



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Diversité et dendrologie des cacaoyers d'une agroforêt en zone de forêt dense et humide de l'Est-Cameroun

Henri Séraphin ESSOMBA^{1*}, Jean Lagarde BETTI^{1,2}, Richard Jules PRISO¹,
Linda Raïssa NGUEMMOGNE³, Jules NGUEGUIM², Benjamin ONDO OBIANG¹ et
Oumar Farrick NJIMBAM¹

¹Département de Biologie et Physiologie des Organismes Végétaux, Faculté des Sciences, Université de Douala, BP 24 157 Cameroun.

²Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Yaoundé, Cameroun.

³Ministère des Enseignements Secondaires, Yaoundé, Cameroun.

*Auteur correspondant ; E-mail : henryseraphin29@gmail.com; Tel : 653284070.

Received: 24-08-2023

Accepted: 03-11-2023

Published: 31-10-2024

RESUME

Le défi actuel des acteurs de la filière cacao au Cameroun est de trouver des stratégies pour augmenter la production en cabosses mures et mûres des systèmes agroforestiers à base de cacaoyers (SAFc) camerounais afin de mieux répondre à la forte demande mondiale en fève de cacao. L'objectif de cette étude était de caractériser la diversité des cacaoyers et évaluer la dendrologie de variantes de cacaoyers identifiées dans un SAFc en zone de forêt dense et humide camerounaise. Un inventaire d'aménagement forestier a été fait du 02 septembre au 25 octobre 2020 afin de collecter les informations sur les cacaoyers de l'Exploitation Agricole BETTI (EAB). 3597 tiges de cacaoyers ont été dénombrées, représentant une densité moyenne de 309,11 tiges/ha et une surface terrière moyenne de 6,81 m²/ha. La caractérisation floristique des cacaoyers faite suivant des critères morphologiques des cabosses a permis d'identifier 18 variantes différentes de cacaoyers dont cinq : BoLiAl, BoPrOv, VePrOv, VbPrAl, BoPrAl ont des indices d'efficacité plus élevées dans un environnement complexe et très contraignant, c'est-à-dire qu'elles ont une production élevée en termes du nombre de cabosses et une bonne résistance de ces cabosses aux maladies et ravageurs. Le suivi de chacune de ces cinq variantes dans des parcelles sous traitements d'ombrage différent serait intéressant pour définir des modèles de SAFc qui combinent les ambitions de production du cacao de qualité et en quantité et de conservation d'un niveau élevé de la biodiversité en milieu forestiers.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Systèmes Agroforestiers à base cacaoyers (SAFc), variantes de cacaoyers, production des variantes de cacaoyers, indices d'efficacité des variantes, modèles de SAFc.

Diversity and dendrology of cocoa trees in an agroforest in the humid dense forest of East-Cameroon

ABSTRACT

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v18i5.22>

9498-IJBCS

The challenge of stakeholders in the cocoa sector in Cameroon is to find strategies to increase the production of mature and ripe cocoa pods from the cocoa-based agroforestry systems (cAFS) in order to better meet the high global demand of cocoa beans. The objective of this study was to characterize the diversity and evaluate the dendrology of cocoa trees variants identified in a cAFS in the humid dense forest zone of East Cameroon. A forest management inventory was carried out from September 2nd to October 25, 2020 in order to collect data on the cocoa trees of the BETTI Agricultural Exploitation (EAB). 3597 stems of cocoa trees were counted, representing an average density of 309.1 stems/ha with an average basal area of 6.81m²/ha. The floristic characterization of cocoa trees made according to morphological criteria of cocoa pods made it possible to identify 18 different variants of cocoa trees, five of which: BoLiAl, BoPrOv, VePrOv, VbPrAl, BoPrAl have high efficiency indices, meaning that, they have a high production in terms of the number of pods and a good resistance of these pods to pests and diseases in a complex and restrictive environment. The monitoring of each of these five variants in plots under different shading treatments would be interesting to define a model of cAFS that better combine high quantity and quality cocoa production and conservation of high level of biodiversity in forest environment.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Cocoa based Agroforestry Systems (cAFS), Cocoa tree variants, Production of cocoa tree variants, Cocoa variant efficiency index, cAFS model.

INTRODUCTION

Les systèmes agroforestiers basés sur des cultures pérennes représentent une part importante des zones agroforestières mondiales et impliquent un nombre considérable d'agriculteurs familiaux (Pedelahore, 2014 ; Assogbadjo et al., 2021). Ces systèmes aménagés sont de véritables réservoirs de conservation de la biodiversité et contribuent dans certains pays à réduire la pression sur les forêts naturelles. L'un des axes stratégiques pour la conservation des plantes est de comprendre et de documenter la biodiversité dans toutes ses composantes aussi bien dans des milieux naturels que dans les environnements aménagés ou habitats artificiels (Onana et al., 2019). Au Cameroun, la cacaoculture est majoritairement pratiquée dans les systèmes agroforestiers (SAFc) dont la principale caractéristique est le faible rendement en cacao marchand, pourtant le cacao et le café sont parmi les spéculations agricoles stratégiques du Cameroun (Maledy et al., 2022). Il est urgent d'améliorer les pratiques culturelles visant à maintenir l'hygiène dans les vergers et à augmenter les rendements (Drabo et al., 2022).

L'Exploitation Agricole BETTI (EAB) est un agrosystème à base de cacaoyers expérimental mise sur pied vers la fin des

années 2000 avec pour vocation principale la recherche, en vue de l'amélioration de la production du cacaoyer dans les systèmes agroforestiers tout en réduisant la déforestation due au cacao culture sur les écosystèmes forestiers en zone de forêt dense et humide de l'Est-Cameroun. La mise en place des premières parcelles a commencé précisément en 2008 et s'est fait suivant un itinéraire technique différent de ceux recommandés par les agronomes. En effet, les plants de cacaoyers provenant de plusieurs bassins de production du Cameroun ont été introduits directement après le défrichage du sous-bois d'une forêt secondaire mature, ceci dans le but d'essayer de mettre les jeunes plans dans un environnement très complexe et contraignant, différent de celui de l'itinéraire technique proposé par les agronomes. Par la suite, un abattage sélectif des arbres de faibles diamètres et certains gros arbres à ombrage excessif a été effectué afin de ne pas perturber gravement le milieu. À l'issue de ces travaux, les cacaoyers semés se sont retrouvés dans une sorte d'agroforêt complexe dans laquelle quelques arbres fruitiers ont été ajoutés, formant ainsi une mosaïque dont la structure et le fonctionnement sont proches de celui de la forêt secondaire préexistante. L'agrosystème a été entretenu par défrichage régulier des

adventices et les cacaoyers survivants ont été suivis et nettoyés jusqu'à leur entrée en production. Aucun intrant chimique n'a été utilisé ni pour enrichir le sol ni pour fertiliser les cacaoyers. Toutefois, un traitement phytosanitaire modéré a été apporté pour réduire les effets de la pourriture brune sur les cabosses et des insectes ravageurs sur les feuilles, les fleurs et les jeunes cabosses (chêrelles) tout au long du cycle biologique des jeunes cacaoyers. Une première étude visant à caractériser la diversité de la florule arborée de cet agrosystème a été réalisée (Seraphin et al., 2021) ; cette seconde se propose de caractériser la diversité des cacaoyers et d'évaluer la dendrologie des variantes de cacaoyers identifiés dans ce SAFc.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

L'EAB est un système agroforestier à base de cacaoyers (SAFc) situé en zone de forêt dense et humide de l'Est Cameroun, dans le village Pk 15 à cheval entre la forêt communale de Doumé et la forêt communautaire de Mbeth II (Seraphin et al., 2021). L'ensemble de l'EAB couvre une superficie actuelle de 140 hectares et est constituée de trois plantations (P₁, P₂ et P₃) subdivisées en blocs contenant des cacaoyers d'âges différents. Ces trois plantations s'étalent de part et d'autre le long de la bretelle reliant le village Bouam et la ville de Dimako. Elle est délimitée par les rivières Mokambo à droite et Sée à gauche lorsqu'on y accède en venant du village Bouam. Le climat de l'EAB est équatorial de type Guinéen à quatre saisons inégalement réparties, deux petites saisons sèches et deux grandes saisons de pluie. Le Tableau 1 présente chacune des trois plantations qui constituent l'EAB et leurs blocs respectifs.

Matériel

Le matériel utilisé sur le terrain était constitué des machettes pour défricher les mauvaises herbes lors du tracé des layons et de la matérialisation des parcelles de comptage.

Un GPS de marque Garmin pour prendre les coordonnées géographiques du début et de la fin des layons et du centre des parcelles ; la boussole intégrée du GPS a été utilisée pour déterminer l'azimute et orienter les layons. Un décimètre (100 mètres) a été utilisé pour tirer les parcelles de comptage et les jalons pour marquer les limites réelles des parcelles tirées (le début et la fin des parcelles). La peinture de couleur rouge, le diluant et le pinceau ont été utilisés pour marquer les jalons des parcelles. Le mètre ruban pour prendre les paramètres des pieds de cacaoyer et une fiche de comptage pour reporter les informations sollicitées et collectées sur les cacaoyers.

Méthodes

Les travaux se sont déroulés entre le 02 septembre et le 25 octobre 2021 et la méthode utilisée était celle des inventaires d'aménagement forestiers (MINFOF, 2019) en deux étapes : (1) l'élaboration d'un dispositif de sondage (ou carte de sondage) et (2) la mise en œuvre de ce dispositif sur le terrain.

Elaboration du dispositif de sondage

L'élaboration du dispositif de sondage a permis de ressortir sur une carte tous les cheminements (trajectoires) qui ont été suivis sur le terrain lors de la collecte des informations sur les cacaoyers. L'obtention de cette carte est passée par la détermination de l'intensité de Sondage (IS) qui est le pourcentage (%) de la Superficie Sondée (SS) sur la Superficie Utile (SU) ou la Surface Totale (ST) des trois plantations de l'agrosystème. La Figure 1 présente la carte ou dispositif de sondage réalisé dans le cadre de cette étude.

Mise en œuvre du dispositif de sondage

La mise en œuvre du dispositif de sondage sur le terrain s'est faite en trois phases et a mobilisé deux équipes dont une pour le layonnage (ouverture des layons et chainage) et l'autre pour le comptage et la collecte des paramètres sur les cacaoyers.

Le layonnage ou ouverture des layons a consisté en la matérialisation dans chacune des

trois plantations des cheminements qui sont illustrés sur le dispositif ou carte de sondage. Ce travail s'est fait par dégagement des layons centraux sur une largeur d'un mètre entre les cacaoyers (qui sont eux-mêmes distantes de trois mètres les uns des autres), en coupant à la machette les herbes et les petits arbustes qui obstruent le chemin sur toute la longueur du layon.

Le chainage a consisté à matérialiser les parcelles contiguës de 0,125 ha soit 25 m de large (centrées sur le layon à 12,5 m de chaque côté) sur 50 m de long et à les délimiter par les jalons. C'est dans ces parcelles que le comptage et la collecte des informations sur les cacaoyers ont été faits.

Le comptage a consisté à numéroter chaque cacaoyer des parcelles des trois plantations avec un numéro unique et à collecter certains paramètres en l'occurrence : la hauteur de la tige, la circonférence de la tige à 50 cm du sol ; le nombre de chérelles (saines, malades, pourries et rongées) ; le nombre de cabosses (saines, malades, pourries et rongées) de plus de 10 cm ; la forme générale (allongée, ovale) des cabosses de chaque cacaoyer, la nature ou l'aspect (profond ou lisse) des sillons des cabosses de chaque cacaoyer et la couleur (bordeaux, verte, vert-blanchâtre, vert-rougeâtre, rouge-violacé.) des cabosses des cacaoyers sur les fiches de comptage préalablement élaborées.

Analyse des données

Paramètres structuraux des cacaoyers de l'EAB

L'analyse structurale s'est faite par le calcul de deux paramètres de structures : la densité et la surface terrière des cacaoyers de l'agrosystème.

Densité de cacaoyers

C'est le rapport entre le nombre de tige comptées (Ni) et la superficie sondée (Ss) sa formule est : $D=Ni/Ss$.

Surface terrière des cacaoyers

C'est la surface de la section transversale de l'arbre à 1,30 m au-dessus du

sol, c'est-à-dire la surface occupée par un arbre à l'hectare. La surface terrière d'un peuplement (G) représente donc la somme des surfaces terrières des individus pris individuellement. Sa formule mathématique est : $G = \sum (\pi D^2/4)$ Avec : G surface terrière ; D diamètre de la tige et $\pi = 3,1416$. Ces paramètres ont été calculés à l'aide du tableur Excel 2007.

Caractérisation des cacaoyers

Selon Loor (2007), les cabosses présentent une grande diversité de couleurs, de formes, de textures et de tailles, qui dépendent de l'origine génétique de l'arbre et de l'état de mûrissement du fruit. Ces caractéristiques morphologiques très diverses des cabosses ont traditionnellement servi à la classification des populations de cacaoyers. Dans le cadre de cette étude, la caractérisation des cacaoyers sur le plan floristique s'est faite grâce aux informations obtenues par la description détaillée des caractères morphologiques des cabosses de plus de 10 cm de chaque pied de cacaoyer d'un échantillon de 1789 tiges de cacaoyers préalablement numérotés. Les cacaoyers dont les cabosses présentaient les mêmes caractéristiques ont été regroupés et cela a permis de générer les différentes variantes de cacaoyers de cette exploitation. Chacune de ces variantes de cacaoyer a été obtenue à partir de la combinaison de trois critères à savoir : la couleur de la cabosse, l'aspect ou nature des sillons et la forme générale des cabosses. Ceci s'est fait en utilisant une expression composée de six lettres dont les deux premières lettres désignent la couleur : Bo pour Bordeaux, Ve pour vert, Vb pour le Vert-blanchâtre, Vr pour le Vert-rougeâtre et Rv pour le Rouge-violacé ; les troisièmes et quatrièmes lettres indiquent la nature ou aspect des sillons de la cabosse : Pr pour profond et Li pour lisse. Les cinquième et sixième lettres désignent la forme du fruit : Al pour allonger et Ov pour ovale. Ainsi par exemple, la variante BoLiOv désigne un cacaoyer qui produit les cabosses de couleur bordeaux, avec des sillons lisses et une forme ovale.

Paramètres dendrologiques

Les paramètres dendrologiques considérés ici ont été la productivité relative (nombre de cabosse par cacaoyer pour chacune des variantes de cacaoyer identifiées) et l'état sanitaire des cabosses de chaque variante de cacaoyer recensée. Du rapport de ces deux premiers paramètres découle l'efficacité de production (la performance) des différentes variantes de cacaoyers dans les plantations de l'Exploitation Agricole BETTI (EAB).

Productivité relative de cacaoyers

Elle est exprimée par le nombre moyen de cabosses (fruits) produit par tige de cacaoyer, elle est notée PR, sa formule mathématique est : $PR = nfr / nt$; Avec nfr : nombre de fruits et nt : nombre de tiges de cacaoyers de chaque variante.

Etat sanitaire des cacaoyers

Pour chaque variante de cacaoyer, l'état sanitaire a été exprimé par une formule intégrant le nombre total de cabosses saines ainsi que les cabosses attaquées (par la pourriture brune, par les capsides, par wilt (dessèchement précoce), par les rongeurs ou par d'autres maladies). Le degré ou l'ampleur de l'attaque de chaque variante de cacaoyer est donné par l'indice d'attaque parasitaire (I_p) qui est le rapport du nombre total de cabosses attaquées par le nombre total de cabosses recensées dans l'échantillon étudié de l'agrosystème. Sa formule est $I_p = \frac{\sum \text{fruits attaqués}}{\sum \text{total des fruits}}$. Cet indice est exprimé en pourcentage (%) et permet de déterminer le taux d'infestation des cabosses et par extension des cacaoyers de chaque variante identifiée dans l'agrosystème. Ce dernier est faiblement infesté lorsque l'indice est inférieur ou égale à 0,5 ($I_p \leq 0,5$) ; il est moyennement infesté lorsque I_p est compris dans l'intervalle $0,5 < I_p \leq 0,7$; les cacaoyers de l'agrosystème sont trop infestés par les maladies et ravageurs lorsque leur indice d'attaque parasitaire est supérieur à 0,7 ($I_p > 0,7$). Les vecteurs de l'attaque peuvent être des rongeurs, des champignons, des insectes, des chenilles ou

d'autres micro-organismes pathogènes. Ces deux paramètres dendrologiques (productivité et état sanitaire) de l'agrosystème ont été déterminés pour chaque variante de cacaoyer de l'exploitation et pour chacune des trois plantations de l'EAB.

Efficacité de production des cacaoyers

L'efficacité de production relative de chacune des variantes de cacaoyers est exprimée par son Indice de production efficace (I_{pe}). Il désigne le rapport de la productivité (nombre de cabosses par tige) et de l'indice d'attaques parasitaires (I_p). Sa valeur est comprise entre 0 et 0,7 et traduit la performance de chaque variante de cacaoyer dans son environnement de culture. Lorsque cet indice est inférieur ou égale à 0,25 ($I_{pe} \leq 0,25$), la variante est faiblement efficace c'est-à-dire qu'elle peut présenter ou non une bonne production en termes de cabosses, mais la plupart des cabosses produites sont sujettes aux attaques de maladies et de ravageurs. Elle est moyennement efficace lorsque son I_{pe} est comprise dans l'intervalle $0,25 < I_{pe} \leq 0,35$. Elle est efficace lorsque son indice d'efficacité (I_{pe}) est compris dans l'intervalle $0,35 < I_{pe} \leq 0,7$, c'est-à-dire qu'elle démontre une très bonne production en termes de cabosses et la plupart des cabosses produites sont très peu attaquées par des maladies et les ravageurs.

Analyses statistiques

L'analyse statistique des données a été faite dans le tableur Excel 2016 et le logiciel R version 3.5.1 (2018-07-02). Excel a permis d'épurer les données et de réaliser la statistique descriptive. Tous les paramètres étudiés ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) à un facteur dans le logiciel R et lorsque la différence était significative entre les différentes valeurs de chacun de ces paramètres, les moyennes étaient séparées par le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5% et les résultats donnés sous la forme valeur obtenue \pm écart type.

Tableau 1 : Superficies des différentes plantations de l'EAB, leurs blocs et leurs années de mise en place.

Plantations (superficie)	Localisation	Blocs	Superficies	Années de mise en place
Plantation 1 (42,5 ha)	Derrière les Cabanes	1	12,5ha	2013
		2	8ha	2011
		3	2ha	2008
		4	17ha	2011
		5	3ha	2015
Plantation 2 (47 ha)	En face des cabanes des ouvriers	1	7ha	2011
		2	26ha	2013
		3	14 ha	2018
Plantation 3 (43 ha)	Après le pont sur la rivière Sée	1	4ha	2011
		2	20ha	2013
		3	13ha	2015
		4	6ha	2018

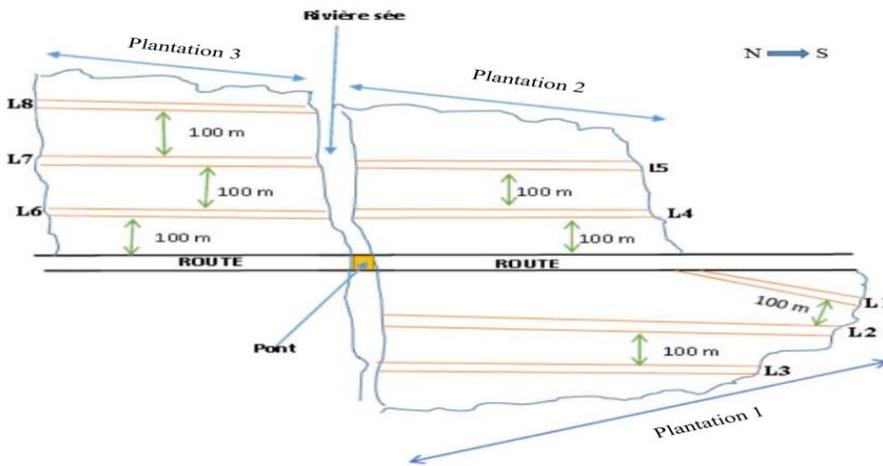


Figure 1 : Dispositif de sondage (ou Carte de sondage) mise en œuvre dans l'EAB.
Légende : L = layon de comptage ; N = Nord magnétique ; Sud = magnétique.

RESULTATS
Echantillonnage

La superficie échantillonnée est de 11,5 ha, distribuée dans les trois plantations ainsi qu'il suit : plantation P₁ (4,625 ha), plantation P₂ (2,750 ha) et plantation P₃ (4,125 ha). Le

taux de sondage moyen est de 10,97% ; la plantation P₁ a été la plus sondée avec un taux de sondage de 13,60%. Le Tableau 2 présente les caractéristiques du dispositif de sondage utilisé.

Paramètres structuraux des cacaoyers

Un total de 3597 tiges de cacaoyers a été dénombré sur la superficie sondée de 11,5 ha balayés par les équipes de comptage lors de la collecte des données. Les tiges comptées sont distribuées dans 92 parcelles ou unités de comptage. Le Champ1 (plantation P₁) est celui qui a le plus grand nombre de tiges de cacaoyers recensés (1420), suivi de la plantation P₃ (1413) avec un total très proche de celui de la plantation P₁. Seulement 764 pieds de cacaoyers ont été recensés dans la plantation P₂ (Figure 2).

Densité et surface terrière des cacaoyers.

La densité moyenne générale des trois plantations est de 309,11 tiges/ha. De manière spécifique, la plantation P₃ est la plus dense avec 342,79 tiges de cacaoyers à hectare. La plantation P₂ a la plus petite densité soit 277,45 tiges/ha. La surface terrière moyenne des cacaoyers des trois plantations est de 6,81 m²/ha. Avec 9,02 m²/ha, la plantation P₁ a la plus grande surface terrière de cacaoyers par rapport à P₂ et P₃ qui ont des surfaces terrières des cacaoyers respectives de 7,4 m²/ha et 4,01 m²/ha (Tableau 3). Il n'existe pas de différences significatives entre les densités des trois plantations. Par contre, il existe des différences significatives entre les surfaces terrières des trois plantations.

Paramètres floristiques des cacaoyers

Les variantes de cacaoyers ont été regroupées essentiellement sur la base de trois critères à savoir : la couleur, la profondeur des sillons et la forme des cabosses de plus de 10 cm. Un total de 18 variantes de cacaoyers a ainsi été identifié dans l'EAB, ce sont : les cacaoyers dont les cabosses présentent les caractéristiques (couleur, aspect des sillons et forme) suivantes : Bordeaux-Lisse-Allongée (BoLiAl), Bordeaux-Lisse-Ovale (BoLiOv), Bordeaux-Profond-Allongée (BoPrAl), Bordeaux-Profond-Ovale (BoPrOv), Vert-blanchâtre-Lisse-Allongée (VbLiAl), Vert-blanchâtre-Lisse-Ovale (VbLiOv), Vert-blanchâtre-Profond-Allongée (VbPrAl), Vert-

blanchâtre-Profond-Ovale (VbPrOv), Vert-Lisse-Allongée (VeLiAl), Vert-Lisse-Ovale (VeLiOv), Vert-Profond-Allongée (VePrAl), Vert-Profond-Ovale (VePrOv), Rouge-violacé-Lisse-Ovale (ViLiOv), Rouge-violacé-Profond-Allongée (ViPrAl), Vert-rougeâtre-Lisse-Allongée (VrLiAl), Vert-rougeâtre-Lisse-Ovale (VrLiOv), Vert-rougeâtre-Profond-Allongée (VrPrAl), Vert-rougeâtre-Profond-Ovale (VrPrOv) (Figure 3).

Cinq des dix-huit variantes de cacaoyers sont plus représentées dans l'agrosystème. Ces cinq variantes de cacaoyers sont : les cacaoyers qui produisent les cabosses de couleur Verte, avec des sillons Profondes et de forme Allongée (VePrAl avec 33,8% des tiges) ; les cacaoyers qui produisent les cabosses de couleur Verte, avec des sillons Lisses et de forme Ovale (VeLiOv avec 13,9%) ; les cacaoyers qui produisent les cabosses de couleur Verte-rougeâtre, avec des sillons Profondes et de forme Allongée (VrPrAl avec 10,2%) ; les cacaoyers qui produisent les cabosses de couleur Bordeaux, avec des sillons Profondes et de forme Allongée (BoPrAl avec 8,4%) et les cacaoyers qui produisent les cabosses de couleur Vert-blanchâtre, avec des sillons Profondes et de forme Allongée (VbPrAl avec 5,4%). Tandis que la variante la moins représentée est celle qui produit les cabosses de couleur Rouge-violacé, avec des sillons Profondes et de forme Allongée (ViPrAl avec 0,1%).

Densité de chacune des variantes de cacaoyers identifiés

Les densités des différentes variantes de cacaoyers sont présentées dans le Tableau 4. Sur les 18 variantes de cacaoyers recensés dans l'EAB, 16 sont présentes à différentes proportions dans les trois plantations, la variante de cacaoyer qui produit les cabosses VePrAl est la plus représentée dans les trois plantations, avec un maximum d'environ 60 tiges/ha à la plantation 1 et un minimum de 48 tiges/ha à la plantation 3. Cette dernière est suivie des variantes de cacaoyers qui produisent des cabosses VeLiOv, VrPrAl et

BoPrAl dans toutes les trois plantations. Par contre, les variantes de cacaoyers qui produisent les cabosses ViLiOv et ViPrAl sont les moins abondantes de l'EAB avec respectivement 2 et 3 tiges dans la plantation 1 et zéro dans les autres plantations.

Surfaces terrières des variantes de cacaoyer

La variante qui produit les cabosses VePrAl avec 2,63 m²/ha est de loin la plus représentée en termes de surface terrière suivie de VeLiAl (1,01 m²/ha), VrPrAl (0,84 m²/ha) et BoPrAl (0,63 m²/ha). Les autres variantes de cacaoyers ont des valeurs de surface terrière relativement faible avec BoPrOv et VrLiAl présentant les plus faibles valeurs, respectivement 0,1 m²/ha et 0,11 m²/ha (Figure 4).

Paramètres dendrologiques des cacaoyers

Les paramètres dendrologiques appréciés sont : la productivité en termes de cabosses par tige et l'état sanitaire des cabosses des tiges de cacaoyers pour chacune des 18 variantes de cacaoyers rencontrées dans l'Exploitation Agricole BETTI.

Productivité des variantes de cacaoyer

La productivité des variantes de cacaoyers a été exprimée par le nombre moyen de cabosses (fruits) par tige de cacaoyer. Le nombre moyen de cabosses par cacaoyer toutes variantes confondues est de 13,2 cabosses/tige. Par ordre décroissant, les variantes les plus productives de cet agrosystème sont : VrLiOv avec en moyenne 20 cabosses/tige ; ViLiOv, BoPrOv et VeLiOv avec 17 cabosses/tige ; VeLiAl et BoLiOv 16 cabosses/tige ; VrLiAl et VePrOv 14 cabosses/tige. La variante la moins productrice est ViPrAl avec en moyenne 1,5 cabosses/tige. La production varie significativement ($p < 0,001$) d'une variante de cacaoyer à une autre (Figure 5).

Etat sanitaire des variantes de cacaoyer

L'indice d'attaque parasitaire moyen général de cet agrosystème est de 0,399 soit environ 40%. Les variantes de cacaoyers les

plus sensibles aux maladies et ravageurs sont VeLiOv (52%), ViLiOv (50%), VeLiAl (49%), VePrAl (47%), VrLiOv (45%). Alors que les variantes les plus résistantes sont BoPrOv (27%), VrPrOv (32%), ViPrOv, BoLiAl et VbLiOv avec 33% chacune (Figure 6). En comparant les moyennes des indices d'attaques parasitaires des variantes de cacaoyers deux à deux, les p-value obtenues sont : $p = 0,0138096$ pour VeLiOv et BoPrAl ; $p = 0,0201684$ pour VrPrAl et VePrAl ; $p = 0,0006413$ pour VrPrAl et VeLiOv ; $p = 0,0015426$ pour VeLiOv et VbPrAl et $p = 0,0313802$ pour VePrAl et VbPrAl.

Efficacité de production des variantes de cacaoyers

L'efficacité de production relative à chaque variante est exprimée par son Indice de production efficace (Ipe). La valeur moyenne générale de cet indice d'efficacité de production de toutes les variantes de cacaoyers est de 0,3. Elle est de 0,61 pour la variante BoLiAl et respectivement de 0,44 ; 0,42 ; 0,38 et 0,37 pour les variantes BoPrOv, VePrOv, VbPrAl, VbPrAl. Ces cinq variantes peuvent être considérées comme les plus efficaces dans cet environnement. Par contre cet indice est faible pour les variantes ViLiOv (0,27) et VeLiOv (0,05). Il existe une différence significative entre la valeur moyenne d'efficacité de la variante BoLiAl et toutes les autres valeurs moyennes d'efficacité trouvées ainsi qu'entre les valeurs moyennes d'efficacité des variantes BoPrOv ; VePrOv ; VbPrAl ; VbLiAl ; BoPrAl ; VrLiAl ; VrPrOv ; BoLiOv ; VrPrAl ; VbLiOv ; ViPrAl ; VbPrOv ; VrLiOv ; VeLiAl ; VePrAl et la valeur moyenne d'efficacité de la variante ViLiOv. Mais la différence d'efficacité n'est pas significative entre les variantes BoPrOv ; VePrOv ; VbPrAl ; VbLiAl ; BoPrAl ; VrLiAl ; VrPrOv ; BoLiOv ; VrPrAl ; VbLiOv ; ViPrAl ; VbPrOv ; VrLiOv ; VeLiAl ; VePrAl (Figure 7).

Tableau 2 : Caractéristiques du dispositif de sondage.

Plantations	layons	Parcelles		SS (ha)		Taux de Sondage (%)	ST (ha)	SU (ha)
		Parcelle / layon	Parcelle / plantation	SS / layon	SS / plantation			
1	L1	2,5	37	0,3125	4,625	13,60	42,5	34
	L2	24,5		3,0625				
	L3	10		1,250				
2	L4	12	22	1,500	2,750	7,31	47	37,6
	L5	10	1,250					
3	L6	9	33	1,125	4,125	12	43	34,4
	L7	12		1,500				
	L8	12		1,500				
Total	8	92	92	11,5	11,5	10,97	132,5	106

Légende : SS = superficie sondée ; SU = superficie utile ; ST = superficie totale

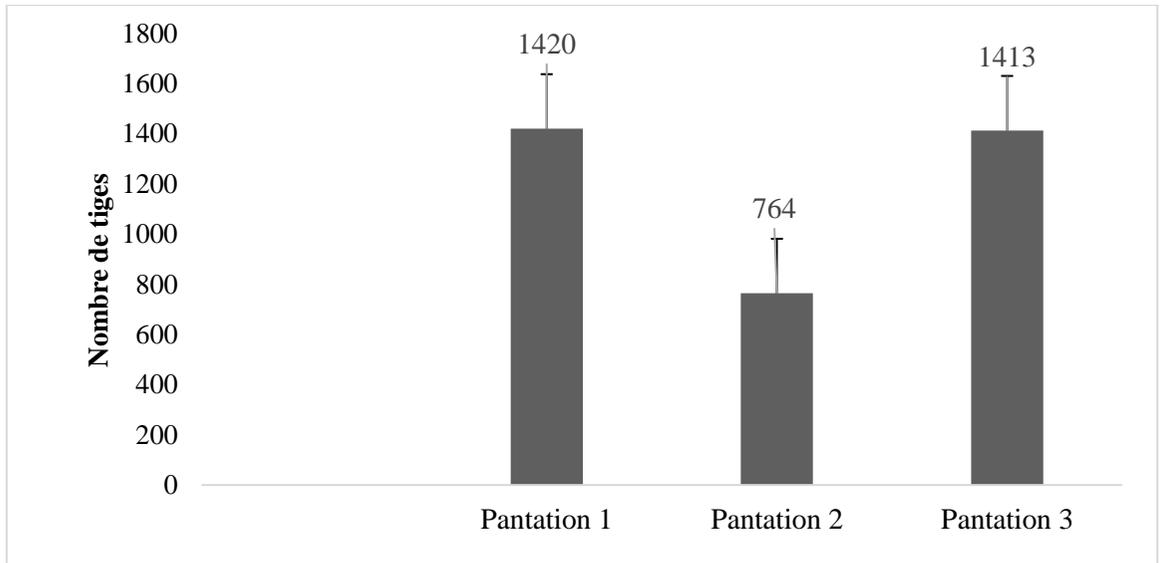


Figure 2 : Nombre de tiges de cacaoyers par plantation.

Tableau 3 : Densité et surface terrière des cacaoyers.

Paramètres Structuraux	Plantation 1	Plantation 2	Plantation 3	Moyennes générales
Densités (cacaoyers/ha)	307,08±66 ^a	277,45±107 ^a	342,79±97 ^a	309,11±151 ^a
Surfaces terrières (m ² /ha)	9,02±13 ^a	7,4±9 ^b	4,01±3 ^{ab}	6,81±4 ^b

Pas de différence significative entre les chiffres portant la même lettre sur la même ligne.

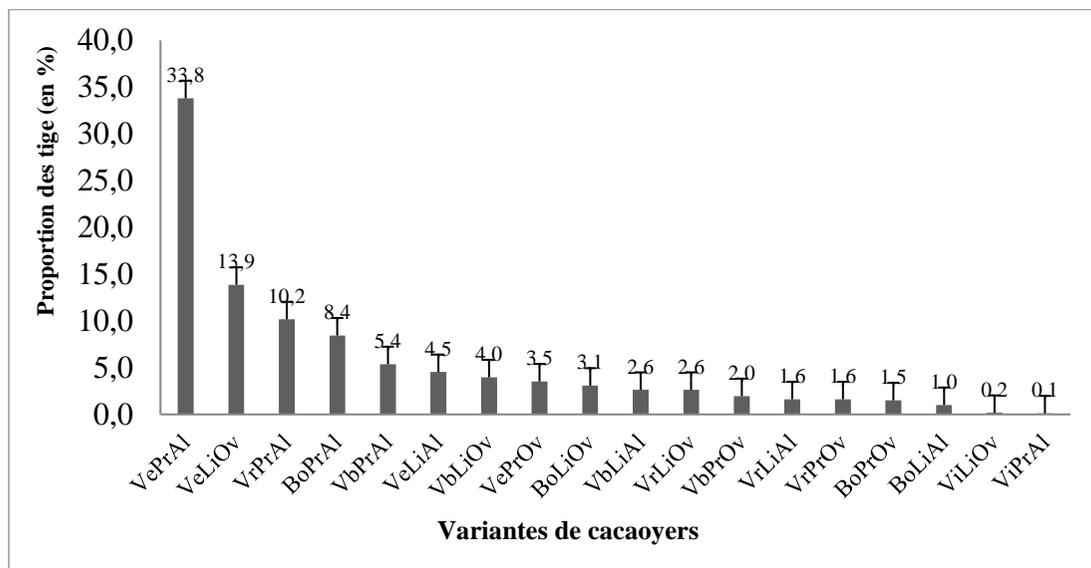


Figure 3 : Proportion des 18 variantes de cacaoyers recensées.

Légende : VePrAl = Vert-Profond-Allongée ; VeLiOv = Vert-Lisse-Ovale ; VrPrAl = Vert-rougeâtre-Profond-Allongée ; BoPrAl = Bordeaux-Profond-Allongée ; VbPrAl = Vert-blanchâtre-Profond-Allongée ; VeLiAl = Vert-Lisse-Allongée ; VbLiOv = Vert-blanchâtre-Lisse-Ovale ; VePrOv = Vert-Profond-Ovale ; BoLiOv = Bordeaux-Lisse-Ovale ; VbLiAl = Vert-blanchâtre-Lisse-Allongée ; VrLiOv = Vert-rougeâtre-Lisse-Ovale ; VbPrOv = Vert-blanchâtre-Profond-Ovale ; VrLiAl = Vert-rougeâtre-Lisse-Allongée ; VrPrOv = Vert-rougeâtre-Profond-Ovale ; BoLiAl = Bordeaux-Lisse-Allongée ; BoPrOv = Bordeaux-Profond-Ovale ; ViLiOv = Rouge-violacé-Lisse-Ovale ; ViPrAl = Rouge-violacé-Profond-Allongée.

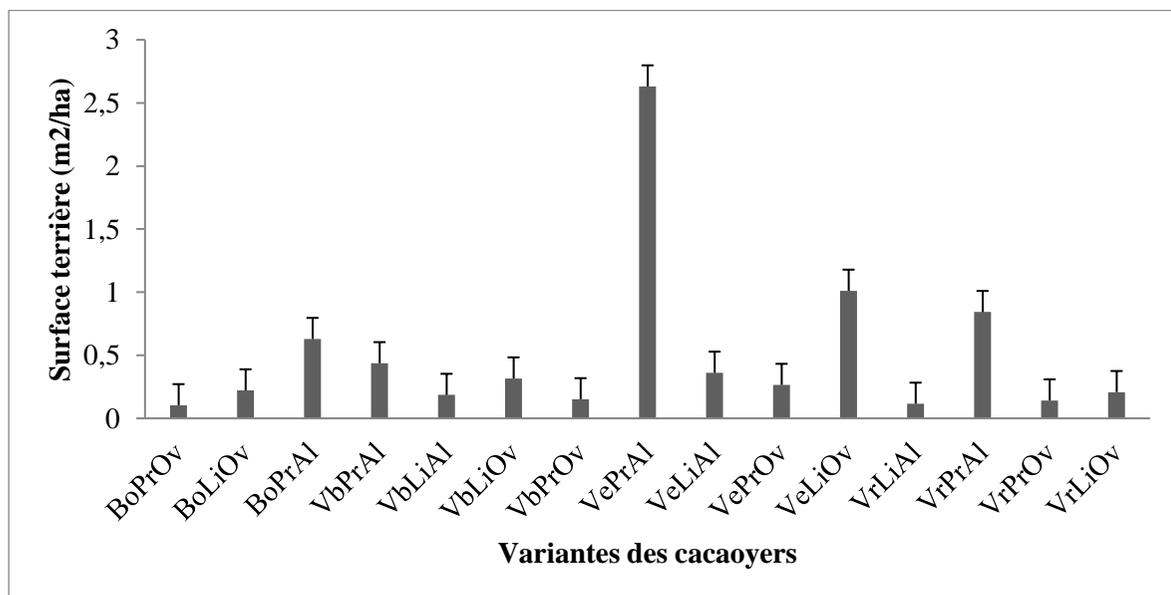


Figure 4 : Surfaces terrières des variantes de cacaoyers.

Légende : BoPrOv = Bordeaux-Profond-Ovale ; BoLiAl = Bordeaux-Lisse-Allongée ; BoPrAl = Bordeaux-Profond-Allongée ; VbPrAl = Vert-blanchâtre-Profond-Allongée ; VbLiAl = Vert-blanchâtre-Lisse-Allongée ; VbLiOv = Vert-blanchâtre-Lisse-Ovale ; VbPrOv = Vert-blanchâtre-Profond-Ovale ; VePrAl = Vert-Profond-Allongée ; VeLiAl = Vert-Lisse-Allongée ; VePrOv = Vert-Profond-Ovale ; VeLiOv = Vert-Lisse-Ovale ; VrLiAl = Vert-rougeâtre-Lisse-Allongée ; VrPrAl = Vert-rougeâtre-Profond-Allongée ; VrPrOv = Vert-rougeâtre-Profond-Ovale ; VrLiOv = Vert-rougeâtre-Lisse-Ovale.

Tableau 4 : Densité par variante de cacaoyers.

Variantes de cacaoyers	Plantation 1			Plantation 2			Plantation 3			Total général		
	Nombre de tiges	SS (ha)	Densité (tige/ha)	nombre de tiges	SS (ha)	Densité (tige/ha)	nombre de tiges	SS (ha)	Densité (tige/ha)	nombre de tiges	SS (ha)	Densité (tige/ha)
BoLiAl	3	4,625	0,65	6	2,75	2,18	9	4,125	2,18	18	11,5	1,57
BoLiOv	16	4,625	3,46	19	2,75	6,91	20	4,125	4,85	55	11,5	4,78
BoPrAl	70	4,625	15,14	30	2,75	10,91	51	4,125	12,36	151	11,5	13,13
BoPrOv	16	4,625	3,46	3	2,75	1,09	8	4,125	1,94	27	11,5	2,35
VbLiAl	6	4,625	1,30	11	2,75	4,00	30	4,125	7,27	47	11,5	4,09
VbLiOv	11	4,625	2,38	9	2,75	3,27	51	4,125	12,36	71	11,5	6,17
VbPrAl	16	4,625	3,46	18	2,75	6,55	62	4,125	15,03	96	11,5	8,35
VbPrOv	5	4,625	1,08	11	2,75	4,00	19	4,125	4,61	35	11,5	3,04
VeLiAl	36	4,625	7,78	8	2,75	2,91	37	4,125	8,97	81	11,5	7,04
VeLiOv	149	4,625	32,22	39	2,75	14,18	60	4,125	14,55	248	11,5	21,57
VePrAl	271	4,625	58,59	135	2,75	49,09	199	4,125	48,24	605	11,5	52,61
VePrOv	33	4,625	7,14	10	2,75	3,64	20	4,125	4,85	63	11,5	5,48
ViLiOv	3	4,625	0,65	0,00	2,75	0,00	0,00	4,125	0,00	3	11,5	0,26
ViPrAl	2	4,625	0,43	0,00	2,75	0,00	0,00	4,125	0,00	2	11,5	0,17
VrLiAl	13	4,625	2,81	7	2,75	2,55	9	4,125	2,18	29	11,5	2,52
VrLiOv	21	4,625	4,54	10	2,75	3,64	16	4,125	3,88	47	11,5	4,09
VrPrAl	64	4,625	13,84	64	2,75	23,27	54	4,125	13,09	182	11,5	15,83
VrPrOv	12	4,625	2,59	9	2,75	3,27	8	4,125	1,94	29	11,5	2,52
Total Général	1420	4,625	307,0	763	2,75	277,45	1414	4,125	342,79	3597	11,5	312,78

Légende : BoLiAl : Bordeaux-Lisse-Allongée ; BoLiOv : Bordeaux-Lisse-Ovale ; BoPrAl : Bordeaux -Profond-Allongée ; BoPrOv : Bordeaux-Profond-Ovale ; VbLiAl : Vert-blanchâtre-Lisse-Allongée ; VbLiOv : Vert-blanchâtre-Lisse-Ovale ; VbPrAl : Vert-blanchâtre-Profond-Allongée ; VbPrOv : Vert-blanchâtre-Profond-Ovale ; VeLiAl : Vert-Lisse-Allongée ; VeLiOv : Vert-Lisse-Ovale ; VePrAl : Vert-Profond-Allongée ; VePrOv : Vert-Profond-Ovale ; ViLiOv : Rouge-violacé-Lisse-Ovale ; ViPrAl : Rouge-violacé-Profond-Allongée ; VrLiAl : Vert-rougeâtre-Lisse-Allongée ; VrLiOv : Vert-rougeâtre-Lisse-Ovale ; VrPrAl : Vert-rougeâtre-Profond-Allongée ; VrPrOv : Vert-rougeâtre-Profond-Ovale.

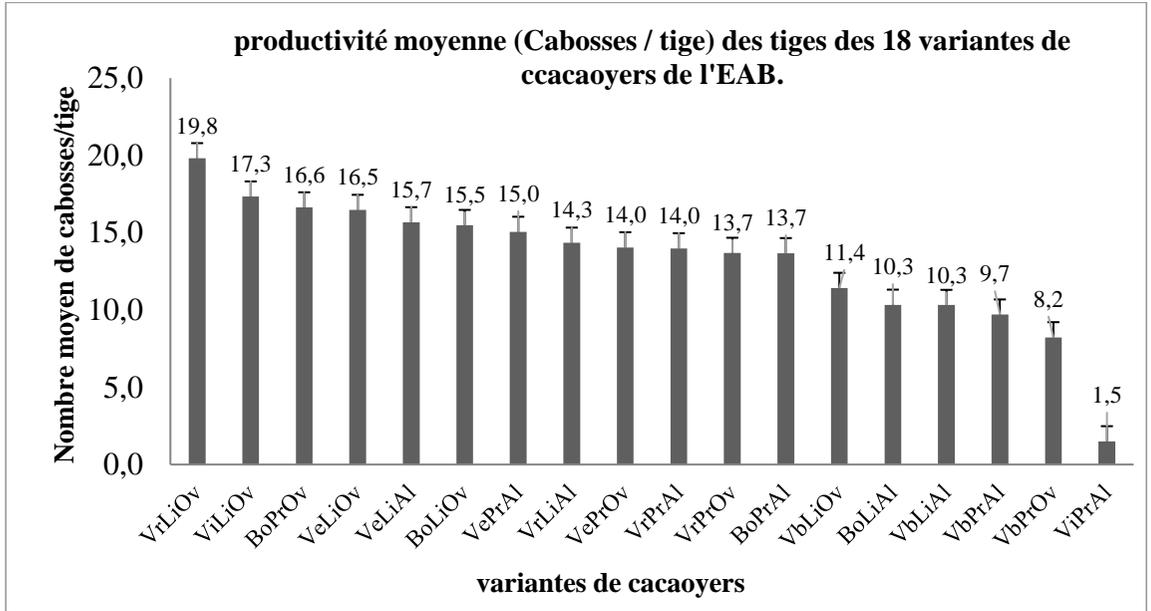


Figure 5 : Productivité des 18 variantes de cabosses de cacaoyers.

Légende : VrLiOv = Vert-rougeâtre-Lisse-Ovale ; ViLiOv = Rouge-violacé-Lisse-Ovale ; BoPrOv = Bordeaux-Profond-Ovale ; VeLiOv = Vert-Lisse-Ovale ; VeLiAl = Vert-Lisse-Allongée ; BoLiOv = Bordeaux-Lisse-Ovale ; VePrAl = Vert-Profond-Allongée ; VrLiAl = Vert-rougeâtre-Lisse-Allongée ; VePrOv = Vert-Profond-Ovale ; VrPrAl = Vert-rougeâtre-Profond-Allongée ; VrPrOv = Vert-rougeâtre-Profond-Ovale ; BoPrAl = Bordeaux -Profond-Allongée ; VbLiOv = Vert-blanchâtre-Lisse-Ovale ; BoLiAl = Bordeaux-Lisse-Allongée ; VbLiAl = Vert-blanchâtre-Lisse-Allongée ; VbPrAl = Vert-blanchâtre-Profond-Allongée ; VbPrOv = Vert-blanchâtre-Profond-Ovale ; ViPrAl = Rouge violacé-Profond-Allongée.

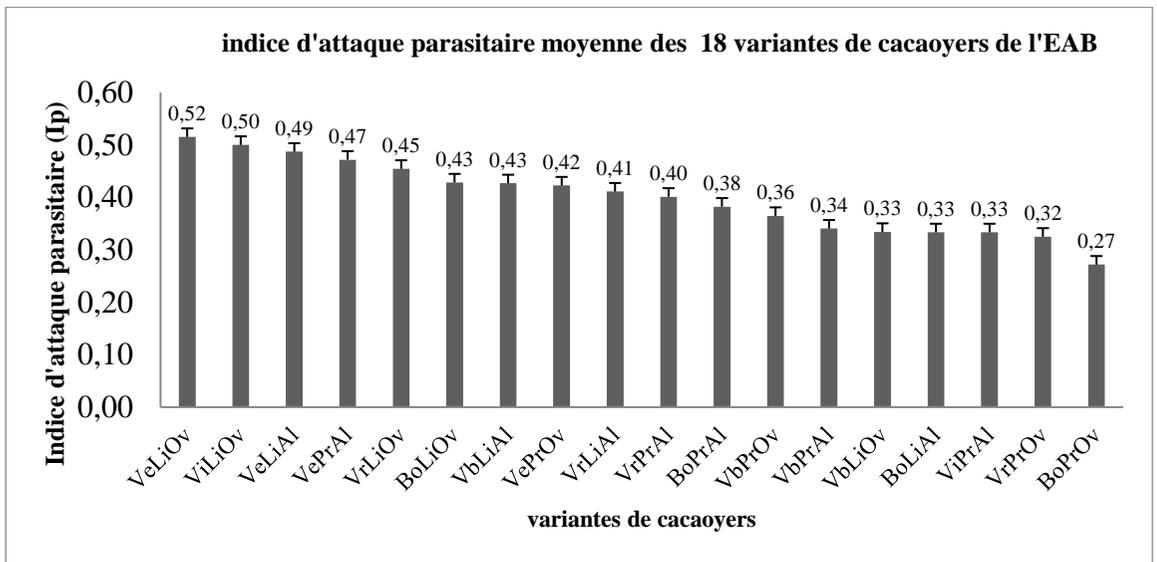


Figure 6 : Indice d'attaque parasitaire Ip des différentes variantes de cacaoyers.

Légende : VeLiOv = Vert-Lisse-Ovale ; ViLiOv = Rouge-violacé-Lisse-Ovale ; VeLiAl = Vert-Lisse-Allongée ; VePrAl = Vert-Profond-Allongée ; VrLiOv = Vert-rougeâtre-Lisse-Ovale ; BoLiOv = Bordeaux-Lisse-Ovale ; VbLiAl = Vert-blanchâtre-Lisse-Allongée ; VePrOv = Vert-Profond-Ovale ; VrLiAl = Vert-rougeâtre-Lisse-Allongée ; VrPrAl = Vert-rougeâtre-Profond-Allongée ; BoPrAl = Bordeaux -Profond-Allongée ; VbPrOv = Vert-blanchâtre-Profond-Ovale ; VbPrAl = Vert-blanchâtre-Profond-Allongée ; VbLiOv = Vert-blanchâtre-Lisse-Ovale ; BoLiAl = Bordeaux-Lisse-Allongée ; ViPrAl = Rouge-violacé-Profond-Allongée ; VrPrOv = Vert-rougeâtre-Profond-Ovale ; BoPrOv = Bordeaux-Profond-Ovale.

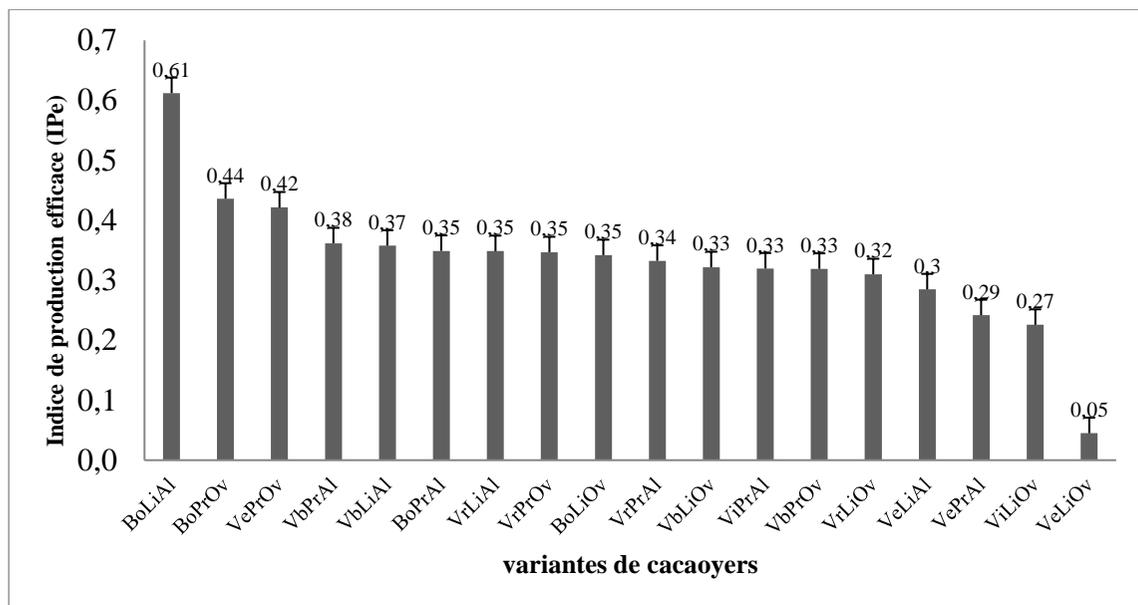


Figure 7 : Productivité efficace relative des différentes variantes de cacaoyers.

Légende : BoLiAl = Bordeaux-Lisse-Allongée ; BoPrOv = Bordeaux-Profond-Ovale ; VePrOv = Vert-Profond-Ovale ; VbPrAl = Vert-blanchâtre-Profond-Allongée ; VbLiAl = Vert-blanchâtre-Lisse-Allongée ; BoPrAl = Bordeaux -Profond-Allongée ; VrLiAl = Vert-rougeâtre-Lisse-Allongée ; VrPrOv = Vert-rougeâtre-Profond-Ovale ; BoLiOv = Bordeaux-Lisse-Ovale ; VrPrAl = Vert-rougeâtre-Profond-Allongée ; VbLiOv = Vert-blanchâtre-Lisse-Ovale ; VrPrAl = Rouge-violacé-Profond-Allongée ; VbPrOv = Vert-blanchâtre-Profond-Ovale ; VrLiOv = Vert-rougeâtre-Lisse-Ovale ; VeLiAl = Vert-Lisse-Allongée ; VePrAl = Vert-Profond-Allongée ; VrLiOv = Rouge-violacé-Lisse-Ovale ; VeLiOv = Vert-Lisse-Ovale.

DISCUSSION

Lors de cette étude, il a été recensé 3597 pieds de cacaoyers sur les 11,5 ha suivis, donnant une densité moyenne de 309,11 tiges de cacaoyers par hectare. Cette densité moyenne est largement inférieure à la norme agronomique de 1111 tiges/ha suivant l'itinéraire technique avec les espacements de 3m x 3m trouvée dans le département de la Léké au Centre du Cameroun (Youbi et al., 2018). Par contre, la densité moyenne trouvée dans l'EAB se rapproche des 475 cacaoyers/ha trouvés par Somarriba et al. (2011) dans une agroforêt mature complexe au Costa-Rica. Ces faibles densités des cacaoyers dans l'EAB seraient principalement dues à l'itinéraire technique appliqué lors de la mise en place des plantations cacaoyères. En effet, les jeunes plants de cacaoyers avaient été introduits dans le sous-bois des forêts immédiatement après le défrichage, un abattage sélectif post semis de certains arbres cibles (arbres à ombrage excessif, arbres susceptibles d'abriter des bio-

agresseurs des cacaoyers, arbres asséchant le sol) a été effectué dans le but de réduire la compétitivité entre les cacaoyers et d'autres espèces végétales de leur milieu de culture. La chute de certains de ces arbres lors de l'abattage aurait endommagé plusieurs jeunes plants. Une autre hypothèse qui pourrait expliquer les faibles densités c'est la senescence de certains plants soumis à des contraintes environnementales rudes et proches de celles des forêts naturelles. En effet, la plupart des hybrides de cacaoyers existant actuellement ont été sélectionnés pour des environnements peu contraignants (Vroh et al., 2019).

Au Cameroun comme en Côte d'Ivoire, la culture du cacao repose essentiellement sur du matériel génétique constitué d'un mélange de l'amelonade, du trinitario et des hybrides issus des programmes de sélection. Ce mélange de variétés génère des phénotypes de cabosses variables (Wibaux et al., 2017). La variabilité et l'hétérogénéité des fruits observées dans les

plantations cacaoyères ont permis de considérer les caractères morphologiques des fruits de cacaoyers comme une base d'étude floristique pour l'identification des cacaoyers de l'EAB. La caractérisation du cacaoyer de l'EAB sur le plan floristique nous a permis de regrouper tous les cacaoyers de cet agrosystème en 18 variantes. Cette caractérisation est partiellement en accord avec les critères d'identification du cacaoyer proposé par Lachenaud et al. (2019), mais vont en droite ligne avec l'assertion de Loor (2007) selon laquelle les caractéristiques morphologiques des fruits du cacaoyer ont servi pour la classification des cacaoyers par le passé. Quatre variantes de cacaoyers sur les dix-huit recensées dans l'EAB à savoir VePrAl, VeLiOv, BoPrAl et VrPrAl émergent en termes de densité ; cela voudrait dire que ces quatre variantes de cacaoyers ont certainement constitué la majorité des plants et des fèves qui ont été mis en pépinière puis plantés dans l'EAB. Une observation faite dans une autre exploitation constituée des cacaoyers provenant uniquement de la SODECAO a permis de recenser trois de ces quatre variantes à savoir VePrAl, VeLiOv et BoPrAl. Ainsi, ces variantes identifiées dans l'EAB proviendraient des hybrides de la SODECAO et majoritairement cultivées de nos jours dans les bassins de production du Cameroun où les semences ont été collectées pour les premières pépinières de l'EAB.

Le nombre moyen de cabosses par cacaoyer pour toutes les variantes confondues dans l'EAB est de 13,2 cabosses/tige. Ce résultat se rapproche de la moyenne de 12,6 cabosses par cacaoyers trouvée par Jagoret (2011) à Bokito, Zima et Ngomadzap au Centre du Cameroun. Il est par contre inférieur à la moyenne de 17,9 cabosses par cacaoyer trouvée dans certaines cacaoyères agroforestières industrielles en Côte d'Ivoire (Wibaux et al., 2017). En comparant les résultats obtenus au Centre (Bokito, Zima et Ngomadzap) et à l'Est-Cameroun (dans l'EAB) à celui de la Côte d'Ivoire il ressort qu'un environnement très complexe et contraignant des systèmes agroforestiers réduit effectivement la productivité en cabosse des cacaoyers hybrides. Les résultats obtenus par

Ndoubè-Nkeng (2002) montrent une production moyenne de 21 cabosses par arbre à Goura et 22 cabosses/arbre à Barombi-Kang en 1999 et 19 cabosses/arbre en 2000. Pour cet auteur, ces chiffres sont de loin supérieurs à la moyenne de production nationale, qui est d'environ 10 fruits mûrs sains par arbre dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers. Ces observations signifient que malgré les faibles densités et un ombrage excessif, plusieurs variantes de cacaoyers de l'EAB présente une production supérieure à la moyenne nationale.

Dans l'Exploitation Agricole BETTI, cinq variantes de cacaoyers à savoir entre BoLiAl, BoPrOv, VePrOv, VbLiAl VbPrAl ont des indices d'efficacité plus élevées. Cette information signifie que ces variantes de cacaoyers ont montré tout au long de cette étude, une production en termes du nombre de cabosses par cacaoyers plus ou moins bon et la plupart des cabosses de ces variantes de cacaoyers ont aussi démontré une meilleure résistance aux maladies et ravageurs des cacaoyers. Les cabosses atteintes de maladies fongiques n'ont pas été distinguées de celles touchées par les capsides lors de cette étude puisque des piqûres sur des rameaux et les cabosses par des insectes favorisent souvent l'entrée des champignons opportunistes (Beilhe et al., 2017 ; Djeumekop, 2020) et certaines cabosses attaquées partiellement par la pourriture brune sont aussi piquées par les insectes ravageurs. L'efficacité démontrée par ces cinq variantes pourraient s'expliquer par le fait que, bien que la plupart des cacaoyers soient sensibles aux attaques, d'autres échappent à la pourriture parce que leur cycle de fructification se situe en dehors de la période favorable au développement de la maladie (Mpika et al., 2009 ; Djeumekop, 2020). La diversité morphologique les cabosses de cacaoyers pourrait être un facteur de résistance pour ces derniers dans leurs milieux de culture, puisque la propagation d'une maladie y serait plus lente que dans un système de culture des plantes génétiquement identiques. Enfin l'ombrage excessif pourrait ne pas être défavorable au même titre pour tous les hybrides cultivés dans les bassins de production au Cameroun. La redensification de

cette exploitation avec les cinq variantes les plus efficaces trouvées lors de cette étude pourrait contribuer à augmenter la production en cabosse et en fève des différentes plantations de cette exploitation.

Conclusion

La complexité des systèmes agroforestiers à base de cacaoyers appelle à une analyse holistique de ses différentes composantes. Cette approche dans laquelle la composante cacaoyère est considérée et analysée sans nécessairement mettre en avant ses interactions avec les autres composantes du système a permis de ressortir la capacité de chaque pied de cacaoyer à s'adapter, à donner des cabosses matures et mûres dans un milieu de culture très contraignant. Dans un environnement de fortes compétitions, seuls les individus les plus résistants survivent et transmettent les caractères de résistance aux futures générations. Les contraintes qu'ont subies les cacaoyers qui se sont retrouvés à l'âge de la production dans les plantations de l'Exploitation Agricole BETTI sont très proches de celles que subissent les plantes introduites dans la forêt. Les cinq variantes les plus efficaces ont été mises en pépinière pour servir cette fois à la redensification et à l'extension des plantations de cette exploitation. Les nouvelles plantations seront mises sur pied avec des niveaux d'ombrage différent et les variantes y seront introduites séparément afin de suivre leur comportement et vérifier leur performance dans le but de déterminer le meilleur modèle qui combine productivité élevée et conservation de la biodiversité associées à un niveau élevé.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

HSE : Conceptualisation et planification des travaux de terrain ; collecte et analyse des données ; rédaction de l'article. JLB : Conceptualisation et planification des travaux de terrain ; analyse des données ; relecture et correction de l'article. RJP : relecture et correction de l'article. LRN :

collecte des données ; rédaction, relecture et correction de l'article. JN : relecture et correction de l'article. BOO : relecture et correction de l'article. OFN : relecture et correction de l'article.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de ce manuscrit remercient tous les ouvriers de l'Exploitation Agricoles BETTI pour les bons moments passés ensemble lors de phase de collecte des données sur le terrain.

REFERENCES

- Assogbadjo BEJ, Hounkpevi A, Barima YSS, Akabassi GC, Padonou EA, Sangne YC, Assogbadjo AE, Glele Kakaï R. 2021. Diversité et état de conservation des espèces ligneuses alimentaires à la périphérie de la Forêt Classée de la Lama (Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **15**(6): 2456-2474. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i6>
- Beilhe BL, Tounkam KF, Niemenak N. 2017. Analyse de la relation dégâts dommages entre miride et cacaoyer. *Int. Cacao Res. Symp.*, 2017-11-13/2017-11-17, Lima, Peru, p. 2.
- Djeumekop NMM. 2020. Origine et modes de dispersion des épidémies dues à *Phytophthora megakarya* dans les systèmes de cacao-culture innovants au Cameroun. Thèse de doctorat, Université de Montpellier, Montpellier, p. 196.
- Drabo C, Sanou J, Nikiema Z, Dao A, Sawadogo M. 2022. Diversité variétale des manguiers (*Mangifera indica* L.) et des pratiques culturelles associées à la production au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(2): 787-797. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i2.22>
- Jagoret P. 2011. Analyse et évaluation des systèmes agroforestiers complexes sur le long terme: application aux systèmes de culture à base de cacaoyers au Centre Cameroun. Thèse de doctorat, Université de Montpellier, Montpellier, p. 236.
- Lachenaud P, Labouisse JP. 2019. Guide d'identification des cacaoyers des îles du sud-ouest de l'océan Indien. Programme

- de Coopération Interreg V, Ocean-Indien, 2014-2020, p. 13.
- Loor RG. 2007. Contribution à l'étude de la domestication de la variété de cacaoyer Nacional d'Équateur : recherche de la variété native et de ses ancêtres sauvages. Thèse de doctorat, Montpellier Supagro, Montpellier, p. 201.
- Maledy OG, Adengoyo R, Ndoumbè Nkeng M, Bedimo JAM. 2022. Adaptation strategies for the adverse effects of climate disruptions on coffee and cocoa trees productivity in Cameroon. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(6): 2516-2535. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i5>
- Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF) 2019. Directives d'Inventaires et de Préinvestissement. Mai 2019, p. 68.
- Mpika J, Kébé IB, Issali AE, N'Guessan FK, Druzhinina S, Komon-Zélazowska M, Kubicek CP, and Aké S. 2009. Antagonist potential of *Trichoderma* indigenous isolates for biological control of *Phytophthora palmivora* the causative agent of black pod disease on cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Côte d'Ivoire. *African Journal of Biotechnology*, **8**(20): 5280-5293. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Ndoumbe-Nkeng M. 2002. Incidence des facteurs agro-écologiques sur l'épidémiologie de la pourriture brune des fruits du cacaoyer au Cameroun: contribution à la mise en place d'un modèle d'avertissements agricoles. Thèse de Doctorat, Institut national agronomique Paris-Grignon, Paris, p. 151.
- Onana J-M, Fobane JL, Biye EH, Tchatchouang EN, Mbolo MMA. 2019. Habitats naturels des écosystèmes du Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(7): 3247-3265. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.22>
- Pédelahore P. 2014. Systèmes agroforestiers à cacaoyers et transition capitaliste: l'exemple du Centre-Cameroun. *Bois & Forêts des Tropiques*, **321**(321): 55-66. DOI: <https://doi.org/10.19182/bft2014.321.a31>
- Seraphin EH, Betti JL, Priso RJ, Ngueguim J, Njimbam OF. 2021. Diversity, structure and health of a cocoa based agroforest system in the humid dense forest, East Cameroon. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, **13**(4): 165-182. DOI: 10.5897/IJBC2021.1494.
- Somarriba E, Beer J. 2011. Productivity of *Theobroma cacao* agroforestry systems with timber or legume service shade trees. *Agroforestry Systems*, **81**: 109-1214. <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9364-1>
- Vroh BTA, N'Gouan-Abrou EJ, Gone-Bi ZB, Adou Yao CY. 2019. Système agroforestier à cacaoyers en Côte d'Ivoire: connaissances existantes et besoins de recherche pour une production durable. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, **7**(1): 99-109.
- Wibaux T, Konan DC, Snoeck D, Jagoret P, Bastide P. 2017. Study of tree-to-tree yield variability among seedling-based cacao populations in an industrial plantation in côte d'ivoire. *Experimental Agriculture*, **2017** : 1–12. Doi.org/10.1017/S0014479717000345.
- Wibaux T, Bastide P, Snoeck D, N'guessan-Kouame CP, Jagoret P. 2017. L'hétérogénéité de production entre cacaoyers en Afrique de l'Ouest et Centrale : Réflexions sur des voies d'intensification de la culture cacaoyère africaine. International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima (Peru), 13-17 November 2017, p. 9.
- Youbi PH, Kaho F, Ngoufo R, Mbolo M, Edoa D. 2018. Evaluation du rendement de deux variétés de cacaoyers dans la Région du Centre du Cameroun. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, **10**: 59-66. DOI : 10.5281/zenodo.1215939