de cacaoyers/ha	675	900	963
nombre d'arbres forestiers/ha	29	71	66
nombre d'arbres associés/ha	66	87	89
nombre d'espèces 1/4ha	16	21	21
indice de Shannon	1,95	2,29	2,24
surface terrière des arbres associés (m <sup>2</sup> /ha)	6,84	12,25	13,92
surface terrière des cacaoyers (m <sup>2</sup> /ha)	2,79	6,83	8,76
surface terrière totale (m <sup>2</sup> /ha)	10,67	20,77	22,17

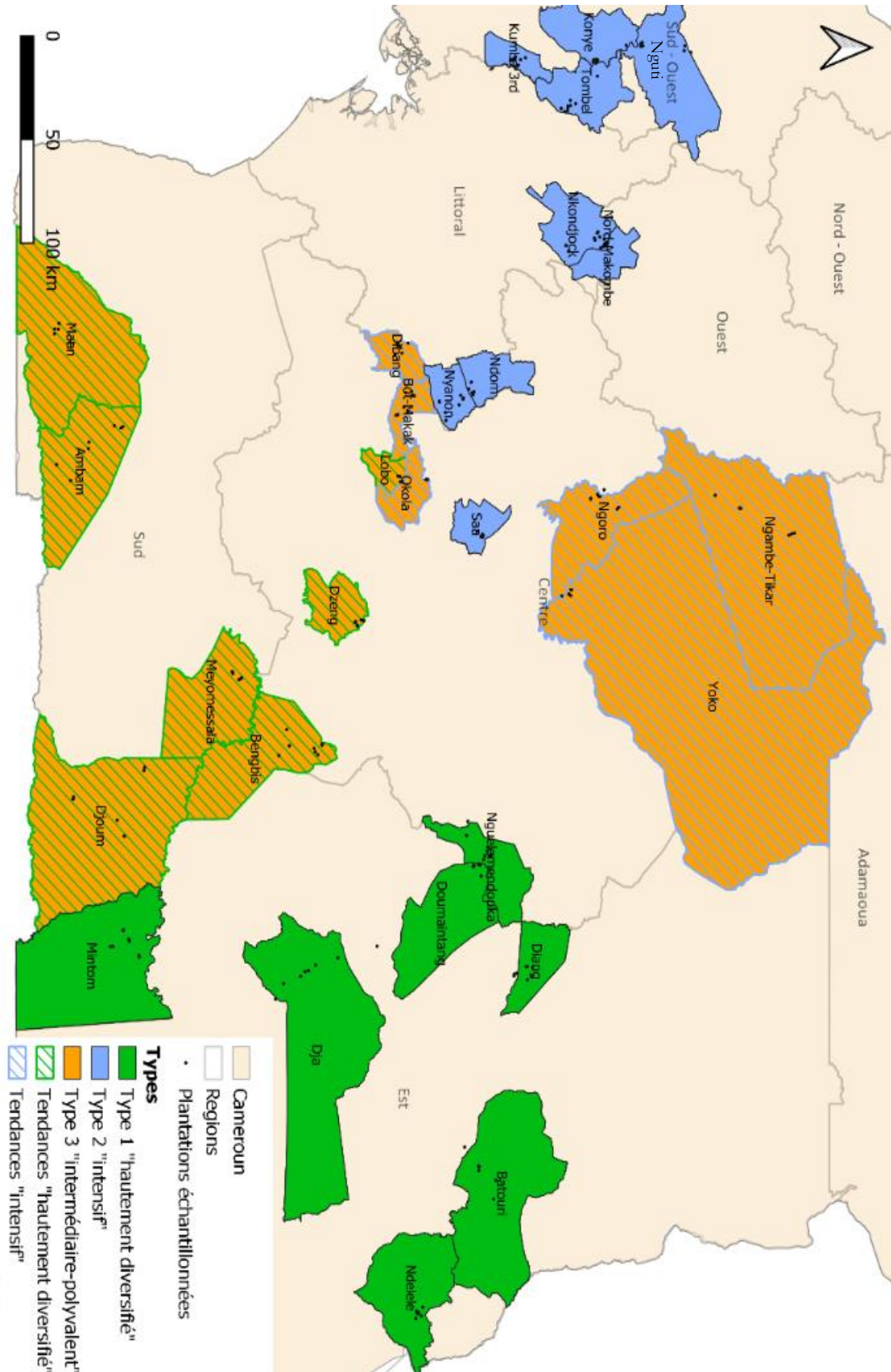


Figure 21 : Répartition des 3 types de cacaoyères en agroforesterie – Source : Gentils, 2023

## 5. DISCUSSION

### 5.1 POLITIQUES PUBLIQUES, STANDARDS PRIVES, MODELES EXISTANTS ET CREATION D'UN REFERENTIEL « CACAO D'AGROFORET »

Dans la partie ci-dessous nous allons voir dans quelle mesure la création d'un nouveau référentiel « cacao d'agroforêt » à partir de la typologie établie serait pertinent et compatible avec les normes de la politique publique et des standards privées de certification concernant la lutte contre la déforestation et avec leur définition d'une agroforêt.

#### 5.1.1 Cacaoculture, déforestation et agroforesterie dans les politiques publiques

La déforestation et notamment celle liée à la cacaoculture est abordée dans plusieurs politiques publiques qui sont présentées ci-dessous.

- Norme ISO 34101

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation. Le point 7.4 de la partie 2 de la norme ISO 34101 traite de la protection des écosystèmes. Elle interdit la déforestation et la dégradation des forêts primaires et secondaires à partir du 1er janvier 2018. Concernant les forêts secondaires qu'elle définit comme des « forêts qui ont été exploitées et qui ont repoussées artificiellement ou naturellement » elle admet de nombreuses dérogations pour la déforestation et la dégradation. Ainsi la déforestation est tolérée si elle est autorisée par le titre foncier ou les droits coutumiers. La cacaoculture dans les espaces protégés est interdite (ISO, 2019).

- Norme régionale africaine ARS-1000 « Cacao durable et traçable »

La Côte d'Ivoire et le Ghana ont pris l'initiative et ont conjointement annoncé en mars 2019 leur intention de s'approprier la norme ISO 34 101. Ils ont ainsi joué un rôle prépondérant dans la création de la nouvelle Norme Africaine pour le cacao durable (norme ARS), accompagnée de guides de mise en œuvre. L'objectif de cette dernière est de résoudre les défis majeurs auxquels le secteur du cacao est confronté, notamment la nécessité de garantir des revenus décents aux producteurs de cacao, de mettre fin à la déforestation et au travail des enfants. Pour ce faire la norme ARS aide à la mise en place de systèmes robustes favorisant la traçabilité et la transparence (GISCO, 2023).

- Règlement de l'Union Européenne contre la déforestation importée (RDUE)

Les opérateurs devront se conformer au RDUE à partir du 30 décembre 2024 (mi-2025 pour les micro ou petites entreprises). Pour entrer dans l'UE le cacao doit être « traçable »

et « zéro déforestation » c'est-à-dire que le cacao ne doit pas provenir de terres qui ont été déboisées après le 31 décembre 2020 (Journal officiel de l'union européenne, 2023). L'UE reprend la définition de la déforestation de la FAO adoptée au niveau international, à savoir la conversion de forêts en terres agricoles, les systèmes agroforestiers étant considérés comme des plantations agricoles. Ainsi les modifications du couvert forestier au sein des SAFs ne sont appréciées ni comme de la déforestation, ni comme de la dégradation. Par exemple le passage du SAF au cacao plein soleil n'est pour le moment pas un problème si l'on tient compte du RDUE. Un système d'évaluation comparative classera les pays ou les régions en fonction du risque de déforestation et la fréquence des contrôles des États membres de l'UE variera en conséquence. Le Cameroun et l'Afrique centrale abritant la forêt du bassin du Congo sont classés en zones à risque élevé, c'est-à-dire avec la fréquence de contrôle la plus élevée à 9% (Journal officiel de l'union européenne, 2023) (Annexe 1).

- Stratégie Nationale de lutte contre la Déforestation Importée (SNDI)

La Stratégie Nationale française de lutte contre la Déforestation Importée a été adoptée le 14 novembre 2018 pour mettre fin en 2030 à l'importation de produits forestiers ou agricoles non durables contribuant à la déforestation dans les filières de cacao, hévéa, soja, huile de palme, bois et ses produits dérivés, et bœuf et co-produits (Ministère Ecologie Energie Territoire, 2018). Dans son objectif 13 la SNDI prévoit d'élever le niveau d'exigence des certifications et d'en assurer une diffusion plus large. Ainsi les certifications proches des exigences de la SNDI sont référencées dans le guide sur les achats publics durables et des ateliers ont été organisés afin d'élever l'ambition des référentiels de Rainforest Alliance, FairTrade, FSC et PEFC (SNDI, 2022). C'est dans le cadre de l'objectif 15 de la SNDI qui ambitionne d'intégrer l'objectif zéro déforestation dans les plans des filières que l'Initiative française pour un cacao durable (IFCD) a été lancée en octobre 2021 (SDNI, 2022). Cette initiative prévoit de mettre fin, avec l'ensemble des parties prenantes, au plus tard d'ici 2025, aux approvisionnements de l'industrie française du cacao, et ceux de ses partenaires, issus de zones déforestées après le 1er janvier 2020 et de lutter contre la dégradation des forêts et préserver les massifs forestiers et les zones à forte valeur environnementale demeurant (Ministère Ecologie Energies Territoires, 2021). Pour ce faire elle met en place des programmes et/ou soutien des projets de - lutte contre la déforestation, restauration des forêts dégradées en raison de la production de cacao et appui aux aires protégées dans les zones de cacaoculture et en périphérie (IFCD, 2023).

- GISCO (German Initiative on Sustainable Cocoa)

La GISCO, Initiative allemande pour un cacao durable, est une collaboration multipartite impliquant le gouvernement fédéral allemand, l'industrie allemande des confiseries, le secteur de la vente au détail de produits d'épicerie en Allemagne et des organisations de la société civile. Elle poursuit divers objectifs, notamment la préservation et la protection des ressources naturelles dans les pays producteurs de cacao, ainsi que la promotion de l'utilisation croissante de cacao produit de manière durable. Elle a établi les catégories suivantes pour les systèmes agroforestiers cacaoyers (GISCO 2022) :

- Niveau d'entrée : ce niveau implique la présence d'au moins 16 arbres (non cacaoyers) par hectare, avec un minimum de trois espèces d'arbres différentes, de préférence indigènes.
- Basique : une couverture ombragée d'au moins 40 % du couvert forestier, avec un minimum d'espèces d'arbres indigènes différentes. Cette exigence correspond aux

paramètres de référence de couverture ombragée et de diversité des espèces du standard de Rainforest Alliance.

- Avancé : une couverture ombragée d'au moins 40 % doit être maintenue avec au moins 12 espèces d'arbres indigènes différentes par hectare. De plus, une couverture de végétation indigène d'au moins 15 % est nécessaire, avec deux strates distinctes. Les espèces d'ombrage doivent atteindre une hauteur minimale de 12 à 15 mètres.
- Agroforesterie dynamique (DAF) : Les systèmes de ce niveau se caractérisent par une densité d'arbres très élevée par hectare, une grande variété d'espèces d'arbres et une biodiversité considérable. Ces arbres poussent dans différentes strates sans concurrence, formant au moins trois strates distinctes. Les projets d'agroforesterie dynamique de HALBA servent de modèle pour cette catégorie (HALBA, 2023).

Faire progresser la connaissance et poser les bases d'un plaidoyer pour le cacao d'agroforêt en Afrique centrale, notamment avec la création d'un référentiel « cacao d'agroforêt » précis, aiderait à répondre de manière concrète aux objectifs que se donnent les politiques publiques en matière de déforestation. Cela assurerait la protection de ces SAFs qui présentent de multiples avantages en leur donnant un statut particulier.

### 5.1.2 Cacaoculture, déforestation et agroforesterie dans les standards privés de certification

- Standard du Commerce Equitable Fairtrade pour le cacao

Le standard du Commerce Equitable Fairtrade pour le cacao dont les exigences sont applicables depuis le 1er juillet 2019 présente en section 3.2 intitulée « développement environnemental » un onglet pour la « protection des forêts et de la végétation » comme critère central applicable dès l'audit initial. La définition de la déforestation retenue par Fairtrade correspond à celle utilisée pour l'évaluation des ressources forestières mondiales par la FAO, à savoir la conversion de la forêt en une autre utilisation des terres ou la réduction permanente de la couverture forestière sous le seuil minimal de 10% (Annexe 34). Le standard précise que la « gestion des arbres sur des systèmes de production agroforestiers » n'est pas considérée comme une activité déforestante (Fairtrade, 2022). A la différence de la norme 2020 pour l'agriculture durable de Rainforest Alliance, le principe de non-conversion n'est donc pas totalement acté. Le standard Fairtrade n'impose pas de « critère agro-forestier » à atteindre en tant que tel.

- Norme 2020 pour une agriculture durable de Rainforest Alliance - UTZ

Le critère 6.2 de la norme 2020 pour une agriculture durable de Rainforest Alliance se consacre à la préservation et à l'amélioration des écosystèmes naturels ainsi que de la végétation indigène. L'exigence d'amélioration obligatoire 6.2.3 vise à atteindre une couverture de végétation naturelle sur au moins 15 % de la superficie totale des exploitations agricoles dédiées à la culture du cacao (Rainforest Alliance, 2020).

Selon Rainforest Alliance la végétation naturelle peut également servir de couverture d'ombrage dans les systèmes d'agroforesterie. Toutefois, cette couverture agroforestière n'est prise en compte que si les arbres d'ombrage sont principalement des espèces indigènes et si leur diversité d'espèces ressemble à celle d'un écosystème naturel (Rainforest Alliance, 2021)

D'après le Tableau 18 pour rentrer dans les exigences du standard de Rainforest Alliance la couverture aérienne des arbres d'ombrage dans une cacaoyère, à l'exclusion des arbres de culture et pendant la période de l'année où le feuillage des arbres est le plus dense, doit être de minimum 40 % de la surface, et on doit trouver au moins 5 espèces forestières indigènes différentes (Annexe 33).

Tableau 18 : Seuils de couvert d'ombrage et d'espèces forestières indigènes/ha dans le référentiel Rainforest alliance – Source : Rainforest alliance, 2021

Shade Tolerant Crop	Regions	Min. Canopy Cover (%)	Min. No. of native tree species per hectare
<b>Coffee</b>	Africa, Asia, Latin America, and the Caribbean	40%	12
<b>Cocoa</b>	West Africa, East Africa, South East Asia, Latin America, and the Caribbean	40%	5
<b>Clove, Vanilla</b>	East Africa	40%	12
<b>Pepper</b>	South Asia	20%	12

### 5.1.3 Modèles agroforestiers existants

- Référentiel SAF-ART (Système Agro-Forestier et Agriculture Régénérative de Transition) de Nitidae

Le référentiel SAF-ART créé par l'ONG Nitidae (Nitidae, 2021) à partir de l'étude des cacaoyères d'Afrique de l'Ouest en 2021 se base sur 3 critères pour caractériser une cacaoyère de système agroforestier :

- Une densité des arbres associés dans la cacaoyère de minimum 20 arbres/ha
- La surface terrière des arbres associés de minimum 8m<sup>2</sup>/ha
- La répartition de l'origine des arbres avec les rémanents qui doivent être conservés et les recrûs autrement appelés spontanés qui doivent représenter au moins 20% des arbres (Annexe 35)

- Modèles agroforestiers des sociétés

Le Tableau 19 présente les modèles agroforestiers adoptés par certaines entreprises et fournit un aperçu de leurs définitions et ambitions en ce qui concerne l'agroforesterie. Il est essentiel de noter que la plupart de ces modèles décrivent des projets agroforestiers très spécifiques, parfois soutenus par des financements publics, et ne représentent donc pas la totalité des chaînes d'approvisionnement de ces entreprises (Tropenbos, 2023).

Tableau 19 : Différents modèles agroforestiers suivis par les sociétés – Source : Tropenbos, 2023

Société	Modèle agroforestier utilisé dans l'étude de cas
Cargill	Trois modèles de plantation différents : 1) en bordure, 2) cultures intercalaires, 3) reboisement complet ; les modèles 1 et 2 utilisent environ 100 arbres par hectare (ha)
CÉMOI	Cinq modèles de plantation différents : 1) à l'intérieur de la plantation, 2) autour de la plantation, 3) arbres à l'intérieur et autour de la plantation, 4) bandes alternées, et 5) micro-forêt ; la densité des arbres varie de 18 à 70 arbres par ha pour les modèles 1 à 4
ETG   Beyond Beans	Les systèmes standards comprennent au minimum 20 arbres par ha, au moins 3 espèces différentes et 5 modèles de plantation. Les systèmes plus avancés comptent plus de 60 arbres par ha
HALBA	Agroforesterie dynamique (DAF) ; une exploitation agricole mature peut avoir plus de 300 arbres de plus de 20 espèces d'arbres différentes par ha
Tony's Chocolonely	18 arbres d'ombrage par ha, d'au moins 6 espèces d'arbres différentes, et pour atteindre environ 30 % de couverture ombragée
Touton	Modèle de Bois d'œuvre dans l'agroforesterie cacaoyère (TiCA) : 80 arbres par ha pour un maximum de 40 % d'ombre

#### 5.1.4 Comparaison des résultats de l'étude aux critères des différents organismes

D'après le Tableau 20 les 223 plantations échantillonnées dans les bassins de production de cacao du Cameroun répondent largement aux critères du standard Rainforest Alliance, du conseil Café Cacao de Côte d'Ivoire, des 3 premiers niveaux de SAF définis par la GISCO et du référentiel SAF-ART de Nitidae. Par exemple la densité moyenne relevée des arbres associés est d'environ 102 arbres/ha, soit 5 fois plus que le seuil établi dans le référentiel SAF-ART, et la surface terrière des arbres associés moyenne de 16,8 m<sup>2</sup>/ha, soit 2 fois plus. De plus la distinction entre les arbres forestiers et fruitiers associés n'apparaît pas dans les critères, or il est très probable que les cacaoyères en agroforesterie d'Afrique centrale possèdent un nombre particulièrement remarquable d'arbres forestiers associés, dans notre étude de 78/ha. Seules les cacaoyères en agroforesterie dynamique (DAF) de la société HALBA, qui correspondent au 4<sup>ème</sup> niveau de SAF de la GISCO, sont caractérisées par des critères seuils égaux voire supérieurs aux valeurs moyennes relevées des plantations de l'étude. Cela dit ces cacaoyères DAF sont le fruit d'un projet agroforestier spécifique et ne représentent pas ce qui se fait à travers les chaînes d'approvisionnement d'HALBA.



Tableau 20 : Critères pour la définition d'une cacaoyère en agroforesterie en fonction des organismes et résultats de l'étude

Variables	Valeurs moyennes de l'étude	Niveau d'entrée GISCO	Niveau basique GISCO	Niveau avancé GISCO	DAF de 30 ans HALBA/GISCO	Conseil Café Cacao Côte d'Ivoire	Rainforest Alliance	SAF-ART Nitidae	Cargill	CEMOI	ETG Beyond Beans	Tony's Chocolonely	Touton
Nombre de cacaoyers/ha	947				832	800							
Nombre d'arbres forestiers/ha	78				130								
Nombre d'arbres fruitiers/ha	23				144								
Nombre d'arbres associés/ha	102	16				25 à 40		20	100	18 à 70	20 à 60	18	80
Nombre d'espèces forestières associées	11 au quart d'hectare	3/ha	5/ha	12/ha	12/ha		5/ha				3/ha	6/ha	
Surface terrière des arbres associés (m <sup>2</sup> /ha)	16,81							8					
Nombre de strates	toujours 3			2	3								
Hauteur minimum des arbres associées (m)	toujours supérieure à 20m			15m									
Pourcentage du couvert ombragé			40%	40%			40%					30%	40%
Pourcentage du couvert de végétation indigène				15%									
Pourcentage d'arbres spontanés								20%					



Valeur non existante

Quelques soient les normes et modèles considérés, mis à part de rares exceptions à de petites échelles, les minimums retenus se situent toujours en-deçà de ce qui a été relevé dans l'étude. Ils ne garantissent donc pas la préservation des systèmes agroforestiers à base de cacaoyers que l'on retrouve au Cameroun et plus largement en Afrique centrale, et présentent même le risque d'inciter à la simplification de ces SAFs. Les référentiels créés jusqu'à présent tels que SAF-ART de Nitidae et ceux présentés dans le rapport de Tropenbos ont été conçus à partir d'observations dans les cacaoyères d'Afrique de l'Ouest ce qui explique leurs valeurs largement en dessous de celles des systèmes agroforestiers complexes échantillonnés dans l'étude au Cameroun. Ces constats confortent la nécessité de créer un nouveau référentiel « cacao d'agroforêt » qui soit adapté et valorise la cacao-culture actuelle d'Afrique centrale. Les critères intéressants à retenir pour ce référentiel seront sélectionnés par la suite lors de discussions avec les acteurs de terrain et un comité scientifique.

## 5.2 LIMITES

### 5.2.1 Limites liées à l'échantillonnage

Pour nous faciliter la tâche compte tenu du temps imparti nous nous sommes bien souvent référés aux coopératives ou GIC partenaires du CICC dans les différentes localités. Ainsi nous avons travaillé avec des planteurs appartenant à des GIC ou coopératives à hauteur de 78% sur l'échantillon. Le contact avec le CICC étant déjà établi cela facilite grandement l'accès aux plantations/planteurs avec notamment la présence du président qui représente un intermédiaire très efficace. Le fait d'avoir privilégié les structures de regroupement des producteurs dans un pays où la part des acheteurs intermédiaires – les coaxeurs reste très importante bien que difficilement quantifiée - peut créer un biais. Par exemple les coopératives facilitent bien souvent l'accès aux intrants à un prix réduit ou bien ont un prix d'achat du cacao plus élevé.

Toujours dans un souci de gain de temps nous avons défini comme maximum un temps de marche jusqu'à la cacaoyère de 30 min aller soit 4 km aller-retour. Un certain nombre de cacaoyères se situent à une distance de marche bien plus élevée qui peut avoir une influence sur de nombreux paramètres notamment les pratiques culturelles du planteur.

Le recours à un intermédiaire dans le choix des plantations échantillonnées (président de coopérative ou autre) et la rémunération à 5000 FCFA pour chaque planteur rencontré peut altérer l'échantillonnage aléatoire. Ainsi l'intermédiaire peut faire le choix de nous conduire auprès de membres de sa famille, d'amis ou bien encore dans les cacaoyères les plus productives au lieu de sélectionner des personnes au hasard.

### 5.2.2 Limites liées au questionnaire

Avec le questionnaire plusieurs limites ont été rencontrées :

- Le planteur ne dit pas qu'il vend son cacao à un coaxeur lorsque l'on est introduit à lui par une coopérative (car il arrive qu'ils vendent au deux) ;
- L'âge de la cacaoyère est estimé en dizaine d'années lorsque ces dernières sont trop âgées et ont appartenu aux générations précédentes ;
- La surface de la plantation donnée ne correspond pas toujours à la surface qui produit car il peut y avoir une partie plus jeune d'âge inférieur à 4 ans où l'on ne récolte pas encore. Cela peut induire des erreurs lors du calcul du rendement à l'hectare, bien que l'on demande toujours au planteur de dissocier sa surface totale et celle qui produit ;
- Le tonnage est bien souvent estimé à partir du nombre de sacs et du poids du sac, ces deux derniers indicateurs étant approximatifs ;
- Le même biais existe avec les dépenses en produits phytosanitaires estimées à partir du nombre de sachets de poudre ou litres employés et leur prix à l'unité ;
- Lorsqu'on demande au planteur les usages qu'il fait des espèces en lui donnant des exemples on favorise la possibilité qu'il indique les espèces servant d'exemple puisqu'on les lui rappelle.

### 5.2.3 Limites liées au relevé des arbres

Lors du relevé des arbres plusieurs limites ont été rencontrées :

- La surface de 2400 m<sup>2</sup> de la placette forme difficilement un rectangle parfait, bien qu'on cherche toujours à ajuster ;
- Il arrive qu'on se fie entièrement aux dires des planteurs lorsque l'on ne connaît pas l'espèce rencontrée ;
- Certaines espèces dont nous n'avons que le nom en patois ou bien inconnues photographiées et codifiées sont impossibles à identifier malgré toute la littérature et les experts employés (cela correspond à 0,1% de l'échantillon total) ;
- La placette des cacaoyers de 400 m<sup>2</sup> n'est pas toujours représentative de la cacaoyère car c'est une surface réduite dans laquelle il peut arriver qu'on trouve une densité bien inférieure à celle du reste de la cacaoyère (ex : chablis) ou inversement ;
- Les parcelles non défrichées sont source d'erreur car elles sont propices à l'oubli d'arbres dans le comptage compte tenu de l'abondance de la végétation.

#### 5.2.4 Limites liées à la collecte de données par les techniciens

La formation des techniciens s'est déroulée sur deux jours avec 4 techniciens qui ont été déployés dans 6 arrondissements et 48 plantations, soit 21% de l'échantillon. Ces techniciens étant anglophones et francophones, il a fallu jongler entre 2 langues ce qui est propice à des oublis et erreurs et le tout dans un laps de temps réduit. Tout cela a mené à quelques erreurs dans leur collecte des données :

- Les circonférences ont parfois été mesurées au lieu du diamètre (7% de l'échantillon total) ;
- Les interventions culturelles n'ont pas été quantifiées ;
- Le nombre de plantes agricoles et d'arbres fruitiers associés demandé dans le questionnaire n'a pas toujours été bien défini (18% de l'échantillon total) ;
- La définition d'espèces spontanées n'a pas été comprise ;
- La traduction de certains noms d'espèces en patois en anglais n'a pas toujours été trouvée malgré l'étroite collaboration avec les techniciens.

Au-delà de cela les techniciens étant des rapporteurs externes il est très compliqué voire impossible de vérifier la qualité de leur travail sur le terrain et donc des données collectées.

#### 5.2.5 Limites liées au traitement statistique

Pour que l'analyse statistique soit suffisamment fiable, c'est-à-dire que l'ACP ait une inertie suffisante, il a fallu procéder à un tri des variables collectées et donc inévitablement à une perte de l'information. Le retrait de certaines variables telles que la production ou le genre a peu d'impact mais d'autre plus, comme la superficie, l'âge du planteur etc. Le retrait de ces variables a forcément une influence sur les typologies établies qui pourraient être autres si l'on avait choisi de garder ou éliminer d'autres variables.

L'échantillon de 7 ou 8 planteurs par arrondissements est relativement faible d'où le choix de sélectionner la moyenne ou la médiane en fonction de l'écart type observé pour chaque variable. Pour renforcer la typologie établie il serait intéressant d'élargir l'échantillon en ajoutant de nouvelles plantations et en se déployant encore plus largement dans la zone par arrondissement et département.

## 5.3 OUVERTURE ET PERSPECTIVES

Certaines des données collectées qui n'ont pas été utilisées pour établir la typologie peuvent faire le fruit d'un traitement spécifique. Par exemple on peut étudier les espèces d'arbres associées aux cacaoyères avec leur proportion et leur fréquence ou bien encore la durabilité de cacaoyères échantillonnées avec l'âge des planteurs, le renouvellement des arbres forestiers et le gain/an/ha en FCFA. C'est à cela que l'on s'intéresse dans cette partie.

### 5.3.1 Espèces d'arbres associées aux cacaoyères

Dans le Tableau 21 recensant les 30 premières espèces les plus fréquentes dans les cacaoyères il y a 5 espèces fruitières : l'avocatier, le safoutier, le manguier, l'oranger et le mandarinier. Les avocatiers représentent pratiquement 10% du total des espèces recensées et les safoutiers 7%, ce sont les espèces que l'on retrouve le plus sur l'ensemble des 223 plantations échantillonnées.

Dans ce classement on dénote la présence d'autres espèces à usage alimentaire telle que le colatier en 6<sup>ème</sup> position, le djansang 12<sup>ème</sup>, l'oboba (aussi appelé « ananas du singe ») 25<sup>ème</sup> et le mango en 27<sup>ème</sup>. On trouve également des espèces qui peuvent être utilisées pour le bois d'œuvre tel que le frake 3<sup>ème</sup>, le diania 7<sup>ème</sup>, l'abale 10<sup>ème</sup>, l'iroko 14<sup>ème</sup> etc. Et enfin on retrouve des essences qui servent pour la médecine tel le parasolier 17<sup>ème</sup> ou encore l'emien 23<sup>ème</sup>.

Ce classement à l'échelle de l'ensemble des bassins de production de cacao camerounais nous incite à nous intéresser aux espèces prédominantes dans les cacaoyères mais cette fois-ci à l'échelle régionale.

Tableau 21 : Classement et part des 30 premières espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de l'échantillon

n°	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nombre d'individus	% du total
1	Avocatier	<i>Persea americana</i>	513	9,46
2	Safoutier	<i>Dacryodes edulis</i>	366	6,75
3	Frake	<i>Terminalia superba</i>	199	3,67
4	Ebebeng	<i>Klaineathus gabonae</i>	176	3,25
5	Mepepe	<i>Albizia adianthifolia</i>	160	2,95
6	Colatier	<i>Cola sp</i>	148	2,73
7	Diania/Ohia/Odou	<i>Celtis sp</i>	135	2,49
8	Ficus arbres	<i>Ficus sp</i>	128	2,36
9	Essak	<i>Albizia glaberrima</i>	127	2,34
10	Abale	<i>Petersianthus macrocarpus</i>	125	2,31
11	Mutundo	<i>Funtumia sp</i>	119	2,20
12	Djansang	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	118	2,18
13	Manguier	<i>Mangifera indica</i>	118	2,18
14	Iroko	<i>Milicia excelsa</i>	89	1,64
15	Fromager	<i>Ceiba pentandra</i>	86	1,59
16	Lotofa / Nkanang	<i>Sterculia rhinopetala</i>	83	1,53
17	Parasolier	<i>Musanga cecropioides</i>	76	1,40
18	Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	73	1,35
19	Longhi Rouge	<i>Chrysophyllum ubanguiense</i>	71	1,31
20	Oranger	<i>Citrus reticulata</i>	66	1,22
21	Mandarinier	<i>Citrus sinensis</i>	65	1,20
22	Padouk Rouge	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	65	1,20
23	Emien	<i>Alstonia boonei</i>	61	1,13
24	Niove	<i>Staudtia kamerunensis</i>	59	1,09
25	Oboba	<i>Myrianthus arboreus</i>	59	1,09
26	Ficus epiphytes	<i>Ficus sp</i>	57	1,05
27	Mango	<i>Irvingia gabonensis</i>	56	1,03
28	Mouvingui	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	52	0,96
29	Ayous	<i>Triplochytton scleroxylon</i>	50	0,92
30	Ewolet	<i>Bridelia speciosa</i>	48	0,89

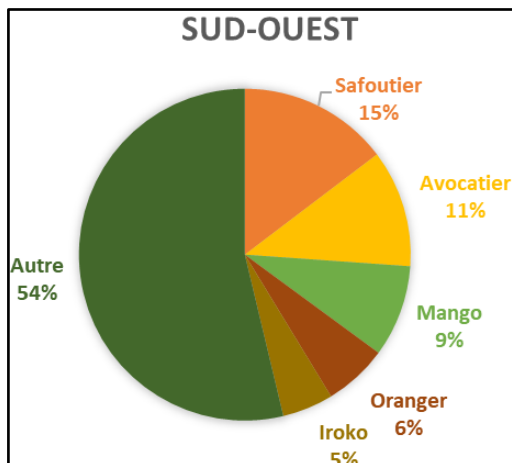


Figure 22 : Part des 5 espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de la région Sud-Ouest (construit à partir de l'Annexe 36)

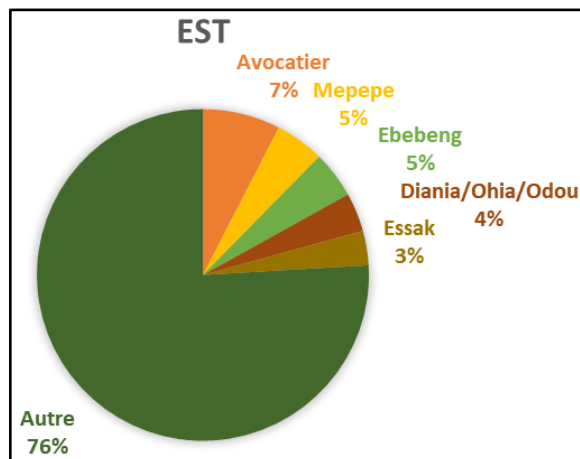


Figure 23 : Part des 5 espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de la région Est (construit à partir de l'Annexe 36)

D'après la Figure 22 le Sud-Ouest se distingue par ses safoutiers qui représentent 15% des espèces recensées, les avocats 11% suivis des mangos et des orangers. Toutes les espèces prédominantes du Sud-Ouest sont donc des arbres fruitiers. Comparé aux autres régions pour le Sud-Ouest les espèces autres que les 5 premières représentent un % plus faible à 54%, il y a donc une moins grande diversité d'espèces dans cette région.

A l'inverse l'Est (Figure 23) est caractérisé par le plus grand % d'espèces autres de 76%, ensuite ce sont les avocats les plus présents à 7% suivis du mepepe et de l'ebebeng à 5%. L'Est présente la particularité par rapport aux autres régions de ne pas avoir les safoutiers parmi les 5 espèces les plus importantes.

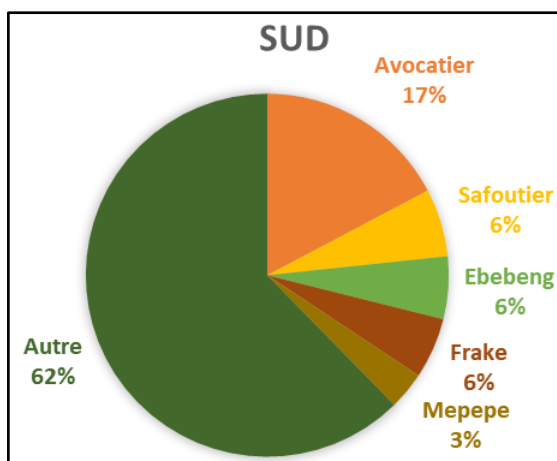


Figure 25 : Part des 5 espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de la région Sud (construit à partir de l'Annexe 36)

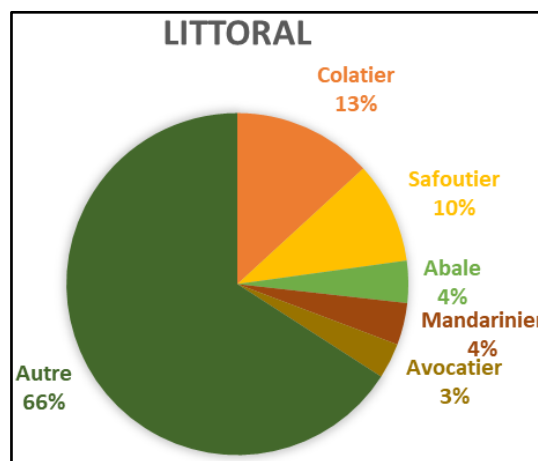


Figure 24 : Part des 5 espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de la région Littoral (construit à partir de l'Annexe 36)

Le Sud et le Littoral (Figure 25, Figure 24) possèdent des premières espèces dans le classement qui sont en nombre particulièrement important : l'avocatier dans le Sud à 17 % et le colatier dans le Littoral à 13%. Le colatier est une particularité par rapport aux autres régions dont les premières espèces sont soit l'avocatier soit le safoutier.

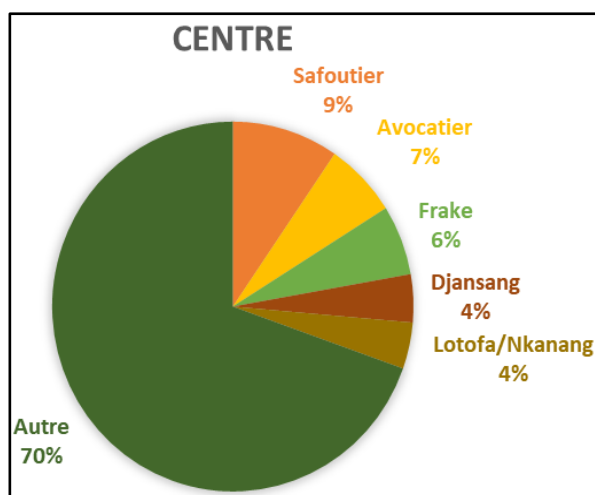


Figure 26 : Part des 5 espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de la région Centre (construit à partir de l'Annexe 36)

D'après la Figure 26 le Centre se caractérise par 2 espèces dans le classement qui n'apparaissent pas dans les autres régions : le djansang et le lotofa.

Pour toutes les régions les espèces autres que les 5 les plus importantes représentent plus de 50% ce qui démontre une grande diversité. Dans le Littoral et le Sud-Ouest on trouve une prédominance d'espèces fruitières tandis que dans le Sud, l'Est et le Centre à part l'avocatier qui est toujours très présent on trouve des essences autres que fruitières parmi les plus importantes tel que le mepepe, l'ebebeng et le frake.

### 5.3.2 Durabilité des cacaoyères

- Durabilité écologique

Afin de connaître si les arbres forestiers des cacaoyères échantillonnées se renouvellent, remplaçant ceux qui meurent naturellement ou bien ceux coupés pour le bois d'œuvre on s'intéresse aux arbres forestiers appartenant à la strate 1. C'est-à-dire les arbres ayant une hauteur comprise entre 0 et 8 m.

Plus une zone géographique possède d'arbres forestiers dans la strate 1 et plus les arbres de cette strate représentent une part importante des arbres forestiers toute strate confondue, plus le renouvellement des arbres forestiers associés à la cacaoyère est important et la durabilité écologique du système agroforestier garantie.

Tableau 22 : Classement des régions, départements et arrondissements pour la durabilité écologique (construit à partir de l'Annexe 37)

		n°1	n°2	n°3	avant dernier	dernier
Nombre arbres forestiers strate 1	Région	Sud	Est	Centre	Littoral	Sud-Ouest
	Valeur	135	129	89	66	4
	Département	Haut-Nyong	Dja et Lobo	Nkam	Meme	Nyong et So'o
	Valeur	95	88	51	1	1
	Arrondissement	Dja	Bengbis	Mintom	Tombel	Sa'a
Valeur	61	35	33	0	0	
% arbres forestiers strate 1	Région	Littoral	Sud	Centre	Est	Sud-Ouest
	Valeur	17,55	14,71	8,44	8,12	1,72
	Département	Nkam	Vallée du Ntem	Dja et Lobo	Meme	Nyong et So'o
	Valeur	35,42	21,27	12,63	1,41	1,09
	Arrondissement	Nkondjock	Nord-Makombe	Ma'an	Tombel	Sa'a
Valeur	37,65	32,20	27,78	0	0	

Le pourcentage d'arbres forestiers en strate 1 équivaut au nombre d'arbres forestiers dans la strate 1 sur le nombre d'arbres forestiers total multiplié par 100.

D'après le Tableau 22 les régions présentant le meilleur renouvellement des arbres forestiers sont le Sud et l'Est en terme de nombre d'arbres forestiers appartenant à la strate 1 et le Littoral et le Sud en termes de part des arbres forestiers comptés étant dans la strate 1. C'est l'arrondissement du Dja du département Haut-Nyong et celui du Dja et Lobo dans l'Est qui présentent le plus d'arbres forestiers dans la strate 1. Pour la part des arbres forestiers comptés étant dans la strate 1 le département du Nkam dans le Littoral avec les arrondissement de Nkondjock et Nord-Makombe ainsi que le département de la vallée du Ntem dans le Sud présentent les plus grosses proportions. Ces régions/départements/arrondissements présentent la meilleure durabilité écologique.

A l'inverse le Sud-Ouest avec le département de la Meme et l'arrondissement de Tombel, le département du Nyong et So'o ainsi que l'arrondissement de Sa'a dans le Centre présentent le moins d'arbres forestiers dans la strate 1 et également le plus petit % d'arbres forestiers dans la strate 1.

- Durabilité économique

Pour que la cacaoculture soit viable il faut que le gain que fait le planteur soit suffisamment important. Ce gain est calculé en retirant les dépenses pour un hectare au revenus tirés de la production de cacao de ce même hectare.

Dans nos calculs simplifiés on considère que les dépenses équivalent au coût des phytosanitaires à l'hectare. En réalité il peut arriver que les planteurs recourent à de la main d'œuvre ou bien utilisent des engrais etc. qui augmentent les dépenses pour la plantation. Pour le prix d'achat du cacao au kg on se base sur les données de l'ONCC pour octobre 2023 (ONCC) de 1700FCFA/kg de cacao marchand. Ainsi on obtient les revenus en multipliant le prix d'achat au tonnage/ha/an. En réalité de même que pour les dépenses, les revenus liées à la cacaoyère peuvent être dû à d'autres facteurs que la vente du cacao, par exemple il y a la vente de bois d'œuvre ou de fruits.

Tableau 23 : Classement des régions, départements et arrondissements pour la durabilité économique (construit à partir de l'Annexe 38)

		n°1	n°2	n°3	avant dernier	dernier
<b>Ventes/ha/an (FCFA)</b>	Région	Littoral	Sud-Ouest	Centre	Sud	Est
	Valeur	1358860	972335	534395	932280	398975
	Département	Nkam	Lekie	Sanaga maritime	Lom et Djerem	Nyong et So'o
	Valeur	1473963	1272160	1243758	243413	142375
	Arrondissement	Nkondjock	Nyanon	Sa'a	Dja	Dzeng
	Valeur	1594931	1482494	1438664	208833	142375
<b>Revenus/ha/an (FCFA)</b>	Région	Littoral	Sud-Ouest	Centre	Sud	Est
	Valeur	1267564	912335	888280	522395	392157
	Département	Nkam	Lekie	Sanaga maritime	Lom et Djerem	Nyong et So'o
	Valeur	1323963	1226705	1195758	235213	127375
	Arrondissement	Nkondjock	Nyanon	Sa'a	Dja	Dzeng
	Valeur	1427338	1422494	1381521	200917	127375

D'après le Tableau 23 on remarque qu'en ce qui concerne la durabilité économique, les régions du Littoral et du Sud-Ouest sont les plus performantes, avec tout particulièrement l'arrondissement de Nkondjock du département du Nkam pour le Littoral. Le département de la Lékié de la région Centre ainsi que l'arrondissement de Nyanon du département



Sanaga Maritime du Littoral présentent également des gains/an/ha importants. A l'inverse les régions les moins performantes économiquement sont le l'Est et le Sud, le département du Nyong et So'o dans le Centre avec l'arrondissement de Dzung ainsi que l'arrondissement de Mindourou qu'est le Dja.

Le type d'acheteur est aussi un indicateur de durabilité économique. En effet lorsque le planteur vend à une coopérative il y a plus de stabilité qu'avec un coxateur notamment pour le prix d'achat des fèves séchées. Ainsi les planteurs échantillonnés des arrondissements de Dzung, Konye, Kumba 3, Meyomessala et Mindourou qui vendent à 100% à des coxateurs sont plus exposés que ceux des autres arrondissements qui au contraire vendent à 100% à des coopératives, mis à part les planteurs de Ngambetikar qui commercialisent à 43% leur production à travers une coopérative et ceux de Ma'an à 57%. C'est une information à considérer avec prudence car comme évoqué dans le choix des variables le travail en partenariat avec des coopératives du CICC n'induit pas un échantillonnage totalement aléatoire des planteurs par rapport à leur acheteur.

- Durabilité sociale

Plus l'âge du planteur est bas, plus la cacaoyère a de chance d'être entretenue pendant plusieurs années car il n'y aura pas aussi rapidement que pour les planteurs âgés la problématique de la succession. On associe donc la variable « âge du planteur » à la durabilité sociale de la cacaoyère.

Tableau 24 : Classement des régions, départements et arrondissements pour la durabilité sociale (construit à partir de l'Annexe 38)

		n°1	n°2	n°3	avant dernier	dernier
âge planteur (années)	Région	Sud	Est	Littoral	Centre	Sud-Ouest
	Valeur	59	52	51	50	50
	Département	Dja et Lobo	Haut-Nyong	Sanaga maritime	Mbam et Kim	Kadei
	Valeur	62	57	54	45	44
	Arrondissement	Bengbis	Nguelemendouka	Djourn	Batouri	Ngoro
	Valeur	65	62	60	37	37

D'après le Tableau 24, les planteurs de la région Centre avec le département du Mbam et Kim et l'arrondissement de Ngoro ainsi que ceux de la région du Sud-Ouest et du département de la Kadei avec l'arrondissement de Batouri dans l'Est ont en moyenne les planteurs les plus jeunes. Les cacaoyères de ces zones géographiques ont donc plus de chance de perdurer pendant plusieurs années.

A l'inverse la région du Sud avec le département du Dja et Lobo et l'arrondissement de Bengbis et la région de l'Est avec le département du Haut-Nyong et l'arrondissement de Nguelemendouka présentent les planteurs les plus âgés.

## 6. CONCLUSION

Les travaux de recherche conduits dans les bassins de production de cacao camerounais au couvert supérieur à 30% ont permis de distinguer et de caractériser différents types de cacaoyères en agroforesterie en fonction de la zone géographique.

Ainsi des régions comme le Sud-Ouest, le Littoral ou le Centre où la cacaoculture est prédominante et installée depuis plusieurs années connaissent des rendements globalement supérieurs aux régions telles que l'Est ou le Sud où la production de cacao est moins développée et bénéficie d'aides de l'état camerounais (distribution de plants etc.). Ces dernières régions sont également celles où le couvert forestier est le plus important puisqu'elles sont au cœur de la forêt du bassin du Congo et leurs cacaoyères présentent les densités et diversités d'espèces associées les plus importantes.

Les cacaoyères échantillonnées sont d'une grande hétérogénéité et le travail à l'échelle du département puis de l'arrondissement a permis de mettre en lumière les variations existantes au sein des régions. Par exemple l'arrondissement de Dzeng possède des rendements moyens de 84kg/ha/an tandis que la région Centre à laquelle il appartient de 548 kg/ha/an et l'arrondissement du Dja détient le chiffre record de 231 arbres associés/ha contre 138 pour la région Est dont il fait partie. A l'aide d'un échantillonnage aléatoire et d'une analyse à des échelles géographiques variées une typologie finale du cacao d'agroforêt a été établie :

- Les cacaoyères en système agroforestier « hautement diversifié » (25 % de l'échantillon) se caractérisent par une utilisation minimale d'intrants, une faible intervention humaine et de fortes diversités et densités d'espèces associées.
- Les cacaoyères en système agroforestier « intensif » (35 %) se caractérisent par une utilisation plus intense des ressources (intrants etc.) et une gestion pour augmenter la production agricole sur une superficie donnée.
- Les cacaoyères en système agroforestier « polyvalent » (40%) représentent un intermédiaire entre les deux types précédant et se caractérisent par un grand nombre d'usages, d'arbres fruitiers/ha et d'espèces forestières plantées.

La création d'un nouveau référentiel « cacao d'agroforêt » à partir de la typologie établie fait sens dans le contexte actuel où les politiques publiques et standards de certification cherchent à ralentir la déforestation à l'aide de normes naissantes. La typologie présentée peut faire office de représentation de la production de cacao sous agroforêt de toute l'Afrique centrale car le Cameroun produit à lui seul 93% du cacao produit dans cette région du monde (Annexe 2). Jusqu'à présent les recommandations établies quant aux agroforêts à cacao sont très vagues, voire ces systèmes ne sont pas reconnus et ce malgré leur haut potentiel notamment dans sur le plan environnemental. Certains référentiels commencent à voir le jour tel que SAF-ART créé par Nitidae en Afrique de l'Ouest mais leurs exigences sont faibles et peu adaptées aux réalités de l'Afrique Centrale. Un nouveau référentiel « cacao d'agroforêt » avec des critères seuils tirés de notre typologie permettrait à la fois d'élever les standards au niveau de l'Afrique Centrale, de faire de cette région du monde une référence pour ses cacaoyères en agroforesterie et de protéger ces systèmes.

Seules les variables les plus utiles pour créer une typologie sont utilisées dans l'étude. A partir des données collectées il est possible d'approfondir sur plusieurs autres aspects des cacaoyères en agroforesterie échantillonnées tels que par exemple le stock de carbone et les espèces associées les plus fréquentes. Il serait intéressant de les développer afin d'affiner la compréhension de ces systèmes agroforestiers complexes.

## 7. REFERENCES

- Abada Mbolo M.M., Zekeng J.C., Mala W.A., Fobane J.L., Djomo Chimi C., Tangboulou Ngavounsia, Nyako C.M., Menyene L.F.E., et Tamanjong Y.V. 2016. The role of cocoa agroforestry systems in conserving forest tree diversity in the Central region of Cameroon. *Agroforestry Systems*, 90(4), p. 577-590. DOI : [10.1007/s10457-016-9945-8](https://doi.org/10.1007/s10457-016-9945-8)
- Atlasocio. 2022. Classement des Etats d'Afrique par production de cacao (fèves). Disponible sur <https://atlasocio.com/classements/economie/agriculture/classement-etats-par-production-cacao-feves-afrique.php>
- Andreotti F., Mao Z., Jagoret P., Speelman E.N., Gary C., et Saj S. 2018. Exploring management strategies to enhance the provision of ecosystem services in complex smallholder agroforestry systems. *Ecological Indicators*, 94, p. 257-265. DOI : [10.1016/j.ecolind.2018.06.048](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.048)
- Blanchet A. 2014. Systèmes agroforestiers complexes à base de cacaoyers : stratégies des acteurs et types de cacaoyères en zone de front pionnier forestier au sud- est du Cameroun.
- Carimentrand A. 2021. Certification du cacao et lutte contre la déforestation. État des lieux sur la déforestation importée et les schémas de certification de l'objectif zéro-déforestation dans la filière cacao. Disponible sur : [https://www.cst-foret.org/wp-content/uploads/CST-Foret\\_rapport-Certification-du-cacao-et-lutte-contre-la-deforestation.pdf](https://www.cst-foret.org/wp-content/uploads/CST-Foret_rapport-Certification-du-cacao-et-lutte-contre-la-deforestation.pdf)
- Dalliere C. et Dounias E. Agroforêts caféières et cacaoyères des Tikar (Cameroun central) structures, dynamiques et alternatives de développement.
- Demanou Djiofack F. 2021. Caractérisation des systèmes agroforestiers cacaoyers de l'arrondissement de Deuk dans le département de Mbam et Inoubou, Centre Cameroun.
- Di Roberto H., Milhorance C., Sokhna Dieng N., et Sanial E. 2023. L'agroforesterie en contexte post-forestier : perspectives et controverses d'une mise à l'agenda politique en Côte d'Ivoire. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 356, p. 81 91. DOI : 10.19182/bft2023.356.a37121
- Djuideu C.T.L., Bisseleua H.D.B., Kekeunou S., et Ambele F.C. 2021. Rehabilitation practices in cocoa agroforestry systems mitigate outbreaks of termites and support cocoa tree development and yield. *Agriculture, Ecosystems et Environment*, 311, p. 107324. DOI : [10.1016/j.agee.2021.107324](https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107324)
- Eba'a Atyi R., Hiol F., Lescuyer G. 2022. Les forêts du bassin du Congo : État des Forêts 2021. Center for International Forestry Research (CIFOR). DOI : 10.17528/cifor/008565
- Fairtrade. 2022. Standard du Commerce Equitable Fairtrade pour le cacao. Exigences pour les organisations de petits producteurs et acteurs commerciaux. Disponible sur [https://files.fairtrade.net/standards/Cocoa\\_SPO\\_FR.PDF](https://files.fairtrade.net/standards/Cocoa_SPO_FR.PDF)

- GISCO German Initiative on Sustainable Cocoa. 2022. Agroforestry Definition and Categories. Disponible sur : [https://www.kakaoforum.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/Oeffentliche\\_Downloads/Monitoring/Agroforestry\\_Definition\\_and\\_Categories.pdf](https://www.kakaoforum.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/Oeffentliche_Downloads/Monitoring/Agroforestry_Definition_and_Categories.pdf)
- GISCO German Initiative on Sustainable Cocoa. 2023. La Norme Africaine pour le cacao durable. Durabilité et normes appliquées dans les chaînes de valeur de l'agriculture mondiale. Disponible sur : [https://www.kakaoforum.de/fileadmin/Redaktion/Studien/ARS\\_Studie\\_FR.pdf](https://www.kakaoforum.de/fileadmin/Redaktion/Studien/ARS_Studie_FR.pdf)
- Hairiah K., Dewi S., Agus F. et al. 2011. Measuring Carbon stocks across land use systems: A manual (Part A). ISBN: 978-979-3198-55-2
- HALBA. 2023. Promoting cocoa agroforestry in Ghana. Disponible sur : <https://www.halba.ch/en/sustainability/sustainability-projects/ghana.html>
- Initiative Française pour un Cacao Durable (IFCD). 2023. Rapport d'activité 2021/2022. Disponible sur <https://www.vie-publique.fr/rapport/286664-initiative-francaise-pour-un-cacao-durable-ifcd-rapport-20212022>
- ISO Plateforme de consultation en ligne (OBP). 2019. ISO 34101 Cacao durable et traçable — Partie 2: Exigences de performance (relatives aux aspects économiques, sociaux et environnementaux). Disponible sur <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:64766:fr>
- Jagoret P., Bouambi E., Menimo T., Donkam I., Batomen F. 2008a. Analysis of the diversity of cocoa cropping systems. Case of the Central Cameroon. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2008 12(4), p367-377.
- Jagoret P., Nogue H.T., Bouambi E., Battini J.L., Nyassé S. 2008b. Diversification of cocoa farms in the Central Cameroon myth or reality ?. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13(2), p271-280.
- Jagoret P., Michel-Dounias I., et Malézieux E. 2011. Long-term dynamics of cocoa agroforests: a case study in central Cameroon. *Agroforestry Systems*, 81(3), p. 267-278. DOI : 10.1007/s10457-010-9368-x
- Jagoret P. 2011. Analyse et évaluation de systèmes agroforestiers complexes sur le long-terme : Application aux systèmes de culture à base de cacaoyers au Centre Cameroun.
- Jagoret P., Michel-Dounias I., Snoeck D., Ngnogué H.T., et Malézieux E. 2012. Afforestation of savannah with cocoa agroforestry systems: a small-farmer innovation in central Cameroon. *Agroforestry Systems*, 86(3), p. 493-504. DOI : 10.1007/s10457-012-9513-9
- Jagoret P., Deheuvels O., et Bastide P. 2014a. S'inspirer de l'agroforesterie. *Perspective*, (23), p. 1-4.
- Jagoret P., Kwesseu J., Messie C., Michel-Dounias I., et Malézieux E. 2014b. Farmers' assessment of the use value of agrobiodiversity in complex cocoa agroforestry systems

- in central Cameroon. *Agroforestry Systems*, 88(6), p. 983-1000. DOI : [10.1007/s10457-014-9698-1](https://doi.org/10.1007/s10457-014-9698-1)
- Jagoret Patrick, Kwesseu J., Messie C.A., Michel I., et Malézieux É. 2014c. Valeurs d'usage des ligneux utilisés en agroforesterie : les cacaoyères du Centre-Cameroun. *BOIS et FORETS DES TROPIQUES*, 321(321), p. 45. DOI : [10.19182/bft2014.321.a31217](https://doi.org/10.19182/bft2014.321.a31217)
- Jagoret P., Saj S., et Carimentrand A. 2020. Cacaoculture agroforestière en Afrique : l'art de concilier production durable et services écologiques. *Perspective*, (54), p. 1-4. DOI : [10.19182/perspective/31915](https://doi.org/10.19182/perspective/31915)
- Journal officiel de l'Union européenne. 2023. RÈGLEMENT (UE) 2023/1115 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 31 mai 2023 relatif à la mise à disposition sur le marché de l'Union et à l'exportation à partir de l'Union de certains produits de base et produits associés à la déforestation et à la dégradation des forêts, et abrogeant le règlement (UE) no 995/2010. Disponible sur [https://www.deforestationimportee.ecologie.gouv.fr/reglement-europeen-contre-la-deforestation-et-la-degradation-des-forets](https://www.deforestationimportee.ecologie.gouv.fr/reglement-europeen-contre-la-deforestation-et-la-degradation-des-forets/article/reglement-europeen-contre-la-deforestation-et-la-degradation-des-forets)
- Kenfack Essougong U.P., Slingerland M., Mathé S., Vanhove W., Tata Ngome P.I., Boudes P., Giller K.E., Woittiez L.S., et Leeuwis C. 2020. Farmers' Perceptions as a Driver of Agricultural Practices: Understanding Soil Fertility Management Practices in Cocoa Agroforestry Systems in Cameroon. *Human Ecology*, 48(6), p. 709-720. DOI : [10.1007/s10745-020-00190-0](https://doi.org/10.1007/s10745-020-00190-0)
- Manga Essouma F., Michel I., Mala W.A., Levang P., Ambang Z., Begoude Boyogueno A.D., Moisy C., Ngono F., et Carriere S.M. 2021. Cocoa-based agroforestry system dynamics and trends in the Akongo subregion of central Cameroon. *Agroforestry Systems*, 95(5), p. 843-854. DOI : [10.1007/s10457-020-00510-9](https://doi.org/10.1007/s10457-020-00510-9)
- Mbile P., Ngaunkam P., Besingi M., Nfoumou C., Degrande A., Tsobeng A., Sado T., et Menimo T. 2009. Farmer management of cocoa agroforests in Cameroon: Impacts of decision scenarios on structure and biodiversity of indigenous tree species. *Biodiversity*, 10(4), p. 12-19. DOI : [10.1080/14888386.2009.9712857](https://doi.org/10.1080/14888386.2009.9712857)
- Menimo T. 2008. Caractérisation des systèmes de cacaoculture agro-forestiers dans la zone de front pionnier du Centre Cameroun.
- Ministères Écologie Énergie Territoires. 2021. Une initiative française pour un cacao durable. Disponible sur <https://www.ecologie.gouv.fr/initiative-francaise-cacao-durable>
- Ministères Écologie Énergie Territoires. Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée 2018-2030. Disponible sur <https://www.deforestationimportee.ecologie.gouv.fr/la-sndi/article/sndi>
- Moisy C. 2013. Systèmes agroforestiers complexes à base de cacaoyers : évolutions et stratégies des acteurs, à Obala au Centre du Cameroun.
- Nair P.R. 2007. The coming of age of agroforestry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(9), p. 1613-1619. DOI : [10.1002/jsfa.2897](https://doi.org/10.1002/jsfa.2897)

- Nje Mbile J-G. 2020. Composition et structure des systèmes agroforestiers à base de cacaoyers dans la localité de Talba (Centre-Cameroun).
- Nijmeijer A., Lauri P.-E., Harmand J.-M., Freschet G.T., Essobo Nieboukaho J.-D., Fogang P.K., Enock S., et Saj S. 2019. Long-term dynamics of cocoa agroforestry systems established on lands previously occupied by savannah or forests. *Agriculture, Ecosystems et Environment*, 275, p. 100-111. DOI : [10.1016/j.agee.2019.02.004](https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.02.004)
- Nitidae. 2021. Systèmes Agro-Forestiers de production du cacao : valorisation et transition. Un référentiel dynamique.
- Nitidae. 2022. Les arbres dans les cacaoyères. Recueil de connaissances paysannes sur les interactions entre arbres compagnons et cacaoyers en Côte d'Ivoire.
- Noiha V., Zapfack L., et Mbade L. 2015. Biodiversity Management and Plant Dynamic in a Cocoa Agroforest (Cameroon). *International Journal of Plant et Soil Science*, 6(2), p. 101-108. DOI : [10.9734/IJPSS/2015/10347](https://doi.org/10.9734/IJPSS/2015/10347)
- Numbisi F.N., Alemagi D., Degrande A., et Van Coillie F. 2021. Farm Rejuvenation-Induced Changes in Tree Spatial Pattern and Live Biomass Species of Cocoa Agroforests in Central Cameroon: Insights for Tree Conservation Incentives in Cocoa Landscapes. *Sustainability*, 13(15), p. 8483. DOI : [10.3390/su13158483](https://doi.org/10.3390/su13158483)
- Office national du cacao et du Café (ONCC). 2023. Statistiques Cacao. Disponible sur : <https://oncc.cm/cocoa-statistics>
- Pédelahore P. 2014a. Farmers accumulation strategies and agroforestry systems intensification: the example of cocoa in the central region of Cameroon over the 1910–2010 period. *Agroforestry Systems*, 88(6), p. 1157-1166. DOI : [10.1007/s10457-014-9675-8](https://doi.org/10.1007/s10457-014-9675-8)
- Pédelahore P. 2014b. Systèmes agroforestiers à cacaoyers et transition capitaliste : l'exemple du Centre-Cameroun. *BOIS et FORETS DES TROPIQUES*, 321(321), p. 55. DOI : [10.19182/bft2014.321.a31218](https://doi.org/10.19182/bft2014.321.a31218)
- Rainforest Alliance. 2020. Norme pour l'agriculture durable de Rainforest Alliance. Exigences pour les exploitations agricoles. Disponible sur <https://www.rainforest-alliance.org/fr/resource-item/2020-exigences-pour-les-exploitations-agricoles/>
- Rainforest Alliance. 2021. Document d'orientation. Végétation indigène et écosystèmes naturels. Disponible sur <https://www.rainforest-alliance.org/fr/resource-item/document-dorientation-m-document-dorientation-vegetation-indigene-et-ecosystemes-naturels/>
- Saj S., Durot C., Mvondo Sakouma K., Tayo Gamo K., et Avana-Tientcheu M.-L. 2017. Contribution of associated trees to long-term species conservation, carbon storage and sustainability: a functional analysis of tree communities in cacao plantations of Central Cameroon. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15(3), p. 282-302. DOI : [10.1080/14735903.2017.1311764](https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1311764)
- Saj S., Jagoret P., Etoa L.E., Eteckji Fonkeng E., Tarla J.N., Essobo Nieboukaho J.-D., et Mvondo Sakouma K. 2017. Lessons learned from the long-term analysis of cacao yield

- and stand structure in central Cameroonian agroforestry systems. *Agricultural Systems*, 156, p. 95-104. DOI : [10.1016/j.agsy.2017.06.002](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.06.002)
- Seghieri J. et Harmand J.-M. 2019. Agroforesterie et services écosystémiques en zone tropicale. éditions Quae Disponible sur : <https://www.quae-open.com/produit/110/9782759230600/agroforesterie-et-services-ecosystemiques-en-zone-tropicale>
- Sonwa D.J., Nkongmeneck B.A., Weise S.F., Tchatat M., Adesina A.A., et Janssens M.J.J. 2007. Diversity of plants in cocoa agroforests in the humid forest zone of Southern Cameroon. *Biodiversity and Conservation*, 16(8), p. 2385-2400. DOI : [10.1007/s10531-007-9187-1](https://doi.org/10.1007/s10531-007-9187-1)
- Sonwa D., Weise S. et al. 2000. Les agroforêts cacao: espace intégrant développement de la cacao-culture, gestion et conservation des ressources forestières au Sud-Cameroun.
- Sordello R., Villemey A. et al. 2017. Conseils méthodologiques pour la réalisation d'une revue systématique à travers l'expérience de COHNECS-IT. UMS 2006 Patrimoine naturel.
- Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée (SDNI). 2022. Suivi de la mise en œuvre des actions de la SNDI. Disponible sur <https://www.deforestationimportee.ecologie.gouv.fr/la-sndi/article/sndi>
- Suh N.N. et Molua E.L. 2022. Cocoa production under climate variability and farm management challenges: Some farmers' perspective. *Journal of Agriculture and Food Research*, 8, p. 100282. DOI : [10.1016/j.jafr.2022.100282](https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100282)
- Tagnang Nadège M. 2017. Biodiversity and Carbon Stock in the SODECAO Agroforestry System of Center Region of Cameroon: Case of Talba Locality. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 5(4), p. 121. DOI : [10.11648/j.ajaf.20170504.16](https://doi.org/10.11648/j.ajaf.20170504.16)
- Tagnang N., Zapfack L. Chimi C et al. 2018. Carbon storage potential of cocoa agroforestry systems of different age and management intensity. *Climate and Development*, 11(7). DOI : 10.1080/17565529.2018.1456895
- Tropenbos. 2023. Agroforesterie du cacao en Afrique de l'Ouest. Expériences du secteur privé et opportunités d'action collaborative. Disponible sur : <https://sustainableagrocommodities.tropenbos.org/resources/publications/cocoa+agroforestry+in+west+africa.+experiences+from+the+private+sector+and+opportunities+for+collaborative+action>
- Zekeng J.C., Fobane J.L., Biye H.E., Cédric D.C., et Abada Mbolo M.M. 2023. Impact of Useful Species Preferences on Carbon Stocks and Annual Increments in Various Cocoa-based Agroforestry Systems in Central Region of Cameroon. *Journal of Sustainable Forestry*, 42(4), p. 399-420. DOI : [10.1080/10549811.2022.2043906](https://doi.org/10.1080/10549811.2022.2043906)



## 8. TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Variables sélectionnées à partir de la revue de littérature scientifique et fréquence d'apparition dans les articles .....	15
Tableau 2 : Usages des espèces associées - Source : Jagoret et al., 2014 ...	17
Tableau 3 : Extrait du nombre d'articles par département .....	21
Tableau 4 : Nombre de plantations sélectionnées par arrondissement .....	22
Tableau 5 : Zone agroécologique, pédologie et pluviométrie des plantations échantillonnées .....	25
Tableau 6 : 34 variables retenues pour la collecte des données.....	29
Tableau 7 : Nombre de valeur manquantes par variables et remplacement (construit à partir du tableau en Annexe 17) .....	30
Tableau 8 : Variables éliminées et explications (construit à partir des Annexe 17, Annexe 18, Annexe 19, Annexe 20 et Annexe 21) .....	33
Tableau 9 : 19 variables retenues pour la construction des classes .....	33
Tableau 10 : Premières et dernières régions par variable (construit à partir de l'annexe 22) .....	36
Tableau 11 : Premiers et derniers départements par variable (construit à partir de l'annexe 23).....	37
Tableau 12 : Variables caractéristiques des différentes classes par département (construit à partir de l'Annexe 28) .....	38
Tableau 13 : Premiers et derniers arrondissements par variable (construit à partir de l'Annexe 24).....	41
Tableau 14 : Variables caractéristiques des différentes classes par arrondissement (construit à partir de l'Annexe 30).....	42
Tableau 15 : Caractéristiques du type 1 "hautement diversifié" .....	44
Tableau 16 : Caractéristiques du type 2 "intensif" .....	45
Tableau 17 : Caractéristiques du type 3 "polyvalent".....	46
Tableau 18 : Seuils de couvert d'ombrage et d'espèces forestières indigènes/ha dans le référentiel Rainforest alliance - Source : Rainforest alliance, 2021.....	51
Tableau 19 : Différents modèles agroforestiers suivis par les sociétés - Source : Tropenbos, 2023.....	52
Tableau 20 : Critères pour la définition d'une cacaoyère en agroforesterie en fonction des organismes et résultats de l'étude .....	53
Tableau 21 : Classement et part des 30 premières espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de l'échantillon .....	56
Tableau 22 : Classement des régions, départements et arrondissements pour la durabilité écologique (construit à partir de l'Annexe 37) .....	58
Tableau 23 : Classement des régions, départements et arrondissements pour la durabilité économique (construit à partir de l'Annexe 38).....	59
Tableau 24 : Classement des régions, départements et arrondissements pour la durabilité sociale (construit à partir de l'Annexe 38) .....	60

## 9. TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Carte des régions du Cameroun - Source : Gentils, 2023 .....	7
Figure 2 : Zones agroécologiques du Cameroun - source : IRAD .....	11
Figure 3 : Pédologie du Cameroun - source : FAO.....	12
Figure 4 : Pluies annuelles au Cameroun - source : IRD.....	13
Figure 5 : Diagramme PRISMA - Source: Gentils, 2023.....	14
Figure 6 : Arrondissements dans la littérature écartés et échantillonnés - Source : Gentils, 2023.....	20
Figure 7 : Zones les plus étudiées sur la thématique de l'étude dans la littérature - Source : Gentils, 2023 .....	21
Figure 8 : Cartes du couvert forestier des régions de l'Ouest (à gauche) et du Sud (à droite) - Source : Globalforestwatch .....	22
Figure 9 : Répartition des plantations échantillonnées par départements - Source : Gentils, 2023.....	23
Figure 10 : Zone agroécologique et sols des plantations échantillonnées - Source : Gentils, 2023.....	24
Figure 11 : Dispositif de collecte de données dans les plantations - Source : Gentils, 2023.....	28
Figure 12 : ACP avec les valeurs des 34 variables collectées (logiciel R) - Source : Gentils, 2023.....	31
Figure 13 : Ecart-type de chaque variable sur l'ensemble de l'échantillon..	34
Figure 14 : ACP avec les régions - Source : Gentils, 2023.....	35
Figure 15 : ACP avec les départements et les classes/département - Source : Gentils, 2023.....	37
Figure 16 : Dendrogramme de la CAH par département (logiciel R) - Source : Gentils, 2023.....	38
Figure 17 : Répartition des 4 types de cacaoyères à l'échelle du département avec (logiciel QGIS) - Source : Gentils, 2023.....	39
Figure 18 : ACP avec les arrondissements et les classes/arrondissements - Source : Gentils, 2023.....	40
Figure 19 : Dendrogramme de la CAH par arrondissement - Source : Gentils, 2023 .....	41
Figure 20 : Répartition des 8 classes de cacaoyères à l'échelle de l'arrondissement (QGIS) - Source : Gentils, 2023 .....	43
Figure 21 : Répartition des 3 types de cacaoyères en agroforesterie - Source : Gentils, 2023.....	47
Figure 22 : Part des 5 espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de la région Sud-Ouest (construit à partir de l'Annexe 36).....	57
Figure 23 : Figure : Part des 5 espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de la région Est (construit à partir de l'Annexe 36) .....	57
Figure 24 : Part des 5 espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de la région Littoral (construit à partir de l'Annexe 36) .....	57
Figure 25 : Part des 5 espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de la région Sud (construit à partir de l'Annexe 36).....	57
Figure 26 : Part des 5 espèces les plus rencontrées dans le total des espèces de la région Centre (construit à partir de l'Annexe 36).....	58

# 10. ANNEXES

## TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Présentation simplifiée du RDUE - Source : Programme de cacao durable de l'UE.....	71
Annexe 2 : Part des pays de l'Afrique Centrale dans la production de fèves de cacao (en tonnes) en 2020 - Source : Gentils, 2023 d'après Atlasocio 2022 .	72
Annexe 3 : Chronologie de la mission de terrain .....	72
Annexe 4 : Extrait de la présentation pour la formation des techniciens n° 1 - Encodage des espèces inconnues rencontrées .....	73
Annexe 5 : Extrait de la présentation pour la formation des techniciens n° 2 - Alternatives et précisions sur les questions définies pour l'entretien .....	73
Annexe 6 : Lexique anglais/français des espèces d'arbres associées aux cacaoyères .....	74
Annexe 7 : Questionnaire soumis au planteur .....	75
Annexe 8 : Fiche de relevé dans les cacaoyères .....	76
Annexe 9 : Guide de détermination du DBH - Source : Zekeng <i>et al.</i> , 2023 .	77
Annexe 10 : Méthodologie de revue de littérature systématique.....	77
Annexe 11 : Extrait du tableau de recensement des variables (216) existantes dans les documents retenus (77) tirés de la revue de littérature systématique .....	79
Annexe 12 : Feuille 1 encodage données - Questions 1 à 11 (questionnaire) .....	80
Annexe 13 : Feuille 2 encodage données - Question 12 sur les usages et origines des espèces forestières présentes dans chaque cacaoyère (questionnaire) .....	81
Annexe 14 : Feuille 3 encodage données - 5420 arbres forestiers rencontrés dans les plantations et leurs caractéristiques (relevé dans la placette).....	81
Annexe 15 : Feuille 4 encodage données - Cacaoyers recensés dans chaque plantation (relevé dans la placette) .....	82
Annexe 16 : Base de données finale.....	83
Annexe 17 : Variables non disponibles suite à la collecte des données (NA).	84
Annexe 18 : Co2 (colonnes 1 et 2) et contributions (colonnes 3 et 4) des variables pour les 2 premières dimensions.....	85
Annexe 19 : Classement des variables de la plus caractérisante à la moins caractérisante pour les dimensions 1 et 2.....	86
Annexe 20 : Carte de chaleur des corrélations entre les variables .....	87
Annexe 21 : Variables avec un seuil de corrélation 0,6 (à gauche) et 0,5 (à droite) .....	88
Annexe 22 : Médianes ou moyennes par région des variables retenues pour l'analyse.....	89
Annexe 23 : Médianes ou moyennes par département des variables retenues pour l'analyse .....	90
Annexe 24 : Médianes ou moyennes par arrondissement des variables retenues pour l'analyse .....	91

Annexe 25 : Test de la méthode de Elbow pour déterminer le nombre de cluster .....	93
Annexe 26 : Test de la méthode des silhouettes pour déterminer le nombre de clusters .....	94
Annexe 27 : Hauteurs ordonnées par ordre décroissant pour la CAH par département.....	96
Annexe 28 : Variables les plus caractérisantes pour chacune des 4 classes établies à l'échelle du département .....	97
Annexe 29 : Hauteurs ordonnées par ordre décroissant pour la CAH par arrondissement.....	98
Annexe 30 : Variables les plus caractérisantes pour chacune des 8 classes établies à l'échelle de l'arrondissement .....	99
Annexe 31 : Nouvelle typologie par département avec des données issues de la littérature pour les arrondissements de Bokito, Obala et Ngomedzap...	100
Annexe 32 : Nouvelle typologie par arrondissement avec des données issues de la littérature pour les arrondissements de Bokito, Obala et Ngomedzap	102
Annexe 33 : Extrait du document d'orientation sur la végétation indigène et écosystèmes naturels du 27 mai 2021.....	105
Annexe 34 : Extrait du standard du Commerce Equitable Fairtrade pour le cacao.....	106
Annexe 35 : Caractéristiques d'un système agroforestier selon le référentiel SAF-ART de Nitidae .....	107
Annexe 36 : Nombre et part des 15 espèces les plus recensées dans les cacaoyères de chaque région .....	108
Annexe 37 : Nombre d'arbres forestiers total et appartenant à la strate 1 et part des forestiers appartenant à la strate 1 aux échelles région, département et arrondissement.....	109
Annexe 38 : Ventes et revenus (ventes - dépenses en phytosanitaires)/ha/an et âge des planteurs aux échelles région, département et arrondissement	110

Annexe 1 : Présentation simplifiée du RDUE - Source : Programme de cacao durable de l'UE

En appui à l'initiative de l'UE pour un cacao durable

## LE PROGRAMME CACAO DURABLE DE L'UE

### Le règlement européen sur la déforestation et la filière cacao

**90%** de la déforestation mondiale est due à l'expansion des terres agricoles, ce qui contribue au changement climatique, à la perte de biodiversité, à l'érosion des sols et à la désertification, et entrave le développement durable

La majorité de ce cacao provient d'Afrique de l'ouest et centrale (72%), mais aussi d'Amérique latine et des Caraïbes (7%) et d'Asie du sud-est (<1%)

Le cacao représente 7,5% de la déforestation dont l'UE est responsable

L'UE importe 58% du cacao produit dans le monde

Le règlement sur la déforestation (RDUE) impose aux entreprises de s'assurer que les produits qu'elles mettent sur le marché de l'UE ou qu'elles exportent depuis ce marché sont légaux et ne sont pas associés à la déforestation

L'UE prend des mesures pour minimiser le risque que des produits associés à la déforestation entrent sur le marché européen et pour augmenter la demande en produits « zéro déforestation »

Le RDUE ne crée pas de barrière à l'entrée du marché de l'UE pour certains produits ou certains marchés exportateurs

Il est non-discriminatoire et s'appliquera aux produits concernés qu'ils soient importés, produits dans ou exportés depuis l'UE

Chocolat

Pâte

Fèves

Beurre, graisse, huile

Coques

BOEUF

CAFÉ

HUILE DE PALME

HÉVÉA

SOJA

BOIS

Produits dérivés

Financé par l'Union européenne

(suite)

### LE PROGRAMME CACAO DURABLE DE L'UE

Factsheet RDUE 2023

**Les opérateurs** devront se conformer au RDUE à partir du **30 décembre 2024** (mi-2025 pour les micro ou petites entreprises)

Le RDUE peut accélérer les progrès vers la **traçabilité** et la **durabilité** du cacao

**Les entreprises qui mettent sur le marché de l'UE les produits en cause doivent collecter des informations montrant :**

- TRAÇABLE** : L'origine du cacao (point GPS des parcelles\*), les fournisseurs et les acheteurs  
*\*Polygones pour les parcelles > 4 ha*
- ZÉRO DÉFORESTATION** : Que le cacao ne provient pas de terres qui ont été déboisées après le **31 décembre 2020**
- LÉGAL** : **Déforestation = conversion de forêts en terres agricoles, y compris les systèmes agroforestiers de cacao**

Respect de la législation pertinente du pays de production, notamment en ce qui concerne les terres, l'environnement, les droits de l'homme, les droits des tiers, le principe du consentement libre, préalable et éclairé, le travail, le commerce et les douanes

**Qu'est-ce qu'une forêt ?**  
Le règlement utilise la définition de la FAO adoptée au niveau international

**La diligence raisonnée des entreprises** consiste en 3 étapes :

- Recueillir des informations sur le produit et des preuves de traçabilité, zéro déforestation et de légalité
- Évaluer les risques de non-conformité
- Si des risques ont été identifiés, prendre des mesures pour les atténuer

Un **système d'évaluation comparative** classera les pays ou les régions en fonction du **risque de déforestation**. La **fréquence des contrôles** des États membres de l'UE variera en conséquence :

Produits de :	Obligations :	Fréquence des contrôles :
Zones à risque <b>FAIBLE</b>	Diligence raisonnée simplifiée*	1%
Zones à risque <b>STANDARD</b>	Diligence raisonnée en 3 étapes	3%
Zones à risque <b>ÉLEVÉ</b>	Diligence raisonnée en 3 étapes	9%

**Si les entreprises achètent du cacao provenant d'une zone à faible risque, elles ne doivent effectuer que la première étape (sauf s'il y a des doutes, auquel cas, les 3 étapes doivent être réalisées)**

1. Géolocalisation des parcelles de cacao zéro déforestation

2. Le cacao zéro déforestation est importé aux premières stocks et traité séparément

3. Éventuelle transformation de cacao zéro déforestation en produits dérivés de l'exportation

4. Cacao ou produits dérivés de cacao zéro déforestation aux consommateurs

5. Importateur ou fabricant dans l'UE transforme ou transforme le cacao ou les produits dérivés zéro déforestation

6. Détaillant de l'UE vend du cacao zéro déforestation aux consommateurs

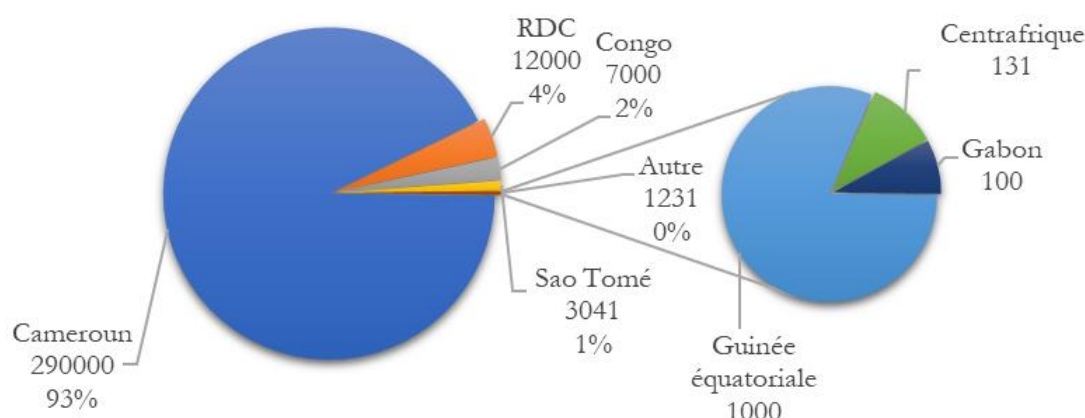
**Clause de responsabilité.** Cette fiche d'information a été produite par l'Institut européen de la forêt avec l'aide financière de l'Union européenne. Le contenu de cette fiche est de la seule responsabilité de l'auteur et ne peut en aucun cas être considéré comme représentant la position des organismes de l'Union européenne.

**Voies de référence.**

Branche d'initiative de l'UE pour un cacao durable

Financé par l'Union européenne

Annexe 2 : Part des pays de l'Afrique Centrale dans la production de fèves de cacao (en tonnes) en 2020 – Source : Gentils, 2023 d'après Atlasocio 2022



Annexe 3 : Chronologie de la mission de terrain

<b>Partie 1</b>	31/05 au 02/06	Womkoa - Sa'a (Lekié)	
<b>Retour Yaoundé</b> <i>Transports en commun</i>	03 au 10/06	<b>Conférence Yaoundé</b>	Centre
<b>Partie 1</b>	11 et 12/06	Lobo (Lékié)	
	13 et 14/06	Okola (Lékié)	
<b>Retour Yaoundé</b> <i>Transports en commun</i>	15-juin		
<b>Partie 2</b>	16/06 et 17/06	Nguelmedouka (Haut-Nyong)	Est
	18/06 et 19/06	Doumaintang (Haut-Nyong)	
	20/06 et 21/06	Diang (Lom et Djerem)	
	22/06 et 23/06	Batouri (Kadei)	
	24/06 et 25/06	Ndelele (Kadei)	
	26-juin	Voyage vers Yaoundé	
<b>Retour Yaoundé</b> <i>Changement de chauffeur</i>	27/06 au 01/07	<b>Yaoundé - pause ville encodage données</b>	
<b>Partie 3</b>	02-juil	Voyage vers Meyossala	Sud
	03 et 04/07	Meyomessala (Dja et Lobo)	
	05 et 06/07	Bengbis (Dja et Lobo)	
	07 et 08/07	Mintom (Dja et Lobo)	
	09 et 10/07	Djoum (Dja et Lobo)	
	11 et 12/07	Ambam (vallée du Ntem)	
	13 et 14/07	Ma'an (vallée du Ntem)	
<b>Retour Douala</b> <i>Changement chauffeur</i>	15 au 29/07	<b>Douala - pause ville analyse données</b>	
<b>Partie 4</b>	30-juil	Voyage vers Nkondjock Didipe	Littoral
	31/07 et 01/08	Nkondjock Didipe (Nkam)	
	02/08 et 03/08	Nkondjock Makita (Nkam)	
	04-août	Voyage vers Ndom	
	05/08 et 06/08	Nyanon (Sanaga maritime)	
	07/08 et 08/08	Ndom (Sanaga maritime)	
<b>Retour Douala</b> <i>Changement de chauffeur</i>	09 et 10/08	<b>Douala - préparation et formation théorique</b>	
<b>Partie 5</b>	11-août	Aller-retour à Mbanga (formation pratique)	Centre
	13-août	Voyage vers Dibang	
	14/08 et 15/08	Dibang (Nyong Ekelle)	
	16/08 et 17/08	Bot Makak (Nyong Ekelle)	
	18-août	Voyage vers Ngoro	
	19/08 et 20/08	Ngoro (Mbam et Kim)	
	21/08 et 22/08	Yoko (Mbam et Kim)	
	23/08 et 24/08	Ngambétikar (Mbam et Kim)	
25-août	Voyage vers Douala		
<b>Retour Douala</b>	26/08 au 06/09	<b>Douala - analyse données et présentation CICC</b>	



## Annexe 4 : Extrait de la présentation pour la formation des techniciens n°1 - Encodage des espèces inconnues rencontrées

### Inventaire des arbres associés & cacaoyers

#### Codification des espèces inconnus

- Numéro de l'inconnu dans la parcelle (i1,i2,i3...)
- Nom de la localité échantillonné (NDE, BAT...)
- Numéro de la plantation dans l'arrondissement
- Nom vernaculaire

Codification localité : NDE = Ndelele (voir photo) BAT = Batouri; Ngue = Nguemedouka; NKO = Nkodjock...

#### Exemples de noms d'arbres vernaculaires :

1. Angongui (Nom vernaculaire bulu) = Onzambili
2. Avom = Abing = Abale
3. Afobezam = Abura
4. Oman = Alep



## Annexe 5 : Extrait de la présentation pour la formation des techniciens n°2 – Alternatives et précisions sur les questions définies pour l'entretien

Date de l'enquête : \_\_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_  
 GIC/ COOP : \_\_\_\_\_ Quartier/Village : \_\_\_\_\_  
 Nom de l'enquêteur : \_\_\_\_\_

1. Sexe :  M  F 2. Quel est votre âge ? \_\_\_\_\_ (années)  
 3. Quel est l'âge de votre cacaoyer ? \_\_\_\_\_ (années)  
 4. Quelle est la superficie moyenne de votre cacaoyer ? \_\_\_\_\_ (ha)  
 5. Quels sont vos rendements en cacao marchand ? \_\_\_\_\_ (kg/ha/an)  
 6. Coût des interventions culturales avez-vous réalisé cette année dans votre cacaoyer ?  
 nombre/catégorie : \_\_\_\_\_ engrais \_\_\_\_\_ insecticides \_\_\_\_\_ herbicides \_\_\_\_\_ fongicides \_\_\_\_\_ ravageusement \_\_\_\_\_ taille \_\_\_\_\_ autre \_\_\_\_\_  
 7. Quel est le coût annuel en phytosanitaires que vous employez dans votre cacaoyer ? \_\_\_\_\_ (FCFA/an)  
 8. Comment avez-vous eu accès à votre cacaoyer (toute la surface possédée) ? (plusieurs choix possibles)  
 (1) héritage  (2) droit à la hache = droit du premier occupant  (3) achat   
 (4) création  (5) don  (6) alliance  (7) mariage   
 9. Quelle(s) variété(s) de cacao utilisez-vous ? \_\_\_\_\_ (nom)  
 10. Quelles plantes destinées à la culture avez-vous dans votre parcelle ? (palmier, plantain, banane, ananas, papayer, macabo...)  
 11. Quels sont les arbres fruitiers associés dans votre cacaoyer ? (avocat, safou, mangue, mandarine, orange, citron, jéjé, pamplemousse, goyave...)  
 12. Arbres forestiers associés et usages origine et usage (plantés & spontanés)

n°	Espèce forestière	Bois d'œuvre	PFNL Aliment	PFNL Médecine	Cultural	Ombrage, fertilisation...	Arbre planté	Arbre spontané
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

#### PHASE 2: Economic data Q5 - Yields

If he does not remember his tonnage, ask for the number of bags collected and their capacity (in kg)  
 Ask him only for the plot in which you are



#### Q6 - Cultural interventions

Ask if he uses, and if so the number of turns in the year (refer to the past year because it is complete)

#### Q7-Phytosanitary cost

If he often does not know the cost, we can ask him how many sachets/L he used and then the price of one sachet/L. Then we do the calculation.

#### PHASE 3: Social data

Q8-The cocoa plantation can be both an inheritance and a creation since the planter may have inherited the land without the cocoa on it yet, in this case he also creates by putting the cocoa

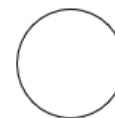


## Annexe 6 : Lexique anglais/français des espèces d'arbres associées aux cacaoyères

<b>Nom anglais</b>	<b>Nom français</b>
Camwood	Padouk
Mahogany	Acajou
Antiary	Ako
Puga	Jacquier
Buma tree	Fromager
Iron wood	Azobé
Black afara	Framiré
Mangosi	Tali
Motanda	Parasolier
Ofomozoh	Mouvingui
Christian tree	Pin
Sand leaf	Ficus exasperata
Small leaf	Dabema
Grape	Pamplemousse
Plum tree	Safoutier
Bush pineapple	Oboba
Njabe	Moabi

## Annexe 7 : Questionnaire soumis au planteur

## QUESTIONNAIRE



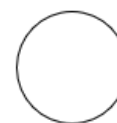
- Date de l'enquête : \_\_\_\_\_ Commune : \_\_\_\_\_
- GIC/ COOP : \_\_\_\_\_ Quartier/Village : \_\_\_\_\_
- Nom de l'enquêté : \_\_\_\_\_
1. Sexe :  M  F 2. Quel est votre âge ? \_\_\_\_\_ (années)
3. Quel est l'âge de votre cacaoyère ? \_\_\_\_\_ (années)
4. Quelle est la superficie moyenne de votre cacaoyère ? \_\_\_\_\_ (ha)
5. Quels sont vos rendements en cacao marchand ? \_\_\_\_\_ (kg/ha/an)
6. Combien d'intervention culturales avez-vous réalisé cette année dans votre cacaoyère ? \_\_\_\_\_
- Nombre/catégorie : \_\_\_engrais \_\_\_insecticides \_\_\_herbicides \_\_\_fongicides \_\_\_rajeunissement \_\_\_taille \_\_\_autre
7. Quel est le coût annuel en phytosanitaires que vous employez dans votre cacaoyère ? \_\_\_\_\_ (FCFA/an)
8. Comment avez-vous eu accès à votre cacaoyère (toute la surface possédée) ? (plusieurs choix possibles)
- (1) héritage  (2) droit à la hache = droit du premier occupant  (3) achat   
 (4) création  (5) don  (6) alliance  (7) métayage
9. Quelle(s) variété(s) de cacao utilisez-vous ? \_\_\_\_\_ (nom)
10. Quelles plantes destinées à la culture avez-vous dans votre parcelle ? (palmier, plantains, banane, ananas, papayer, macabo...) \_\_\_\_\_
11. Quels sont les arbres fruitiers associés dans votre cacaoyère ? (avocat, safou, mangue, mandarine, orange, citron, lemon, pamplemousse, goyave...) \_\_\_\_\_
12. Arbres forestiers associés et usages origine et usage (plantés & spontanés<sup>1</sup>)

n°	Espèce forestière	Bois d'œuvre	PFNL Aliment	PFNL Médecine	Culturel	Ombrage, fertilisation...	Arbre planté	Arbre spontané
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

<sup>1</sup> Spontané = apparaît après la plantation des cacaoyers et on le laisse pousser

## Annexe 8 : Fiche de relevé dans les cacaoyères

## FICHE DE RELEVÉ DES ARBRES DANS LA CACAOYÈRE



Date du relevé : \_\_\_\_\_ Commune/Village : \_\_\_\_\_

Nom du planteur de la cacaoyère : \_\_\_\_\_

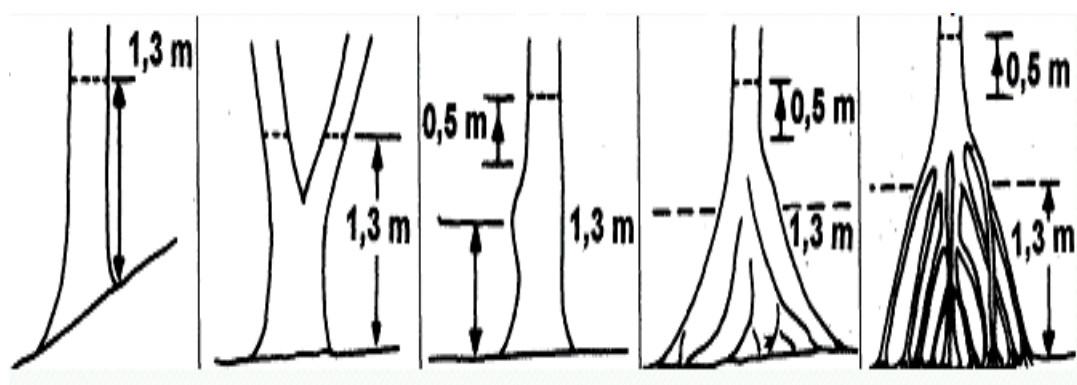
Coordonnées X : \_\_\_\_\_ Y : \_\_\_\_\_ Code : \_\_\_\_\_ Ecosystème : \_\_\_\_\_

1) 2400 m<sup>2</sup> (40 x 60) → mesure des arbres associés*Strate 1 : 0 à 8 m – Strate 2 : 9 à 20 m – Strate 3 : 21 à 60 m*

n°	Nom	DBH	Strate	n°	Nom	DBH	Strate
1				26			
2				27			
3				28			
4				29			
5				30			
6				31			
7				32			
8				33			
9				34			
10				35			
11				36			
12				37			

2) 400 m<sup>2</sup> (40 x10) → mesure des cacaoyers

n°	DBH	n°	DBH	n°	DBH
1		31		61	
2		32		62	
3		33		63	
4		34		64	
5		35		65	
6		36		66	
7		37		67	
8		38		68	
9		39		69	
10		40		70	
11		41		71	
12		42		72	
13		43		73	

Annexe 9 : Guide de détermination du DBH – Source : Zekeng *et al.*, 2023

Annexe 10 : Méthodologie de revue de littérature systématique

- Mots-clés

Critère	Concepts clés	Mots-clés	Key words
<b>WHAT</b>	Cacao d'agroforêt	cacao d'agroforêt cacaoyères agroforestières cacao en agroforesterie cacao durable	cocoa agroforest agroforestry cocoa trees cocoa in agroforestry sustainable cocoa
<b>HOW</b>	Caractérisation	caractérisation définition détermination critère variable référentiel écologie environnement économie foncier social	characterization definition determination criterion variable repository ecology environment economy property social
<b>WHERE</b>	Afrique centrale	Afrique centrale Cameroun Congo République Démocratique du Congo RDC République centrafricaine RCA Tchad Gabon Guinée Equatoriale Sao Tome et Principe Angola	Central Africa Cameroon Congo Democratic Republic of Congo DRC Central African Republic CAR Chad Gabon Equatorial Guinea Sao Tome and Principe Angola

- Equation retenue pour les moteurs Scopus et Web Of Science :

(cacao\* OR cacaoyère\* OR "culture de cacao\*" OR cocoa\* OR "cocoa tree\*" OR "cocoa farming\*") AND (agroforêt\* OR agroforestier\* OR agroforesterie\* OR forêt\* OR

agroforest\* OR agroforestry\* OR forest\*) AND ("Afrique centrale" OR Cameroun OR Congo OR Gabon OR Guinée-équatoriale OR "République centrafricaine" OR RCA OR RDC OR "République Démocratique du Congo" OR "Sao Tomé-et-Principe" OR Tchad OR Angola OR "central Africa" OR Cameroon OR "Equatorial Guinea" OR "Central African Republic" OR CAR OR DRC OR "Democratic Republic of Congo")

- Equations retenues pour Google Scholar :

	<b>Equations</b>	<b>Langue</b>	<b>Nbre sur 100*</b>
1	(cacao OR cacaoyère OR "culture de cacao") AND (agroforêt OR agroforestier OR agroforesterie OR forêt) AND ("Afrique centrale" OR Cameroun OR Congo OR Gabon OR "République centrafricaine" OR RCA OR RDC OR "République Démocratique du Congo" OR "Sao Tomé-et-Principe" OR Tchad OR Angola)	Français	9970 résultats → 16 premiers sélectionnés
2	(cocoa OR "cocoa tree" OR "cocoa farming") AND (agroforest OR agroforestry OR forest) AND ("central Africa" OR Cameroon OR "Equatorial Guinea" OR "Central African Republic" OR CAR OR DRC OR "Democratic Republic of Congo" OR "Sao Tomé et Principe" OR Chad OR Angola)	Anglais	52100 résultats → 84 premiers sélectionnés

\*par convention dans Google Scholar on prend 100 résultats proportionnels au nombre de résultats trouvés par équation (16 en français et 84 en anglais soit 100 au total)

Annexe 11 : Extrait du tableau de recensement des variables (216) existantes dans les documents retenus (77) tirés de la revue de littérature systématique

Document				Localisation			Indicateurs environnement					Indicateurs sociologiques				
N°	Titre	Auteurs	Année	Région	Département	Arrondissement	Village	Shannon index of diversity	Pielou's equitability index	Berger-Parker index of dominance	Sorensen's similarity index	Jaccard index	Margalef index	Genre exploitant	Age exploitant	
1	Farmer man...	mbible & al	2009	Scopus	Centre et Sud	Léké	sites étudiés avant par ITCRAF	Formule avec le nombre d'espèces présentes et le nombre d'individus par espèce	Pour mesurer la répartition des individus entre les espèces (élevé si rares)	Pour mesurer l'abondance/dominance d'une ou quelques espèces	Pour exprimer les similarités et dissimilarités entre des espèces	Pour mesurer les similarités	Pour mesurer la richesse (richness) dans l'article, chercher dans celui de	en années	Typo 1 : 25-35 ans, 36-50 ans, 50-80 ans Typo 2 : <30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, >70 Typo 3 : <40 years, 40-60 years, >60 years	
2	An Empirical...	J. Gockowski	2010	Scopus	Méfou	Afamba		1								
3	Farmers' Per...	Perp., Kenfack, Es...	2020	Scopus	Méfou											
4	A comparative...	J. Folefack & ...	2021	Scopus	Sud-Ouest	Méfou										
5	A method to p...	Pedelahon	2023	WOS	South-central	Léké	Obala district & between districts of Talba area									
34	Positive influ...	G. Lescauyer & ...	2021	WOS	Centre, Douala	Mbam & Kim Ntui										
35	Structural cha...	ch. P. Jagoret & ...	2017	WOS	Centre, Douala	Mbam et Ntui										
36	Structure of c...	D. J. Sonwa & ...	2018	WOS	Centre, Douala	Mbam et Ntui										
37	The role of c...	M. Abada M...	2016	WOS	Centre, Douala	Mbam et Ntui										

## Annexe 12 : Feuillet 1 encodage données – Questions 1 à 11 (questionnaire)

Jaune = calculé directement à partir des données collectées

n° plantation	Arrondissement	Village	Acheteur	Ecosystème	Date	Nom Prénom	X	Y	Genre	Age planteur	Age cacao
1	Sa'a	Womkoa	PRECOSA - C	Forêt	01-juin	Njoro préside	780694	483103	M	50	35
2	Sa'a	Womkoa	PRECOSA - C	Forêt	01-juin	Ongolo Odile	780861	483492	F	50	40
3	Sa'a	Womkoa	PRECOSA - C	Forêt	01-juin	Knoayissi Jose	781065	483537	M	66	100
4	Sa'a	Womkoa	PRECOSA - C	Forêt	01-juin	Njodo Aboh	781060	483538	M	52	36
5	Sa'a	Womkoa	PRECOSA - C	Forêt	01-juin	Boune Adelin	782147	483170	F	58	45
6	Sa'a	Nkol Ayos	PRECOSA - C	Forêt	02-juin	Atangana Emr	779084	480864	M	45	20
7	Sa'a	Nkol Ayos	PRECOSA - C	Forêt	02-juin	Dikié Enguess	781747	482984	M	60	55
8	Sa'a	Kol Bogo 3	PRECOSA - C	Forêt	02-juin	Abanda Luca R	781793	482337	M	51	40
9	Lobo	Yemassi	SCEAU-CAM	Forêt	10-juin	EBODE ALIMA	755401	441311	M	55	19
10	Lobo	Yemassi	SCEAU-CAM	Forêt	10-juin	ONANA BETSI	755400	441318	F	54	7
11	Lobo	Yemassi	SCEAU-CAM	Forêt	10-juin	ETOUNDI ABD	755521	440339	M	59	26
12	Lobo	Yemassi	SCEAU-CAM	Forêt	10-juin	LEYALE Paul	755535	440340	M	63	8
13	Lobo	Yemassi	SCEAU-CAM	Forêt	10-juin	Martin MVOLC	752870	439312	M	60	65
14	Lobo	Yemassi	SCEAU-CAM	Forêt	11-juin	LOGA NOBERT	752868	439314	M	47	16
15	Lobo	Yemassi	SCEAU-CAM	Forêt	11-juin	NAMA MESSO	752975	440066	M	73	23
16	Lobo	Yemassi	SCEAU-CAM	Forêt	11-juin	MVOLO EBOD	752700	439103	F	49	70
17	Okola	Bissogo	SOCOOLAB	Forêt	12-juin	Mvilongo Mba	754302	453703	M	67	60
18	Okola	Bissogo	SOCOOLAB	Forêt	12-juin	Mvilongo Vict	754297	453700	M	38	60
19	Okola	Bissogo	SOCOOLAB	Forêt	12-juin	Mesmin Mbal	754297	453700	M	43	70
20	Okola	Bissogo	SOCOOLAB	Forêt	12-juin	Mvilongo Tsal	754297	453700	M	50	80

(suite)

n° plantation	Superficie cacaoyère	Production	Rdts/ha	Nbre interventions	Coût phyto	Coût phyto/ha	Foncier					Variétés		
							création	héritage	droit 1e	achat	don	anciennes	hybrides	
1	7	7,3	1,04	11	450 000	64 286		1					1	1
2	2	1	0,50	4	100 000	50 000							1	1
3	2,5	1,8	0,72	5	320 000	128 000	1	1					1	1
4	3	2,6	0,87	9	150 000	50 000	1	1					1	1
5	3,5	2,7	0,77	5	150 000	42 857		1					1	1
6	2,5	3	1,20	7	500 000	200 000	1	1					1	1
7	2,6	2	0,77	10	200 000	76 923	1						1	1
8	2	1,8	0,90	10	100 000	50 000	1	1					1	1
9	2	1	0,50	7	75 000	37 500	1	1		1			1	1
10	5,5	4,5	0,82	7	250 000	45 455	1	1					1	1
11	3,5	4,5	1,29	11	250 000	71 429	1						1	1
12	2	1	0,50	5	60 000	30 000	1						1	1
13	4	0,8	0,20	5	40 000	10 000	1	1					1	1
14	8	1,8	0,23	7	5 000	625	1	1					1	1
15	2,5	1	0,40	7	40 000	16 000	1	1					1	1
16	1,2	1,1	0,92	8	100 000	83 333		1					1	1
17	1,6	0,8	0,50	7	20 000	12 500		1					1	1
18	0,8	0,5	0,63	5	20 000	25 000	1	1					1	1
19	1,2	1	0,83	11	50 000	41 667		1					1	1
20	1,5	1,5	1,00	9	70 000	46 667		1					1	1

(suite)

n° plantation	Plantes agriculture							Arbres fruitiers									
	palmier	plantain	banane	ananas	papayer	macabo	avocat	safou	mangue	mandarine	orange	citron	lemon	pamplemousse	goyave	corosol	inga
1		1						1	1		1	1					
2		1					1	1	1								
3		1			1		1	1	1		1	1					
4		1					1	1	1		1						
5		1				1		1	1								
6	1	1			1		1	1	1		1	1					
7		1	1					1	1								
8			1				1	1	1		1	1					
9			1						1		1						
10		1							1		1						1
11			1						1		1	1					
12	1		1						1		1	1					
13		1	1						1		1						
14		1	1						1		1						
15	1	1	1						1		1	1					
16		1	1								1						
17	1	1	1					1	1	1	1	1					
18			1					1	1	1	1	1					
19			1		1			1	1	1	1	1					
20		1	1		1			1	1	1	1	1					



Annexe 13 : Feuillet 2 encodage données – Question 12 sur les usages et origines des espèces forestières présentes dans chaque cacaoyère (questionnaire)

n° plantation	Arrondissement	Nom vernaculaire	Bois d'œuvre	Aliment	Médecine	Culture	Environnement	Usage	Planté	Spontané
1	Sa'a	Ayous	1				1	2		1
1	Sa'a	Djansang		1	1		1	3		1
1	Sa'a	Frake	1				1	2	1	
1	Sa'a	Iroko	1				1	2		
1	Sa'a	Moabi				1	1	2	1	
1	Sa'a	Moambe jaune			1		1	2		
1	Sa'a	Sapelli	1				1	2		
1	Sa'a	Padouk	1				1	2		
1	Sa'a	Nkanda	1				1	2		
1	Sa'a	Bété	1				1	2		
1	Sa'a	Fromager					1	1		
1	Sa'a	Bété	1				1	2		
2	Sa'a	Iroko	1				1	2		
2	Sa'a	Albizia					1	1		
2	Sa'a	Ficus					1	1		
2	Sa'a	Nkanda					1	1		
3	Sa'a	Ayous	1				1	2		
3	Sa'a	Djansang		1			1	2		
3	Sa'a	Frake	1				1	2		1
3	Sa'a	Azolbi		1			1	2		
3	Sa'a	Fromager					1	1		
4	Sa'a	Ayous	1				1	2		
4	Sa'a	Frake	1				1	2		1
4	Sa'a	Azolbi	1				1	2		

Annexe 14 : Feuillet 3 encodage données – 5420 arbres forestiers rencontrés dans les plantations et leurs caractéristiques (relevé dans la placette)

n° plantation	Region	Arrondissement	Nom vernaculaire	Nom scientifique	fruitiers - forestier	Nbre arbre	Strat	DBH	Surface terrière	Nbre espèce
90	Sud	Djoum	Lati parralele	<i>Amphimas pterocarpa</i>	forestier	1	3	23	0,17	1
90	Sud	Djoum	Avom	<i>Cleistopholis patens</i>	forestier	1	2	17	0,09	
91	Sud	Djoum	Avocatier	<i>Persea americana</i>	fruitier	1	2	25	0,20	1
91	Sud	Djoum	Avocatier	<i>Persea americana</i>	fruitier	1	2	22	0,16	
91	Sud	Djoum	Avocatier	<i>Persea americana</i>	fruitier	1	3	25	0,20	
91	Sud	Djoum	Aiélé	<i>Canarium</i>	forestier	1	3	24	0,19	1
91	Sud	Djoum	Essak	<i>Albizia glaberrima</i>	forestier	1	3	33	0,36	1
91	Sud	Djoum	Essak	<i>Albizia glaberrima</i>	forestier	1	3	48	0,75	
91	Sud	Djoum	Essak	<i>Albizia glaberrima</i>	forestier	1	3	31	0,31	
91	Sud	Djoum	Essak	<i>Albizia glaberrima</i>	forestier	1	3	52	0,88	
91	Sud	Djoum	Essak	<i>Albizia glaberrima</i>	forestier	1	3	22	0,16	
91	Sud	Djoum	Eveuss	<i>Klaineathus gabonensis</i>	forestier	1	3	120	4,70	1
91	Sud	Djoum	Ficus epiphytes	<i>Ficus sp</i>	forestier	1	2	28	0,26	1
91	Sud	Djoum	Ficus epiphytes	<i>Ficus sp</i>	forestier	1	3	22	0,16	
91	Sud	Djoum	Ficus epiphytes	<i>Ficus sp</i>	forestier	1	3	50	0,82	
91	Sud	Djoum	Frake	<i>Terminalia superba</i>	forestier	1	3	58	1,10	1
91	Sud	Djoum	Frake	<i>Terminalia superba</i>	forestier	1	3	65	1,38	
91	Sud	Djoum	Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	forestier	1	3	30	0,29	1
92	Sud	Djoum	Avocatier	<i>Persea americana</i>	fruitier	1	2	22	0,16	1
92	Sud	Djoum	Abale	<i>Petersianthus</i>	forestier	1	3	42	0,58	1
92	Sud	Djoum	Aiélé	<i>Canarium</i>	forestier	1	3	52	0,88	1
92	Sud	Djoum	Mepepe	<i>Albizia adianthifolia</i>	forestier	1	3	28	0,26	1
92	Sud	Djoum	Assas oswe	<i>Macaranga staudtii</i>	forestier	1	3	52	0,88	1
92	Sud	Djoum	Bongo H	<i>Fagara heitzii</i>	forestier	1	3	54	0,95	1
92	Sud	Djoum	Diania / Ohia / Ode	<i>Celtis sp</i>	forestier	1	3	38	0,47	1
92	Sud	Djoum	Diania / Ohia / Ode	<i>Celtis sp</i>	forestier	1	3	37	0,45	
92	Sud	Djoum	Diania / Ohia / Ode	<i>Celtis sp</i>	forestier	1	3	45	0,66	
92	Sud	Djoum	Djansang	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	forestier	1	3	140	6,40	1
92	Sud	Djoum	Ewolet	<i>Bridelia speciosa</i>	forestier	1	3	58	1,10	1
92	Sud	Djoum	Tulipier du Gabon	<i>Spathodea campanulata</i>	forestier	1	3	50	0,82	1
92	Sud	Djoum	Angeuk	<i>Ongokea gore</i>	forestier	1	3	85	2,36	1
92	Sud	Djoum	Mutundo	<i>Funtumia sp</i>	forestier	1	3	45	0,66	1
92	Sud	Djoum	Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	forestier	1	3	42	0,58	1
92	Sud	Djoum	Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	forestier	1	3	38	0,47	
92	Sud	Djoum	Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	forestier	1	3	74	1,79	
92	Sud	Djoum	Mouvingui	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	forestier	1	3	34	0,38	1
92	Sud	Djoum	Mvanda	<i>Hyloidendron gabonense</i>	forestier	1	3	37	0,45	1
92	Sud	Djoum	Oboba	<i>Myrianthus arboreus</i>	forestier	1	2	62	1,26	1

## Annexe 15 : Feuillet 4 encodage données – Cacaoyers recensés dans chaque plantation (relevé dans la placette)

n° plantation	Arrondissement	cacaoyers																																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
129	Nyanon	18	12	14	10	24	15	15	12	11	13	17	12	11	21	15	11	15	22	16	11	6	22	14	18	15	15	14	10	17											
130	Nyanon	12	10	13	11	11	15	14	10	16	13	17	12	11	11	10	11	8	10	9	8	12	13	11	13	9	11	12	12	13	11	12	10	9	10	10	13				
131	Ndom	9	12	6	9	32	17	10	11	12	16	9	24	31	25	16	34	34	12	15	21																				
132	Ndom	12	13	14	9	17	10	15	38	23	9	12	20	10	13	10	13	9	10	14	16	35	11	29	20	9	11	13	8	12	20										
133	Ndom	25	11	17	8	22	13	11	15	25	30	14	12	27	46	16	30	14	12	5	14	5	7	16	14	10	9	19													
134	Ndom	18	11	7	13	8	10	7	13	21	14	7	12	19	37	15	10	7	7	9	18	15	10	6	17	9	8	5	12	18	23	15	21	19	29	18					
135	Ndom	10	32	14	13	14	16	19	15	16	22	27	14	26	12	25	26	14	12	12	30	87																			
136	Ndom	9	11	12	9	13	8	11	15	14	18	9	15	17	19	21	13	18	12	13	13	5	17	18	18	33	8	20	23												
137	Ndom	15	16	13	14	13	14	17	16	16	21	16	15	11	17	20	16	20	15	14	16	15	16	18	19	12	18	12	13	9	19	11	15	9	14	7	8				
138	Dibang	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	9	8	5	7	6	5	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	6	
139	Dibang	8	7	13	12	8	7	10	10	11	21	20	12	7	9	12	16	17	12	11	12	19	12	8	12	14	14	14	12	13	10	7	10	7	8	6	7	8	9		
140	Dibang	10	12	7	9	6	9	8	7	9	10	8	8	7	8	9	12	7	7	5	8	5	7	9	7	7	7	6	6	7	7	7	5	8	6	7	8	6	7	8	9
141	Dibang	6	5	11	5	6	8	8	5	7	10	8	11	8	10	9	9	9	9	7	9	8	7	6	5	10	10	7	8	9	5	6	7	9	6	7	9	6	9		
142	Dibang	13	11	8	7	9	11	8	9	20	8	8	23	10	13	13	13	6	15	10	8	12	9	7	12	14	7	6	11	13	7	9	12	5	11	8	10	10			
143	Dibang	10	7	11	9	10	7	11	11	7	9	9	10	17	13	8	9	9	9	9	7	10	8	9	9	5	9	8	10	10	9	9	8	9	10	9	8	10	8	10	
144	Dibang	11	6	12	9	7	6	9	7	7	8	7	8	6	10	8	9	10	5	7	10	8	6	7	7	9	8	7	13	7	7	8	9	8	11	8	11	7			
145	Botmakak	13	13	14	11	10	13	14	10	19	10	12	10	13	9	10	8	8	7	10	8	7	10	8	7	8	9	9													
146	Botmakak	26	8	20	12	9	13	15	12	7	13	19	7	11	10	6	15	8	6	11	18	9	7	12	11	13	8	11	23	8	7	7	19	9	14	7	12	12			
147	Botmakak	6	6	11	12	7	6	11	8	7	15	7	11	11	14	7	12	9	16	8	9	5	5	7	23	12	16	11	15	16	12	8									
148	Botmakak	16	23	10	10	15	17	9	12	13	17	14	16	5	5	5	17	14	17	14	15	6	18	7	10	9	18	9	12	5	20	11	16	39	15	9	14	14			
149	Botmakak	9	9	17	10	13	12	12	17	11	7	9	10	8	7	9	10	5	7	8	5	6	6	5	6	5	7	10	7	8	6	7	14	6	7	10	17	9			
150	Botmakak	12	8	11	11	14	16	14	12	12	12	17	10	12	26	16	20	12	19	12	10	17	12	11	10	7	12	8	16	6	10	5	21	12	16	10	13				
151	Botmakak	22	12	7	17	20	8	35	11	18	16	14	15	15	5	16	47	8	15	14	5	16	16	19	17	16	13	17	17	8	16										
152	Botmakak	15	9	5	13	22	17	28	9	12	16	14	11	19	16	11	5	9	21	15	9	18	18	26	16	18	14	19	22	11	15	18	13	10	7	22	5				
153	Ngoro	12	9	10	12	17	20	10	10	12	11	9	16	17	13	12	12	10	10	12	9	11	19	10	14	8	13	5	11	5	9	11	8								
154	Ngoro	8	12	28	18	12	15	21	8	9	11	8	11	7	13	9	10	12	18	7	13	7	13	8	12	10	8	10	7												
155	Ngoro	7	5	15	11	17	9	5	7	14	8	17	7	6	14	7	8	9	20	14	18	15	10	15	18	17	11	13	14	8											
156	Ngoro	9	7	10	8	8	10	8	7	6	6	6	8	12	11	12	9	12	11	10	7	10	9	7	13	10	10	16	9	9	8	7	9	8	8	8	5	13			
157	Ngoro	9	8	5	11	7	7	8	9	6	13	8	10	9	9	6	8	9	9	6	5	8	9	9	13	7	5	10	7	5	10	7	11								
158	Ngoro	9	6	9	9	12	6	6	10	8	19	8	5	12	8	11	6	9	9	13	11	5																			
159	Ngoro	16	9	11	9	11	9	11	10	9	11	10	9	15	14	11	16	15	7	10	8	20	12	7	8	12	12	7	15	15											
160	Ngoro	12	10	10	17	12	14	13	14	10	13	13	12	14	11	13	12	14	13	11	9	10	10	13	15	11	13	15	11	13	12	11	11	11	13	11	15	13	13		
161	Ngarbetikar	7	8	6	6	5	6	7	7	7	8	5	8	7	7	5	8	6	7	5	7	6																			

## Annexe 16 : Base de données finale

n°1

n° plantation	region	departement	arrondissement	age_planteur	age_cacao	superficie_cacaoyere	production	rendements_ha	nbre_interventions	cout_phytos_ha	nbre_esp_agricoles_asso	nbre_esp_fruitiere_asso
1	Centre	Lékié	Sa'a	50	35	7	7.3	04285714285714	11	450000	1	4
2	Centre	Lékié	Sa'a	50	40	2	1	0.5	4	100000	2	2
3	Centre	Lékié	Sa'a	66	100	2.5	1.8	0.72	5	320000	3	4
4	Centre	Lékié	Sa'a	52	36	3	2.6	6666666666666667	9	150000	2	3
5	Centre	Lékié	Sa'a	58	45	3.5	2.7	71428571428571	5	150000	2	2
6	Centre	Lékié	Sa'a	45	20	2.5	3	1.2	7	500000	4	4
7	Centre	Lékié	Sa'a	60	55	2.6	2	69230769230769	10	200000	2	2
8	Centre	Lékié	Sa'a	51	40	2	1.8	0.9	10	100000	2	4
9	Centre	Lékié	Lobo	55	19	2	1	0.5	7	75000	1	2
10	Centre	Lékié	Lobo	54	7	5.5	4.5	18181818181818	7	250000	1	3
11	Centre	Lékié	Lobo	59	26	3.5	4.5	28571428571429	11	250000	1	3
12	Centre	Lékié	Lobo	63	8	2	1	0.5	5	60000	2	3
13	Centre	Lékié	Lobo	60	65	4	0.8	0.2	5	40000	2	2
14	Centre	Lékié	Lobo	47	16	8	1.8	0.225	7	5000	2	2
15	Centre	Lékié	Lobo	73	23	2.5	1	0.4	7	40000	3	3
16	Centre	Lékié	Lobo	49	70	1.2	1.1	1666666666666667	8	100000	1	1
17	Centre	Lékié	Okola	67	60	1.6	0.8	0.5	7	20000	3	5
18	Centre	Lékié	Okola	38	60	0.8	0.5	0.625	5	20000	1	4
19	Centre	Lékié	Okola	43	70	1.2	1	3333333333333333	11	50000	2	5
20	Centre	Lékié	Okola	50	80	1.5	1.5	1.00	9	70000	3	5

n°2 (suite)

n° plantation	nbre_esp_aliment	nbre_esp_medicine	nombre_esp_environnement	nbre_esp_plantes	nbre_esp_spontanes	nbre_cacao_1ha	nbre_arbres_asso_1ha	nbre_fruitiere_1ha	nbre_forestiers_1ha	nbre_total_1ha	nbre_esp_1/4ha	st_asso
1	1	2	12	2	2	950	58.38	4.17	54.21	1008.38	14.4	94910432
2	0	0	4	0	0	1400	45.87	0	45.87	1445.87	11	17.217876
3	2	0	5	0	1	1400	116.76	4.17	112.59	1516.76	29	1.81992672
4	0	1	5	0	1	1475	83.4	0	83.4	1558.4	20	1.40331584
5	2	0	2	0	0	1925	62.55	20.85	41.7	1987.55	15	6.05270992
6	0	0	2	0	1	1450	75.06	4.17	70.89	1525.06	18	5.34244192
7	1	0	4	0	1	1625	45.87	0	45.87	1670.87	11	4.30324832
8	1	0	5	0	2	950	54.21	0	54.21	1004.21	14	26.6587256
9	1	0	3	0	2	1650	187.65	16.68	170.97	1837.65	45	4.84003328
10	1	1	5	0	0	1050	54.21	16.68	37.53	1104.21	13	9.09208352
11	1	0	4	1	1	1425	87.57	16.68	70.89	1512.57	21	2.70147152
12	1	0	6	1	2	1350	108.42	16.68	91.74	1458.42	26	1.02752496
13	1	1	4	1	2	850	129.27	25.02	104.25	979.27	31	3.60187712
14	1	1	6	1	2	1100	75.06	4.17	70.89	1175.06	18	3.52807456
15	0	2	6	0	1	2525	125.1	25.02	100.08	2650.1	30	1.57353328
16	2	2	9	1	4	1850	145.95	54.21	91.74	1995.95	35	7.81939952
17	5	1	11	3	1	1375	200.16	70.89	129.27	1575.16	48	4.31304512
18	1	0	2	1	0	1050	137.61	37.53	100.08	1187.61	33	7.47945056
19	2	0	4	2	1	1900	45.87	16.68	29.19	1945.87	11	5.09531568
20	1	0	4	1	2	1525	66.72	37.53	29.19	1591.72	16	0.72618976

n°3 (suite)

n° plantation	st_cacao	st_totale	indice_shannon	indice_simpson	arbres_asso_strate_1	arbres_asso_strate_2	arbres_asso_strate_3	f_creation	f_heritage	v_uniques	v_tout_venant	a_cooperative	a_coaxeur	g_femme	g_homme	e_savanne	e_foret
1	21.3206	56.26970432	6041423181	89795918367	5714285714	071428571429	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1
2	24.511625	41.729501	3258532833	8347107438	0909090909	0909090909	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
3	13.57265	55.39257672	7400270335	1836734694	028571428571	42857143	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
4	26.010975	57.41429084	7340133001	0.07	0	20	80	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1
5	23.538225	89.59093492	6887114461	0.12	0	6666666666	6666666667	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
6	16.7577875	32.10022942	1040904141	6296296296	0222222222	2222222222	7777777778	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
7	26.3936625	50.69691082	84175259475	6694214876	0909090909	0909090909	0909090909	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
8	19.2854875	45.9442131	39724634772	03355029586	06153846154	3846153846	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
9	34046178344	4378978344	3100480046	0987654321	2077777778	2222222222	2	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
10	39303343949	80138543949	42344469197	6035502959	4615384615	6153846154	59230769231	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
11	35886146497	0601346497	35028770368	46258503401	7619047619	7142857143	66666666667	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1
12	11.6906125	37.1813746	10048441212	3372781065	2307692308	0769230769	6923076923	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
13	6.935475	20.53735212	2434737767	6971904267	12903225806	6451612903	8064516129	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
14	8257961783	9003561783	3905110507	12345679012	5555555556	1111111111	3333333333	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
15	06682324841	12015124841	6934816074	5555555556	0333333333	6666666667	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
16	38824044586	2819244586	6335271156	8775510204	5714285714	8571428571	35714285714	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
17	3038280255	6487028025	8832860891	7777777778	3333333333	3333333333	3333333333	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
18	24967356688	9472956688	8207646519	1827364555	0909090909	5454545455	5454545455	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
19	1190047707	505727707	8823239114	2479338843	8181818182	0818181818	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
20	10326433121	2224033121	2231884925	0.125	25	18.75	56.25	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1

Annexe 17 : Variables non disponibles suite à la collecte des données (NA)

superficie_cacaoyere	production	lements_ha	ha	nbre_interventions	cout_phytos	nbre_esp_agricoles_asso	nbre_esp_fruiteries_assois_dœuvre	esp_aliment	p_medicine	ronnement	esp_plantes	nbre_esp_spontanes
3	1333333333	7	160000	6	9	4	1	4	5	1	103139	
2.35714285714286	0.5	0.25	60000	6	9	0	1	1	1	1	103139	
3	2166666667	7	150000	5	9	1	1	2	2	1	103139	
2	1	0.5	125000	6	9	4	0	4	4	0	103139	
1.5	0.7166666667	7	80000	6	9	2	2	1	4	2	103139	
2	1	0.5	150000	6	9	2	1	1	4	1	103139	
10	5	0.5	450000	6	9	4	2	3	6	2	103139	
4	2	0.5	250000	6	9	2	3	1	7	1	103139	
3	3	1.00	250000	6	9	4	1	2	5	0	103139	
1	1	1.00	80000	6	9	1	1	1	1	1	103139	
2	2	1.00	95000	6	9	3	2	2	5	0	103139	
4.5	2.444444444	7	300000	5	8	5	1	2	5	4	103139	
2	1.5	0.75	175000	6	9	5	1	3	5	2	103139	
4	4	1.00	350000	5	9	6	1	1	6	1	103139	
1.5	1.666666667	7	150000	3	3	4	0	0	4	0	103139	
2	1.2	0.6	150000	3	2	3	2	2	7	2	103139	
2.5	1.5	0.6	80000	3.0625	3	5	0	1	5	0	103139	
1	0.5	0.5	30000	4	3	2	1	0	3	1	103139	
1	0.5	0.5	50000	3	3	2	0	2	4	0	103139	
4	1	0.25	115000	3	3	3	0	0	3	0	103139	
4	2.5	0.625	115000	5	3	3	0	2	4	0	103139	

Annexe 18 : Co2 (colonnes 1 et 2) et contributions (colonnes 3 et 4) des variables pour les 2 premières dimensions

	Dim.1	Dim.2	Dim.1	Dim.2
age_planteur	0.00	0.00	0.05	0.01
age_cacao	0.00	0.34	0.06	7.91
superficie_cacaoyere	0.02	0.08	0.44	1.80
production	0.26	0.01	4.94	0.13
rendements_ha	0.29	0.03	5.53	0.62
nbre_interventions	0.30	0.02	5.80	0.48
cout_phytos	0.08	0.01	1.61	0.17
nbre_esp_agricoles_asso	0.15	0.03	2.90	0.61
nbre_esp_fruitieres_asso	0.07	0.05	1.36	1.28
nbre_esp_bois_dœuvre	0.03	0.02	0.61	0.42
nbre_esp_aliment	0.07	0.48	1.37	11.25
nbre_esp_medecine	0.10	0.11	1.96	2.60
nombre_esp_environnement	0.10	0.32	1.84	7.45
nbre_esp_plantes	0.07	0.24	1.28	5.54
nbre_esp_spontanes	0.01	0.02	0.22	0.54
nbre_cacao_1ha	0.06	0.00	1.15	0.00
nbre_arbres_asso_1ha	0.48	0.19	9.24	4.38
nbre_fruitiers_1ha	0.00	0.01	0.02	0.29
nbre_forestiers_1ha	0.53	0.17	10.15	4.00
nbre_total_1ha	0.01	0.00	0.25	0.12
nbre_esp_1_4ha	0.49	0.19	9.27	4.39
st_asso	0.52	0.00	9.97	0.07
st_cacao	0.07	0.20	1.27	4.69
st_totale	0.14	0.07	2.62	1.70
indice_shannon	0.44	0.15	8.45	3.40
indice_simpson	0.28	0.07	5.40	1.53
arbres_asso_strate_1	0.21	0.18	3.96	4.26
arbres_asso_strate_2	0.02	0.00	0.47	0.01
arbres_asso_strate_3	0.20	0.09	3.77	2.18
f_creation	0.02	0.50	0.34	11.67
f_heritage	0.02	0.50	0.30	11.59
v_uniques	0.02	0.01	0.47	0.16
v_mélangées	0.03	0.01	0.56	0.13
a_cooperative	0.02	0.05	0.36	1.11
a_coaxeur	0.02	0.05	0.36	1.11
g_femme	0.04	0.05	0.82	1.21
g_homme	0.04	0.05	0.82	1.21



Annexe 19 : Classement des variables de la plus caractérisante à la moins caractérisante pour les dimensions 1 et 2

\$Dim.1

Link between the variable and the continuous variables (R-square)

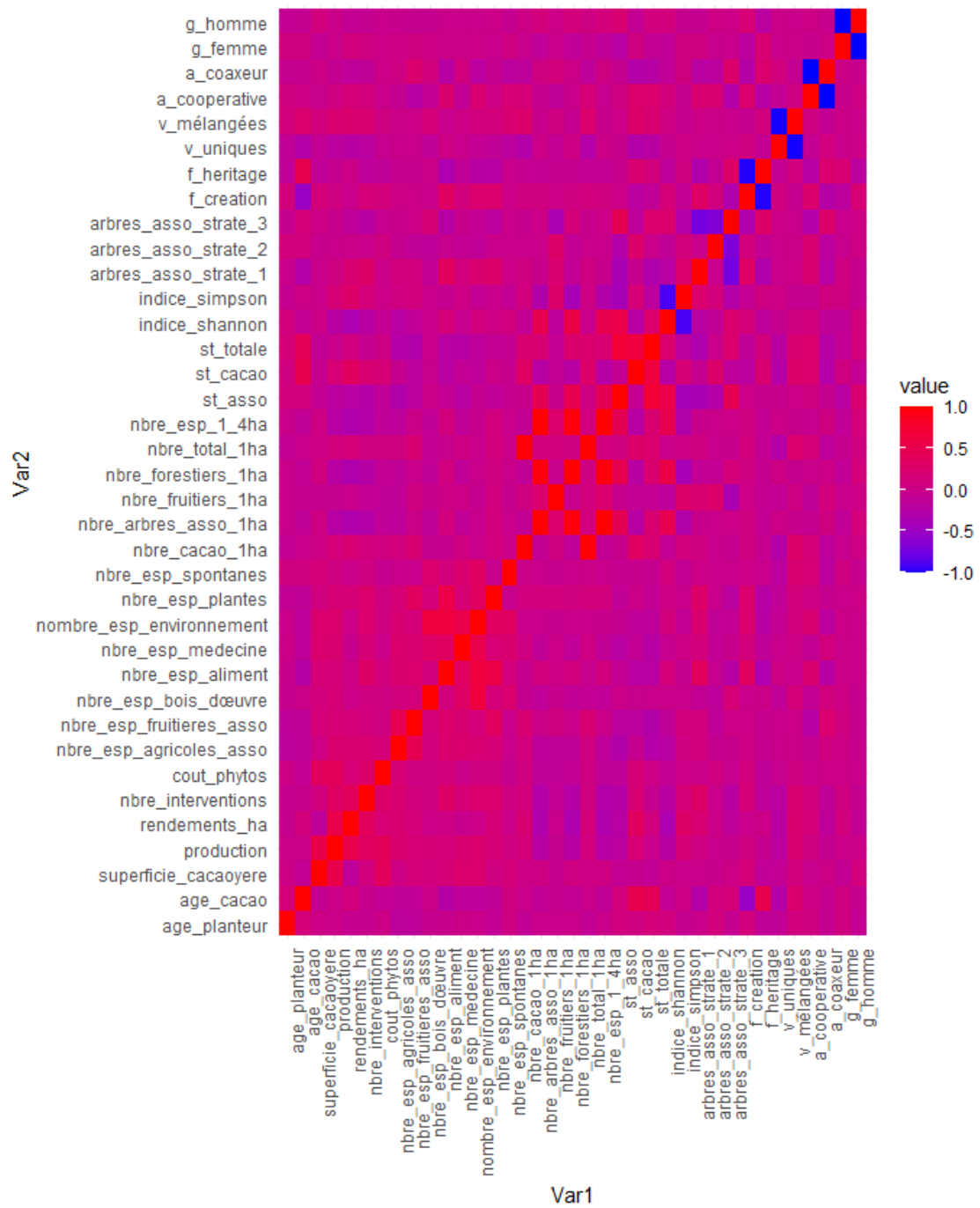
Table with 3 columns: variable name, correlation, and p.value. Lists variables like nbre\_interventions, rendements\_ha, indice\_simpson, etc.

\$Dim.2

Link between the variable and the continuous variables (R-square)

Table with 3 columns: variable name, correlation, and p.value. Lists variables like f\_creation, nbre\_esp\_aliment, nombre\_espenvironnement, etc.

Annexe 20 : Carte de chaleur des corrélations entre les variables





Annexe 21 : Variables avec un seuil de corrélation 0,6 (à gauche) et 0,5 (à droite)

	row	col		row	col
			superficie_cacaoyere	3	4
			production	4	5
			nbre_esp_bois_dœuvre	10	13
nbre_esp_bois_dœuvre	10	13	nbre_esp_aliment	11	13
nbre_esp_aliment	11	13	nbre_esp_medecine	12	13
nbre_arbres_asso_1ha	17	19	nbre_esp_aliment	11	14
nbre_cacao_1ha	16	20	nbre_arbres_asso_1ha	17	19
nbre_arbres_asso_1ha	17	21	nbre_cacao_1ha	16	20
nbre_forestiers_1ha	19	21	nbre_arbres_asso_1ha	17	21
st_asso	22	24	nbre_forestiers_1ha	19	21
st_cacao	23	24	age_cacao	2	23
indice_shannon	25	26	st_asso	22	24
arbres_asso_strate_1	27	29	st_cacao	23	24
arbres_asso_strate_2	28	29	nbre_forestiers_1ha	19	25
f_creation	30	31	st_asso	22	25
v_uniques	32	33	indice_shannon	25	26
a_cooperative	34	35	arbres_asso_strate_1	27	29
g_femme	36	37	arbres_asso_strate_2	28	29
			age_cacao	2	30
			age_cacao	2	31
			f_creation	30	31
			v_uniques	32	33
			a_cooperative	34	35
			q_femme	36	37

- Numéros des variables

[1] "age_planteur"	"age_cacao"	"superficie_cacaoyere"	"production"	"rendements_ha"
[6] "nbre_interventions"	"cout_phytos"	"nbre_esp_agricoles_asso"	"nbre_esp_fruitieres_asso"	"nbre_esp_bois_dœuvre"
[11] "nbre_esp_aliment"	"nbre_esp_medecine"	"nombre_esp_environment"	"nbre_esp_plantes"	"nbre_esp_spontanes"
[16] "nbre_cacao_1ha"	"nbre_arbres_asso_1ha"	"nbre_fruitiers_1ha"	"nbre_forestiers_1ha"	"nbre_total_1ha"
[21] "nbre_esp_1_4ha"	"st_asso"	"st_cacao"	"st_totale"	"indice_shannon"
[26] "indice_simpson"	"arbres_asso_strate_1"	"arbres_asso_strate_2"	"arbres_asso_strate_3"	"f_creation"
[31] "f_heritage"	"v_uniques"	"v_mélangées"	"a_cooperative"	"a_coaxeur"
[36] "g_femme"	"g_homme"			

## Annexe 22 : Médianes ou moyennes par région des variables retenues pour l'analyse

Variable	Type valeur	Centre	Est	Littoral	Sud	Sud-Ouest
âge cacaoyère (années)	<i>médiane</i>	15	10	26	15	34
rendements/ha/an (kg)	<i>moyenne</i>	548	235	799	314	572
nbre d'interventions/an	<i>médiane</i>	9	4	12	8	7
coût phytos/ha/an (FCFA)	<i>médiane</i>	44000	6818	91297	12000	60000
usages	<i>moyenne</i>	12,75	8,91	10,03	13,69	9,91
nbre d'espèces plantées	<i>moyenne</i>	1,13	0,77	1,43	0,82	0,88
nbre cacaoyers/ha	<i>médiane</i>	1050	750	725	800	925
nbre arbres associés/ha	<i>médiane</i>	75	138	63	113	50
nbre arbres fruitiers/ha	<i>médiane</i>	17	17	13	25	21
nbre forestiers/ha	<i>médiane</i>	58	117	40	83	21
nbre d'espèces 1/4 d'ha	<i>médiane</i>	18	33	15	27	12
surface terrière arbres associés (m <sup>2</sup> /ha)	<i>médiane</i>	14,58	24,11	9,85	11,44	9,78
surface terrière cacaoyers (m <sup>2</sup> /ha)	<i>médiane</i>	9,05	5,29	15,42	6,14	9,12
surface terrière totale (m <sup>2</sup> /ha)	<i>médiane</i>	25,66	29,71	31,10	17,96	20,40
indice de Shannon	<i>moyenne</i>	2,25	2,61	2,00	2,26	1,95
indice de Simpson	<i>moyenne</i>	0,14	0,10	0,17	0,16	0,17

## Annexe 23 : Médianes ou moyennes par département des variables retenues pour l'analyse

Variable	Type valeur	Dja et Lobo	Haut-Nyong	Kadei	Koupe-Manengouba	Lom et Djerem	Lekie	Mbam et Kim	Meme	Nkam	Nyong ekelle	Nyong et So'o	Sanaga maritime	Vallée du Ntem
âge cacaoyère (années)	médiane	17	12	8,5	65	12,5	40	13	27	14	11	37,5	63	10
rendements/ha/an (kg)	moyenne	272	225	294	514	143	748	574	630	867	451	84	732	399
nbre d'interventions/an	médiane	7,5	3	4	7	4,5	7	10	7	16	11	7	11	8
coût phytos/ha/an (FCFA)	médiane	12275	6667	5834	55000	8200	45455	52000	61250	150000	44000	15000	48000	12000
usages	moyenne	12,97	7,04	11,94	9,06	8,25	9,35	14,09	10,75	11,20	15,93	12,75	8,87	15,13
nbre d'espèces plantées	moyenne	0,73	0,87	0,94	0,69	0,13	0,78	1,09	1,06	1,73	2,27	0,13	1,13	1,00
nbre cacaoyers/ha	médiane	813	700	863	850	763	1400	900	1000	725	925	413	750	775
nbre arbres associés/ha	médiane	119	138	127	56	138	75	79	38	50	79	65	83	96
nbre arbres fruitiers/ha	médiane	17	21	4	21	23	17	8	23	13	21	23	13	50
nbre arbres forestiers/ha	médiane	90	121	123	42	106	71	63	17	33	63	40	79	63
nbre d'espèces 1/4 d'ha	médiane	29	33	30	14	33	18	19	9	12	19	16	20	23
surface terrière arbres associés (m2/ha)	médiane	15,33	23,69	23,29	9,14	25,90	17,82	13,31	10,74	4,35	12,20	11,50	16,25	10,55
surface terrière cacaoyers (m2/ha)	médiane	6,93	5,12	4,74	22,64	5,31	21,02	7,93	3,86	13,36	8,30	2,88	16,76	5,82
surface terrière totale (m2/ha)	médiane	23,44	28,98	29,57	35,43	32,78	40,66	23,01	13,62	17,49	20,50	13,56	37,23	16,20
indice de Shannon	moyenne	2,41	2,63	2,57	2,08	2,62	2,23	2,33	1,82	1,89	2,25	2,07	2,12	1,97
indice de Simpson	moyenne	0,13	0,10	0,10	0,15	0,11	0,15	0,12	0,18	0,18	0,14	0,14	0,16	0,21

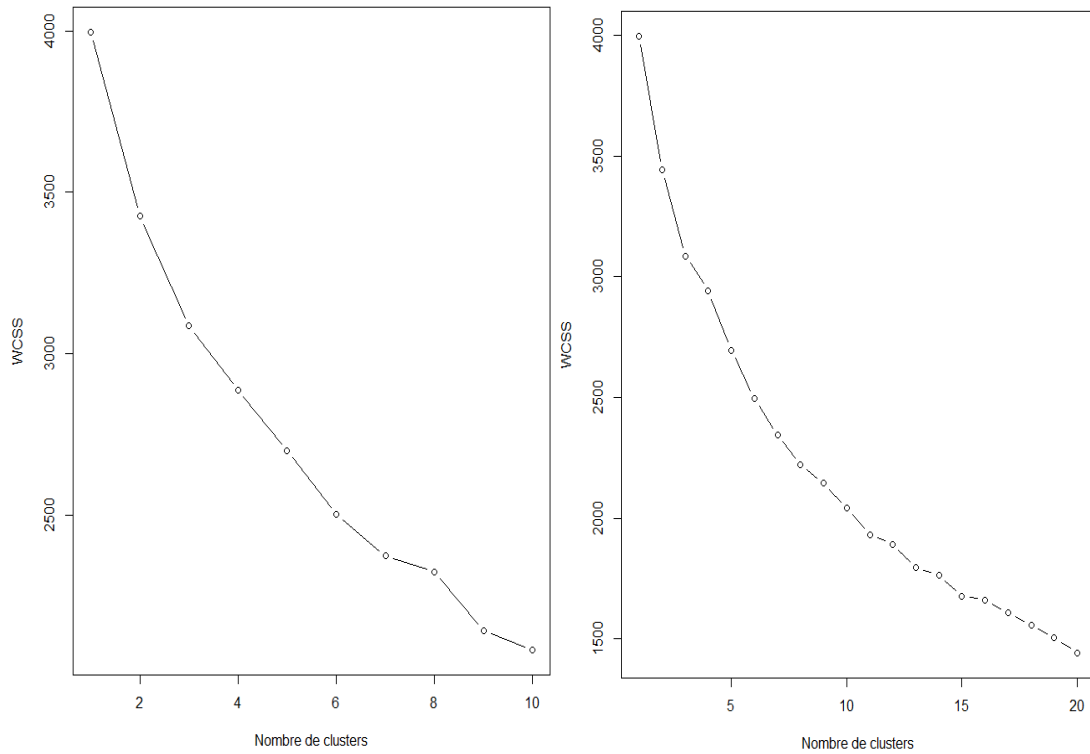
Annexe 24 : Médianes ou moyennes par arrondissement des variables retenues pour l'analyse

Variable	Type valeur	Ambam	Batouri	Bengbis	Botmakak	Diang	Dibang	Djoum	Doumaintang	Dzeng	Konye	Lobo Ma'an	Kumba 3	Meyomessala	Dja	
âge cacaoyère (années)	médiane	10	5	17	13	6	13	13	12	38	28	21	13	27	20	12
rendements/ha/an (kg)	moyenne	336	180	319	560	143	325	334	176	84	485	606	471	774	226	123
nbre d'interventions/an	médiane	9	2	5	11	5	11	9	2	7	7	7	7	7	7	4
coût phytos/ha/an (FCFA)	médiane	12813	0	8553	31667	8200	80000	21000	0	15000	53333	33750	12000	73333	15000	7917
usages	moyenne	16	11	13	16	8	16	19	6	13	9	9	15	13	8	8
nbre d'espèces planifiées	moyenne	1	1	1	3	0	2	1	0	0	1	1	1	1	1	2
nbre cacaoyers/ha	médiane	738	588	725	900	763	1125	800	588	413	1188	1388	950	913	925	613
nbre arbres associés/ha	médiane	94	127	100	77	138	83	117	133	65	31	117	100	54	92	231
nbre arbres fruitiers/ha	médiane	42	2	17	21	23	21	13	23	23	10	17	54	35	21	40
nbre arbres forestiers/ha	médiane	52	123	83	58	106	71	100	119	40	17	92	75	17	71	167
nbre d'espèces 1/4 d'ha	médiane	23	31	24	19	33	20	28	32	16	8	28	24	13	22	56
surface terrière arbres associés (m2/ha)	médiane	10,50	28,16	6,84	12,33	25,90	12,20	12,25	25,98	11,50	12,67	19,42	10,55	4,15	21,80	22,71
surface terrière cacaoyers (m2/ha)	médiane	5,34	1,44	5,38	14,30	5,31	6,83	6,04	4,25	2,88	3,80	14,09	6,14	4,21	8,44	4,38
surface terrière totale (m2/ha)	médiane	16,48	29,57	10,68	25,69	32,78	20,50	17,96	31,39	13,56	17,53	36,19	15,09	8,91	29,67	28,43
indice de Shannon	moyenne	1,96	2,59	2,22	2,31	2,62	2,18	2,56	2,73	2,07	1,73	2,57	1,99	1,91	2,35	2,67
indice de Simpson	moyenne	0,21	0,10	0,16	0,13	0,11	0,15	0,11	0,08	0,14	0,19	0,09	0,21	0,17	0,14	0,11

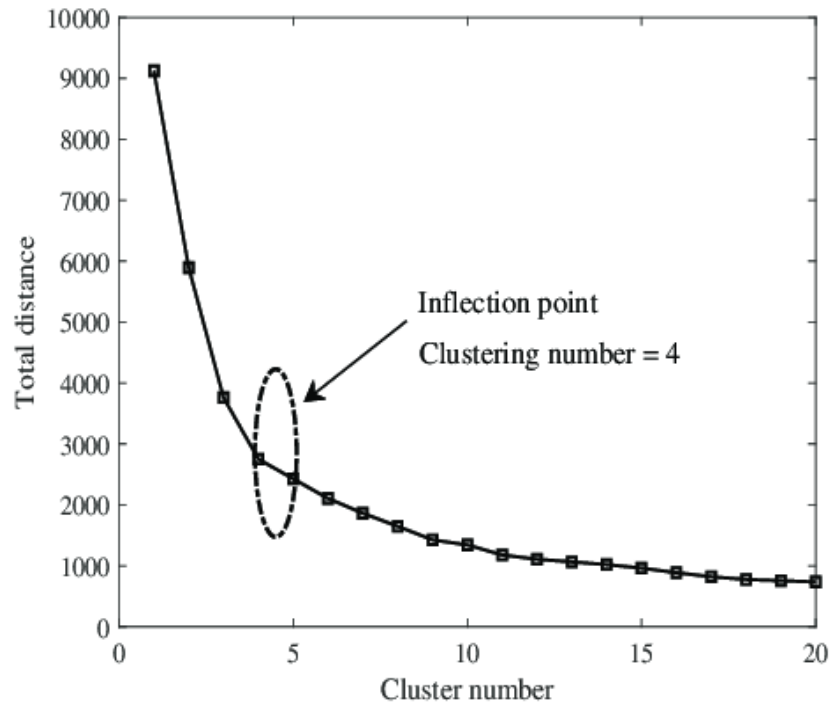
Variable	Type valeur	Mintom	Ndelele	Nord-Makombe	Ndom	Ngambetkar	Ngoro	Nguemendouka	Nguti	Nkondjock	Nyanon	Okola	Sa'a	Tombel	Yoko
âge cacaoyère (années)	médiane	40	10	16	66	9	14	14	38	14	53	60	40	80	13
rendements /ha/an (kg)	moyenne	210	407	786	571	434	765	400	477	938	872	799	846	551	504
nbre d'interventions/an	médiane	6	11	15	9	13	10	6	7	20	12	10	8	7	13
coût phytos/ha/an (FCFA)	médiane	5111	9964	135000	39778	90000	44167	12500	80000	167593	60000	40000	57143	41000	51000
usages	moyenne	11,75	13,00	10,00	10,71	12,00	15,38	7,71	9,38	12,25	7,25	9,57	9,13	8,75	14,63
nbre d'espèces plantées	moyenne	0,75	1,13	1,57	1,43	0,29	0,88	0,86	0,88	1,88	0,88	1,57	0,25	0,50	2,00
nbre cacaoyers/ha	médiane	900	1113	675	700	675	775	750	975	813	988	1375	1425	825	1738
nbre arbres associés/ha	médiane	150	127	50	88	83	75	138	79	52	73	67	60	46	88
nbre arbres fruitiers/ha	médiane	27	6	13	17	8	6	13	23	13	8	38	2	21	25
nbre arbres forestiers/ha	médiane	117	102	33	79	83	60	79	60	38	52	29	54	21	44
nbre d'espèces 1/4 d'ha	médiane	37	30	12	20	20	18	33	19	13	18	16	15	11	21
surface terrière arbres associés (m <sup>2</sup> /ha)	médiane	24,36	20,51	3,76	17,51	20,57	15,87	23,69	10,42	6,05	14,57	16,07	25,48	9,14	11,03
surface terrière cacaoyers (m <sup>2</sup> /ha)	médiane	7,76	7,53	8,86	16,76	2,79	8,29	5,12	25,39	14,11	17,63	22,74	22,43	22,64	10,67
surface terrière totale (m <sup>2</sup> /ha)	médiane	34,04	29,28	16,56	42,93	22,62	25,87	27,40	35,43	21,95	35,24	33,20	48,32	37,62	20,77
indice de Shannon	moyenne	2,51	2,55	1,85	2,25	2,29	2,31	2,45	2,25	1,92	2,01	1,99	2,10	1,91	2,41
indice de Simpson	moyenne	0,12	0,10	0,18	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,18	0,19	0,20	0,16	0,17	0,11

## Annexe 25 : Test de la méthode de Elbow pour déterminer le nombre de cluster

- Courbe établie à partir des données de l'étude

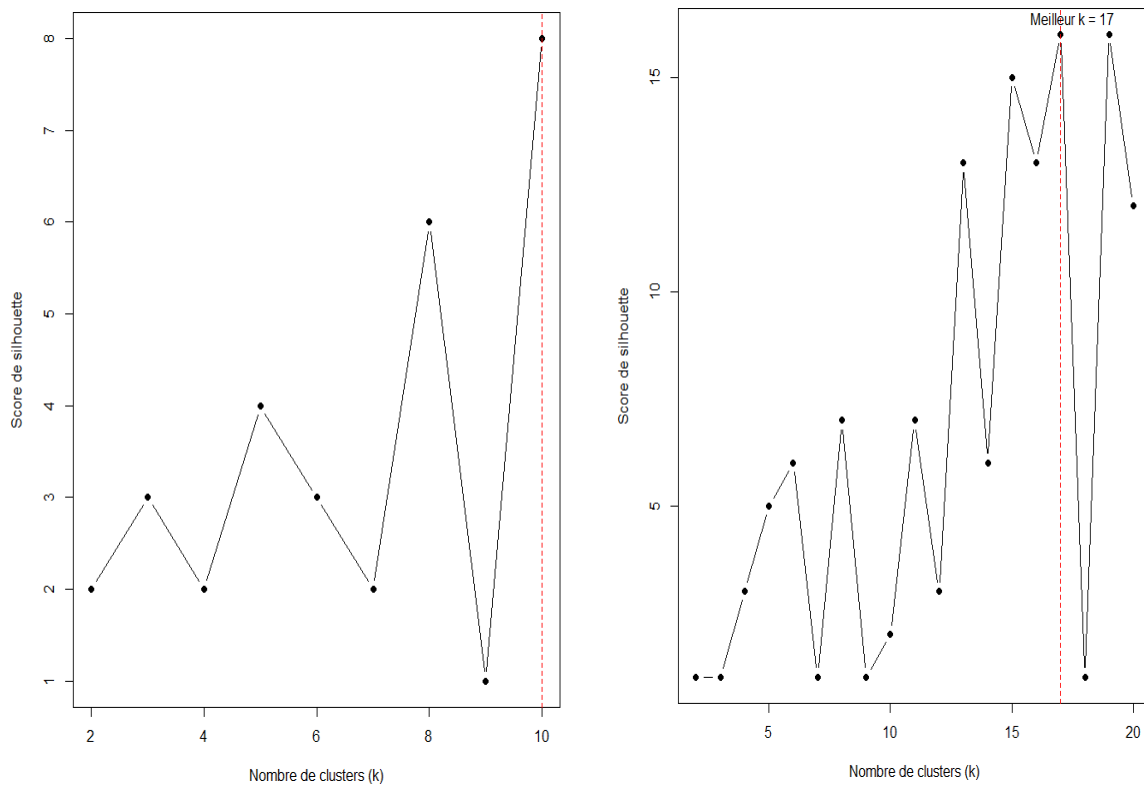


- Exemple de courbe permettant de déterminer le nombre de cluster dans la méthode de Elbow



Annexe 26 : Test de la méthode des silhouettes pour déterminer le nombre de clusters

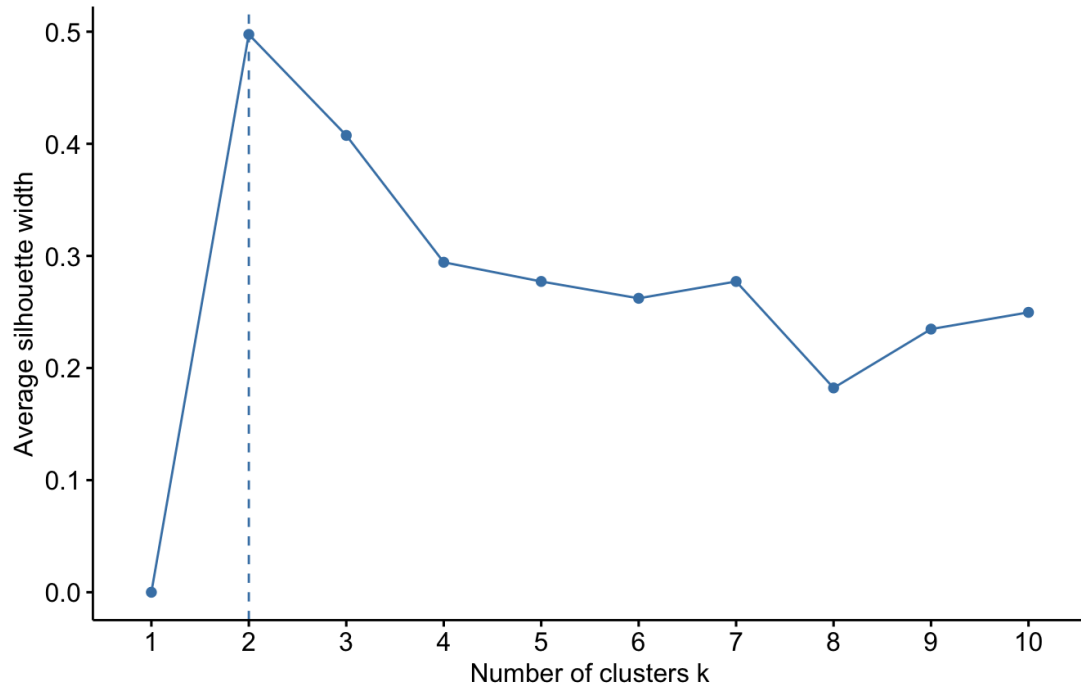
- Courbe établie à partir des données de l'étude



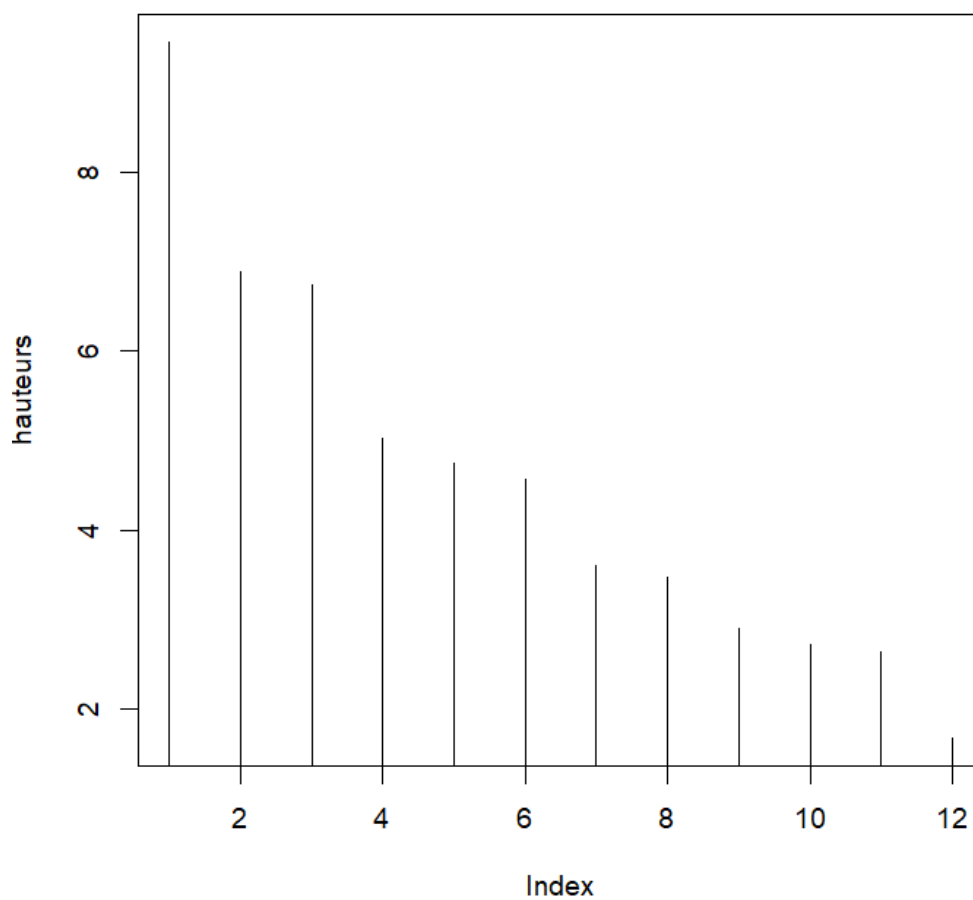


- Exemple de courbe permettant de déterminer le nombre de cluster dans la méthode des silhouettes

### Optimal number of clusters Silhouette method



Annexe 27 : Hauteurs ordonnées par ordre décroissant pour la CAH par département



La différence de hauteur d'un bâton au suivant donne une idée de la difficulté de passer de la classe correspondant au numéro de ce bâton à celle du suivant.

Ce sont les hauteurs des premiers bâtons sur lesquelles on se penche car nous avons un petit nombre d'individus (13 départements) et nous cherchons des classes homogènes et peu nombreuses.

Ici le saut le plus évident dans les premiers bâtons se situe entre la 3<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> classe.

Annexe 28 : Variables les plus caractérisantes pour chacune des 4 classes établies à l'échelle du département

```

$`1`
      v.test Mean in category Overall mean
nbre_arbres_asso_1ha  3.056782    130.3125000    87.8907692
nbre_esp_1_4ha      3.049084     31.1250000    21.0384615
indice_shannon      2.898768     2.5559519     2.2301504
nbre_forestiers_1ha 2.895032    109.9837500    69.9276923
st_asso             2.703737     22.0525968    14.9292179
rendements_ha      -2.170032     0.2335554     0.4563610
nbre_interventions -2.206186     4.7500000     7.9230769
indice_simpson      -2.429356     0.1103979     0.1446544

$`2`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category
st_cacao  3.129233    20.13944     9.589838     2.4799
age_cacao 3.027306    56.00000    25.423077    11.3431
st_totale 2.615872    37.77147    25.574080     2.1700

$`3`
      v.test Mean in category Overall mean sd
nbre_esp_plantes  2.406575     1.537364     0.964869
cout_phytos_ha    2.274191   76812.50000  39667.730769  42
nbre_interventions 2.139332    11.000000     7.923077

$`4`
      v.test Mean in category Overall mean sd
nbre_fruitiers_1ha 2.391749     36.4875    19.40654

```

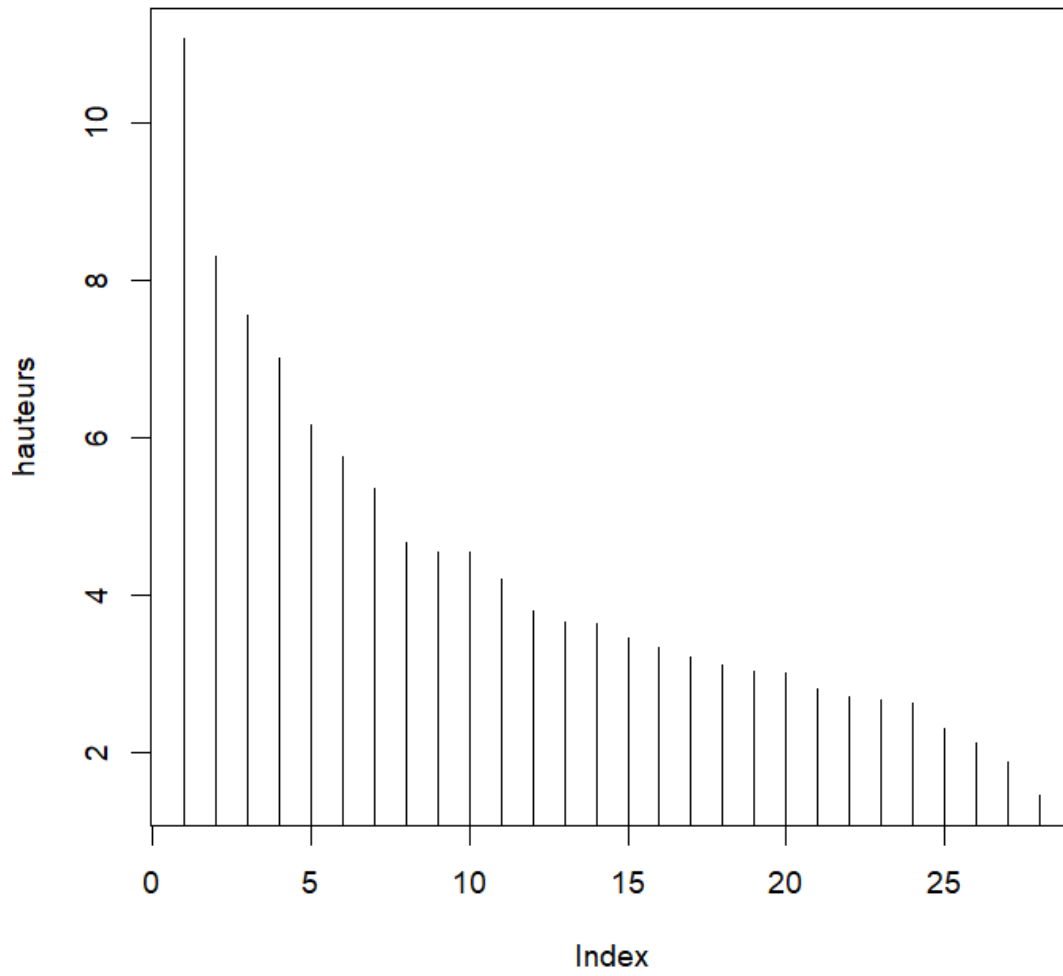
Tri des variables de la plus caractérisante à la moins caractérisante en positif (variables pour lesquelles les individus de la classe prennent des valeurs significativement supérieures à la moyenne de l'ensemble des individus) puis de la moins caractérisante à la plus caractérisante en négatif (variables pour lesquelles les individus de la classe prennent des valeurs significativement inférieures à la moyenne de l'ensemble des individus).

**Mean in category** = moyenne de la classe

**Overall mean** = moyenne de toutes les classes

Une valeur test (**v-test**) supérieure à 2 en valeur absolue signifie ici que la moyenne de la classe est significativement différente de la moyenne générale.

Annexe 29 : Hauteurs ordonnées par ordre décroissant pour la CAH par arrondissement



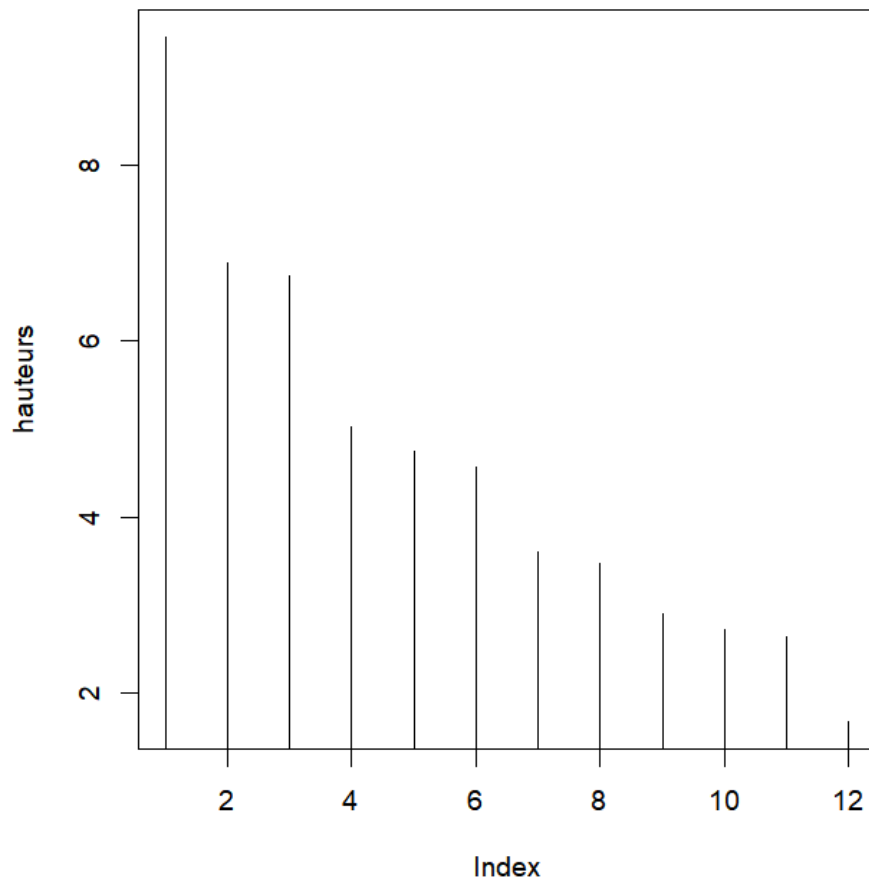
Le saut le plus évident est entre le 7<sup>ème</sup> et le 8<sup>ème</sup> bâton, on choisit donc 8 classes.

Annexe 30 : Variables les plus caractérisantes pour chacune des 8 classes établies à l'échelle de l'arrondissement

\$`1`								
	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd	in category	Overall sd	p.value
nbre_fruitiers_1ha	3.297947	47.955000	19.9872414	6.25500000	12.21310599	0.0009739453		
indice_simpson	2.655745	0.212369	0.1434837	0.00138667	0.03735534	0.0079133462		
\$`2`								
	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd	in category	Overall sd	p.value
st_asso	3.751904	2.372738e+01	1.572409e+01	2.793280e+00	6.966765e+00	0.0001754968		
indice_shannon	3.514283	2.547477e+00	2.250499e+00	1.056566e-01	2.759954e-01	0.0004409424		
nbre_forestiers_1ha	2.841806	1.011225e+02	7.045862e+01	1.784473e+01	3.524090e+01	0.0044858741		
nbre_arbres_asso_1ha	2.720229	1.277063e+02	9.432828e+01	1.637588e+01	4.007457e+01	0.0065236762		
nbre_esp_1_4ha	2.715029	3.056250e+01	2.256897e+01	4.034519e+00	9.615652e+00	0.0066269955		
nbre_esp_plantes	-1.995647	6.316964e-01	1.001232e+00	3.017193e-01	6.047644e-01	0.0459723202		
usages	-2.039342	9.408482e+00	1.138116e+01	2.184937e+00	3.159221e+00	0.0414159161		
rendements_ha	-2.402522	2.934810e-01	4.726075e-01	1.510314e-01	2.435045e-01	0.0162824379		
nbre_interventions	-2.465318	5.562500e+00	8.379310e+00	2.720725e+00	3.731634e+00	0.0136891636		
cout_phytos_ha	-2.559979	1.056566e+04	4.158002e+04	1.012359e+04	3.956769e+04	0.0104678496		
indice_simpson	-3.158249	1.073606e-01	1.434837e-01	1.694083e-02	3.735534e-02	0.0015872012		
\$`3`								
	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd	in category	Overall sd	p.value
usages	2.30518	14.39643	11.38116	2.500367	3.159221	0.02115652		
st_totale	-2.09532	18.13606	26.40129	5.594984	9.527147	0.03614253		
\$`4`								
	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd	in category	Overall sd	p.value
nbre_esp_plantes	3.446125	2.160714	1.001232	0.3334396	0.6047644	0.0005686875		
usages	2.333250	15.482143	11.381158	0.6664009	3.1592207	0.0196350474		
nbre_cacao_1ha	2.149373	1254.166667	908.189655	353.8969561	289.3265788	0.0316048082		
\$`5`								
	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd	in category	Overall sd	p.value
st_totale	-1.992886	13.217712	26.401288	4.30870667	9.5271472	0.04627392		
nbre_forestiers_1ha	-2.197732	16.680000	70.458621	0.00000000	35.2408999	0.02796818		
indice_shannon	-2.236866	1.821823	2.250499	0.09098441	0.2759954	0.02529511		
\$`6`								
	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd	in category	Overall sd	p.value
nbre_esp_1_4ha	3.424732	55.500	22.56897	0	9.615652	0.0006154053		
nbre_arbres_asso_1ha	3.421290	231.435	94.32828	0	40.074573	0.0006232490		
nbre_forestiers_1ha	2.733795	166.800	70.45862	0	35.240900	0.0062609101		
\$`7`								
	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd	in category	Overall sd	p.value
cout_phytos_ha	3.993397	1.512963e+05	4.158002e+04	1.629630e+04	3.956769e+04	6.513331e-05		
nbre_interventions	3.423502	1.725000e+01	8.379310e+00	2.250000e+00	3.731634e+00	6.181991e-04		
rendements_ha	2.302724	8.619544e-01	4.726075e-01	7.624008e-02	2.435045e-01	2.129440e-02		
st_asso	-2.236748	4.903870e+00	1.572409e+01	1.147450e+00	6.966765e+00	2.530279e-02		
\$`8`								
	v.test	Mean	in category	Overall mean	sd	in category	Overall sd	p.value
st_cacao	4.558422	21.2638477	9.8457813	3.0548625	6.7696892	5.153933e-06		
age_cacao	4.463170	56.0833333	24.5517241	14.6299256	19.0938448	8.075578e-06		
st_totale	3.514288	38.7895234	26.4012881	5.2350184	9.5271472	4.409352e-04		
rendements_ha	2.370265	0.6861642	0.4726075	0.1571731	0.2435045	1.777535e-02		

Annexe 31 : Nouvelle typologie par département avec des données issues de la littérature pour les arrondissements de Bokito, Obala et Ngomedzap

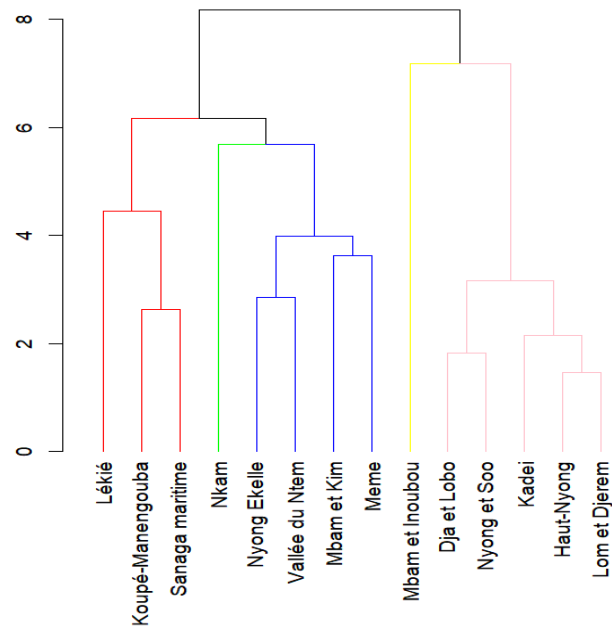
- **Hauteurs ordonnées par ordre décroissant pour la CAH**



- **Dendrogramme de la CAH**

La classification ascendante hiérarchique permet d'identifier de façon automatique 5 classes de cacaoyères en agroforêt au niveau départemental (figure).

Coupe de l'arbres en 5 classes :  
 Classe 1/5 – 5 départements  
 Classe 2/5 – 3 départements  
 Classe 3/5 – 1 département  
 Classe 4/5 – 4 départements  
 Classe 5/5 – 1 département



- **Variables les plus caractérisantes pour chacune des 5 classes établies et numéros de classes/départements**

```
> classes
  Dja et Lobo      Haut-Nyong      Kadei Koupé-Manengouba      Lom et Djerem      Lékié
1              1              1              2              1              2
Mbam et Inoubou  Mbam et Kim      Meme      Nkam      Nyong Ekelé      Nyong et Soo
3              4              4              5              4              1
Sanaga maritime  Vallée du Ntem
2              4
```

```
$`1`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
indice_shannon  3.012300      2.535096      2.235392      8.890941e-02      0.267380 0.002592763
nbre_arbres_asso_1ha  2.987790      127.602000      93.546071      8.885134e+00      30.632195 0.002810028
nbre_forestiers_1ha  2.965421      108.003000      72.473929      1.260692e+01      32.198304 0.003022694
st_asso  2.711939      21.462077      15.540056      3.774032e+00      5.868478 0.006689092
cout_phytos_ha  -2.043137      9449.100000      37421.035714      3.274131e+03      36792.605082 0.041038917
nbre_interventions  -2.447224      5.200000      8.142857      1.749286e+00      3.231699 0.014396135
```

```
$`2`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
st_cacao  3.184288      18.55139      9.344905      2.895176      5.443992 0.001451107
age_cacao  2.972301      51.33333      23.428571      17.931970      17.677525 0.002955766
st_totale  2.558189      35.28559      25.587728      1.646460      7.138044 0.010521875
```

```
$`3`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
usages  3.273027      35      13.35087      0      6.614406 0.001064023
nbre_fruitiers_1ha  2.629200      61      21.61929      0      14.978211 0.008558600
```

```
$`4`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
st_totale  -2.318101      18.33152      25.58773      3.653502      7.138044 0.02044383
```

```
$`5`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
cout_phytos_ha  3.059826      150000      37421.035714      0      36792.605082 0.002214657
nbre_interventions  2.431273      16      8.142857      0      3.231699 0.015045865
```



- **Caractéristiques de chaque classe**

La première classe est toujours caractérisée par un indice de Shannon, un nombre d'arbres associés et forestiers/ha et une surface terrière des arbres associés élevés ainsi qu'à l'inverse un nombre d'interventions faible. Elle est composée des départements Kadei, Haut-Nyong, Lom et Djerem, Dja et Lobo et Nyong et So'o. Elle correspond à la classe 1 du traitement par département des résultats plus le département du Nyong et So'o.

La deuxième classe est exactement la même que celle par du traitement par département présenté dans les résultats. C'est-à-dire qu'elle se distingue toujours par une surface terrière du cacao et totale ainsi qu'un âge du cacao élevés et on y retrouve le Koupe-Manengouba, la Lékié et la Sanaga Maritime.

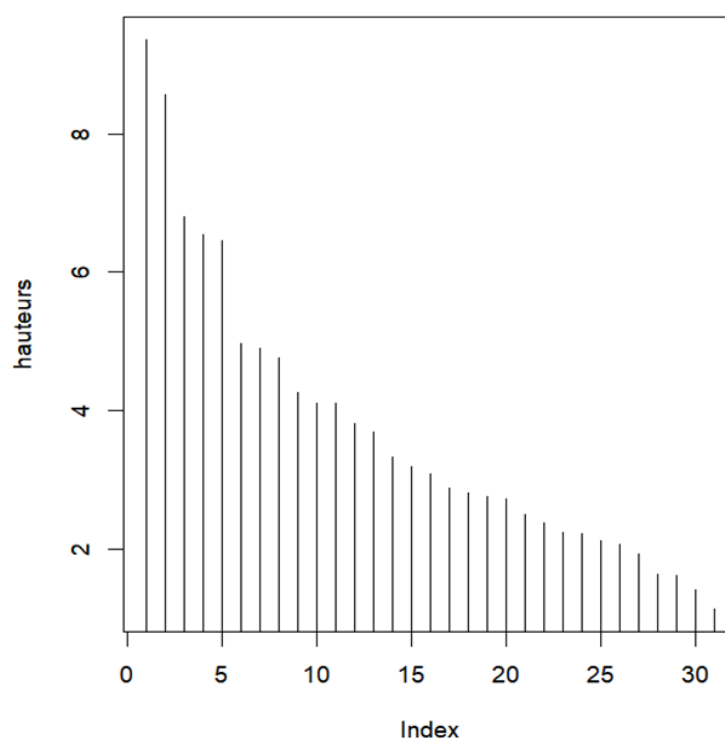
La classe 3 est nouvelle est comporte le département du Mbam et Inoubou, elle est caractérisée par un nombre d'usages et d'arbres fruitiers supérieurs aux moyennes générales.

La classe 4 est constituée des départements Mbam et Kim, Nyong ekelle, Meme et Vallée du Ntem et se distingue par une surface terrière totale inférieure à la moyenne générale. . Pour les départements elle correspond aux classes 3 et 4 réunies du traitement par département présenté dans les résultats moins le Nyong et So'o, mais elle est caractérisée par des variables différentes.

La classe 5 est nouvelle et comporte le département du Nkam et se caractérise par des dépenses en phytosanitaires/ha et un nombre d'interventions/an élevés.

Annexe 32 : Nouvelle typologie par arrondissement avec des données issues de la littérature pour les arrondissements de Bokito, Obala et Ngomedzap

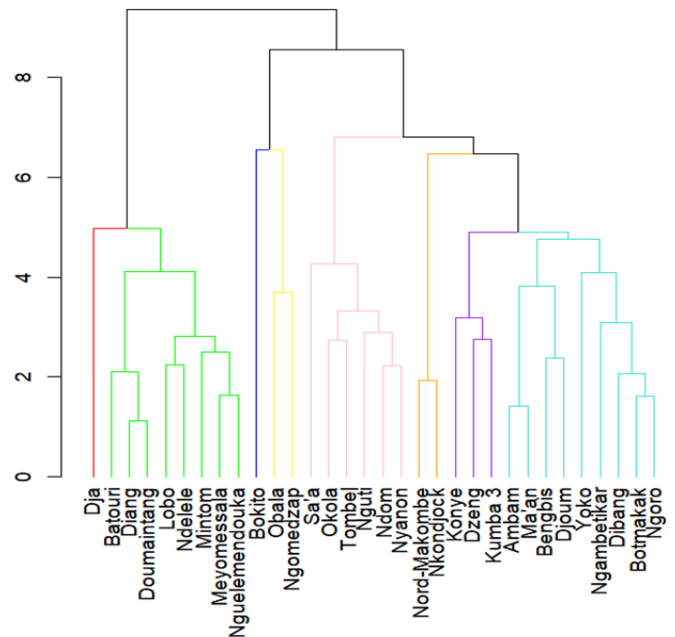
- **Hauteurs ordonnées par ordre décroissant pour la CAH**



- **Dendrogramme de la CAH**

La classification ascendante hiérarchique permet d'identifier de façon automatique 8 types de cacaoyères en agroforêt au niveau de l'arrondissement (figure).

Coupe de l'arbres en 8 classes :  
 Classe 1/8 - 1 arrondissement  
 Classe 2/8 - 2 arrondissements  
 Classe 3/8 - 9 arrondissements  
 Classe 4/8 - 8 arrondissements  
 Classe 5/8 - 3 arrondissements  
 Classe 6/8 - 1 arrondissement  
 Classe 7/8 - 2 arrondissements  
 Classe 8/8 - 6 arrondissements



- **Variables les plus caractérisantes pour chacune des 8 classes établies et numéros de classes/arrondissement**

Bokito	Obala	Ngomedzap	Ambam	Batouri	Bengbis	Botmakak	Diang
1	2	2	3	4	3	3	4
Dibang	Djoum	Doumaintang	Dzeng	Konye	Lobo	Ma'an	Kumba
3	3	4	5	5	4	3	5
Meyomessala	Dja	Mintom	Ndelele	Nord-Makombe	Ndom	Ngambetikar	Ngoro
4	6	4	4	7	8	3	3
Nguelémendouka	Nguti	Nkondjock	Nyanon	Okola	Sa'a	Tombe1	Yoko
4	8	7	8	8	8	8	3

\$^1\$`

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
usages	4.270904	35	12.47042	0	5.27513	1.946822e-05
rendements_ha	2.994867	643	62.11580	0	193.95991	2.745642e-03
nbre_fruitiers_1ha	2.915873	61	20.92594	0	13.74342	3.546944e-03

\$^2\$`

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
rendements_ha	4.472158	665.5	62.1158	118.5	193.9599	7.743402e-06
nbre_cacao_1ha	3.225631	1738.0	968.5781	14.0	342.9139	1.256953e-03

\$^3\$`

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
age_cacao	-2.422082	11.94444	24.59375	2.929206	18.18930	0.015431851
st_totale	-2.585384	19.51639	26.26054	4.713674	9.08532	0.009727047

\$^4\$`

	v.test	Mean in category	Overall mean	sd in category	Overall sd	p.value
st_asso	3.774640	23.727380	15.899958	2.793280e+00	6.665972e+00	0.0001602392
indice_shannon	3.158221	2.547477	2.260452	1.056566e-01	2.921441e-01	0.0015873529
nbre_forestiers_1ha	2.578228	101.122500	71.915625	1.784473e+01	3.641530e+01	0.0099308378
nbre_arbres_asso_1ha	2.536550	127.706250	96.360000	1.637588e+01	3.972486e+01	0.0111950773
cout_phytos_ha	-2.400163	10565.663265	39220.796190	1.012359e+04	3.837796e+04	0.0163877764
nbre_interventions	-2.588072	5.562500	8.468750	2.720725e+00	3.609747e+00	0.0096514686

```

$`5`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
nbre_arbres_asso_1ha -2.088087    50.040000    96.360000    13.9347067 39.7248618 0.03678997
indice_shannon      -2.185426     1.903927     2.260452     0.1378439 0.2921441 0.02885764
nbre_forestiers_1ha -2.340345    24.325000    71.915625    10.8116627 36.4153048 0.01926592
st_totale           -2.548456    13.331245    26.260542     3.5217062  9.0853198 0.01082008

$`6`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
nbre_arbres_asso_1ha 3.400264     231.435     96.360000     0 39.72486 0.0006732093
nbre_forestiers_1ha 2.605618     166.800     71.91563      0 36.41530 0.0091708669

$`7`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
cout_phytos_ha      4.198208    151296.29630 39220.79619 16296.29630 38377.963491 2.690352e-05
nbre_interventions  3.497154     17.25000     8.46875      2.25000     3.609747 4.702498e-04
st_asso             -2.371428     4.90387     15.89996     1.14745     6.665972 1.771950e-02

$`8`
      v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
st_cacao 4.803117     21.26385     9.607114     3.054863     6.491177 1.562144e-06
age_cacao 4.630424     56.08333     24.593750    14.629926    18.189299 3.649177e-06
st_totale 3.688462     38.78952     26.260542     5.235018     9.085320 2.256136e-04

```

- **Caractéristiques de chaque classe**

La première classe est nouvelle elle se caractérise par un grand nombre d'usages par plantations ainsi que des rendements/an/ha et un nombre de fruitiers/ha élevés et est constituée de l'arrondissement de Bokito.

La deuxième classe est également nouvelle, elle se distingue pour des rendements/an/ha et son nombre de cacao/ha élevés et est constituée par les arrondissements d'Obala et Ngomedzap.

La classe 3 se caractérise par un âge des cacaoyères et une surface terrière totale inférieures aux moyennes générales et est composée des arrondissements d'Ambam, Bengbis, Botmakak, Dibang, Djoum, Ma'an, Ngambetikar, Ngoro et Yoko. Elle regroupe les classes 1, 4 et 3 moins l'arrondissement de Dzenge de la classification par arrondissement établie dans les résultats.

La classe 4 est identique à la classe 2 par arrondissement des résultats avec une surface terrière des arbres associés, un indice de Shannon et un nombre d'arbres forestiers et associés à l'ha élevés. A l'inverse le nombre d'interventions et les dépenses en phytosanitaires y sont inférieurs aux moyennes générales. Elle est constituée de tous les arrondissements de l'Est, de Lobo pour la région Centre et Mintom et Meyomessala pour la région Sud.

La classe 5 se distingue par une surface terrière totale, un nombre d'arbres associés et forestiers à l'hectare et un indice de Shannon faibles. Elle est composée des arrondissements de Kumba 3, Konye et Dzenge. Elle correspond à la classe 5 de la classification par arrondissement établie dans les résultats plus l'arrondissement de Dzenge dans le Centre.

Dans la sixième classe, identique à celle par arrondissement des résultats, on retrouve l'arrondissement du Dja caractérisé par un nombre d'espèces forestières/ha et d'espèces associées/ha (forestiers + fruitiers) très élevés.

La classe 7 est la même que celle par arrondissement des résultats, elle est constituée des arrondissements Nkondjock et Nord-Makombe. Cette classe se distingue par des dépenses en phytosanitaires et un nombre d'interventions supérieurs aux moyennes générales contrairement à la surface terrière des arbres associées qui est inférieure.

Enfin la classe 8 est identique que celle par arrondissement des résultats avec les arrondissements Sa'a, Okola, Tombel, Nguti, Ndom et Nyanon caractérisés par une surface terrière des cacaoyers et totale et un âge des cacaoyers élevés.

Annexe 33 : Extrait du document d'orientation sur la végétation indigène et écosystèmes naturels  
du 27 mai 2021

Ce document fournit des orientations pour la mise en oeuvre des sections 6.1, 6.2 et 6.3 de la norme 2020 pour une agriculture durable de Rainforest Alliance.



➤ **Exigence principale**

**Exigence 6.2.2** Les exploitations agricoles conservent tous les arbres des forêts restantes, sauf lorsqu'ils constituent un danger pour les personnes ou les infrastructures. Les autres arbres autochtones de l'exploitation agricole et leurs coupes sont gérés durablement de manière à ce que la même quantité et la



➤ **Compteur Intelligent obligatoire**

**Exigence 6.2.3** Les producteurs maintiennent le couvert de végétation naturelle et la direction en fait le suivi et rédige des rapports annuels sur l'indicateur dès la première année.

S'il y a moins de 10 % de la surface totale sous couvert de végétation naturelle ou moins de 15 % pour les exploitations agricoles cultivant des cultures tolérantes à l'ombre, alors la direction établit des objectifs et prend des mesures pour que les exploitations agricoles atteignent ces seuils comme le requiert la section 6.2.4.

La végétation naturelle est composée en majorité d'espèces indigènes ou adaptées localement, ressemblant à la composition en espèces et à la structure de la végétation qui existe ou existerait en l'absence d'interférence humaine. La végétation naturelle peut inclure l'un ou plusieurs des types suivant (non exclusifs) :

- Zones ripariennes tampons
- Zones de conservation au sein de l'exploitation agricole
- Végétation naturelle dans les systèmes agroforestiers
- Plantations aux niveaux des limites/frontières, barrières et palissades vivantes autour des logements et des infrastructures ou autres façons
- Zones de conservation et de restauration en dehors de l'exploitation agricole certifiée qui fournissent effacement une protection à long terme des zones concernées (pour au moins 25 ans) et produisent une valeur de

## Annexe 34 : Extrait du standard du Commerce Equitable Fairtrade pour le cacao

**3.4 Prévention de la déforestation et développement environnemental****3.4.1 NOUVEAU JANVIER 2024 Protection des forêts et des écosystèmes**

<b>S'applique</b> : aux OPP	
<b>Fond.</b>	<p>Vos membres ne sont pas à l'origine de la déforestation ou de la dégradation de forêts primaires ou secondaires, de zones protégées et de zones à haute valeur de conservation ou à haut stockage de carbone dans le but de convertir des terres en zone de production agricole, depuis le 31 décembre 2018.</p> <p>La production n'a pas lieu dans les zones tampons officiellement désignées, sauf si elle est conforme à la loi applicable.</p>
<b>Année 0</b>	
<p><b>Recommandation</b> : La déforestation est la conversion de forêts en une autre utilisation des terres ou la réduction permanente du couvert forestier en dessous du seuil minimum de 10 % (<a href="#">Évaluation des ressources forestières mondiales, FAO, 2015</a>).</p> <p>Les activités suivantes ne sont pas considérées comme de la "déforestation" :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lorsqu'une culture arboricole est remplacée par une autre (par exemple le cacao, le café ou un arbre fruitier) ;</li> <li>• Gestion des arbres dans les systèmes de production agroforestiers ou potagers familiaux.</li> </ul> <p>Vos membres peuvent identifier des zones protégées avec l'aide des autorités locales, régionales ou nationales.</p> <p>Veillez noter que cette exigence complète l'exigence 3.2.31 du Standard pour les OPP "Protection des forêts et de la végétation".</p>	

## Annexe 35 : Caractéristiques d'un système agroforestier selon le référentiel SAF-ART de Nitidae

	Entrée dans le label	Conversion	Entrée dans l'étape «Système agroforestier»	Système Agroforestier
<b>Définition</b>	Un producteur entre dans le label lorsqu'il le souhaite, soit pour valoriser un système agroforestier qu'il possède déjà soit pour entamer une transition agroforestière.	La période de conversion débute lorsqu'un producteur souhaite amorcer une transition agroforestière dans sa parcelle et se transforme en labélisation SAF lorsqu'une surface terrière de 8 m <sup>2</sup> /hectare est atteinte (pour une densité minimale de 20 arbres par hectare)	Une parcelle atteint le stade « SAF » lorsque la surface terrière est au moins égale à 8 m <sup>2</sup> /hectare pour une densité minimale de 20 arbres par hectare.	Une parcelle se maintient en système agroforestier tant qu'elle respecte les critères de couvert (surface terrière) et de diversité (présence d'origines d'arbres différentes).
<b>Densité</b>	La densité d'arbres est mesurée.	Le producteur reste dans la démarche de transition agroforestière tant que la densité mesurée à l'entrée dans le label ne diminue pas de 50%.	Minimum 20 arbres par hectare	NON SUIVIE EN PERIODE SAF
<b>Surface terrière</b>	La surface terrière est mesurée : si elle est inférieure à 8 m <sup>2</sup> /hectare le producteur est en stade conversion sinon il peut passer en stade agroforestier (à condition de respecter également les critères de diversité)	NON SUIVI EN PERIODE DE CONVERSION.  (NB : à la demande du producteur la surface terrière peut-être mesurée afin de savoir si la parcelle a atteint le seuil de 8 m <sup>2</sup> /hectare qui permet le passage en SAF.)	Minimum 8m <sup>2</sup> /hectare	La surface terrière doit être au minimum égale à 8m <sup>2</sup> /hect et rester stable ou augmenter d'une année sur l'autre (du fait de la croissance des arbres ou de l'introduction de nouveaux arbres).
<b>Diversité</b>	La proportion d'origine des arbres est mesurée (% rémanents, % recrû, % plantation).  Le nombre d'espèces différentes est évalué (sans identification de l'espèce).	Les arbres rémanents doivent être conservés.  Les arbres de recrû doivent représenter au moins 20% des arbres.	Le nombre d'espèces différentes est évalué (sans identification de l'espèce).	Les arbres rémanents doivent être conservés.  Les arbres de recrû doivent représenter au moins 20% des arbres. (ces critères ne sont vérifiés qu'en cas de chute de la surface terrière)

Annexe 36 : Nombre et part des 15 espèces les plus recensées dans les cacaoyères de chaque région

(couleur grise = fruitier) - 242 espèces différentes recensées dans l'ensemble des plantations visitées toutes régions confondues

n°	Centre			Est			Littoral			Sud			Sud-Ouest		
	Nom vernaculaire	Nombre	% du total	Nom vernaculaire	Nombre	% du total	Nom vernaculaire	Nombre	% du total	Nom vernaculaire	Nombre	% du total	Nom vernaculaire	Nombre d'individus	% du total
1	Safoutier	134	9,53	Avocatier	142	7,56	Colatier	63	13,18	Avocatier	217	17,28	Safoutier	59	14,68
2	Avocatier	92	6,54	Mepepe	90	4,79	Safoutier	46	9,62	Safoutier	76	6,05	Avocatier	46	11,44
3	Frake	86	6,12	Ebebeng	86	4,58	Abale	19	3,97	Ebebeng	70	5,57	Mango	36	8,955
4	Djansang	59	4,20	Diania/Ohia/Odou	71	3,78	Mandariner	19	3,97	Frake	68	5,41	Oranger	25	6,219
5	Lotofa/Nkanang	57	4,05	Essak	63	3,35	Avocatier	16	3,35	Mepepe	42	3,34	Iroko	20	4,975
6	Manguier	51	3,63	Abale	59	3,14	Mbikam	16	3,35	Ficus arbres	41	3,26	Dabema	20	4,975
7	Iroko	35	2,49	Ficus arbres	55	2,93	Mepepe	14	2,93	Essak	38	3,03	Colatier	18	4,478
8	Diania/Ohia/Odou	33	2,35	Safoutier	51	2,72	Mutundo	14	2,93	Mutundo	37	2,95	Fromager	16	3,98
9	Mandariner	31	2,20	Longhi Rouge	50	2,66	Padouk blanc	12	2,51	Abale	29	2,31	Goyavier	15	3,731
10	Colatier	28	1,99	Mutundo	47	2,50	Bitter kola	12	2,51	Parasolier	29	2,31	Manguier	11	2,736
11	Ilomba	28	1,99	Manguier	37	1,97	Djansang	11	2,30	Ficus epiphytes	27	2,15	Djansang	10	2,488
12	Niove	27	1,92	Obova	35	1,86	Iroko	9	1,88	Diania/Ohia/Odou	25	1,99	Padouk Rouge	9	2,239
13	Ficus arbres	26	1,85	Evolet	34	1,81	Blinga	9	1,88	Ilomba	20	1,59	Framiré	9	2,239
14	koto	22	1,56	Frake	33	1,76	Tulpiet du Gabon	9	1,88	Mouvingui	18	1,43	Crabwood	8	1,99
15	Mouvingui	22	1,56	Fromager	33	1,76	Citron	9	1,88	Manguier	17	1,35	Kumbi	8	1,99



Annexe 37 : Nombre d'arbres forestiers total et appartenant à la strate 1 et part des forestiers appartenant à la strate 1 aux échelles région, département et arrondissement

		Nombre arbres forestiers	Nbre a. forestiers strate 1	% arbres forestiers strate 1
<b>Région</b>	Centre	1054	89	8,44
	Est	1589	129	8,12
	Littoral	376	66	17,55
	Sud	918	135	14,71
	Sud-Ouest	232	4	1,72
<b>Département</b>	Dja et Lobo	697	88	12,63
	Haut-Nyong	887	95	10,71
	Kadei	497	31	6,24
	Koupe-Manengouba	161	3	1,86
	Lékié	379	32	8,44
	Lom et Djerem	205	3	1,46
	Mbam et Kim	381	42	11,02
	Meme	71	1	1,41
	Nkam	144	51	35,42
	Nyong ekelle	202	14	6,93
	Nyong et So'o	92	1	1,09
	Sanaga maritime	232	15	6,47
	Vallée du Ntem	221	47	21,27
<b>Arrondissement</b>	Ambam	17	113	15,04
	Batouri	13	266	4,89
	Bengbis	35	149	23,49
	Bissogo	5	78	6,41
	Bot makak	2	106	1,89
	Diang	3	205	1,46
	Dibang	12	96	12,50
	Djoum	12	169	7,10
	Doumaintang	24	236	10,17
	Dzeng	1	92	1,09
	Konye	1	34	2,94
	Ma'an	30	108	27,78
	Kumba 3	0	37	0,00
	Meyomessala	8	126	6,35
	Dja	61	486	12,55
	Mintom	33	253	13,04
	Ndelele	18	231	7,79
	Nord-Makombe	19	59	32,20
	Ndom	12	126	9,52
	Ngambetkar	10	137	7,30
	Ngoro	6	125	4,80
	Nguelmendouka	10	162	6,17
	Nguti	3	107	2,80
	Nkondjock Didipe	32	85	37,65
	Nyanon	3	106	2,83
	Tombel	0	54	0,00
	Sa'a	0	127	0,00
	Lobo	27	177	15,25
	Yoko	26	119	21,85

Annexe 38 : Ventes et revenus (ventes – dépenses en phytosanitaires)/ha/an et âge des planteurs aux échelles région, département et arrondissement

		Ventes/ha/an (FCFA)	Revenus/ha/an (FCFA)	Age planteur (années)	
<b>Région</b>	Littoral	1358860	1267564	51	
	Sud-Ouest	972335	912335	50	
	Centre	534395	888280	50	
	Sud	932280	522395	59	
	Est	398975	392157	52	
<b>Département</b>	Nkam	1323963	1473963	50	
	Lekie	1226705	1272160	54	
	Sanaga maritime	1195758	1243758	54	
	Meme	1009514	1070764	47	
	Mbam et Kim	923476	975476	45	
	Koupe - Manengouba	818906	873906	50	
	Nyong ekelle	722177	766177	47	
	Vallée du Ntem	666822	678822	52	
	Kadei	493430	499263	44	
	Dja et Lobo	449907	462182	62	
	Haut-Nyong	376652	383319	57	
	Lom et Djerem	235213	243413	48	
	Nyong et So'o	127375	142375	50	
	<b>Arrondissement</b>	Nkondjock	1427338	1594931	47
		Nyanon	1422494	1482494	52
Sa'a		1381521	1438664	52	
Okola		1318988	1358988	50	
Nord-Makombe		1200714	1335714	51	
Kumba 3		1242986	1316319	51	
Ngoro		1257143	1301310	37	
Lobo		995932	1029682	57	
Ndom		931138	970916	60	
Botmakak		921138	952805	48	
Tombel		895771	936771	51	
Yoko		806083	857083	46	
Konye		771875	825208	40	
Nguti		731042	811042	50	
Ma'an		789159	801159	53	
Ngambetikar		648401	738401	56	
Ndelele		682562	692526	57	
Nguelemendouka		666690	679190	62	
Ambam		558964	571777	49	
Djoum		546476	567476	60	
Dibang		472889	552889	47	
Bengbis		534503	543056	65	
Meyomessala		369215	384215	58	
Mintom		352287	357398	54	
Batouri		306000	306000	37	
Doumaintang		298917	298917	54	
Diang		235213	243413	48	
Dja		200917	208833	54	
Dzeng		127375	142375	50	