

## Investigation des nouveaux supports de fermentation des fèves de cacao dans les principales régions de production de cacao (Haut-Sassandra, Nawa et Bas-Sassandra) en Côte d'Ivoire

### [ Investigation of new cocoa bean fermentation media in the main cocoa production regions (Haut-Sassandra, Nawa and Bas-Sassandra) in Côte d'Ivoire ]

*Konan Kouakou Ahossi, Coulibaly Ibourahema, Kouassi Kra Athanase, Foba Foba Stéphane, Coulibaly Mendjara, and Konate Ibrahim*

Jean Lorougnon GUEDE University, Biochemistry-Microbiology Department, Agrovalorisation Laboratory, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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:** Fermentation is a crucial post-harvest step for obtaining the aromatic and sensory characteristics of quality cocoa that meets international requirements. This work has made it possible to list the fermentation media for cocoa beans currently used in the major cocoa production areas in Côte d'Ivoire. To do this, a questionnaire was established and allowed by interviews and direct observations in order to collect information on the new fermentation media in use. In total, nine hundred and nineteen (919) producers were surveyed. This research work has made it possible, through a survey, to show that the main cocoa production areas in Côte d'Ivoire today use new supports for the fermentation of cocoa beans for various reasons. These are five (5) currently used fermentation media in addition to those known but has different proportions depending on the area surveyed and those for several difficulties they face. Our results also made it possible to obtain the fermentation time according to the medium used and whether stirring was allowed during the fermentation. A principal component analysis revealed three groups of producers according to the supports used and their motivation with a strong correlation between the supports and the motivation.

**KEYWORDS:** Cocoa, fermentation, technology, support, survey.

**RESUME:** La fermentation est une étape post-récolte cruciale pour l'obtention des caractéristiques aromatiques et sensorielles d'un cacao de qualité obéissant aux exigences internationales. Ce travail a permis de répertorier les supports de fermentation des fèves de cacao actuellement utilisés dans les grandes zones de production de cacao en Côte d'Ivoire. Pour se faire, un questionnaire a été établi et a permis par des entretiens et observations directes afin de recueillir des informations sur les nouveaux supports de fermentation en cours d'utilisation. Au total, neuf cent-dix-neuf (919) producteurs ont été enquêtés. Ce travail de recherche a permis à travers une enquête de montrer que les principales zones de production de cacao en Côte d'Ivoire utilisent aujourd'hui, de nouveaux supports pour la fermentation des fèves de cacao pour diverses raisons. Ce sont cinq (5) supports de fermentation actuellement utilisés en plus de ceux connus mais a des proportions différentes en fonction de la zone enquêtée et ceux pour plusieurs difficultés auxquelles ils sont confrontés. Les résultats également permis d'obtenir le temps de fermentation en fonction du support utilisé et si un brassage était admis au cours de la fermentation. Une analyse en composante principale a révélé trois groupes de producteur en fonction des supports utilisés et de leur motivation avec une forte corrélation entre les supports et la motivation.

**MOTS-CLEFS:** cacao, fermentation, technologie, support, enquête.

## 1 INTRODUCTION

Le cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) a été introduit en Côte d'Ivoire vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, dans la région Est du pays [1]. Avec une récolte annuelle de 1 964 000 tonnes soit 42,22 % de la production mondiale au cours de la campagne 2018-2019, la Côte d'Ivoire reste au niveau mondial le premier pays producteur de cacao [2]. Cependant, le défaut de qualité associé aux fèves de cacao ivoirien occasionne des pertes économiques substantielles pour l'Etat de Côte d'Ivoire. Dans le milieu paysan, les agriculteurs; après avoir récolté les cabosses de cacao, soumettent les graines à un processus de fermentation naturelle, ([3]; [4]) et sans ce procédé de fermentation, les fèves de cacao crues et séchées ne développent pas la saveur typique du cacao lors de la torréfaction [5]. C'est donc l'une des

principales étapes de la technologie post-récolte du cacao [6]. Le bananier plantain dont les feuilles sont le support offrant les meilleures qualités marchandes, microbiologiques et organoleptiques de fèves de cacao [7] est presque toujours cultivé en association avec le cacao. Le constat actuel est que, depuis plus de dix ans, les variations climatiques, le vieillissement des sols et l'ombrage des cacaoyers après cinq ans de culture entraîne la disparition progressive des bananiers. Comme alternative, les producteurs utilisent les bâches en plastiques et très souvent les caisses en bois. Alors que des chercheurs ont prouvé que les fèves issues de la fermentation dans les bâches plastiques et les caisses en bois étaient classées comme des méthodes à faible uniformité car on observe la présence de fèves défectueuses et une dégradation de la qualité marchande, microbiologique, et organoleptique [8]. Ainsi de nouveaux supports de nos jours utilisés pour la fermentation des fèves sans que la qualité de ces fèves ne soit évaluée. Cette étude a donc pour objectif d'investiguer par une enquête et de mettre la lumière sur les nouvelles méthodologies de traitement post-récolte (la fermentation) afin de les valoriser quelque soit leur proportion d'utilisation. De façon spécifique, il s'agit d'interroger les producteurs des principales zones de production sur les nouvelles pratiques de la fermentation sur la base d'un support d'enquête.

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 ZONE D'ÉTUDE

Trois principales régions de production de cacao en Côte d'Ivoire caractérisées par une diversité de condition climatique, leurs rendements annuels dans la production de cacao ont été choisies pour cette étude. Ce sont la région du Bas Sassandra (San Pedro) caractérisée par une basse altitude, en-dessous de 500 m, avec 70 à 80 mm de précipitation par mois. San Pedro compte 277 140 ha de plantation de cacao et 171 164 tonnes de cacao. La région de la Nawa (Soubré) zone centre ouest, région pluvieuse tempérée avec une moyenne de 26-27°C et 29-65 mm / mois de précipitations, une altitude modérée en dessous de 600 m, grande région de production de cacao, le cœur de la nouvelle boucle du cacao (59 % de la production de cacao du District pour 80 % des exploitants) (figure 1).

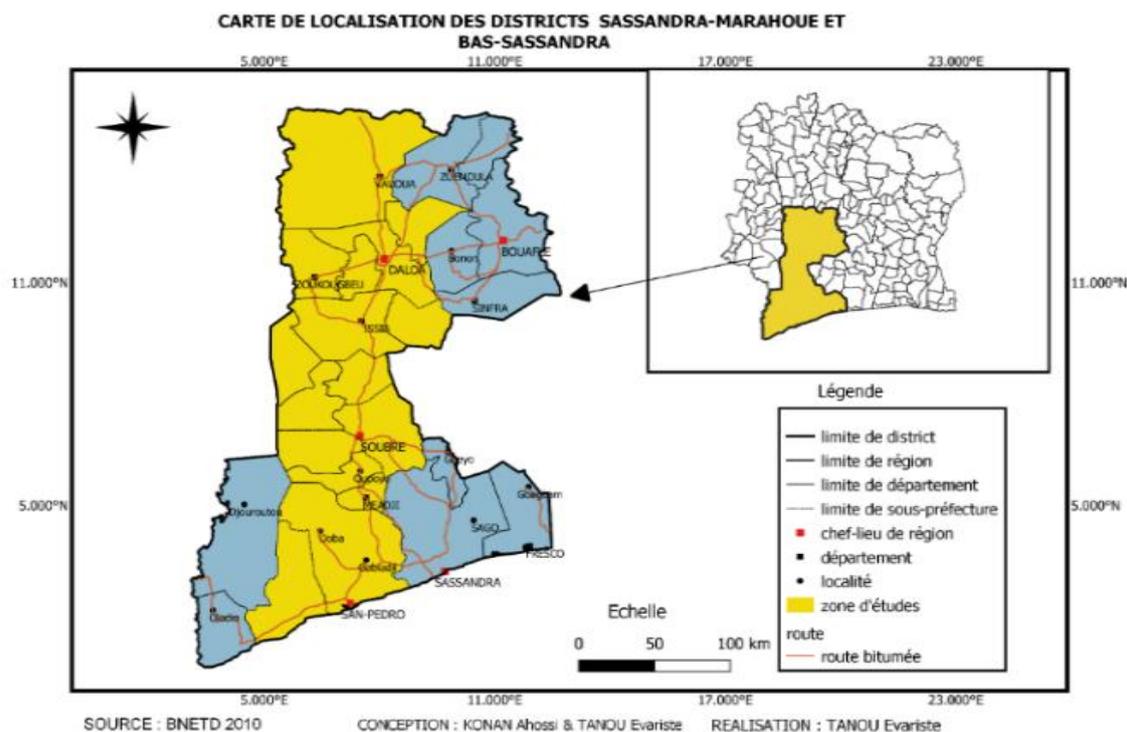


Fig. 1. Carte géographique des zones enquêtées

### 2.2 COLLECTE DES DONNÉES

La démarche méthodologique mise en place dans le cadre de cette étude, est une démarche participative. L'enquête randomisée par entretien et par observation participante a été conduite dans les trois régions ciblées de production de cacao en Côte d'Ivoire. L'enquête a été faite avec l'accord des différents préfets, sous-préfet chefs centraux et chefs de village différentes localités ciblées. L'autorisation d'enquête à travers des circulaires a permis de rencontrer les différents responsables du conseil café cacao, les responsables de coopérative de cacao et les différents chefs de village pour des entretiens d'informations sur les recherches, des

informations générales sur les supports utilisés actuellement pour la fermentation des fèves de cacao dans leurs localités respectives ont été connues. Ainsi l'enquête s'est déroulée de Mai à Novembre 2021.

### 2.3 CRITÈRES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION

Toutes personnes sans distinction de sexe qui détient une plantation de cacao et qui réalisent des travaux ou des personnes qui ne sont pas propriétaires, mais qui s'occupent du champ sous l'ordre du producteur ont été interrogés. Les enfants ne sont pas concernés lors de cette enquête. Au total, l'enquête a porté sur 919 personnes dans les 3 régions choisies.

## 3 ANALYSE DES DONNÉES

Les données brutes de l'enquête ont été dépouillées avec le logiciel Sphinx Plus<sup>SV5</sup>. Les données ont été ensuite exportées dans le logiciel Excel (pack Microsoft office 2019) puis soumises à l'analyse statistique à l'aide du logiciel R 4.1.0. Des recordages ont été apportés pour leurs interprétations. Les différents résultats obtenus sont présentés sous forme de graphe et de tableau. Une analyse en composantes principale grâce aux packages FactomineR ont-elle été effectuées.

## 4 RÉSULTATS

La figure 2 indique que la cacaoculture est plus pratiquée par les hommes à 91,73 % contre un taux de 8,27 % pour les femmes. L'analyse des proportions des trois zones de production a donné une probabilité  $P > 0,05$  chez les hommes comme chez les femmes. Il y a aucune différence significative. Dans les trois (3) régions étudiées, deux supports de fermentation sont actuellement utilisés. Il s'agit entre autres des sacs (en polypropylène et en jute) et les bâches en polypropylène qui sont utilisés en plus des feuilles de bananier et des bâches en plastique. Les caisses en bois ne sont pas du tout utilisés quel que soit la région enquêtée. Les feuilles de palmier et les cabosses de cacao utiliser comme supports de fermentation ont été enregistrées par des constats sur terrain et au cours des entretiens. En tenant compte de l'analyse sur l'utilisation des proportions à l'aide du logiciel R, une probabilité de  $P = 2,2 \cdot 10^{-16}$  a été donnée. Cette probabilité révèle une différence significative entre les différentes utilisations des supports de fermentation.

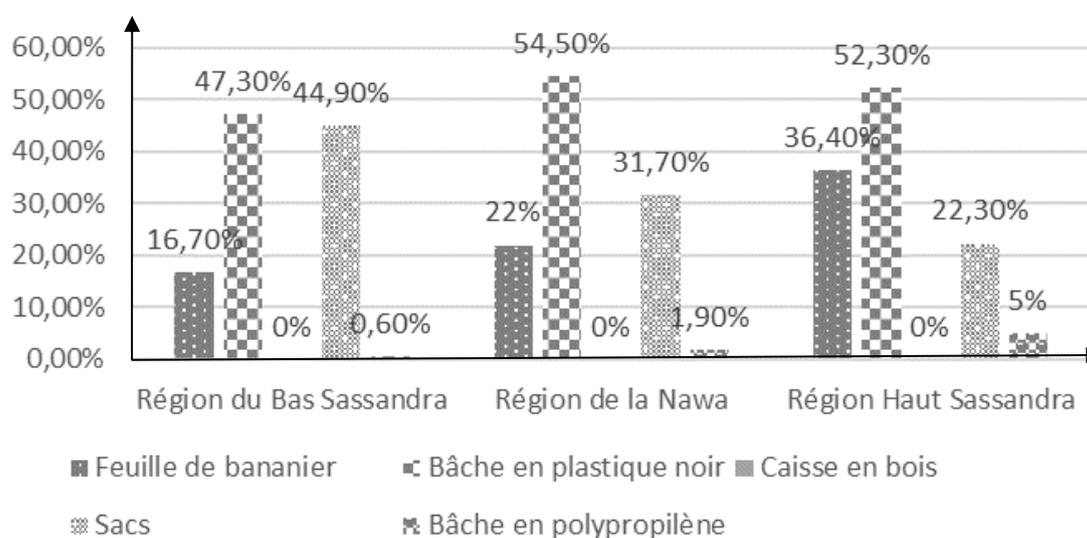


Fig. 2. Répartition des zones d'études en fonction des supports de fermentation utilisés

### 4.1 LA FERMENTATION DANS LES SACS EN POLYPROPYLÈNE ET SACS EN JUTE

La fermentation en sac en polypropylène et sac en jute est réalisée (70 kg environ). Lors de l'écabossage, les producteurs mettent directement les fèves dans sacs. A la fin de l'écabossage, les sacs contenant les fèves de cacao sont ficelés pour la fermeture et ranger en bordure de la voie pour le transport au village (Figure 3). Cela permet de garantir le transport dans les camions de ramassage. Pendant la nuit, les différents lots de cacao sont stockés dans des sacs en polypropylène et entreposés dans un endroit couvert.



Fermentation dans des sacs en jute



Fermentation dans des sacs en  
propylène

*Fig. 3. Fermentation dans des sacs en jute et des sacs en propylène*

#### 4.2 FERMENTATION DANS LES FEUILLES DE PALMIERS

Une quantité d'au moins 200 kg est stocké après écabossage dans les feuilles de palmier et recouvert par les mêmes feuilles de palmier. Le brassage est fait tous les 2 jours jusqu'au 6eme jour de la fermentation pour procéder au séchage (Figure 4).



*Fig. 4. Fermentation des fèves de cacao dans les feuilles de palmier*

#### 4.3 FERMENTATION DANS LES BÂCHES EN POLYPROPYLÈNE

Une quantité d'au moins 200 kg est stocké après écabossage sur des bâches en propylène et recouvert par les mêmes types de bâches. Le brassage est fait tous les 2 jours jusqu'au 6eme jour de la fermentation pour procéder au séchage (Figure 5).



*Fig. 5. Fermentation des fèves de cacao dans les bâches en polypropylène*

#### 4.4 FERMENTATION DANS LES CABOSSES DE CACAO

Après la récolte, un endroit est nettoyé dans la plantation. 500 cabosses de cacao en moyenne sont entassées. Une bâche plastique est placée sous les cacaoyers et sur une pente permettant l'écoulement dans un seul sens du jus. Ensuite, l'écabossage est réalisé avec des gourdins. Les fèves sont laissées à l'intérieur des cabosses pour la fermentation sur 6 jours. Après six jours de fermentation les fèves de cacao sont séparées du placenta dans les cabosses pour le séchage (figure 6).



Fig. 6. Fermentations des fèves de cacao dans les cabosses de cacao

#### 4.5 TEMPS DE FERMENTATION

L'ensemble des producteurs respectent le temps de fermentation réglementaire dans les différentes régions enquêtées. En effet 45,5 % des producteurs ont un temps de fermentation inférieur ou égal à quatre (4) jours contre 55,5 % copris entre 5 et 7 jours dans la région de San Pedro, 14,9 % contre 85,1% dans la région de la Nawa et 40 % contre 60 % dans la région du Haut Sassandra.

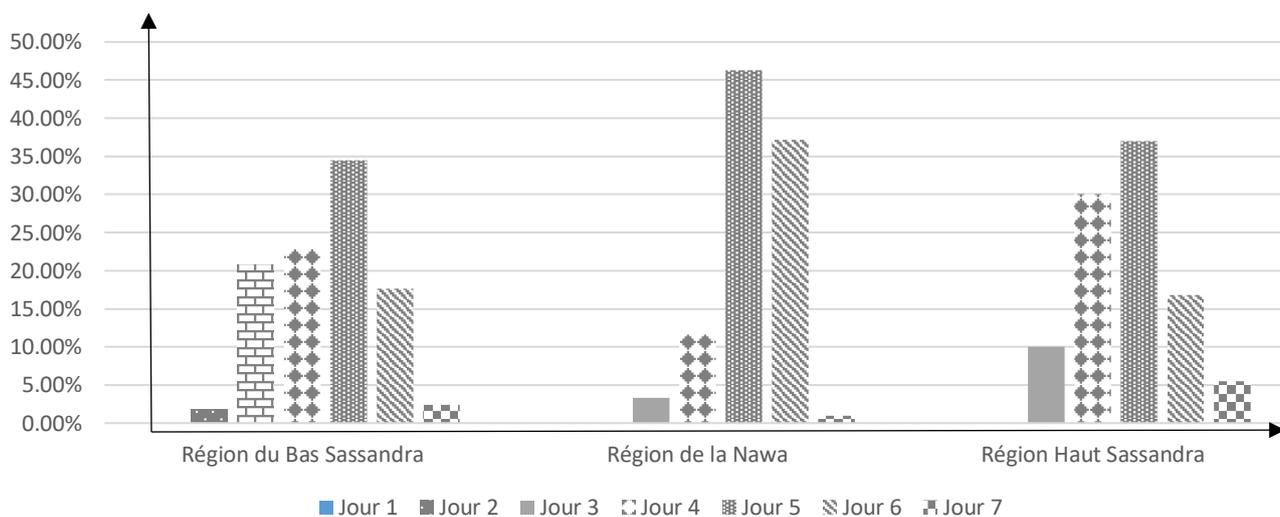


Fig. 7. Durée de fermentation des fèves en fonction des régions enquêtées

#### 4.6 TAUX DE BRASSAGE DANS LES RÉGIONS ENQUÊTÉES

Le taux de brassage est en générale faible dans toutes les régions enquêtées. Ces taux sont respectivement de 6,3 % dans la Nawa, 5,1 % à San Pedro et 4,5 % dans le Haut Sassandra (Tableau I).

Tableau 1. Proportion des brassages des fèves en fonction des régions enquêtées

	Soubré (363)		San pedro (336)		Haut Sassandra (220)	
	Nb.ci	Freq	Nb.ci	Freq	Nb.ci	Freq
Non	340	93,7%	319	94,9%	210	95,5%
Oui	23	6,3%	17	5,1%	10	4,5%

#### 4.7 JUSTIFICATION DE L'UTILISATION DES SUPPORTS DE FERMENTATION

L'utilisation de nouvelles technologiques se justifie par plusieurs raisons dont le vol avec une moyenne générale de (21,97 ± 12,38), le manque de feuilles de bananier (31,87 ± 12,95) bonne fermentation (7,63 ± 6,64), insuffisance de feuille de bananier (13,60 ± 8,68), transport vers le village (12 ± 1,70), recommandé (7,60 ± 3,56), jus de cacao (1,13 ± 1,96), Grande quantité des fèves de cacao (44,43 ± 4,06). L'analyse des données a une différence significative entre les différences régions enquêtées (P= 0,00 < 0,05). Cependant il est nécessaire de signifier que les raisons valables de l'utilisation de nouvelles pratiques de fermentation sont fonction des localités enquêtées. Les résultats reportés dans chaque ville sont présentés dans le **tableau II**

Tableau 2. Justification de l'utilisation des nouvelles technologies en fonction des région enquêtées

	Haut Sassandra	Nawa	San pedro
<b>Vol</b>	35,8%	18,2%	11,9%
<b>Manque de feuilles de bananier</b>	27,6%	52,4%	33,4%
<b>Bonne fermentation</b>	14,7%	1,5%	6,7%
<b>Insuffisance de feuilles de bananiers</b>	16%	4%	20,8%
<b>Transport vers le village</b>	10,6%	11,5%	13,9%
<b>Recommandé</b>	6,8%	11,5%	4,5%
<b>Jus</b>	3,4%	0%	0%
<b>Grande quantité des fèves</b>	3,1%	1,2%	9%

L'analyse de variance multidimensionnelles a été effectuée sur l'ensembles des paramètres étudiés et ont donnés des résultats représentés dans la figure 8. L'analyse a dévoilé qu'il existe une différence significative (P<0,05) entre les différentes motivations sur l'usage de nouvelles pratiques de fermentations. Une analyse à (ACP) a été effectuée. La représentation des différentes motivations d'utilisation des nouveaux supports de fermentation dans un espace bidimensionnel est montrée sur la Figure 8. Celle-ci permet de visualiser les différences entre leurs avis sur ces nouvelles pratiques poste récoltes. Dans un plan factoriel (F1-F2). Il ressort de cette analyse que 84,4% des motivations sont expliqués par les deux premières composantes, dont 47,50% par l'axe 1 et 36,90% par l'axe 2. Ces résultats donnent trois grands groupes de producteurs en fonction de leurs motivations de pratique poste récolte (la fermentation). Un premier groupe de producteurs utilisant les bâches plastiques et les bâches en polypropylène qui se justifie par le transport des fèves au village et le manque de feuilles de bananier; un deuxième groupe qui utilise les sacs et qui justifient par les cas de vol, absence de feuilles de bananier et de la quantité des fèves de cacao et le troisième groupe qui utilisent les feuilles de bananier et qui justifie la un bon rendement après séchage et surtout par sa recommandation par l'Etat.

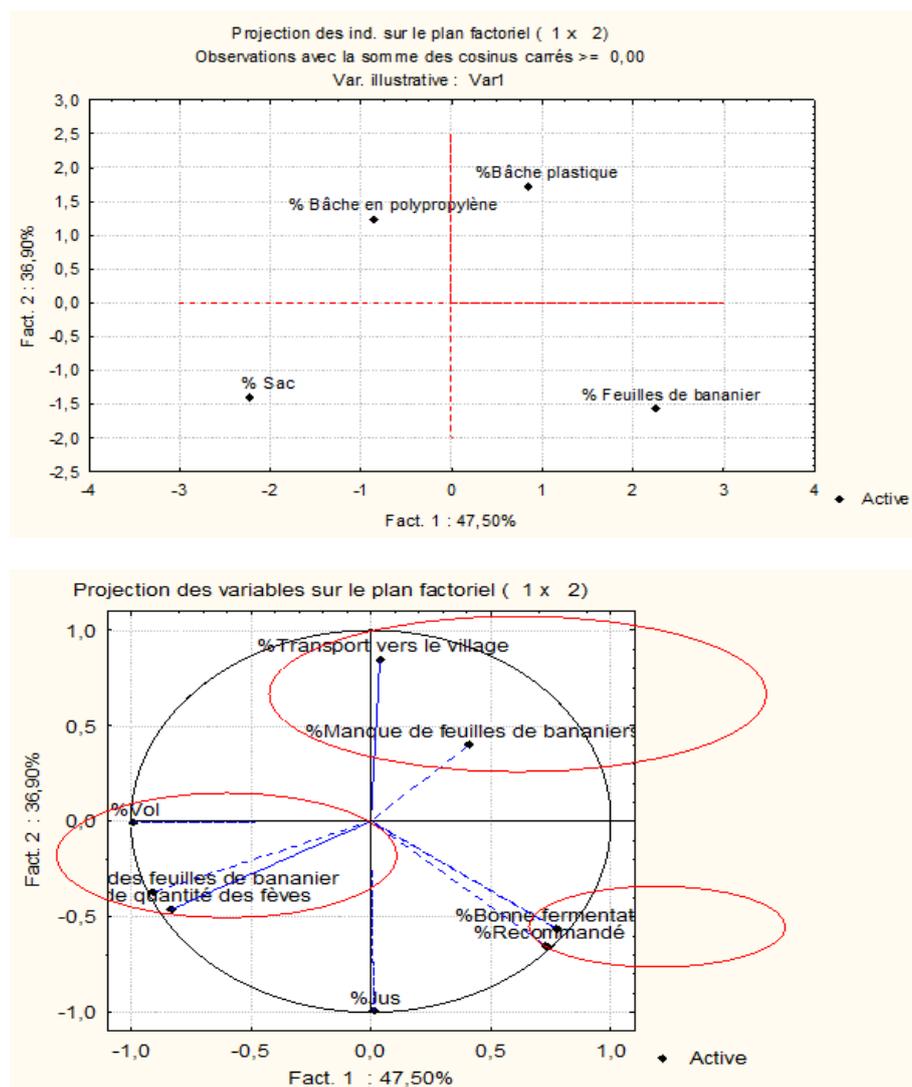


Fig. 8. Analyse à (ACP) de l'utilisation des nouvelles techniques de fermentation des fèves de cacao

## 5 DISCUSSION

Les résultats de l'enquête ont montré que la cacao culture est en majorité dévoué aux hommes avec une proportion de 91,73% quel que soit la zone de production enquêtée. Pour chacun des zones enquêtée la proportion des hommes tous comme chez les femmes n'est pas significative. La proportion des hommes par rapport à celles des femmes pourrais s'expliquer par le fait que ce travail difficile a réalisé donc demande plus d'effort physique et de courage. En effet les femmes dans les campagnes ont pour la plupart le rôle de ménagère et constituent une aide indispensable aux côté de leurs maris dans la réalisation du champ de cacao. Ces résultats confirment celle de Yao qui stipule que, les femmes courageuses, capables de défricher une forêt dense jusqu'à la mettre en valeur sont rares [9].

Dans les trois régions investiguées, les nouvelles technologies de fermentation recueillis auprès des producteurs se résument aux sacs (les sacs en polypropylènes et sacs jutes), les bâches en polypropylènes les cabosses de cacao et aux feuilles de palmier en plus des feuilles de bananiers de et des bâches en polypropylène. Dans toutes les localités enquêtées, la proportion d'utilisation des bâches plastiques étaient supérieurs aux autres supports avec  $51,36 \pm 3,68\%$ ,  $32,96 \pm 11,35\%$  sacs (sacs en polypropylène, sacs en jute),  $2,5 \pm 2,2\%$  pour les bâches en polypropylène) en plus des feuilles de bananier ( $25,03 \pm 10,9\%$ ), et  $0 \pm 0\%$  pour les caisses en bois. La faible utilisation des caisses en bois pourrait s'expliquer par la difficulté de la confection et qui sont parfois endommagées par les termites lorsque les conditions de conservation ne sont pas appropriées [9]. Aussi, la fermentation en caisse, technique actuelle proposée par les structures de recherche, semble ne pas être adoptée par les producteurs qui ont eu pour habitude de pratiquer la fermentation traditionnelle [10].

Le temps de fermentation des fèves dans les trois régions enquêtées est variable et est fonction de la période de récolte. De façon général le temps de fermentation ( $T \leq 4 = 33,46 \pm 16,31\%$  et une moyenne de temps de fermentation  $T [5 \text{ à } 7]$  jours est de  $66,87 \pm 15,95\%$ .

Le temps de fermentation pendant la saison sèche est plus long que les saisons pluvieuses dans les trois zones enquêtées. Ce qui pourrait s'expliquer d'une part par le processus de la fermentation qui est sous l'influence des microorganismes. En effet l'humidité favorise la croissance rapide microorganismes fermentaires qui accélère la fermentation. D'autre part, pendant la saison des pluies, le temps de séchage devient long et les fèves ont la possibilité de poursuivre la fermentation. Cependant, pendant la saison sèche les temps de séchage sont courts d'où les fèves n'ont plus le temps de poursuivre efficacement la fermentation.

Le brassage du cacao en fermentation est nécessaire dans le processus de fermentation. En effet, cette opération permet d'homogénéiser la fermentation afin d'éviter les fèves ardoisées ou les fèves sur fermentées comme le soutiennent [11]. Cependant le brassage des fèves lors de la fermentation est très peu pratiqué sur l'ensemble des trois régions enquêtées. Dans toutes les régions enquêtées la proportion de brassage était très faible. Soit 6,3% (Nawa), 5,1% (San Pedro) et 4,5% (Haut Sassandra). Cette faible proportion se justifie par le manque d'information sur la nécessité de faire le brassage lors de la fermentation. Ce qui traduit le peu d'importance qu'ils accordent à cette activité. Soit par ignorance des avantages que représente le brassage dans l'homogénéité des fèves et de leur qualité à la fin de l'opération [12]. Les études de [13] Kouakou et collaborateurs ont montré également dans leurs enquêtes en 2018 que 70% des producteurs ne brassent pas les fèves au cours de la fermentation.

Plusieurs raisons qui traduisent l'utilisation de ces nouvelles technologies ont été énumérées par les producteurs lors de l'entretien. En effet les différentes rencontres avec les chefs de village et les producteurs ont permis de recueillir des raisons qui ont motivées à l'utilisation de nouvelles méthodes de fermentation. Durant tous nos entretiens avec les producteurs enquêtés, ils ont tous reconnu l'intérêt de l'utilisation des feuilles de bananier comme étant le meilleur support de fermentation. Cependant l'utilisation d'autres supports de fermentation est dû aux limites que celles-ci ont atteintes même si l'on reconnaissait les biens faits de la fermentation dans les feuilles bananières. Le cacaoyer est cultivé en association avec les bananiers pour qu'ils bénéficient de leur ombrage pour les et trois (3) premières années de cultures. Par conséquent, les feuilles de bananier sont facilement disponibles et sont utilisées pour la fermentation [14]. Cependant, les résultats obtenus par les enquêtes ont révélé que les terres étaient vieillissantes donc ne permettent plus le bon développement des bananiers dans les plantations de cacaoyer, l'ombrage des cacaoyers après plus de 5 ans en association avec les cacaoyers causent la disparition des bananiers dans le champ. Dans la région de San Pedro en particulier, certains producteurs ont plutôt évoqué l'état d'acidité du sol provoqué par l'influence de l'océan Atlantique qui impacte la sous-région. Des cas de vol sur les sites de fermentation qui sont de plus en plus fréquents dans leurs zones de production les ont obligés à utiliser d'autres moyens pour la fermentation des fèves. De plus la concurrence entre les coopératives à avoir à leurs porter plusieurs producteurs a permis la mise à disposition de leur véhicule pour le transport des fèves vers le village dans des sacs qui sont gardés durant six (6) jours le temps que les fèves soient fermentées avant le séchage. L'utilisation des bâches en propylène est très souvent liée à la grande quantité des fèves de cacao à fermenter.

Pour le producteur, l'utilisation des cabosses de cacao comme support de fermentation est circonstancielle car cette technique de fermentation dans les cabosses est réalisée lorsque au cours du ramassage, ils oublient des tas. Ces cabosses sont donc fractionnées par des gourdins et les fèves sont conservées à l'intérieur pendant 3 à 4 jours et sont séchées à part. A la fin du séchage ces fèves sont mélangées et vendues au même titre que les autres.

## **6 CONCLUSION**

Il ressort de cette étude menée auprès des producteurs dans les principales zones de production de cacao en Côte d'Ivoire (la région de San Pedro, de la Nawa et du Haut Sassandra), que de nouvelles pratiques sont de plus appliquées pour la fermentation des fèves de cacao. Des pratiques se justifient par plusieurs raisons qui varient en fonction de la région enquêtée. Cependant aucune étude d'évaluation de la qualité des fèves n'a fait l'objet d'un travail scientifique. La fermentation ayant une influence significative sur la qualité marchande et les produits finis qui dérivent de ces fèves de cacao. Il sera donc indispensable d'étudier l'influence de ces nouvelles technologies de fermentation pour s'assurer de la qualité marchande, microbiologique, biochimique et organoleptique.

## **REFERENCES**

- [1] Assiri A. A., Yoro G. R., Deheuvels O., Kebe B. I., Keli Z. J., Adiko A. et Assa A. (2009). Les caractéristiques agronomiques des vergers de cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal and Piani Sciences*, 2 (1): 55- 66.
- [2] ICCO. (2019). Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics Vol. XLV, No.3, Cocoa year 2018/19. 1p.
- [3] Schwan R. F. and Wheals A. (2004). «The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality.» *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44 (4): 205-221.
- [4] Lima L. J. R., Almeida M. H., Nout M. J. R. and Zwietering M. H. (2011). «*Theobroma cacao* L., »the food of the gods«: quality determinants of commercial cocoa beans, with particular reference to the impact of the fermentation.» *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51 (8): 731-761.
- [5] Afoakwa E. O., Paterson A., Fowler M. and Ryan A. (2008). «Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review.» *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48 (9): 840-857.

- [6] Beckett, S. T. (2000). *The Science of Chocolate*. Royal Society of Chemistry Paperbacks.
- [7] Barel M. 2013. Qualité du cacao: l'impact du traitement post-récolte. Editions Quae, pp. 22-54.
- [8] Guehi T. S., Dabonne S., Ban-Koffi L., Kedjebo K. D. and Irié B. Z. G. (2010a). «Effect of turning beans and fermentation method on the acidity and physical quality of raw cocoa beans.» *Journal of Food Science and Technology* 2 (3): 163-171.
- [9] YAO K M. 2014 contribution a la prevention des risques de contamination fongique du cacao marchand: cas du polyhexamethylene guanidine hydrochloride, THESE UNIQUE DE DOCTORAT en Sciences et Technologies des Aliments P 79.
- [10] Ardhana M. M. and Fleet G. H. (2003). «The microbial ecology of cocoa bean fermentations in Indonesia.» *International Journal of Food Microbiology* 86: 87-99.
- [11] Guehi T.S., Kouadio P.B.K. et Dabonne S. (2010c). Spontaneous Cocoa Bean Heap Fermentation: Influence of the Duration and Turning on the Quality of Raw Cocoa. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 70: 118-123.
- [12] Sadoux FL. (1961). Etude de la fermentation et du sechage du cacao au Cameroun. *Cafe Cacao The*, 5 (4): 252-262.
- [13] Kouakou B.J., Irie B.Z., Dick E., Nemlin G. et Bomisso L.E. (2013). Caractérisation des techniques de séchage du cacao et influence sur la qualité de fèves commercialisées. *Journal of Applied Biosciences*, 64: 4797- 4812.
- [14] Anonyme (2009). Culture du cacaoyer. Informations du marché dans le secteur des produits de base, [www.info.com](http://www.info.com)