

Caractérisation des techniques de fermentation du cacao (*Theobroma cacao* L.) dans les principales zones de production en Côte d'Ivoire

[Characterization of cocoa (*Theobroma cacao* L.) fermentation techniques in main production areas in Côte d'Ivoire]

Brou Julien KOUAKOU¹, Bi Zahouli IRIE², Emmanuel DICK³, Kouadio Emmanuel N'GORAN¹, and Brou KOUAME⁴

¹Programme de recherche sur le coton, Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Chimie-Technologie/Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Physiologie Végétale, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

⁴Laboratoire Sols, Eaux et Plantes, Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire

Copyright © 2018 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: In order to appreciate the cocoa post-harvest techniques in Côte d'Ivoire, a study was undertaken in the main production areas. It consisted in carrying out a survey near the producers in order to characterize fermentation techniques that are a crucial step of cocoa technology. The duration of the fermentation, the material used and the frequency of mixing cocoa beans during this operation were the parameters taken into account. The results reveal the use of the sheets of banana trees at an average frequency higher (67,33 %). The frequency of black covers use is 32,67 %. These practices are relatively the same in all the production areas. Box for fermentation is never used. The duration of fermentation varies between 2 days and 8 days. However, the operations which last less than 6 days are more frequent in the Mid-west (72%) and South-west (64%) than in the East (46%). Mixing cocoa beans during the fermentation is a rare treatment in all the production areas. In the East where it is some time realized, its frequency is in general of one time. All in all, fermentation is controlled better in the Est of Côte d'Ivoire than in the others, especially concerning its duration and the frequency of mixing cocoa beans.

KEYWORDS: post-harvest, material of fermentation, mixing, duration of fermentation, quality.

RÉSUMÉ: La présente étude examine les techniques post-récolte du cacao dans principale zones de production en Côte d'Ivoire. Elle a consisté à mener une enquête auprès des producteurs afin de déterminer les techniques de la fermentation utilisée. Une étape cruciale de la technologie du cacao. Les paramètres pris en compte pour cette étude ont été : le matériel utilisé la durée de la fermentation et la fréquence de brassage des fèves. Les résultats ont révélé que les feuilles de bananiers sont les plus utilisées comme matériel de fermentation avec une fréquence moyenne de 67,33%. Par contre, 32,67% des producteurs utilisent des bâches noires. La caisse de fermentation recommandée par la recherche, aucun producteur n'en fait usage. Ces pratiques sont relativement identiques dans toutes les zones de production. Dans toutes les localités, les producteurs pratiquent la fermentation avec des durées hétérogènes allant de 2 à 7 jours à Abengourou, de 3 à 7 jours à Oumé et de 3 à 8 jours à Soubré. Toutefois, les opérations qui durent moins de 6 jours sont plus fréquentes dans le Centre-Ouest (72 %) et le Sud-Ouest (64 %) que dans l'Est (46 %). Le brassage de la masse de fèves de cacao au cours de la fermentation est pratiquement inexistant dans les différentes zones de production. Dans l'Est où il est quelque fois réalisé, sa fréquence est généralement faible. En somme, la fermentation est mieux maîtrisée dans la zone Est surtout au niveau de sa durée et de la fréquence de brassage que dans les autres zone.

MOTS-CLEFS: post-récolte, matériel de fermentation, brassage, durée de fermentation, qualité.

1 INTRODUCTION

Comme la plupart des pays en voie de développement, l'économie de la Côte d'Ivoire est tributaire de l'exportation de matières premières dont le cacao. Introduite dans les mœurs des agriculteurs ivoiriens à la fin du XIX^e siècle grâce à la colonisation, la cacaoculture a connu un bond spectaculaire, surtout après l'indépendance du pays en 1960. Elle est pratiquée en Côte d'Ivoire dans trois principales zones : à l'Est (première boucle du cacao), au Centre-Ouest (zone post-pionnière) et au Sud-Ouest (front pionnier récent) [1]. Depuis 1970, la Côte d'Ivoire occupe le premier rang des pays producteurs de cacao avec des productions atteignant près de 1,2 millions de tonnes de fèves par an, soit 40 % de la production mondiale [2], [3]. La quantité de fèves produites demeure donc une véritable satisfaction pour l'économie ivoirienne. Cependant, la qualité du cacao «*made in Côte d'Ivoire*» reste à désirer. La recherche des causes de cette mauvaise qualité a souvent amené à revoir les pratiques post-récolte du cacao [4] notamment la technique de fermentation. Cette opération est une des principales étapes de la technologie post-récolte du cacao [5]. Elle est caractérisée par sa durée, le matériel utilisé et la fréquence de brassage des fèves durant l'opération. Les travaux réalisés sur la fermentation [6], [7], [8], [9], montrent, de manière générale, que cette étape de la technologie du cacao joue un rôle essentiel dans la qualité des fèves. Cependant, ces pratiques post-récoltes sont diversement appliquées par les producteurs ivoiriens.

La présente contribution se propose d'examiner la technique post-récolte de fermentation du cacao dont l'appréciation des paramètres permettra de mieux percevoir sa maîtrise dans les différentes zones de production en Côte d'Ivoire.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MÉTHODOLOGIE D'ENQUÊTE

Pour obtenir les informations qualitatives et quantitatives sur les techniques de fermentation, le travail réalisé a consisté à diligenter une enquête dans les trois principales zones de production de cacao en Côte d'Ivoire. Les zones retenues sont l'Est (première boucle du cacao), le Centre-Ouest (zone post-pionnière) et le Sud-Ouest (front pionnier récent) (figure 1). La collecte des informations relatives aux techniques de fermentation dans les différentes zones de production a été réalisée grâce à un questionnement direct de 50 producteurs choisis de manière aléatoire dans chaque localité. Elle a consisté à les interroger afin de documenter les conditions et les techniques utilisées pour la fermentation du cacao. Chaque producteur est identifié par l'initial de la localité représentant sa zone, suivi en indice, du numéro de l'ordre dans lequel il a été interrogé. Ainsi, nous avons AB₁, OM₁ et SB₁, pour les premières personnes enquêtées respectivement dans les localités d'Abengourou (zone Est), d'Oumé (zone Centre-Ouest) et Soubré (zone Sud-Ouest).

Les enquêteurs ont été amenés à remplir un questionnaire portant sur le matériel et la durée de la fermentation ainsi que le traitement des fèves lors de cette opération.

Pour une meilleure couverture de chaque zone d'étude, le point de départ de l'enquête a été le Chef-lieu de région (Abengourou) ou de département (Oumé et Soubré). De ces points, les axes principaux, secondaires et tertiaires ont été empruntés (figure 2).

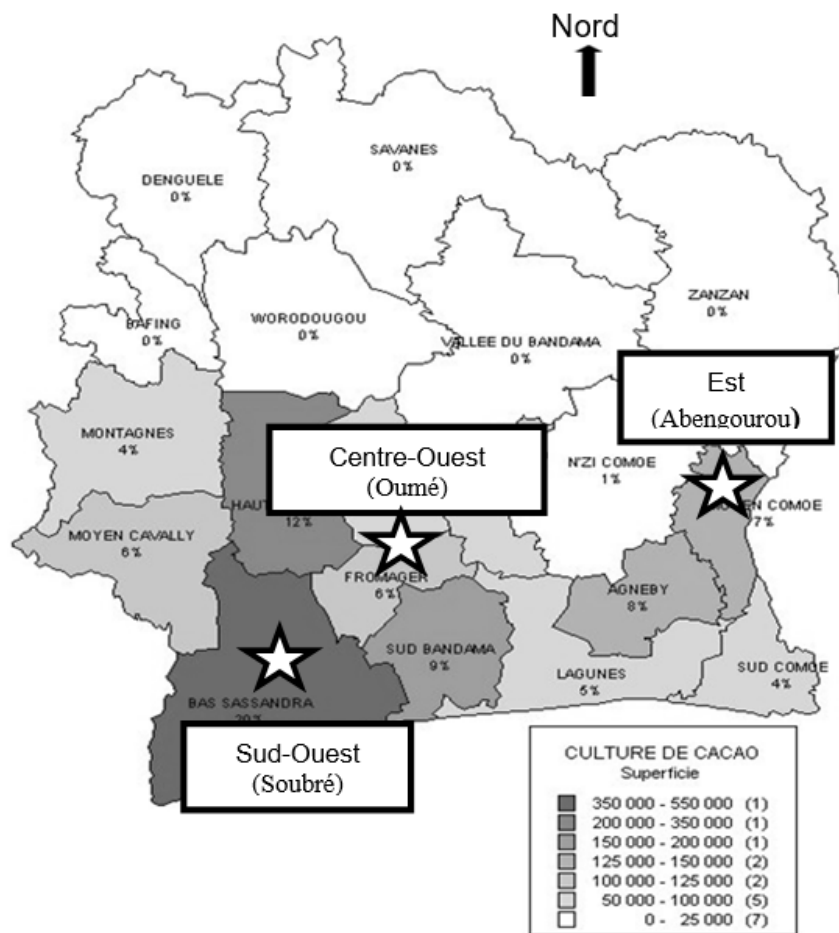


Fig. 1. Principales zones de production du cacao en Côte d'Ivoire

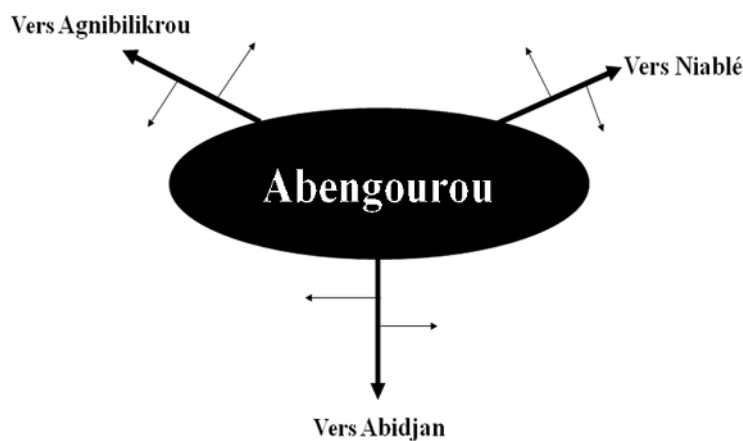


Fig. 2. Schéma de couverture des zones d'étude lors de l'enquête (cas d'Abengourou)

2.2 ANALYSE DES DONNÉES

Après dépouillement, les données issues des enquêtes ont été saisies sur Excel version 2013. Les données recueillies au cours de l'enquête ont été soumises au test de Khi deux d'ajustement à l'aide du logiciel SPSS. Le test T de Student a permis de comparer les moyennes des paramètres aux valeurs standard, données par les normes de qualité au seuil de 5 %.

3 RÉSULTATS

3.1 MATÉRIELS DE FERMENTATION

Dans les localités étudiées, deux types de matériels de fermentation sont utilisés essentiellement utilisés (figure 3). En effet, les fréquences d'utilisation des feuilles de bananier à Abengourou, Oumé et Soubré sont respectivement de (70 %, 60 %, et 64 % (sensiblement identiques). Par contre, les fréquences d'usage des bâches noires, inférieures à celles des feuilles de bananier, sont de 30 %, 40 % et 36 % respectivement pour les mêmes localités. Quant aux caisses de fermentation (figure 4), recommandées par la recherche, elles ne sont pratiquement pas utilisées par les producteurs dans toutes les localités (figure 5).



Fig. 3. Types de support de fermentation utilisés dans les zones de production (a : Feuilles de bananier, b : Bâche noire)



Fig. 4. Caisse recommandée par la recherche pour la fermentation des fèves de cacao.

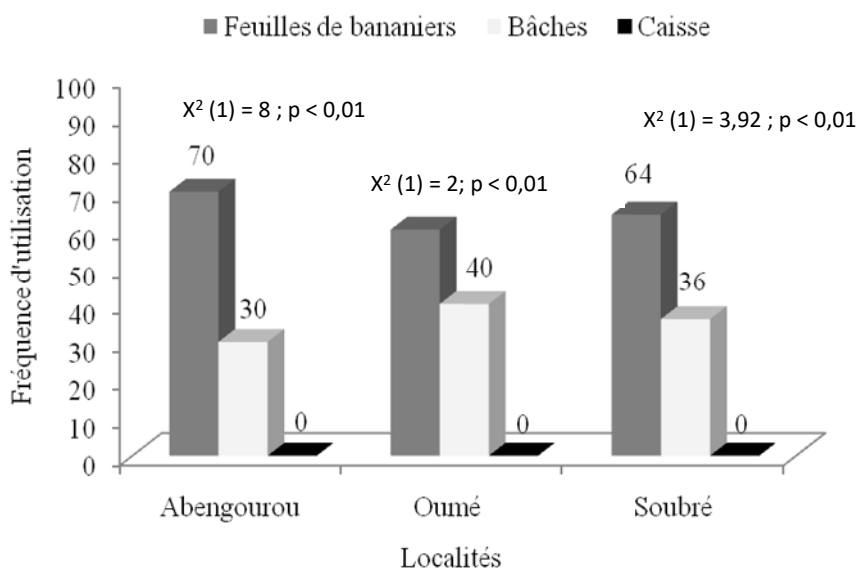


Fig. 5. Fréquence d'utilisation des matériels de fermentation dans les différentes localités

3.2 TECHNIQUES DE FERMENTATION

3.2.1 BRASSAGE DES FÈVES LORS DE LA FERMENTATION

La figure 6 montre que le brassage de la masse de fèves de cacao au cours de la fermentation est pratiquement inexistant dans les différentes zones de production. Là où elle est pratiquée, elle l'est à une faible fréquence. Ainsi, 60 %, 80 % et 72 % de producteurs, respectivement à Abengourou, Oumé et Soubré, n'effectuent pas de brassage. Par contre, 30 %, 18 %, 20 % d'une part et 10 %, 2 %, 8 % d'autre part font respectivement un et deux brassages dans lesdites localités. Aucun producteur n'effectue plus de deux brassages.

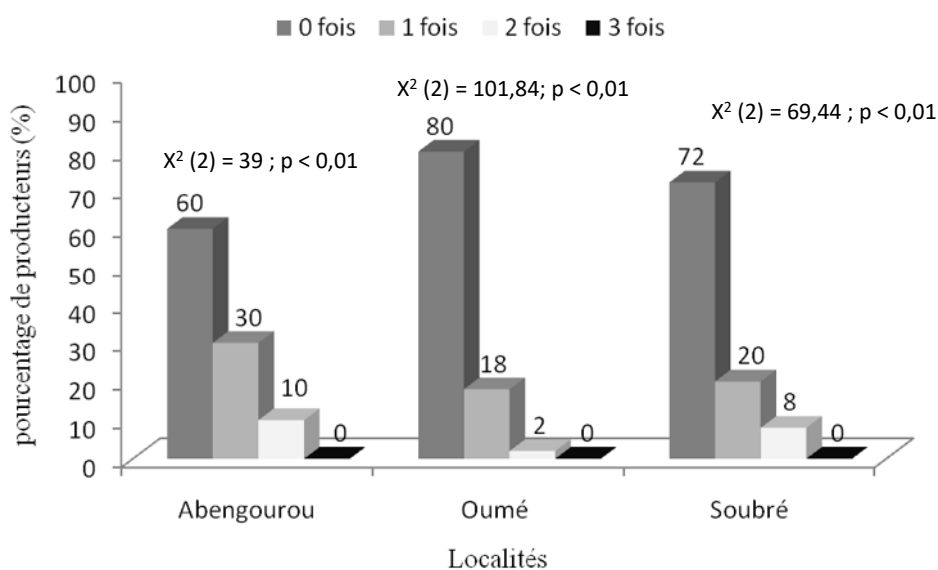


Fig. 6. Fréquence de brassage de la masse de fèves de cacao lors de la fermentation dans les différentes localités

3.2.2 DURÉE DE LA FERMENTATION

La durée de fermentation varie selon les localités de production de cacao (Tableau VI). Elle va de 2 à 7 jours à Abengourou, de 3 à 7 jours à Oumé et de 3 à 8 jours à Soubré. Les fermentations qui durent 4, 5 ou 6 jours sont les plus fréquentes. Ainsi, à Abengourou, ce sont 22 % des producteurs qui réalisent la fermentation de leurs fèves pendant 4 jours, 18 % pendant 5 jours et 42 % pendant 6 jours. Les proportions de producteurs enregistrés à Oumé pour les mêmes durées de fermentation sont respectivement 30, 36 et 22 %. A Soubré, les fermentations de 4 et 5 jours sont pratiquées chacune par 26 % des producteurs. Celles qui durent 6 jours sont réalisées par 20 % des producteurs. L'examen de la durée de fermentation vue sous l'angle de deux classes de durées (< 6 jours et ≥ 6 jours), montre à Abengourou que 54 % des producteurs fermentent leurs fèves pendant au moins 6 jours. A Oumé et à Soubré, ce sont moins de la moitié (respectivement 30 et 36 %) des producteurs qui pratiquent la fermentation durant ce même temps (Tableau VI). Le temps moyen de fermentation des fèves de cacao est $5,30 \pm 1,18$ jours à Abengourou ; $5,00 \pm 1,01$ jours à Oumé et $5,04 \pm 1,31$ jours à Soubré. Ces durées moyennes sont statistiquement identiques selon le test de Newman-Keuls et significativement inférieures ($p < 0,01$) à la durée minimum (6 jours) recommandée pour une bonne fermentation (tableau I).

Tableau 1. Proportions (%) de producteurs en fonction du nombre du jours de fermentation des fèves de cacao dans les localités étudiées

	Localités	Nombre de jours de fermentation								
		Inférieur à 6 jours					Plus de 6 jours			
		2	3	4	5	Total	6	7	8	Total
Proportions de Producteurs (%) par localité	Abengourou	2	4	22	18	46	42	12	0	54
	Oumé	0	4	30	36	70	22	8	0	30
	Soubré	0	12	26	26	64	20	14	2	36

3.2.3 NOMBRE DE BRASSAGES DURANT LA FERMENTATION

L'enquête en milieu paysan a permis de classer les producteurs en deux catégories selon qu'ils brassent ou non la masse de fèves de cacao au cours de la fermentation. Les tests de Khi-deux montrent que la première catégorie regroupe ceux qui préfèrent n'effectuer aucun brassage. Ceux-ci sont les plus nombreux et représentent 60, 80 et 72 % des producteurs, respectivement à Abengourou, Oumé et Soubré. Ceux de la deuxième catégorie effectuent soit un brassage (30, 18 et 20 %), soit deux brassages (10, 2 et 8 %) comme recommandé par les bonnes pratiques durant cette opération post-récolte (tableau II).

Tableau 2. Durées moyennes de fermentation des fèves de cacao dans les localités étudiées

Localités	Durée de fermentation (jours)			Norme
	Abengourou	Oumé	Soubré	
Moyenne	$5,30 \pm 1,18a$	$5,00 \pm 1,01a$	$5,04 \pm 1,31a$	D = 6 jours
Comparaison de la durée moyenne à la norme	$P^* < 0,01$	$P^* < 0,01$	$P^* < 0,01$	

NB : Sur la même ligne, les moyennes suivies de la même lettre indiquent des différences non significatives au seuil de 5 % (Test de Newman-Keuls)

D = Durée de fermentation

*: Moyenne significativement inférieure à la norme au seuil de 5 % (Test t de Student)

± : Ecart-type

4 DISCUSSION

Les matériels de fermentation utilisés par les producteurs de cacao dans les différentes zones de production se résument aux feuilles de bananiers et aux bâches noires. Les fèves sont mises en tas dans ces types de matériel [10]. Les caisses quant à elles, ne sont pas du tout utilisées. Ce, quelle que soit la localité de production. Les moyennes des fréquences d'utilisation des feuilles de bananiers ($64,67 \pm 5,03$ %), statistiquement supérieures à celle des bâches noires ($35,33 \pm 5,03$ %) selon le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %, traduisent une préférence du premier matériel au deuxième, justifiée par leur accessibilité. En effet, le cacaoyer est cultivé en association avec les bananiers pour qu'ils bénéficient de leur ombrage. Par conséquent, les feuilles de bananier sont facilement disponibles et sont utilisées pour la fermentation [11], [12]. Par ailleurs, leur coût est pratiquement nul. A contrario, les bâches noires et surtout les caisses nécessitent des moyens financiers pour l'achat ou la

confection. Aussi, la fermentation en caisse, technique moderne proposée par les structures de recherche, semble ne pas être adoptée par les producteurs qui ont eu pour habitude de pratiquer la fermentation traditionnelles en faisant usage des matériels précédemment cités [13], [14], [15]).

Le brassage de la masse de fèves pendant la fermentation est une opération très peu pratiquée par les producteurs de cacao en Côte d'Ivoire. En effet, 70,67 % des producteurs des localités étudiées ne brassent pas la masse de fèves en fermentation, soit parce qu'ils n'y accordent pas grand importance, soit par ignorance des avantages que représente le brassage dans l'homogénéité des fèves et de leur qualité à la fin de l'opération [16]. Ces résultats sont conformes à ceux des travaux réalisés au Nigéria [17] qui ont montré que 38 % des producteurs de cacao brassent leur masse de fèves une seule fois contre 60 % qui ne le font pas du tout.

La durée de fermentation est hétérogène dans chaque zone. Chaque producteur fermente le cacao selon son appréciation. Les durées moyennes de fermentation sont toutefois, statistiquement identiques dans toutes les localités. Ces valeurs moyennes ($5,30 \pm 1,22$ jours ; $5,00 \pm 0,97$ jours et $5,03 \pm 1,35$ jours) inférieures au temps requis de fermentation situé à 6 ou 7 jours [18], [10], [8], [19] attestent d'une insuffisance générale de fermentation dans toutes les zones de production du cacao. Les raisons justifiant cela sont, d'une part, la libéralisation du marché intérieur du cacao conduisant à l'achat des fèves sans obligatoirement vérifier leur niveau de fermentation et d'autre part, l'idée d'obtenir des fèves d'un poids élevé avec une fermentation de courte durée [17]. Néanmoins, le pourcentage de producteur pratiquant cette opération dans un temps d'au moins 6 jours à Abengourou supérieur à ceux de Oumé et Soubré montre une meilleure fermentation dans la première localité. Cela devrait conduire à des fèves de bonne qualité dans cette localité car des travaux ont montré que la bonne maîtrise de cette opération permet d'obtenir des fèves marchandes de bonne qualité [20].

5 CONCLUSION

La présente étude a permis de mettre en évidence qu'il existe peu de variation entre les localités de production du cacao en Côte d'Ivoire en ce qui concerne le matériel utilisé pour la fermentation. Cependant, on observe une tendance à l'usage des feuilles de bananiers au détriment des bâches noires et des caisses. Lors de cette opération, le brassage de la masse de fève est souvent inexistant. Quand il est pratiqué, il est très insuffisant. Quant à la durée de fermentation elle est en général courte, montrant ainsi une fermentation de qualité insuffisante. Cependant, la comparaison des localités a montré que dans l'Est du pays le temps mis pour la fermentation et le matériel utilisé à cet effet sont relativement meilleurs par rapport à ceux des zones Centre-Ouest et Sud-ouest. Il serait donc important d'étudier l'impact des pratiques de fermentation dans ces zones de production sur la qualité des fèves de cacao marchand.

REFERENCES

- [1] Jarrige F, Ruf F. (2000). Comprendre la crise du cacao. *Café Cacao Thé*, 34(3) :213-222.
- [2] Icco (2001). Bulletin trimestriel de statistiques du cacao ; 27(1): 1-101.
- [3] Icco (2005). Rapport annuel 2003/04. Bulletin trimestriel de Statistiques du cacao 30(4).
- [4] Cros E. et Jeanjean N. (1995). Qualité du cacao. Influence de la fermentation et du séchage. *Plantation, Recherche et Développement*, 2(3): 21-27.
- [5] Villeneuve F, Cros E, Vincent J-C, Macheix J-J. (1989). Recherche d'un indice de fermentation du cacao. III- Evolution des flavan-3-ols de la fève ; *In : Café Cacao Thé*, 33(3): 165-170.
- [6] Anonyme (1983). *Café Cacao Thé*, numéro hors série juillet 1983, Rapport d'activité 1982 de l'institut de recherches du café et du cacao (IRCC).
- [7] Clapperton J, Hammerstone Jr JF, Romanczyk LJ, Yow S, Chan J, Lim D et Lockwood R. (1992). Polyphenol and cocoa flavour. 16^e journée internationale d'étude du groupe polyphénol (J.I.E.P.) Lisbonne (Portugal), 112-116.
- [8] Barel M. (2001). Les arômes de chocolat ; *Comptes-rendus de l'Académie Française de Chocolat et de Confiserie*, Montpellier, France.
- [9] Barel M. (2009). *Du cacao au chocolat, l'épopée d'une gourmandise*. Edition Quae, 144p.
- [10] Barel M. (1998). Première transformation du cacao ; *In : Cacao et Chocolat*, Collection Sciences et Techniques Agroalimentaires, Lavoisier, Tec & Doc, Paris, 95-116.
- [11] Desprieux D. (1998). Le cacaoyer et la cacoculture. *In : Cacao et Chocolat*, Collection Sciences et Techniques Agroalimentaires, Lavoisier, Tec & Doc, Paris, 43-93.
- [12] Anonyme (2009). Culture du cacaoyer. Informations du marché dans le secteur des produits de base, www.info.com.
- [13] Jones KL et Jones SE. 1984. Fermentation involved in production of cacao, coffee and tea. *Prog. Ind. Microbiol*, 19: 411-433.

- [14] Thompson SS, Miller KB et Lopez AS. (2001). Cocoa and coffee. *In: Doyle, M.P., Beuchat, L.R., Montville, T.J. (Eds), Food Microbiology Fundamentals and Frontiers. ASM Press, Washington, DC, 721-736.*
- [15] Ardhana MM. et Fleet GH. (2003). The microbiology ecology of cocoa bean fermentation in Indonesia, *International journal of food microbiology, (86): 87-99.*
- [16] Sadoux FL. (1961). Etude de la fermentation et du séchage du cacao au Cameroun. *Café Cacao Thé, 5(4): 252-262.*
- [17] Aneani F. et Takrama JF., (2006). Les pratiques qui influencent la qualité du cacao au Ghana : la perception des cacaoculteurs. 15^{ème} conférence internationale sur la recherche cacaoyère, San-José, Costa Rica, 9-14 octobre 2006.
- [18] Braudeau J. (1969). *Le cacaoyer ; Maisonneuve et Larose (eds), Paris 169p.*
- [19] Camu N, Gonza'lez A, De Winter T, Van Schoor A, De bruyne K, Vandamme, P, Takrama JS, Addo SK, De Vuyst L. (2008). Influence of Turning and Environmental Contamination on the Dynamics of Populations of Lactic Acid and Acetic Acid Bacteria Involved in Spontaneous Cocoa Bean Heap Fermentation in Ghana, *Applied Environmental microbiology, 74(1): 86-98.*
- [20] L. BanKoffi, G. H. Ouattara, T. G. Karou, S. T. Guéhi, J. G. NEMLIN et J. K. Diopoh (2013). Impacts de la fermentation du cacao sur la croissance de la flore microbienne et la qualité des fèves marchandes. *Agronomie Africaine 25 (2) : 159 - 170.*