

Effet des engrais chimiques sur les caractères agronomiques des variétés de cacaoyers dans la région de Daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)

[Effect of mineral fertilizers on agronomic characters of cacao trees species in the Daloa region (West-Center, Côte d'Ivoire)]

Annick Koulibaly¹, Antoine Philippe Koffi Koffi¹, Mambé Auguste Denise Boyé¹, Mathurin Koffi², and Yatty Justin Kouadio¹

¹Unité de Formation et de Recherche en Agroforesterie,
Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire,

²Unité de Formation et de Recherche en Environnement,
Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Côte d'Ivoire became the first world producer of cocoa beans in 1970 by reducing forest cover and by losing biodiversity. The West-central region of the country was a former production site of cocoa, and contributed strongly to the annual supply of cocoa beans, but today, the plantations are old and the soils are poor, especially in the region of Daloa. To increase the yield of production, farmers use artificial fertilizers and the effect on cocoa trees is not really known. Our study aims to determine the agronomic characters improved by the application of the artificial fertilizer. In the plantations of the villages Dibobly, tien-oula and Zitta, non-experimental and experimental plots were installed and measures on cacao trees on a surface of 2 400m² were realized. The results showed that the cover of flowers by feet and the number of fruits had significantly increased with fertilizer. However, the fertilizer had no really effect on the size of fruits, the mass of fruits and the number of cocoa beans. Also, the varieties of cocoa trees like Forastero and Criollo, had a different productivity for the same application of fertilizer. The productivity of the cocoa trees depends of the quality of the fertilizer but also of the cultivated variety. The results could allow improving the quality of the fertilizer and use it consequently.

KEYWORDS: Agrobiodiversity, agroforestry, cash crop, management, economy.

RESUME: La Côte d'Ivoire est devenue depuis 1970, le premier producteur mondial de fèves de cacao. Cette ascension s'est faite au dépend du couvert forestier et de la biodiversité. Le Centre-Ouest du pays, ancienne centre de production du cacao, contribue encore aujourd'hui à la fourniture annuelle de fèves de cacao, mais les plantations âgées et les sols épuisés ont entraînés une baisse du rendement, surtout dans la région de Daloa. Pour augmenter le rendement des plantations, le paysan à recours à l'utilisation d'engrais chimiques dont l'effet sur le cacao n'est pas véritablement connu. Notre étude a pour but de déterminer les caractères agronomiques améliorés par l'application de l'engrais chimique. Dans les plantations des villages de Dibobly, Tien-oula et Zitta, des parcelles expérimentales et témoins ont été installées et des mesures sur des pieds de cacaoyers couvrant une surface de 2 400m² ont été réalisées. Les résultats ont montré que la couverture en fleurs des pieds et le nombre de cabosses ont significativement augmentés en présence d'engrais. Cependant, l'engrais n'a pratiquement pas eu d'effet sur la taille des cabosses, la masse des cabosses et le nombre de fèves. Aussi, les variétés de cacaoyers Forastero et Criollo, ont une productivité différente pour un même apport d'engrais. La productivité des plantations de cacaoyers est fonction de la qualité de l'engrais mais aussi de l'espèce cultivée. Les résultats pourraient permettre d'améliorer la qualité de l'engrais et de cibler son action pour une meilleure production cacaoyère.

MOTS-CLEFS: Agrobiodiversité, agroforesterie, aménagement, culture de rente, économie.

2.2 MÉTHODES DE RELEVÉS

L'historique des plantations a été relevé à travers une enquête auprès du propriétaire de la plantation afin d'apprécier les conséquences d'actions antérieures à notre travail. Dans les plantations de chaque village, deux parcelles de 20 m de côté, distantes de 100 m, ont été installées. Chacune des parcelles est ensuite subdivisée en carrés de 4 m de côté, soit 16 carrés. Ces carrés sont ensuite numérotés à l'aide de lettres de l'alphabet (Figure 2a). A l'intérieur de chaque carré les arbres ont été numérotés en prenant en compte la lettre attribuée au carré et les lignes verticales de disposition des arbres selon l'exemple du carré U (Figure 2b). La parcelle considérée comme témoin n'a reçu aucun traitement. La parcelle voisine, est la parcelle expérimentale sur laquelle l'engrais composé de mélange de FERT11 : 00 % N + 23 % P + 19 % K + CaO+ S + MgO et FERT12 : 15.5% N + 18% Ca + 0.3% B, a été répandu. L'épandage des engrais s'est fait en deux phases. La première phase s'est déroulée en Avril et la seconde en Août 2014. Chaque pied de cacaoyer a reçu 250 mg d'engrais épandu suivant un cercle de rayon compris entre 0,60 cm et 1 m selon que le cacaoyer était jeune ou vieux.

Les caractères agronomiques retenus étaient la couverture en fleurs par pied, le nombre de cabosses par pied, les caractères des cabosses (taille, longueur, masse et nombre de fèves). Les données concernant la couverture en fleurs ont été collectées en Juillet 2014. Selon que le degré, la floraison pouvait être nul ; compris entre 0 et 20% ; compris entre 20 et 40% ; compris entre 40 et 60% ; supérieure à 60% et les codes respectifs 0 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ont été utilisés. Pour le nombre de cabosses par pied de cacaoyer, un dénombrement a été fait depuis le collet de l'arbre jusqu'à la cime. La mesure des caractères des cabosses s'est faite après la récolte. 100 cabosses ont été tirées une à une au hasard de sorte à ce que toutes les cabosses aient la même probabilité d'être tirées. En procédant ainsi, les caractères obtenus pouvaient avoir une bonne représentativité de celles de toute la récolte. D'abord la taille et la longueur ont été déterminées avec le ruban mètre. Ensuite la cabosse a été déposée dans une balance afin de déterminer sa masse, puis elle a été ouverte pour déterminer le nombre de fèves.

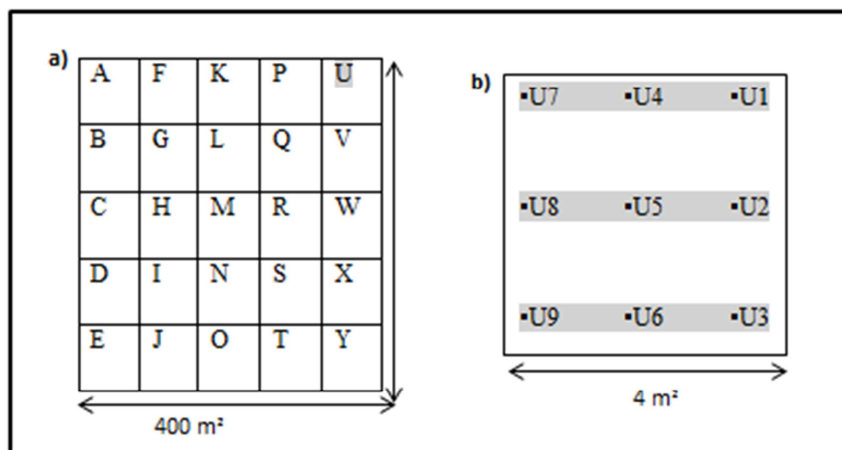


Fig. 2. Dispositif de relevés dans les plantations de cacaoyers de la région de Daloa. a) Subdivision des parcelles en carrés. b) numérotation des pieds de cacaoyers.

3 RÉSULTATS

3.1 CARACTÉRISATION DES PLANTATIONS DE CACAOYERS

La phytodiversité des plantations de cacaoyers se répartie en différents groupes : les pieds de cacaoyers, les autres cultures et les espèces naturelles conservées ou introduites dans la plantation (Tableau 1). Les variétés de cacaoyers appartiennent essentiellement au Forastero et au Criollo, avec une dominance du Forastero sur tous les sites (Figure 3). Les autres espèces sont généralement la banane et le taro, le café, l'igname sauvage, le manioc et l'ananas. Les espèces non cultivées se composent d'espèces telles que *Mangifera indica* (Anacardiaceae), *Ficus exasperata* (Moraceae), *Morinda lucida* (Rubiaceae), *Anthonota macrophylla* (Rubiaceae) ; *Vitellaria paradoxa* (Sapotaceae). La densité de ces dernières espèces est de 37,5 pieds/ha, 0 pieds/ha et 87,5 pieds/ha respectivement obtenues à Dibobly, Tien-oula et Zitta. La densité des pieds cacaoyers est relativement proche sur les parcelles de relevés avec une moyenne de 1429 pieds. La densité des autres

cultures est élevée de plus de 1000 pieds/ha sur le site de Zitta et est largement supérieure à celle de Dibobly et de Tien-oula. Aucune espèce non cultivée n'a été relevée sur les plantations de Tien-oula.

Tableau 1: Liste des espèces dans les plantations de cacaoyers de la région de Daloa.

Sites	Espèces	Familles
Dibobly	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae
	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae
	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Moraceae
	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
Tien-oula	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae
	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae
	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae
	<i>Coffea</i> sp.	Rubiaceae
	<i>Dioscorea</i> sp.	Dioscoreaceae
Zitta	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Bromeliaceae
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz.	Euphorbiaceae
	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq	Arecaceae
	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
	<i>Bligia sapida</i> K. D. Koenig	Sapindaceae
	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae
	<i>Ficus exasperata</i> Vahl,	Moraceae
	<i>Anthonota macrophylla</i> P. Beauv.	Rubiaceae
	<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	Sapotaceae
	<i>Morinda Lucida</i> Benth.	Rubiaceae

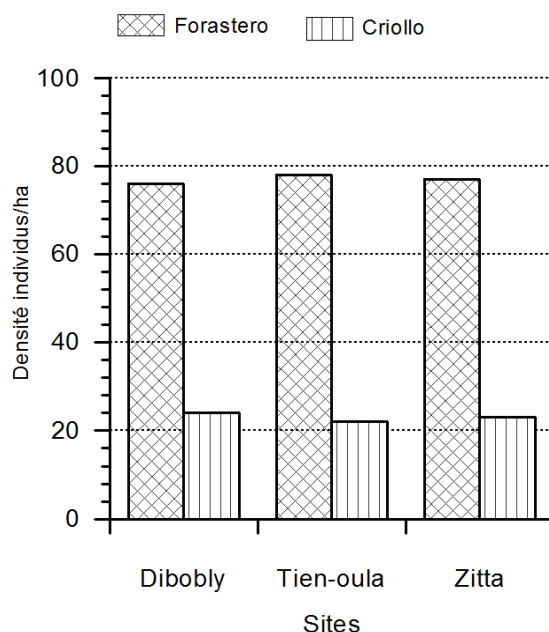


Fig. 3. Distribution des espèces de cacaoyers entre les sites d'étude dans la région de Daloa

3.2 EFFETS DES FERTILISANTS SUR DES CARACTERES AGRONOMIQUES

3.2.1 EFFETS DES FERTILISANTS SUR LA VARIÉTÉ FORASTERO

Il n'y a pas de différence de signification entre la parcelle témoin et la parcelle expérimentale pour la taille de la cabosse dans tous les sites étudiés (Tableau 2). Une différence significative est obtenue cependant pour la masse des cabosses et le nombre de fèves uniquement à Tien-oula. La masse moyenne de la cabosse est augmentée de 0,18kg et le nombre de fèves passe de 39 à 44. L'application de l'engrais a favorisé l'augmentation du nombre moyen de fèves par cabosse de 5,21 fèves. L'amendement en engrais a eu un effet hautement significatif sur la couverture en fleur et le nombre de cabosse sur tous les sites.

Tableau 2: Effet des engrais sur des caractères agronomiques du cacaoyer entre les sites de relevés. D : Dibobly, T : Tien-oula, Z : Zitta. Test Anova et LSD de Fisher. P : signification, *significatif, ** hautement significatif

Variétés de cacaoyer	Caractères agronomiques	Sites	Valeur de P
Forastero	Taille de la cabosse	D	0,518
		T	0,054
		Z	0,102
	Masse de la cabosse	D	0,814
		T	0,001*
		Z	0,054
	Nombre de fèves	D	0,653
		T	0,002*
		Z	0,381
	Couverture en Fleurs	D	0,001**
		T	0,001**
		Z	0,001**
Nombre de cabosses	D	0,001*	
	T	0,007*	
	Z	0,001*	
Criollo	Taille de la cabosse	D	0,068
		T	0,694
		Z	0,333
	Masse de la cabosse	D	0,004**
		T	0,222
		Z	0,834
	Nombre de fèves	D	0,633
		T	0,121
		Z	0,843
	Couverture en Fleurs	D	0,677
		T	0,001**
		Z	0,017*
Nombre de cabosses	D	0,332	
	T	0,001**	
	Z	0,149	

3.2.2 EFFETS DES FERTILISANTS SUR LA VARIÉTÉ CRIOLLO

La taille des cabosses et le nombre des fèves ne varient pas entre les parcelles expérimentales et témoins Sur tous les sites (Tableau 2). Pour la masse moyenne des cabosses, elle varie fortement et uniquement à Dibobly ou elle est augmentée de 0,20 kg sous l'effet des engrais. L'application des engrais a eu un effet hautement significatif sur la couverture en fleur et le nombre de cabosses de cacaoyer à Tien-oula. A Zitta la différence est significative uniquement pour la couverture en fleurs. A Dibobly, il n'y a aucun effet sur la couverture et sur le nombre de cabosses.

3.2.3 EFFETS DES FERTILISANTS ENTRE LES DEUX VARIÉTÉS

La comparaison de l'effet de l'engrais entre les deux variétés montre que l'engrais n'a pas d'effet sur la taille des cabosses quel que soit l'espèce (Tableau 2). Pour les deux variétés, l'amendement entraîne une augmentation hautement significative de la couverture en fleurs et du nombre de cabosses avec un effet plus notable chez le Forastero. Le nombre de fèves ne varie pas chez le Criollo malgré l'amendement en engrais. Pour le Forastero, une différence significative est enregistrée à Tien-oula.

4 DISCUSSION

4.1 CARACTÉRISTIQUES DES PLANTATIONS DANS LA RÉGION DE DALOA

Les caractéristiques des plantations révèlent que La culture du cacaoyer se fait en association avec plusieurs espèces dont des cultures vivrières, des arbres fruitiers, des espèces forestières conservées ou introduites. Ce constat a été fait dans d'autres régions de la Côte d'Ivoire telles que la région de la Réserve de Lamto et de Oumé ([12], [13], [14]) et pour les mêmes espèces quelques fois comme *Mangifera indica* L., *Citrus sinensis* et *Citrus reticulata* signalées dans des cacaoyères au sud du Cameroun [15]. Les raisons de conservation de certaines espèces dans les plantations sont dues à leur utilité dans plusieurs domaines de la vie quotidienne des populations.

Les densités de 37,5 pieds/Ha, 0 pieds/Ha et 87,5 pieds/Ha respectivement obtenues à Dibobly, Tien-oula et Zitta pour les espèces non cultivées, ne sont pas proches entre les sites comme l'a constaté [16] dans la région Centre du Cameroun. Dans une analyse qualitative des systèmes de cacao-culture, les densités d'arbres associés aux cacaoyers qu'il a observés à Okola, Ebolowa et Mbalmayo étaient respectivement de 119, 151 et 196 tiges à l'hectare. Cette nette différence entre les densités d'arbres associés aux cacaoyers selon la localité pourrait être liée à l'ethnie du producteur. En effet la densité des espèces associées aux cacaoyers dans la région d'Oumé variaient avec l'appartenance ethnique du paysan [13].

A l'exception de la densité obtenue à Dibobly, les deux autres densités à Tien-oula et Zitta diffèrent largement de celle obtenue en Côte d'Ivoire (entre 17 et 56 pieds/Ha) [17]. La densité moyenne des pieds de cacaoyers dans la région de Daloa est supérieure à la norme recommandée par la recherche agronomique qui est de 1333 pieds /Ha [18]. Pour limiter les pertes occasionnées par la mortalité des pieds en liaison avec le stress, la pression parasitaire et les erreurs de repiquages, le paysan plante un nombre élevé de pieds de cacaoyers sans respecter même l'espacement des pieds. Cette attitude est surtout due au fait que les paysans sont en majorité (54%) analphabètes [7]. Cependant, il faut noter que ces valeurs sont proches de la moyenne de 1500 pieds/Ha déterminée lors de l'étude des caractéristiques des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire [7].

4.2 EFFETS DES ENGRAIS SUR LES CARACTERES AGRONOMIQUES DU CACAOYER

Sur la totalité des champs qui ont servi à notre étude, le Forastero et le Criollo sont les variétés de cacaoyer les plus cultivées. La dominance de la variété Forastero est compréhensible par le fait qu'elle est la variété la plus cultivée au monde (Maylis, 2007, *non publié*). En plus en Côte d'Ivoire et singulièrement au Centre-Ouest, le mode de mise en place des plantations se fait préférentiellement (64%) à partir du matériel végétal tout venant [7] augmentant la probabilité pour la variété la plus commune d'être dominante dans les plantations. L'absence d'influence sur la taille des cabosses et la faible influence sur la masse moyenne des cabosses ainsi que le nombre de fèves serait dû à une insuffisance des minéraux reçus par les cacaoyers. En effet, Il s'agit d'une première année de traitement et cela pourrait s'avérer insuffisant pour combler totalement les carences des sols souvent épuisés par les cultures répétitives.

Ainsi une première phase d'amendement pourrait soit manquer d'améliorer le rendement soit le faire modestement. Ces deux cas sont illustrés par les travaux dans d'autres régions cacaoyères de la Côte d'Ivoire, de 1973 à 1983 à Divo, Zagné et Soubré [8]. A Divo, l'application d'un engrais minéral sur les cacaoyers n'a pu produire une différence entre l'expérimental et le témoin durant la première année. A Zagné en 1976 et à Soubré en 1977 l'amendement minéral apporté aux cacaoyers a produit un effet moindre la première année. Cependant, d'après ces mêmes travaux, en répétant les amendements au fil des années l'influence positive des engrais minéraux sur le rendement s'est fortement améliorée. L'augmentation de la couverture en fleur serait due à l'action du phosphore contenu dans l'engrais. Les résultats de plusieurs essais corroborent le rôle majeur du phosphore dans la stimulation de la floraison [19]. Aussi, une correction phosphatée et un équilibre K-Ca-Mg serait nécessaire à l'amélioration de la floraison du cacaoyer [20]. Une bonne floraison entraîne un nombre moyen élevé de cabosse dans les conditions normales comme on le constate sur tous les sites chez le Forastero.

La taille des cabosses ne varie pas avec l'application de l'engrais quel que soit la variété de cacaoyer cultivée. Cependant le nombre de ces cabosses augmente significativement, surtout chez le Forastero. Ce nombre de cabosse élevé est la conséquence d'une couverture dense de fleur suite à une amélioration de la floraison par des engrais riches en minéraux adéquats. Le nombre de fèves du Criollo ne varie pas malgré un apport d'engrais contrairement au Forastero. Concernant la masse des cabosses, l'effet est plus ou moins identique pour les deux variétés. La plupart des travaux d'essai d'engrais sur les cacaoyers pour l'analyse du rendement ne font pas de distinction entre ces deux variétés en Côte d'Ivoire et au Cameroun [20]. Ces deux variétés seraient pratiquement équivalentes du point de vue des besoins en minéraux et donc auraient la même sensibilité aux engrais. Ce travail montre qu'il y existe une différence nette entre ces variétés puisque l'effet de l'engrais sur des caractères agronomiques varie d'une variété à l'autre.

5 CONCLUSION

La dynamique d'extension des plantations de cacaoyers depuis 1970 sur les fronts pionniers par abattage de la forêt et brûlis a permis au verger de cacaoyer ivoirien de connaître une progression historique et géographique de l'Est vers l'Ouest du pays. Aujourd'hui cette région semble moins propice au développement du cacaoyer sans apports additif d'intrants. Même si les pratiques agro-forestières persistent par l'association d'espèces d'autres cultures et la conservation de plantes naturelles dans les plantations, le constat est que cette pratique n'entraîne pas une production agricole satisfaisante. Les paysans de la région de Daloa ont recours aux engrais chimiques de diverses qualités pour améliorer les rendements de leurs plantations. Notre travail a montré que les engrais ont un impact sur certains caractères agronomiques en fonction de leur qualité et en fonction des variétés de cacaoyers cultivées. La densité des cacaoyers diffère d'une plantation à l'autre et est largement supérieure à la norme prescrite par la recherche en Côte d'Ivoire. La variété de cacao majoritairement cultivée est le Forastero, suivi du Criollo. L'utilisation d'engrais en première année d'amendement, conduit à des différences entre les parcelles expérimentales et les parcelles témoins. Dans l'ensemble les engrais n'ont pas eu d'effet notable sur la taille des cabosses, leur masse et le nombre de fèves alors que la couverture en fleur et le nombre de fruits par cacaoyer ont été significativement améliorées. Serait-il possible de concevoir un engrais capable d'augmenter encore plus la couverture florale des pieds de cacaoyers des variétés les plus cultivées? Quel caractère garantirait une meilleure production après l'application de l'engrais ?

REMERCIEMENTS

Nous exprimons nos sincères remerciements à la Société YARA, fournisseur d'engrais, pour le financement de cette étude. Notre reconnaissance va également à l'endroit de Monsieur Maxime Ouattara, Représentant de YARA dans la région du Haut Sassandra, pour avoir facilité l'accès aux plantations et la collecte des données. Nous exprimons notre profonde gratitude aux chefs de villages et aux propriétaires des plantations que nous avons étudiées.

RÉFÉRENCES

- [1] L. J. ESSO, Politique économique et développement: dynamique des recettes du café et du cacao en Côte d'Ivoire. PED N°10. CIRES. 19p., 2009.
- [2] E. H. Freud, P. Petithuguenin & J. Richard, *Les champs de cacao : un défi de compétitivité Afrique - Asie*. Karthala et CIRAD, Paris, France. 207 p., 2000.
- [3] V. M. Manyong, J. Smith, G. Weber, S. S. Jagtap, and B. Oyewole, *Macro characterization of agricultural systems in West Africa: An overview*. Resource and Crop Management Monograph, no. 21, IITA, Ibadan, 1996.
- [4] A. Koulibaly, D. Goetze, S. Porembski, D. Traoré and Aké-Assi, L. (a) *Vegetation characteristics and changes under cash crop cultivation in forest-savanna mosaics in Côte d'Ivoire*. In: X. van der Burgt, J. van der Maesen & J.-M. Onana (Eds), *Systematics and Conservation of African Plants*, Royal Botanic Gardens, Kew. pp. 805–814, 2010.
- [5] A. Koulibaly, N'.F.Kouamé, D. Traoré and S. Porembski, (b) *Structure et régénération de la végétation ligneuse, le long de transect forêts-savanes, dans la région de la réserve de Lamto (Côte d'Ivoire)*. *Annales de Botanique de l'Afrique de l'Ouest*, vol. 6, pp. 56-72, 2010.
- [6] A. A. Y. Assale, Y. S. S. Barima, K. A. Kouakou, A. T. M. Kouakou and J. Bogaert, "Agents de dégradation d'une aire protégée après une décennie de conflits en Côte d'Ivoire : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra" *International Journal of Innovation and Scientific Research*, vol. 22, no. 3, pp. 123-133, 2016.
- [7] A. A. Assiri, G. R. Yoro, O. Deheuvels, B. I. Kebe, Z. J. KELI, A. ADIKO et A. ASSA, Les caractéristiques agronomiques des vergers de cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire *Journal of Animal and Plant Sciences*, vol 2, pp. 55-66, 2009.

- [8] Snoeck Didier, Koko Louis, Joffre Joël, Bastide Philippe, Jagoret Patrick. Cacao nutrition and fertilization In: Sustainable Agriculture Reviews. Lichtfouse Eric. (Eds.), Springer International Publishing, E-Publishing Inc, pp. 155-202, 2016.
- [9] Koffi, N'Goran, *Réflexions sur un Système de Production Durable du Cacaoyer: Cas de la Cote d'Ivoire*. [Online] Available: <https://nationalzoo.si.edu/scbi/migratorybirds/research/cacao/koffi2.cfm>, 1998.
- [10] C. Y. Koffie-Bikpo, K. S. Kra, "La région du Haut-Sassandra dans la distribution des produits vivriers agricoles en Côte d'Ivoire", *Revue de Géographie Tropicale et Environnement*. No. 2, 2013.
- [11] Guillaumet J. L. and Adjanooun E., *La végétation de la Côte d'Ivoire*. In : Le Milieu Naturel de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris (France) pp. 161-262, 1971.
- [12] Koulibaly A. Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, 150 p. 2008.
- [13] S.C. Piba, A. Koulibaly, D. Goetze, S. Porembski & D. Traoré. Diversité et importance sociale des espèces médicinales conservées dans les agrosystèmes cacaoyers au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Annales de Botanique de l'Afrique de l'Ouest*, vol. 7, pp. 80 – 96, 2011.
- [14] D. Konan, Goetze D. , A. Koulibaly, S. Porembski et D. Traore. Etude comparative de la flore ligneuse des plantations de cacaoyers en fonction de l'âge et les groupes ethniques dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Annales de Botaniques de l'Afrique de l'Ouest*, vol. 7, pp. 59 – 79 , 2011.
- [15] Sonwa D. J. , Weise S. F. , Tchata M. , Nkongmeneck A. B. , Adesina . , Ndoye O. et Gockowski J. Les agroforêts cacao : espace intégrant développement de la culture, gestion et conservation des ressources forestières au sud cameroun. Paper presented at the second Pan Africa Symposiom on "The sustainable use of natural resources in Africa ". Ouagadougou, Burkina faso : 24-27 . (July 2000).
- [16] Kwasseu Petguen Jacques Marcien. Analyse qualitative des systèmes de cacaoculture dans la region du centre, Cameroun. Mémoire de fin d'année. [Online] Available: http://www.memoireonline.com/01/13/6852/m_Analyse-qualitative-des-systemes-de-cacaoculture-dans-la-region-du-centre-Cameroun0.html, 2010.
- [17] F. Herzog, "Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d'Ivoire". *Agroforestry system* vol. 27, pp. 259-267, 1994.
- [18] Boubacar Ismaël Kébé, N'guessan Kouamé François, Tahy Gnion Mathias, Assiri Assiri Alexis, Koko Louis Kan, Kohi N'goran Jeanne, Irié Bi Zahouli, Koffi N'goran. Bien cultiver le cacaoyer en Côte d'Ivoire. [Online] Available: <http://cnra.ci/downloads/ftech%20cacao%20ver2009.pdf>
- [19] Christian S., C. M. Jean et D. Jacques. *Guide de fertilisation raisonnée*. Ed. France Agricole. 414 pages, 2005.
- [20] R. Lotodé et P. Jadin. "Calcul des besoins en engrais des cacaoyers Café Cacao Thé", vol 25. No.1 1981.