



Paramètres de qualité des fèves de cacao (*Theobroma cacao* L.) dans la région du Guemon (Duékoué) en Côte d’Ivoire.

N’GORAN Haddad Patricia*, ASSI Attiapo Pépin¹, Brigitte S. GUIRAUD¹, Eric Yapi, Yapi, Assemien Aimé, Fabrice, Adiko Cho Evelyne, Deffan Prudence Diomandé, Tahi Gnion Mathias

¹Centre National de Recherche Agronomique, Station de Recherche de Divo, BP 808, Tel : (225) 32 76 08 35, Côte d’Ivoire.

*Auteur pour correspondance e-mail : n_patricia1@yahoo.fr

Submitted 14/1/2026, Published online on 28/02/2026 in the <https://www.m.elewa.org/journals/journal-of-applied-biosciences-about-jab/> <https://doi.org/10.35759/JABs.217.7>

RESUME

Objectif : Une étude a été conduite afin de caractériser les paramètres de qualité technologiques et biochimiques des fèves de cacao marchand (*Theobroma cacao* L.) dans la région du Guémon, précisément dans le département de Duékoué, à l’ouest de la Côte d’Ivoire.

Méthodologie et résultats : Les travaux ont été réalisés sur cinq (5) parcelles paysannes. Le matériel végétal était constitué de fèves fermentées et séchées collectées dans chaque parcelle. Les paramètres morpho-technologiques poids de cabosse (PC), nombre de fèves fraîches normales (NFFN), poids de fèves fraîches normales (PFFN) et nombre de fèves /100g (NF/100) ont été déterminés. Par ailleurs, les paramètres biochimiques incluant la théobromine, la caféine, les fibres, les protéines, les polyphénols et les flavonoïdes totaux ont été analysés sur des poudres de fèves selon un dispositif en bloc de Fisher avec trois répétitions. Les résultats ont montré que la parcelle DG4(Duekoue / Gbapleu-Binao) avec 798,93 g et DG2 (Duekoue / Boukarikro) avec 818,80 g ont été meilleurs pour le PC, la parcelle DG4 (Duekoue / Gbapleu-Binao) a été meilleur avec 194,60 g pour le PFFN, et 74 fèves pour le NF/100 g La parcelle DG4 (Duekoue / Gbapleu-Binao) a été meilleur avec 3574,81 mg/100g pour la théobromine, 410,82 mg/100 g pour la caféine , 14,93 mg/100g pour les fibres a été meilleur, La parcelle DG3 (Duekoue / Bahe Bly-Cité) avec 16,22 mg/100g a été meilleur pour la teneur en protéine. La parcelle DG2 (Duekoue / Boukarikro) a enregistré la plus grande teneur avec une moyenne de 1390,04 mg EAG/100g de MS et, les parcelles DG2 (Duekoue / Boukarikro) avec 647,49 mg EQ/100g de MS, DG1(Duekoue / Guehi Bla) avec 593,98 mg EQ/100g de MS et DG3 (582,41 mg EQ/100g de MS), ont enregistré les plus la teneur en flavonoïdes totaux.

Conclusion et application des résultats : L’étude montre que la parcelle DG4(Duékoué / Gbapleu-Binao) a été meilleur pour l’ensemble des paramètres étudiés. Les résultats obtenus permettent d’affirmer que la composition des fèves de cacao des familles d’hybrides est riche en composés biochimiques ce qui est très intéressant pour le secteur industriel et agroalimentaire (cosmétique, confiserie, chocolaterie et autres). En plus, ces résultats pourraient contribuer à la valorisation du cacao issu de la zone de Côte d’Ivoire en termes de cacao de qualité fine ayant un profil spécifique bioactif.

ABSTRACT

Objective: A study was conducted to characterize the technological and biochemical quality parameters of commercial cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) in the Guémon region, specifically in the department of Duékoué, in western Côte d'Ivoire.

Methodology and results: The work was carried out on five (5) smallholder plots. The plant material consisted of fermented and dried beans collected from each plot. The morpho-technological parameters of pod weight (PC), number of normal fresh beans (NFFN), weight of normal fresh beans (PFFN), and number of beans per 100g (NF/100) were determined. In addition, biochemical parameters including theobromine, caffeine, fiber, protein, polyphenols, and total flavonoids were analyzed on bean powders using a Fisher block design with three replicates. The results showed that plot DG4 (Duekoue/Gbapleu-Binao) with 798.93 g and DG2 (Duekoue/Boukarikro) with 818.80 g were the best for PC, while plot DG4 (Duekoue/Gbapleu-Binao) was best with 194.60 g for PFFN, and 74 beans for NF/100 g. Plot DG4 (Duekoue / Gbapleu-Binao) was the best with 3574.81 mg/100g for theobromine, 410.82 mg/100 g for caffeine, 14.93 mg/100g for fiber was the best, Plot DG3 (Duekoue / Bahe Bly-Cité) with 16.22 mg/100g was the best for protein content. Plot DG2 (Duekoue / Boukarikro) had) with 818.80 g were best for PC, plot DG4 (Duekoue/Gbapleu-Binao) was best with 194.60 g for PFFN, and 74 beans for NF/100 g Plot DG4 (Duekoue / Gbapleu-Binao) was best with 3574.81 mg/100 g for theobromine, 410.82 mg/100 g for caffeine, and 14.93 mg/100 g for fiber. Plot DG3 (Duekoue / Bahe Bly-Cité) with 16.22 mg/100g was the best for protein content. Plot DG2 (Duekoue/Boukarikro) recorded the highest content with an average of 1390.04 mg EAG/100g DM, and plots DG2 (Duekoue/Boukarikro) with 647.49 mg EQ/100g DM, DG1 (Duekoue/Guehi Bla) with 593.98 mg EQ/100g DM and DG3 (582.41 mg EQ/100g DM) recorded the highest total flavonoid content.

Conclusion and application of results: The study shows that plot DG4 (Duékoué / Gbapleu-Binao) performed best for all parameters studied. The results obtained confirm that the composition of the cocoa beans from the hybrid families is rich in biochemical compounds, which is very interesting for the industrial and agri-food sectors (cosmetics, confectionery, chocolate, and others). In addition, these results could contribute to the promotion of cocoa from the Côte d'Ivoire region in terms of fine-quality cocoa with a specific bioactive profile.

INTRODUCTION

Le cacaoyer est une plante pérenne tropicale cultivée essentiellement pour ses fèves qui servent à la fabrication du chocolat, de produits cosmétiques et pharmaceutiques (Krähmer *et al.*, 2015, Ho *et al.*, 2015). Il constitue le principal produit d'exportation agricole pour plusieurs pays producteurs d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique centrale, tels que la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Nigéria et le Cameroun (Afoakwa *et al.*, 2011a). La Côte d'Ivoire est le premier pays producteur mondial de cacao marchand avec une production moyenne de près de 1 674 000 tonnes en 2024 (ICCO, 2025) soit environ 38 % de l'offre mondiale.

Le secteur du cacao contribue ainsi à hauteur de 15 % du produit intérieur brute (PIB) et 44 % des recettes d'exportations (ICCO, 2014). Malgré ces performances, le contexte actuel de la cacaoculture ivoirienne est marqué par de nombreuses contraintes de production parmi lesquelles figurent le vieillissement du verger, la forte pression parasitaire (Kébé et N'guessan, 2003), le faible niveau d'utilisation du matériel végétal amélioré (Tahi *et al.*, 2011), le non-respect des itinéraires techniques, la baisse de la fertilité des sols, le changement climatique et la forte pression parasitaire due aux insectes telles que les

mirides (Kouamé *et al.*, 2014) et aux maladies dont la pourriture brune des cabosses et le swollen shoot (Ali *et al.*, 2017 ; Guiraud *et al.*, 2019). A cela s’ajoute le faible niveau de la qualité biochimique du cacao marchand. Cette qualité serait selon plusieurs auteurs due à l’origine du matériel végétal et aux technologies post récoltes utilisées. En effet, pour certains auteurs, la qualité du cacao

repose sur les technologies post récoltes utilisées pour la préparation du chocolat (Krähmer *et al.*, 2015). Les caractéristiques de qualité des fèves de cacao se reflète dans le prix du cacao marchand (Quarmin *et al.*, 2012). Basé sur cette information, notre étude est d’identifier les paramètres de qualité dont dépendent les fèves de cacao marchand des localités de l’ouest de la Côte d’Ivoire.

MATERIEL ET METHODES

Zone d’étude : Au total, Cinq (5) sites ont été choisis dans le département de Duekoué. Il s’est agi de vergers de cacaoyers d’accès facile et suffisamment éloignés l’un de l’autre. Le type de cacaoyers rencontré est composé de familles d’hybrides, variétés distribuées dans

les vergers par le gouvernement à travers ses structures de recherche.

Matériel : Le matériel végétal utilisé dans cette étude était composé de fèves fermentées et séchées (cacao marchand) collectées dans cinq (5) parcelles cacaoyères de la localité de Duékoué. (Tableau 1).

Tableau 1: Liste des familles d’hybrides étudiées

Numéro	Code	Localité
1	DG1	Duékoué / Guehi Bla
2	DG2	Duékoué / Boukarikro
3	DG3	Duékoué / Bahe Bly-Cité
4	DG4	Duékoué / Gbapleu-Binao
5	DG5	Duékoué /

Méthodes

Paramètres morphologiques des cabosses et technologiques des fèves : Trois cents cabosses collectées sur les pieds de cacaoyers dans chaque parcelle ont été évaluées sur quatre (4) paramètres. Les paramètres mesurés

ont été t le poids moyen d’une cabosse (PC), le nombre de fèves fraîches normal (NFFN), le poids de fèves fraîches normal (PFFN) et le nombre de fèves sèches pour 100 g (NF/100g) (Tableau 2).

Tableau 2 Paramètres technologiques mesurés sur 50 cabosses par parcelle dans la localité de Duékoué

Paramètres	Mesures	Codes (unités)	Description et type d’observation
Relatifs aux cabosses	Poids moyen d’une cabosse	PC (g)	Paramètre mesuré sur 50 cabosses par parcelle
	Nombre de fèves normales par cabosse	NFFN (unité)	Paramètre mesuré sur 50 cabosses par parcelle
		PFFN (g)	Paramètre mesuré sur 50 cabosses par parcelle

	Poids des fèves normales par cabosse		
Relatifs aux fèves	Nombre de fèves pour 100 g de cacao marchand	NF/100g	Paramètre déterminé sur 100 fèves sèches issues de fermentation des fèves issues de chaque parcelle

Paramètres biochimiques des fèves fermentées et séchées de cacao marchand

Dispositif expérimental : Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher où les fèves de cacao de cinq parcelles ont été évaluées au niveau biochimique. Les traitements sont les parcelles paysannes, répétées trois fois.

Echantillonnage : Trois fois 150 g (450 g) de fèves de cacao par échantillon ont été prélevées, décortiquées puis transformés en farines fine par broyage. Cette farine a servi à la détermination des paramètres suivants (Théobromine, caféine, fibres, protéines, les polyphénols totaux et flavonoïdes totaux).

Analyses biochimiques de la poudre de fèves de cacao

Détermination de teneur en protéine : La teneur en protéines brutes a été déterminée à partir du dosage de l’azote total selon la méthode de Kjeldahl. Elle comprend une phase de minéralisation suivie d’une phase de distillation et d’une phase de titrage par l’acide sulfurique.

Minéralisation : Une masse de 1 g de poudre de cacao a été prélevée et mise dans un matras de minéralisation, auquel ont été ajoutés successivement une pincée de catalyseur (sélénium + sulfate de potassium) et 20 ml d’acide sulfurique concentré. La minéralisation a été effectuée à 400 °C pendant 2 h dans un digesteur (de marque Buchi). Après refroidissement du tube à la température ambiante, le minéralisât a été transvasé dans une fiole jaugée de 100 ml et complété au trait de jauge avec de l’eau distillée.

Distillation : dix millilitres de NaOH 40 % (p/v) ont été ajoutés à 10 ml de minéralisât et le mélange a été placé dans le réservoir du distillateur. L’allonge du réfrigérant du

distillateur a été ensuite plongée dans un bêcher contenant 20 ml d’acide borique additionné d’un indicateur mixte (rouge de méthyle + vert de bromocrésol). La distillation a été effectuée pendant 10 min.

Titration : Le distillat a été ensuite dosé avec une solution d’acide sulfurique 0,1 N jusqu’au virage du vert à l’orangé. Un blanc a été réalisé dans les mêmes conditions que l’essai. La teneur en azote total en pourcentage a été déterminée par l’expression suivante :

$$\text{Azote total (\%)} = \frac{(V_1 - V_0) \times MN2}{100 \times m_e}$$

MN2 : Masse moléculaire de l’azote soit 14 g/mole,

V1 : Volume de H₂SO₄ en ml nécessaire à la titration de l’échantillon,

V0 : Volume de H₂SO₄ en IL nécessaire à la titration du blanc,

m_e : masse de l’échantillon (g).

$$\text{Protéines totales (\%)} = 6,25 \times \text{Azote total (\%)}$$

La teneur en protéines totales en pourcentage de masse d’échantillon sec (matière sèche) a été déterminée par l’expression suivante :

6,25 : facteur de conversion de l’azote en protéines

Détermination de la teneur en fibre : Un volume de 50 ml d’acide sulfurique 0,25 N a été ajouté à 1 g de poudre de cacao (**me**). Le mélange a été porté à ébullition pendant 30 min sous réfrigérant à reflux. Un volume de 50 ml de soude 0,31 N a été ajouté au mélange et porté encore à ébullition pendant 30 min sous

réfrigérant à reflux. L’extrait obtenu a été filtré sur papier filtre (Whatman de diamètre 0,45 µm) et le résidu, lavé plusieurs fois à l’eau chaude jusqu’à élimination complète des alcalis. Le résidu contenu dans le papier filtre a été ensuite séché à l’étuve à 105 °C pendant 8 h, refroidi au dessiccateur puis pesé (m_1). Après séchage, le résidu est incinéré au four à moufle à 550 °C pendant 3 h puis refroidi au dessiccateur et pesé (m_2). La teneur en fibres brutes en pourcentage de masse d’échantillon sec (matière sèche) a été déterminée par la relation suivante :

$$\text{Fibres brutes (\%)} = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m_e}$$

Détermination de la teneur en théobromine : Un échantillon de 50 g de poudre de cacao a été mis dans un bécher de 250 ml contenant 100 ml d’eau distillée rendue basique (pH 9) par ajout de soude NaOH (1M). Le mélange obtenu a été transvasé dans une fiole à vide connectée ensuite à un dispositif de chauffage à reflux. Le chauffage a été effectué à 78 °C pendant 20 min. Le mélange obtenu après chauffage a été filtré à l’aide d’un papier Whatman. Le filtrat obtenu a été refroidi pendant quelques minutes puis lavé dans une ampoule à décanter avec 20 ml d’éther de pétrole. Ce processus de filtration suivi de lavage a été répété 3 fois. Le produit recueilli a été mis dans un erlenmeyer et refroidi à 5°C dans de l’eau glacée. De l’acide chlorhydrique a été ajoutée au produit progressivement jusqu’à atteindre la neutralité du milieu (pH 7). La lecture de l’absorbance du produit a été faite au spectrophotomètre à 272 nm contre un blanc ne contenant pas d’échantillon (témoin). Enfin, une courbe d’étalonnage a été réalisée à l’aide d’une gamme de théobromine pur de concentrations allant de 0 à 10 mg/ ml.

Détermination de la teneur en caféine : Un échantillon de 0,020 g de poudre de cacao a été pesé à l’aide d’une balance analytique et dissout

dans 15 ml d’eau distillée. La solution ainsi obtenue a été portée à ébullition puis agitée pendant 30 min à l’aide d’un agitateur magnétique. Une quantité de 10 ml de dichlorométhane ont été ajoutée au filtrat et le mélange, agité pendant 10 min. Cette opération a été répétée 4 fois et les extraits ainsi obtenus ont été mélangés puis homogénéisés. Les phases organique et aqueuse ont été séparées à l’aide d’une ampoule à décanter. La lecture de l’absorbance du produit a été faite au spectrophotomètre à 272 nm contre un blanc ne contenant pas d’échantillon (témoin). Enfin, une courbe d’étalonnage a été réalisée à l’aide d’une gamme de caféine pur de concentrations allant de 0 à 10 mg/ml.

Détermination des teneurs en composé polyphénols et flavonoïdes totaux

Extraits d’éthanoliques : Dix gramme (10 g) de poudre ont été incubés à 25 °C pendant 24 heures dans 50 ml d’éthanol 80 % (v/v). Les mélanges obtenus après incubation ont été centrifugés séparément à 6000 trs/min pendant 15 min avec une centrifugeuse réfrigérée de marque ORTO ALRESA. Les surnageants ont été récupérés et les culots de chaque échantillon ont été extraits une nouvelle fois dans les mêmes conditions. Les différents surnageants des extraits éthanoliques ont été évaporés à 35 °C jusqu’à obtenir 50 ml de solution, à l’aide d’un évaporateur (rotary evaporator HEILDOLPH Laborata 4003 Control, Schwabach, Germany). Les différentes solutions ont été ensuite transférées dans des tubes et conservés à -20 °C. Toutes les expériences ont été réalisées en triple.

Dosage des polyphénols totaux : Un volume de 1 ml de chaque extrait éthanolique précédemment préparé a été ajouté à 1 ml de réactif de Folin-ciocalteu dans un tube à essai. Le mélange a été homogénéisé par agitation manuelle pendant 2 min à la température ambiante, puis laissé reposer sur la paillasse pendant 3 min. Un (1) ml d’une solution aqueuse de carbonate de sodium (NaCO₃ 20%, p/v) y a été ajouté et le volume a été ajusté à 10

ml avec de l’eau distillée. Ensuite, le tube contenant le mélange a été placé à l’obscurité pendant 30 min. La lecture de l’absorbance a été réalisée au spectrophotomètre à 725 nm contre le blanc (extrait éthanolique + eau distillée). Enfin, une gamme de concentration en acide gallique allant de 5.10^{-2} à 5.10^{-3} mg / ml a été réalisée pour la courbe d’étalonnage. Les résultats ont été exprimés en mg équivalent d’acide gallique (EAG)/100 g de matière sèche (MS). Les analyses ont été réalisées en triple. La gamme d’étalon a permis la détermination de la quantité de polyphénols totaux dans l’échantillon.

Dosage des flavonoïdes totaux : A un volume de 0,5 ml de chaque extrait éthanolique, ont été ajoutés successivement 0,5 ml d’eau distillée, 0,5 ml de chlorure d’aluminium (10 % p/v), 0,5 ml d’acétate de sodium (1 M) et 2 ml d’eau distillée. Ensuite, les tubes ont été laissés au repos pendant 30 min à température ambiante. La lecture de l’absorbance a été faite au spectrophotomètre à 415 nm contre le blanc (extraits éthanoliques + eau distillée). Enfin, une gamme d’étalon de concentration en quercétine allant de 0 à 0,1 mg/ ml a été réalisée pour la détermination de la quantité de flavonoïdes de l’échantillon. Les résultats ont été exprimés en mg équivalent de quercétine (EQ)/100g de matière sèche (MS).

Séparation et identification des composés phénoliques individuels : Les extraits éthanoliques de composés phénoliques des différents échantillons de rejets de mangue préparés précédemment (50 ml) ont été dilués dans 100 ml d’eau distillée et 20 µl de chaque échantillon ont été analysées à l’aide d’une unité de HPLC analytique (Shimadzu Corporation, Japon) équipée d’une pompe binaire (LC-6A) couplée à un détecteur UV-VIS (SPD-6A). Les composés phénoliques ont été séparés sur une colonne IC Sep ICE ORH-801 (longueur 25 cm) à une température fixée

à 30 °C. La phase mobile est constituée d’une solution de $\text{NaH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 50 mM à un pH 2,6 (éluant A), une solution d’acétonitrile / $\text{NaH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (80 :20, v/v) (éluant B) et de l’acide o-phosphorique 200 mM, pH 1,5 (éluant C). Le temps de fonctionnement a été de 70 min avec un débit de 1 ml /min. La longueur d’onde de détection a été fixée à 280 nm. Les composés phénoliques de l’extrait éthanolique des échantillons de rejets de mangue ont été identifiés par comparaison de leurs temps de rétention avec ceux obtenus par l’injection de la solution d’étalon comportant les composés phénoliques standards dans les mêmes conditions. Les composés phénoliques standards ou de référence utilisée sont l’acide gallique, le Tanin H_2O , le Cinamate de Na, la Caféine, l’acide Coumarine et la Quercétine.

Quantification des composés phénoliques individuels : Les composés phénoliques individuels des différents échantillons cacao ont été quantifiés par estimation de leurs concentrations exprimées en mg/kg de matière sèche à partir de la moyenne des aires des pics de chacun des composés phénoliques standards. Ainsi, la concentration CE_x d’un composé phénolique individuel x identifié dans un échantillon a été calculée en utilisant l’équation suivante :

$$\text{CE}_x = \frac{\text{Aire } E_x \times \text{CT}_x}{\text{Aire T}}$$

CE_x : concentration du composé phénolique x identifié dans l’échantillon

Aire T: moyenne des aires des pics des composés phénoliques standards

Aire E_x : aire du pic du composé phénolique x identifié dans l’échantillon

CT_x : concentration du composé phénolique standard correspondant au composé phénolique x

RESULTATS

Comparaison de cinq parcelles dans la zone de Duékoué pour les paramètres technologiques des fèves de cacao. : Le tableau 3 présente la comparaison de cinq parcelles de cacaoyères issues de la localité de Duékoué pour les caractères « poids de cabosse (PC) », « nombre de fèves normales (NFFN) », « poids de fèves fraîches normales (PFFN) » et « nombre de fèves /100g (NF/100) ». L’analyse de variance montre une différence significative pour le PC, PFFN et le NF/100g. Les parcelles DG2 (818,80 g) et DG4 (798,93 g) ont eu les poids de cabosses les plus lourdes contrairement à la parcelle DG3 (623,80 g). S’agissant du poids de fèves

fraîches normales (PFFN), la moyenne a été de 176,14 g avec un coefficient de variation de 25,88%. La parcelle DG4 avec 194,60 g a présenté en moyenne la plus grande valeur du poids de fèves fraîches normales contrairement à la parcelle DG3 (144,20 g) qui a obtenu la plus faible valeur. En ce qui concerne le nombre de fèves /100g (NF/100g), la moyenne a été de 79 fèves avec un coefficient de variation de 3,42%. La parcelle DG4 avec 74 fèves a présenté en moyenne les fèves les plus lourdes tandis que les parcelles DG1 (85,33 fèves) et DG3 (81 fèves) ont présenté les fèves les plus faibles.

Tableau 3 : Paramètres morpho-technologiques des cabosses et fèves de cacao

Parcelles	Paramètres évalués			
	PC	NFFN	PFFN	NF/100g
DG4	798,93±34,87a	43,33±1,81a	194,60±13,15a	74,00±1,73c
DG2	818,80±37,87a	41,66±2,21a	174,33±8,46ab	78,66±1,45bc
DG5	735,53±49,28ab	41,66±1,80a	185,66±14,85ab	76,00±1,52bc
DG1	717,20±38,18ab	41,80±2,00a	181,93±12,07ab	85,33±2,18a
DG3	623,80±24,14b	39,46±1,29a	144,20±9,04b	81,00±0,00a
Moyenne	738,85	41,58	176,14	79,00
CV	19,78	17,25	25,88	3,42
$P \leq 0.05$	<0,0044	<0,6971	<0,0383	<0,0037

Comparaison de cinq parcelles dans la zone de Duékoué pour les paramètres biochimiques des fèves de cacao. : L’analyse de variance a montré une différence significative ($P < 0,001$) entre les cinq parcelles de la localité de Duékoué au niveau des teneurs en théobromine, en caféine, en fibres et en protéine (**Tableau 4**). Pour la teneur en théobromine, la moyenne a été de 3050,72 mg/100g avec un coefficient de variation de 0,05 %. La parcelle DG4 avec 3574,81 mg/100g a eu la teneur en théobromine la plus élevée alors que la parcelle DG1 (2728,23 mg/100g) a eu la teneur la plus faible. Concernant la teneur en caféine, la moyenne a été de 264,96 mg/100g avec un coefficient de variation de 0,68 %. La parcelle

DG4 avec 410,82 mg/100g a eu la teneur en caféine la plus élevée alors la parcelle DG5 avec 163,11 mg/100g a eu la teneur la plus faible. S’agissant de la teneur en fibres, la moyenne a été de 14,31 mg/100g avec un coefficient de variation de 0,11 %. Les parcelles DG4 (14,93 mg/100g) et DG1 (14,93 mg/100g) ont eu les teneurs en fibres les plus élevées alors que la parcelle DG3 avec 13,78 mg/100g a eu la teneur la plus faible. En ce qui concerne la teneur en protéine, la moyenne a été de 13,83 mg/100g avec un coefficient de variation de 0,08 %. La parcelle DG3 avec 16,22 mg/100g a eu la teneur en protéine la plus élevée alors que la parcelle DG1 avec 12,13 mg/100g a eu la teneur la plus faible.

Tableau 4 : Paramètres de qualité des fèves de cacao

Parcelles	Théobromines	Caféines	Fibres	Protéine
DG4	3574,81±1,66a	410,82±1,32a	14,93±0,01a	13,30±0,01d
DG2	3350,00±0,00b	342,97±1,35b	13,94±0,01b	14,18±0,01b
DG3	2839,02±0,00c	219,88±0,00c	13,78±0,01c	16,22±0,01a
DG5	2761,56±0,00d	163,11±1,37e	13,94±0,01b	13,33±0,01c
DG1	2728,23±0,99e	188,00±0,00d	14,93±0,00a	12,13±0,00e
Moyenne	3050,72	264,96	14,31	13,83
CV	0,05	0,68	0,11	0,08
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Comparaison de cinq parcelles dans la zone de Duékoué pour les polyphénols et flavonoïdes totaux des fèves de cacao. :

L’analyse de variance a montré une différence significative ($P < 0,001$) entre les neuf familles d’hybrides des croisements pour les caractères teneurs en polyphénols et flavonoïdes totaux (**Figure 1**). Concernant la teneur en polyphénols totaux, la parcelle DG2 a enregistré la plus grande teneur avec une moyenne de 1390,04 mg EAG/100g de MS

contrairement à la parcelle DG4 qui a enregistré la plus petite teneur avec une moyenne de 1236,67 mg EAG/100g de MS. S’agissant de la teneur en flavonoïdes totaux, les parcelles DG2 (647,49 mg EQ/100g de MS), DG1 (593,98 mg EQ/100g de MS) et DG3 (582,41 mg EQ/100g de MS), ont enregistré les plus grandes teneurs tandis que les parcelles DG5 (503,50 mg EQ/100g de MS) et DG4 (437,06 mg EQ/100g de MS) a enregistré la plus petite teneur.

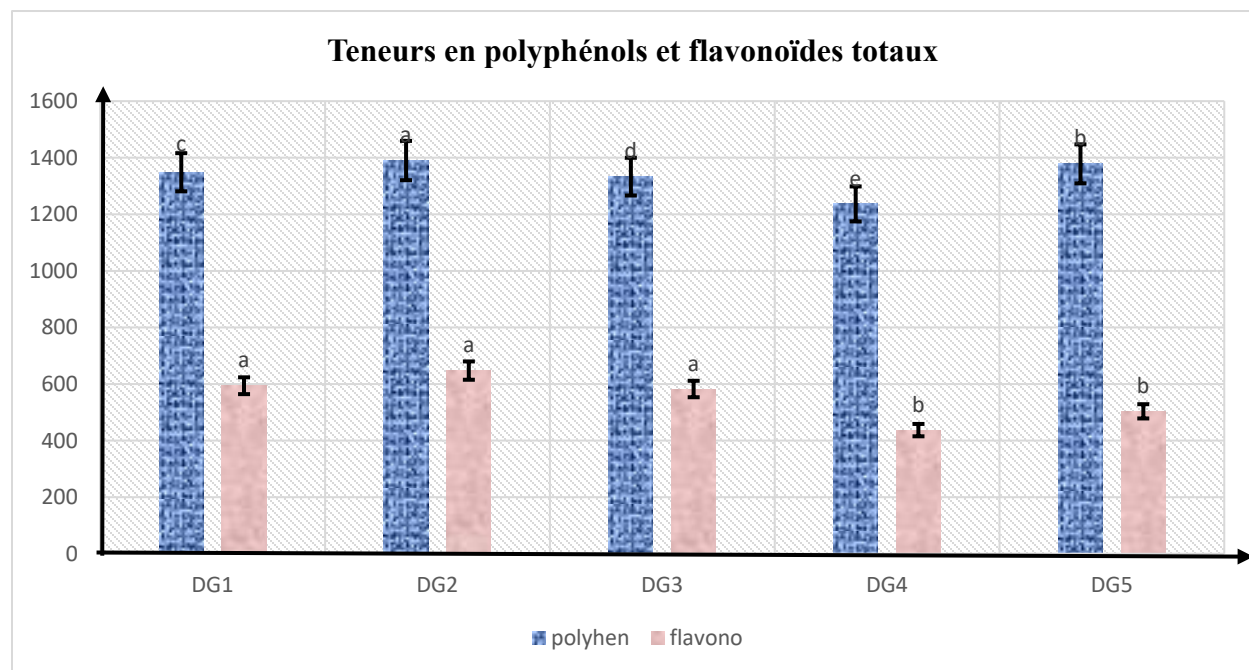


Figure1 : Teneur en polyphénol et en flavonoïde des fèves de cacao

DISCUSSION

Nos travaux ont porté sur la comparaison de variétés de cacaoyer dans cinq parcelles de cultures dans la localité de Duékoué pour les paramètres technologiques et biochimiques des cabosses, des fèves et de la poudre de cacao. L’analyse portant sur les paramètres technologiques de la zone de Duékoué a montré une différence significative à la fois pour le poids de cabosse (PC), le poids de fèves fraîches normales (PFFN) et le nombre de fèves pour 100g (NF/100g). Les résultats de nos travaux ont montré que le poids des cabosses (PC), a varié de 623,80 à 798,93g. Les résultats montrent que le PFFN a varié de 144,20 à 194,60 g avec une valeur moyenne de 176,14g. La valeur du PFFN trouvée dans les parcelles de la région de Duékoué en Côte d’Ivoire est supérieure à celle de Babin (2009) qui est de 115g suite à des mesures conduites en 2003 et 2004 dans des cacaoyères agroforestières de la zone forestière du Cameroun. S’agissant du nombre de fèves pour 100g, les résultats ont montré que le nombre de fèves pour 100g a varié de 74 à 85 fèves avec une moyenne de 79 fèves. La teneur en protéine des familles d’hybrides de l’étude a varié de 19,75 à 11,76 mg/100g. Ces teneurs sont supérieures à celles trouvées par Chartron (2015), qui situe les valeurs de protéines entre 9 à 8 mg/100 g pour les masses de cacao. Ces teneurs sont également supérieures à celles obtenues pour le chocolat noir à 70-85% de masse de cacao qui est de 7,79 mg/100 g de protéine (USDA, 2018). Les fortes teneurs de ces familles d’hybrides en protéine favorisent les précurseurs d’arôme qui sont les peptides et les acides aminés libres (Afoakwa *et al.*, 2008 ; Kadow *et al.*, 2013). En ce qui concerne la teneur en fibre dans cette étude a varié de 34,56 à 26,45mg/100g. Ces teneurs sont supérieures à celles obtenues par Borchers *et al.* (2000) qui sont de 29 à 23 mg/100g pour les fèves de cacao. La teneur en fibre est importante dans la denrée alimentaire en raison de son rôle crucial dans le bon fonctionnement du transit

intestinal. Concernant la teneur en théobromine a varié de 2914,62 à 1731mg/100g et celle de la caféine, de 414,56 à 89,33mg/100g. Une variabilité a été observée dans les teneurs en théobromine et en caféine. Cette variabilité est caractérisée par des facteurs à la fois génétique et environnementaux (Thondaiman *et al.*, 2013). Cependant, nos résultats sont en accord avec ceux de Bucheli *et al.*, (2001) et de Goto *et al.*, (2001, 2002), qui donnent une teneur de 1000 à 3000mg/100g de théobromine et de 200 à 1000mg/100g de caféine. De plus, nos résultats sont supérieurs à celle des fèves de cacao de type Forastero Amazonien qui est de 3620 mg/100g pour la théobromine et 130,0 mg/100g pour la caféine dans les fèves de cacao Forastero Amazonien (Timbie *et al.*, 1978). Les fèves de cacao sont le principal produit du cacao et peuvent agir comme un stimulant en raison de leur teneur en théobromine et en caféine (Araujo *et al.*, 2014). S’agissant de la teneur en polyphénols totaux, la moyenne enregistrée a varié de 1390,04 à 1236,67 mg EAG/100g de MS. Dans notre étude, ces teneurs varient d’une parcelle à l’autre et les résultats révélés sont inférieures à ceux rapportés par Nazarduddin *et al.*, (2001). Dans les conditions de séchage solaire des fèves de cacao, ont enregistré des teneurs variantes entre 45,75 et 52,31 mg EAG/g. Les faibles niveaux de polyphénols observés peuvent être attribués dans un premier temps, à l’effet de la chaleur générée durant le séchage solaire, qui peut fluctuer en fonction des conditions climatiques tout au long du processus. Cette chaleur pourrait contribuer à diminuer la concentration en polyphénols (Hii *et al.*, 2009; Kyi *et al.*, 2005). Dans un second temps, les conditions d’ensoleillement intense peuvent favoriser la dégradation de la structure des polyphénols (Kyi *et al.*, 2005). Nos résultats indiquent une perte de polyphénols durant de séchage. Quant à la teneur en flavonoïdes totaux, elle a fluctué de 647,49 à

437,06 mg EQ/100g de MS. Ces variations peuvent être attribuées à divers facteurs, notamment les différentes variétés de cacao, les stades de maturité, ainsi que les pratiques

post-récolte telles que la fermentation et le séchage (Plaza *et al.*, 2017 ; Santander Munoz *et al.*, 2020).

CONCLUSION AND APPLICATION DES RESULTATS :

Les résultats présentés dans ce travail ont permis de renforcer les connaissances scientifiques sur le matériel végétal de la région du Guémon, en particulier, les informations sur le profil biochimique des familles d’hybrides. Les résultats obtenus permettent d’affirmer que la composition des fèves de cacao des familles d’hybrides est riche

en composés biochimiques très intéressant pour le secteur industriel et agroalimentaire (cosmétique, confiserie, chocolaterie et autres). En plus, ces résultats pourraient contribuer à la valorisation du cacao issu de la zone de Côte d’Ivoire en termes de cacao de qualité fine avec un profil spécifique bioactif du cacao.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Konate Z, Assiri AA, Messoum FG, Sekou A, Camara M, Yao KA, 2016. Identification de quelques contraintes paysannes en replantation cacaoyère en Côte D’ivoire. Rev. Cames 04 :02
- Roose E. and Jadin P, 1969. Erosion, ruissèlement et drainage sur un sol à cacao en moyenne Côte d’Ivoire. Station I.F.C.C. près de Divo : milieu, dispositif et résultats des campagnes 1967-1968. ORSTOM (I.F.C.C.), Abidjan (Côte d’Ivoire) 77 pp.
- AOAC, 2005. Official methods of analysis (18th ed.), Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, moisture content in plants, 1, 949 application. M.R Mozafari Ed, pp. 83-98.
- Braudeau J, 1969 and Lanaud 1987, 1988 Le cacaoyer. Collection « Techniques Agricole et Productions Tropicales ». Edition Maisonneuve et Larose, Paris, 304p.
- Lachenaud P, Oliver G, Bastide P, Paulin D, 2006. Le remplissage des cabosses des cacaoyers spontanés de Guyane (*Theobroma cacao* L.). Acta Botanica Gallica 153 (1) : 105-114.
- Lachenaud Ph, D. Clement, G. Oliver, 1998. Premiers clones sélectionnés dans les descendants des cacaoyers (*Theobroma cacao*) autrefois cultivés en Guyane. Plant Genetic Resources Newsletter 113 : 31-34.
- Tunbull and Eskes 2010. A Visual Aid to identifying Widely Distributed Cacao Accessions. CFC Amsterdam The Netherlands / ICCO, London, UK / Bioversity International, Rome, Italy C.
- Board BW, 1987. Contrôle de la qualité dans l’industrie du traitement des fruits et légumes. Etude FAO : Alimentation et Nutrition (FAO) fre notas 39, 70p.
- Théry V, 1995. La qualité pour un producteur de poudre. In : actes du séminaire rencontres cacao, les différents aspects de la qualité. CIRAD. Montpellier, France. pp -19-51.
- Ferhoum F, 2010. Analyses physico chimiques de la propolis locale selon les étages bioclimatiques et les deux races d’abeille locales (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*) (Doctoral dissertation, Thèse de magister en Technologie Alimentaire. Université M’hamed Bougara. Boumerdès).
- Diop N, 2013. Caractérisation du ditax (*detarium senegalense* j.f.gmel) et

- étude de sa transformation en nectar. Mémoire de doctorat. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Sénégal. 165pp.
- Signoret V, 2004. Caractérisation de déterminants génétiques pour les critères de qualité de l’abricot, recherche de qtl. Mémoire pour l’obtention du diplôme de l’Ecole Pratique des Hautes Etudes. 57 pp.
- Afoakwa EO, Paterson A, Fowler M, Ryan A, 2008. Formation et caractère de saveur dans le cacao et le chocolat : Une revue critique. *Crit. Rev Food Sci. Nutr.* 48 : 840–857
- Kadow D, Bohlmann J, Phillips W, Lieberei R, 2013. Identification des principaux composants fins ou aromatiques dans deux génotypes du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.). *J. Appl. Bot. Qualité Alimentaire* 86 :90-98.
- USDA, 2018. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 2018
- Timbie D, Sechrist L, Keeney P, 1978. Application of high-pressure liquid chromatography to the study of variables affecting theobromine and caffeine concentrations in cocoa beans. *Journal of Food Science*, 43 : pp 560.
- Dorin, 2003. De la fève ivoirienne de cacao à la plaquette française de chocolat noir. Rapport CIRAD-AMIS 36-CP 1602. 62 p.3
- Kyi TM, Daud WRW, Mohammad AB, Samsudin MW, Kadhum AAH, Talib MZM, 2005. The kinetics of polyphenol degradation during the drying of Malaysian cocoa beans. *International Journal of Food Science and Technology*, 40: 323-331.
- Hii CL, Law CL, Cloke M, Suzannah S, 2009. Thin layer drying kinetics of cocoa and dried product quality. *Biosystems Engineering*: 153-161.
- Nazaruddin R, Ayub MY, Mamot S, Heng CH. 2001. HPLC Determination of Methylxanthines and Polyphenols Levels In Cocoa and Chocolate Products. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 7(2) : 377-386.
- Babin, R. 2009. Contribution à l’amélioration de la lutte contre les mirides du cacaoyer *sahlbergella singularis*: influence des facteurs agro-écologiques sur la dynamique des populations du ravageur. Montpellier, France : Université III - Paul Valéry.
- Thondaiman V, Rajamani K, Shoba N, John Joeland A, Senthil N. 2013. Variability studies and identification of high yielding plus trees of cocoa (L.) in Tamil Nadu. *African Journal of Agricultural Research*. 8(26) : 3444-3453.
- Quarmine W, Haagsmaa R, Sakyi Dawson O, Asantec F, Van Huis A, Obeng Ofori. D. 2012. Incitations à la production de fèves de cacao au Ghana : la qualité est-elle importante ? *NJAS Journal des sciences de la vie de Wageningen* en. 6063 : 714.
- Tahi GM, Lachenaud P, N’guessan KF, N’Goran NKJ, Pokou D, Kébé IB, Paulin D, Cilas C, Eskes AB, 2011. Selection of new varieties on-station and on-farm in Côte d’Ivoire. Final Report of the CFC/ICCO/Bioversity International Project Productivity improvement : and a on “Cocoa Quality Participatory Approach” (2004-2010) pp 42 -58.
- Ali SS, Shao J, David J, Mary LD, Lyndel S, Meinhardt W, Bailey BA, 2017. *Phytophthora megakarya* and *P. palmivora*, Causal Agents of Black Pod Rot, Induce Similar Plant Defense Responses Late during Infection of Susceptible Cacao Pods. *Front Plant Sci*, 8, 169.
- Kouame NN, N’guessan KF, N’guessan AH, N’guessan PW, Tano Y, 2014. Variations saisonnières des populations

- de mirides du cacaoyer dans la région de l’Indénie-Djuablin en Côte d’Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 83 : 7595– 7605
- Kébé B.I, and N’guessan KF, 2003. Rapport de la mission de prospection du swollen shoot. 11 – 13 Septembre 2003. C.N.R.A – Divo, 7 pp.
- ICCO, 2025. Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. LI, No.1, Cocoa year 2024/2025, Abidjan, Côte d’Ivoire, 1p
<https://www.icco.org/february-2025-quarterly-bulletin-of-cocoa-statistics/>
- ICCO, 2014. ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Cocoa year 2015/16. XLII
- ICCO, 2020. Quarterly bulletin of Cocoa statistics, Cocoa year 2019/2020
- Afoakwa EO, Quao J, Takrama J, Budu AS, Saalia, FK. 2011a. Effect of pulp preconditioning on acidification, proteolysis, sugars and free fatty acids concentration during fermentation of cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(7) : 755–764.
- Krähmer A, Engel A, Kadow D, Ali N, Umaharan P, Kroh L. W, Schulz H. 2015. Fast and neat Determination of biochemical quality parameters in cocoa using near infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, 181 : 152–159.
- Ho VTT, Zhao J, Fleet G, 2015. The effect of lactic acid bacteria on cocoa bean fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 205, 54–67.
- Plaza M, Oliveira D, Nilsson A, Turner C, 2017. Méthode d'extraction verte et efficace pour déterminer les polyphénols dans le cacao et les produits à base de cacao. *Food Analytical Methods*, 10 : 2677-2691.
- Santander M, Rodríguez CM, Vaillant J, Parra ES, 2020. Aperçu de la transformation physique et biochimique des graines de cacao en fèves et en chocolat : formation des arômes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60 : 1593-1613.