



**Original Paper**

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

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

## Évaluation de la qualité des noix de cajou (*Anacardium occidentale* L.) produites dans le département de Korhogo en Côte d'Ivoire

Adama COULIBALY<sup>1\*</sup>, Mohamed DOUMBOUYA<sup>1</sup>, Komissiri DAGNOGO<sup>2,3</sup>,  
Atechoumcho Sara COULIBALY<sup>1</sup>, Ouattara Salifou GBOKO<sup>1</sup>,  
Godi Marius Henri BIEGO<sup>4</sup> et Nafan DIARRASSOUBA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unité de Formation et de Recherche des Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon COULIBALY  
Korhogo, BP 1328 Korhogo-Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup>LANADA/Laboratoire Central d'Agrochimie et d'Écotoxicologie (LCAE), 04 BP 612 Abidjan 04,  
Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup>Projet d'Amélioration de la Santé Animale et de l'Hygiène Publique Vétérinaire (PASA-HPV), BP V 84  
Abidjan, Côte d'Ivoire.

<sup>4</sup>Laboratoire de Biotechnologie, Agriculture et Valorisation des Ressources Biologiques, Unité de Formation  
et de Recherche des Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [coulibalyadama@upgc.edu.ci](mailto:coulibalyadama@upgc.edu.ci) ; Tel. : (+225) 07 89 62 13

Received: 03-02-2021

Accepted: 22-06-2021

Published: 30-06-2021

### RESUME

La qualité des noix brutes de cajou est un facteur déterminant dans la fixation de leurs prix d'achat et de vente. L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité des noix de cajou afin de contribuer à l'amélioration des traitements post-récoltes desdites noix et la revalorisation des revenus des planteurs. Sur 208 échantillons du département de Korhogo, les paramètres de qualité ont été déterminés selon la norme ivoirienne PNI 4595. La valeur minimale des taux d'humidité moyens est  $5,6 \pm 1,4\%$  tandis que la valeur maximale est  $5,8 \pm 1,8\%$  avec une moyenne globale de  $5,7 \pm 1,8\%$ . Les grainages moyens sont  $182 \pm 13$  noix/kg,  $179 \pm 13$  noix/kg,  $180 \pm 15$  noix/kg,  $179 \pm 12$  noix/kg et  $181 \pm 12$  noix/kg respectivement pour les zones 1 ; 2 ; 3 ; 4 et 5 avec une valeur moyenne de  $180 \pm 13$  noix/kg. Concernant les taux de défauts moyens, ils varient entre  $11,96 \pm 4,59\%$  et  $13,90 \pm 5,65\%$  avec pour moyenne générale  $13,10 \pm 5,08\%$ . Les valeurs de l'out-turn oscillent entre un minimum de  $44,87 \pm 3,65$  lbs et un maximum de  $45,90 \pm 2,62$  lbs avec une moyenne globale de  $45,42 \pm 2,78$  lbs. Les proportions de noix de bonne qualité sont 54%, 66%, 64%, 64% et 69% respectivement pour les zones 1 ; 2 ; 3 ; 4 et 5 avec une proportion globale de 64%. La qualité des noix de cajou produites dans le département de Korhogo, est moyennement bonne. © 2021 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés** : qualité marchande, noix défectueuses, out turn, cartographie, Côte d'Ivoire.

## Assessment of the quality of cashew nuts (*Anacardium occidentale* L.) produced in the division of korhogo in Côte d'Ivoire

### ABSTRACT

The quality of raw cashews is a determining factor in setting their buying and selling prices. The aim of this study was to assess the quality of cashew nuts in order to contribute to the improvement of post-harvest treatments of said nuts and the revaluation of the income of the growers. On 208 samples, from the division of

Korhogo, the quality parameters were determined according to the Ivorian standard PNI 4595. The minimum value of the average moisture contents is  $5.6 \pm 1.4\%$  while the maximum value is  $5.8 \pm 1.8\%$  with  $5.7 \pm 1.8\%$  as the overall average of the division of Korhogo. The average grainings are  $182 \pm 13$  nuts/kg,  $179 \pm 13$  nuts/kg,  $180 \pm 15$  nuts/kg,  $179 \pm 12$  nuts/kg and  $181 \pm 12$  nuts/kg respectively for zones 1; 2; 3; 4 and 5 with an average value of  $180 \pm 13$  nuts/kg. Concerning the average defect rates, they vary between  $11.96 \pm 4.59\%$  and  $13.90 \pm 5.65\%$  with the general average being  $13.10 \pm 5.08\%$ . The out-turn values fluctuate between a minimum ( $44.87 \pm 3.65$  lbs) and a maximum ( $45.90 \pm 2.62$  lbs). The average of this parameter in the division of Korhogo is  $45.42 \pm 2.78$  lbs. The proportions of good quality nuts are 54%, 66%, 64%, 64% and 69% respectively for areas 1; 2; 3; 4 and 5 with an overall proportion of 64%. The quality of the cashew nuts produced in the Korhogo division is moderately good.

© 2021 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** merchantability, defective nuts, out turn, cartography, Côte d'Ivoire.

## INTRODUCTION

L'agriculture représente en moyenne 27% du produit intérieur brute (PIB ; Sangaré et al., 2009). Cette agriculture est dominée au nord du pays par la culture de l'anacardier qui représente pour le nord de la Côte d'Ivoire, ce qu'est le café et le cacao pour le centre et le sud du pays (FIRCA, 2010). Utilisée dans les années 1960 pour lutter contre l'érosion, la culture de l'anacarde est devenue aujourd'hui une culture pérenne génératrice de revenus pour plusieurs producteurs (Djaha et al., 2012 ; Yao et al., 2013). La moyenne des superficies cultivées peut varier fortement en fonction des densités de population. A proximité des villes les parcelles ont une taille moyenne de 1,5 ha par ménage alors que dans les zones peu peuplées, cette moyenne s'établit plutôt autour de 4 ha. Souvent une minorité de producteurs possèdent des parcelles parfois supérieures à 20 ha (Konan et Ricau, 2010). Les producteurs ne disposent pas de moyens financiers suffisants pour l'emploi de méthodes culturales de production, de stockage et/ou de conservation. Or, la qualité des noix de cajou serait fonction des techniques culturales pour ce qui concerne leur maturité et leur contamination lors de la récolte et des traitements post-récoltes notamment le séchage, le stockage et le conditionnement avant leur exportation ou transformation (Balogoun et al., 2014 ; Amanoudo et al., 2017). Les noix de cajou sont souvent récoltées

immatures, mal séchées ou mal stockées, ce qui affecterait leur qualité marchande et sanitaire. Ainsi les noix de cajou obtenues sont très peu valorisées et sont désavantagées sur le marché local et d'exportation (N'Diaye et al., 2020).

En effet, les consommateurs sont de plus en plus demandeurs de produits sains dont la qualité est garantie. Le risque alimentaire est ainsi entré dans la catégorie des risques majeurs pour l'homme (Counil, 2005 ; Soubra, 2008 ; Li et al., 2010). Il incombe donc à la Côte d'Ivoire de produire des noix de bonnes qualités (marchande et sanitaire), facteur déterminant de leur prix d'achat et de vente (FIRCA, 2010). La maîtrise de cette qualité passe nécessairement par l'évaluation de l'impact des pratiques culturales et post-récoltes des producteurs et du climat sur la dégradation de la qualité des noix de cajou produites. C'est ainsi que cette étude a été initiée pour évaluer la qualité des noix de cajou afin de contribuer à l'amélioration des traitements post-récoltes desdites noix et la revalorisation des revenus des planteurs.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Matériel

#### *Cadre de l'étude*

Le département de Korhogo est situé, à près de 600 Km d'Abidjan, au Nord de la Côte d'Ivoire. Il est le chef-lieu de la région du Poro avec une superficie de 12500 Km<sup>2</sup>. Ce département est limité au Nord par le

département de M'Bengué, au Nord-Est par le département de Sinématiali, au Sud-Est par la région du Hambol, au Sud par le département de Dikodougou et à l'Ouest par la région de la Bagoué (RGPH, 2014 ; Figure 1). Il se caractérise par une saison sèche, qui s'étend de novembre à mai et une saison des pluies qui dure de mai à octobre (Boko et al., 2016). Le mois de janvier est en général le plus sec. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1364 mm et la température moyenne annuelle est de 26,7 °C à Korhogo (Fournier, 1960).

### **Matériel biologique**

Le matériel utilisé est constitué de noix de cajou collectées du mois de février au mois de mai 2020 dans 16 sous-préfectures du département de Korhogo. Les prélèvements ont été effectués selon la norme ivoirienne NI4596 (NI, 2009a) sur des lots de taille différente stockés dans des magasins des coopératives.

### **Méthodes**

#### ***Echantillonnage***

L'échantillonnage a été réalisé selon une couverture spatiale de l'ensemble des sous-préfectures productrices de noix de cajou du département de Korhogo. Ainsi, à partir des données du Conseil Coton Anacarde, les 16 sous-préfectures ont été regroupées en 5 zones d'étude (Tableau 1 ; Figure 2). Ces zones ont été échantillonnées selon le nombre de sous-préfectures et la norme ivoirienne (NI, 2009b). Ainsi 13 échantillons (4 kg chacun) ont été prélevés par sous-préfectures (1 échantillon par semaine) soit 208 échantillons au total. Au laboratoire, les paramètres de la qualité marchande ont été déterminés.

#### ***Paramètres de la qualité des noix de cajou***

Les paramètres déterminés sont les suivants :

➤ Le taux d'humidité a été déterminé à l'aide d'un humidimètre portatif, de marque Dickey John, selon la norme ivoirienne (NI, 2009a) ;

➤ Le grainage des noix de cajou a été déterminé par comptage des noix contenues dans 1 Kg de noix de cajou (NI, 2009a) ;

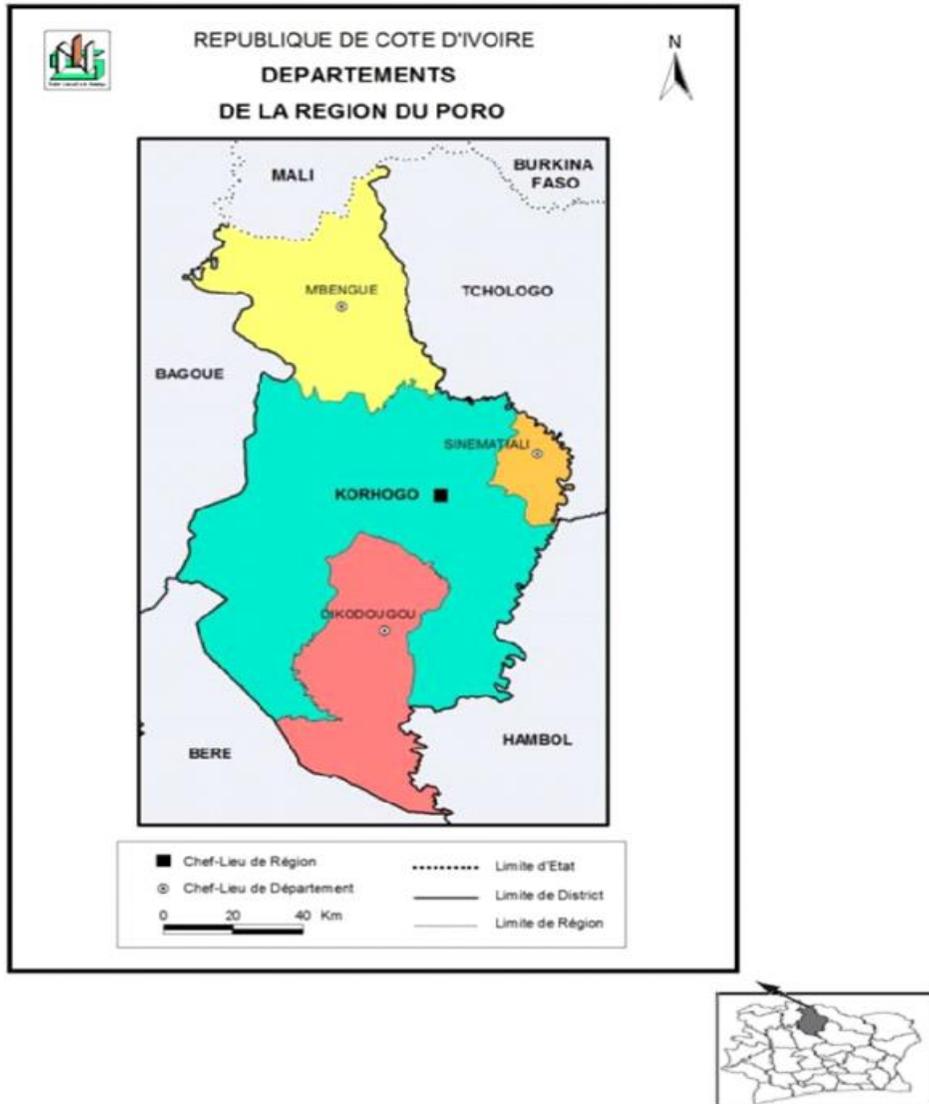
➤ Le taux de matières étrangères a été déterminé par tri suivant la norme ivoirienne (NI, 2009a) ;

➤ Le test de coupe des noix de cajou a permis de déterminer le taux de défauts, le rendement en amandes et l'Out-Turn suivant la norme ivoirienne (NI, 2009a) ;

Selon la norme ivoirienne les échantillons ont été classés, à la suite des différentes analyses, en grade suivant des critères indiqués dans le Tableau 2. Quant à la cartographie de la qualité des noix de cajou, elle a été réalisée à partir des données d'analyse des échantillons provenant de toutes les zones de prélèvement des noix de cajou du département de Korhogo.

### **Analyses statistiques**

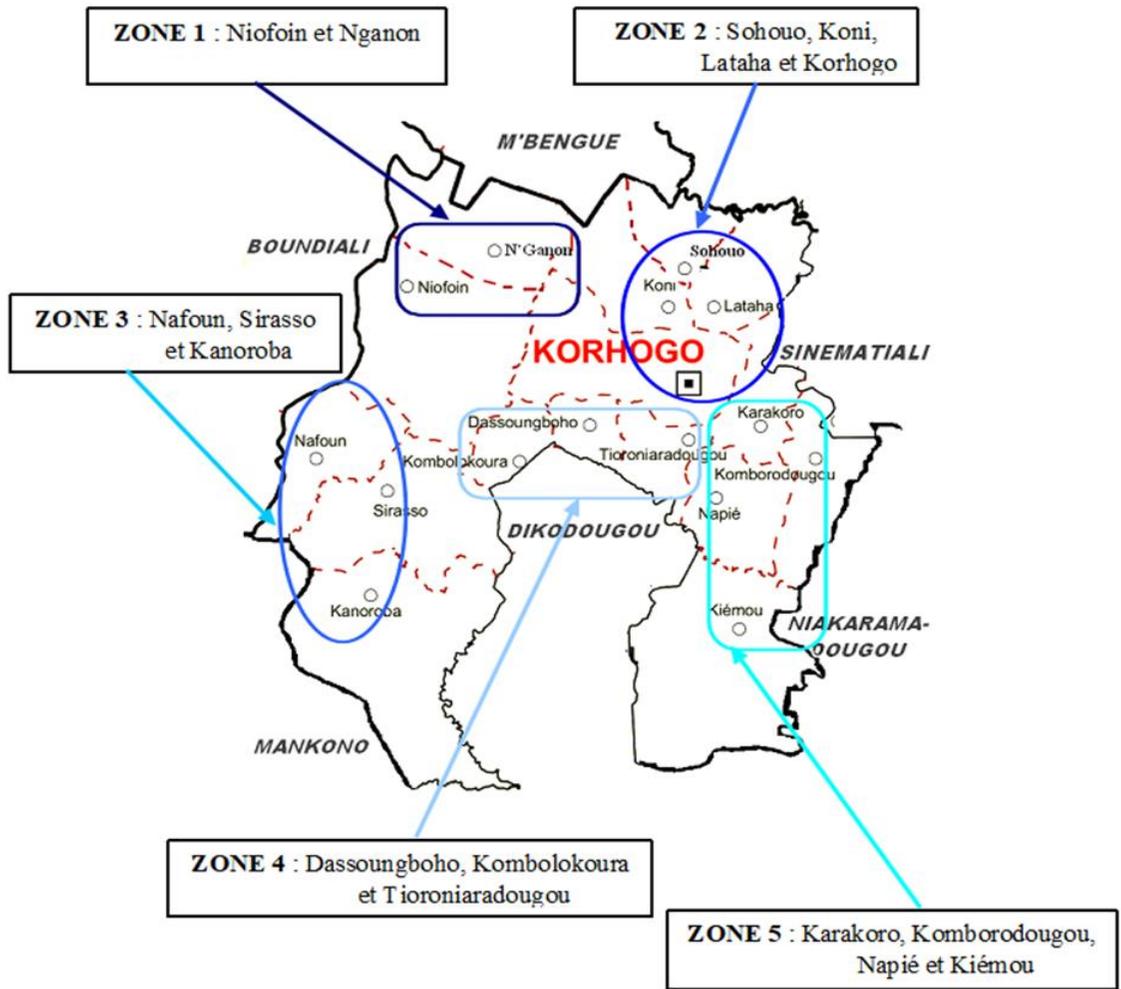
Tous les essais ont été réalisés en triple. Les moyennes ont été calculées avec les écarts-types pour apprécier le taux d'humidité, le grainage, le taux de matières étrangères, le taux de défauts, le rendement en amandes et l'out-turn. L'analyse de variance à un facteur (ANOVA 1 ; zone d'étude) a été réalisée afin de déterminer l'existence de différences statistiques significatives entre les moyennes calculées. Les différences statistiques significatives ont été mises en évidence par le test Student-Newman-Keuls au risque 0,05 à l'aide du logiciel SPSS version 20.0. En outre, une analyse multivariée en composantes principales (ACP) a été réalisée en utilisant le Logiciel STATISTICA (STATISTICA version 7.1) pour structurer la variabilité entre les paramètres de la qualité et les zones d'étude. Le logiciel SPSS version 20.0 a été utilisé pour la détermination des coefficients de corrélation entre les paramètres de la qualité des noix au risque 5%.



**Figure 1** : Présentation de la zone d'étude (département de Korhogo).  
Source : RGPH, 2014, modifié.

**Tableau 1** : Répartition des sous-préfectures et des échantillons dans les zones de Prélèvement.

Zones d'étude	Sous-préfectures	Nombre d'échantillons
<b>Zone 1</b>	Niofoin et N'Ganon	26
<b>Zone 2</b>	Sohouo, Koni, Lataha et Korhogo	52
<b>Zone 3</b>	Nafoun, Sirasso et Kanoroba	39
<b>Zone 4</b>	Dassoumboho, Kombolokoura et Tioniaradougou	39
<b>Zone 5</b>	Karakoro, Komborodougou, Napié et Kiémou	52
<b>Total</b>		<b>208</b>



**Figure 2 :** Présentation des différentes zones d'échantillonnage.  
 Source : RGPH, 2014, modifié.

**Tableau 2 :** Critères de la qualité marchande des noix de cajou.

Critères de qualité	Grade I	Grade II	Grade III
Teneur en eau(%)	≤10	≤ 10	≤10
Rendement en amande (Ra;%)	≥ 27,24	[23,83-27,23]	[19,86-23,82]
Out-turn(Ib)	≥ 48	]42-47]	[35-42]
Grainage (noix/kg)	≤ 200	]200-215]	]215-240]
Taux de défauts (TD ;%)	≤ 10	]10-15]	]15-20]
Taux de matières étrangères (%)	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5

Source : CODINORM, 2009 ; Norme Ivoirienne, 2009a.

## RESULTATS

### Taux d'humidité des noix de cajou

Les taux d'humidité moyens varient entre 5,6% et 5,8% quelle que soit la zone de production avec 5,7% comme moyenne globale du département de Korhogo. Il n'existe pas de différence significative entre ces valeurs au risque  $p = 0,976$  (Tableau 3).

La Figure 3 présente l'évolution mensuelle des taux d'humidité des noix de cajou en fonction des zones de production. Les taux d'humidité augmentent de février à mai avec un pic en avril quelle que soit la zone de production. Cependant, toutes ces valeurs sont inférieures à 7% quels que soient le mois de prélèvement et la zone de production.

### Grainage des noix de cajou

Les grainages moyens des noix de cajou sont 182 noix/kg, 179 noix/kg, 180 noix/kg, 179 noix/kg et 181 noix/kg respectivement pour les zones 1 ; 2 ; 3 ; 4 et 5. La moyenne générale est 180 noix/kg. L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative entre les valeurs au risque  $p = 0,892$  (Tableau 3).

Le grainage a une évolution en dent de scie avec une tendance à la baisse de février à mai dans l'ensemble des zones de production (Figure 4). Les faibles valeurs (vallée) sont obtenues dans la zone 2 (Février, 180 noix/kg), zone 3 (Mars, 180 noix/kg), zone 2 (Avril, 170 noix/kg) et zone 3 (Mai, 175 noix/kg).

### Taux de matières étrangères des noix de cajou

Les taux moyens de matières étrangères des noix de cajou varient entre 0,12% et 0,14% avec 0,13% comme taux global. L'analyse statistique n'a révélée aucune différence significative entre ces valeurs au risque  $p = 0,977$  (Tableau 3).

Le taux de matière étrangère a une évolution en dent de scie de février à mai dans l'ensemble des zones de production excepter les zones 4 et 5 (Figure 5). Les faibles valeurs (vallée) sont obtenues dans les zones 2 et 5

(Février, 0,10%), zone 5 (Mars, 0,11%), zones 1 ; 2 et 4 (Avril, 0,10%) et zones 2 et 3 (Mai, 0,10%).

### Taux de défauts des noix de cajou

La Figure 6 présente l'aspect des noix saines et des noix défectueuses (rabougries, moisies, mitées, vides, beurrées, immatures), tandis que le Tableau 3 présente les valeurs moyennes des défauts des noix de cajou par zone de production. Ces valeurs sont comprises entre 11,96% et 13,90% quelle que soit la zone de production et le taux moyen du département est 13,10%. Aucune différence significative n'a été indiquée par l'analyse statistique au risque  $P = 0,583$ .

Les taux de défauts augmentent du mois de février au mois de mai quelle que soit la zone de production (Figure 7). Les valeurs les plus basses (vallée) sont obtenues dans la zone 5 (Février, 8,88%), zone 1 (Mars, 9,03%), zone 5 (Avril, 12,34%) et zone 5 (Mai, 13,69%).

### Rendement en amande

Les rendements moyens en amande de cajou sont 25,59%, 25,71%, 25,84%, 25,44% et 26,02% respectivement pour les zones 1 ; 2 ; 3 ; 4 et 5 avec 25,75% comme taux moyen du département. L'analyse statistique n'a indiquée aucune différence significative au risque  $p = 0,624$  (Tableau 3).

La Figure 8 présente l'évolution mensuelle du rendement en amandes des noix de cajou en fonction des zones de production. Ces rendements suivent une évolution descendante de février à mai avec des valeurs fortes obtenues dans la zone 4 (février, 28,27%), zone 5 (mars 27,04%), zone 2 (avril, 25,61%), zone 5 (mai, 25,23%).

### Out-turn des noix de cajou

Les out-turn moyens des noix de cajou varient entre 44,87 lbs et 45,90 lbs quelle que soit la zone de production avec 45,42 lbs comme moyenne globale. Il n'existe aucune

différence significative entre les moyennes au risque  $P = 0,624$  (Tableau 3).

L'out-turn a une évolution décroissante de février à mai dans l'ensemble des zones de production avec des valeurs comprises entre 42,82 lbs et 49,85 lbs (Figure 9). Les fortes valeurs sont obtenues dans la zone 4 (février, 49,85 lbs), zone 5 (mars 47,69 lbs), zone 2 (avril, 45,16 lbs), zone 5 (mai, 44,51 lbs).

### **Corrélation entre les paramètres de la qualité**

Des corrélations faibles et significatives sont déterminées entre l'humidité et le grainage (-0,172), l'humidité et le taux de défaut (0,166), l'humidité et l'out-turn (-0,146) et le grainage et l'out-turn (0,186). Par contre, une corrélation forte, négative et significative est déterminée entre le taux de défaut et l'out-turn (-0,800;  $p = 0,003$  ; Tableau 4).

### **Relation entre les paramètres de qualité et les zones d'étude**

La Figure 10 présente l'analyse en composantes principales des paramètres de la qualité des noix de cajou et des zones de prélèvement. Les composantes 1 et 2, exprimant 90,80% de la variabilité totale, ont permis de représenter dans le plan la corrélation entre les localités et les différents taux. Il est observé que le grainage, les défauts ainsi que les zones 1 et 4 sont corrélés positivement au composant 1 tandis que, le rendement en amande, l'out-turn et la zone 5 en sont corrélés négativement. L'humidité, les taux de matières étrangères ainsi que la zone 3 sont corrélés négativement au composant 2.

### **Classification en grade des noix de cajou**

#### **Répartition des grades en fonction des zones de production**

Le Tableau 5 présente la répartition des échantillons en fonction du grade et des zones de production. Les proportions de noix classées

grade I varie entre 8% et 19% dans les zones avec une proportion globale de 12%. La forte proportion est obtenue dans la zone 5. Concernant les noix classées grade II, les proportions sont de 46%, 56%, 56%, 51% et 50% respectivement pour les zones 1 ; 2 ; 3 ; 4 et 5 avec un taux moyen de 52%. Les proportions des noix classées grade III sont comprises entre 15% et 31% avec 22% comme proportion globale. La zone 1 a enregistré la forte valeur. Quant aux noix classées hors normes, elles ont des proportions de 15%, 13%, 21%, 18% et 6% respectivement pour les zones 1 ; 2 ; 3 ; 4 et 5 avec une moyenne de 14%.

#### **Evolution mensuelle des grades en fonction des zones de production**

Les proportions des noix classées grade I ont une évolution mensuelle descendante quelle que soit la zone de production. La zone 1 ne présente pas de noix classées grade I en février tandis que la forte valeur est obtenue dans la zone 4. Pour les mois de mars, avril et mai les fortes valeurs sont obtenues dans les zones 5 ; 5 et 3 respectivement (Figure 11).

Concernant l'évolution mensuelle des noix classées grade II, elle est également descendante du mois de février au mois de mai quelle que soit la zone de production. Pendant la campagne, les fortes valeurs sont obtenues dans les zones 1 ; 3 ; 5 et 5 au cours respectivement des mois de février, mars, avril et mai (Figure 12).

Les noix classées grade III ont une évolution mensuelle ascendante durant la campagne (Février à mai) quelle que soit la zone de production. Les faibles valeurs sont obtenues dans les zones 1 ; 2 ; 3 et 4 (février), la zone 2 (mars), les zones 2 et 5 (avril) et les zones 3 et 4 (mai ; Figure 13).

Quant aux noix classées hors normes, elles ont une évolution mensuelle ascendante durant toute la campagne. Cependant, la production de ces noix ne commence qu'au mois de mars quelle que soit la zone de

production excepté la zone 3 où leur production débute en avril. Les faibles valeurs sont obtenues aux mois de mars, avril et mai respectivement dans les zones 3 ; 5 et 2 (Figure 14).

**Facteurs responsables de la dégradation de la qualité des noix de cajou (GIII et HN)**

Les résultats indiquent que les défauts sont responsables à 100% de la déclassification des noix de cajou classées GIII. Concernant les noix de cajou classées HN, l’humidité, les matières étrangères et les défauts en sont responsables à raison de 17%, 14% et 69% respectivement. Pour l’ensemble des zones, cette répartition, dans les noix classées GIII et HN, est de 3%, 2% et 31% respectivement pour l’humidité, les matières étrangères et les défauts (Tableau 6).

Le Tableau 7 présente la contribution des défauts au sein des noix de cajou classées grade III et hors norme. Les déterminants des défauts des noix de cajou classées GIII se

répartissent comme suit : noix rabougries 1%, noix beurrées 9%, noix immatures 13%, noix piquées 15%, noix vides 22% et noix moisies 40%. Cette répartition est la suivante, pour les noix classées HN, noix mitées 1%, noix beurrées 7%, noix immatures 13%, noix vides 19%, noix piquées 24% et noix moisies 36%. Ainsi la répartition des déterminants des noix classées grades III et hors norme est noix mitées 1%, noix rabougrie 1%, noix beurrées 8%, noix immatures 13%, noix piquées 19%, noix vides 20% et noix moisies 38%.

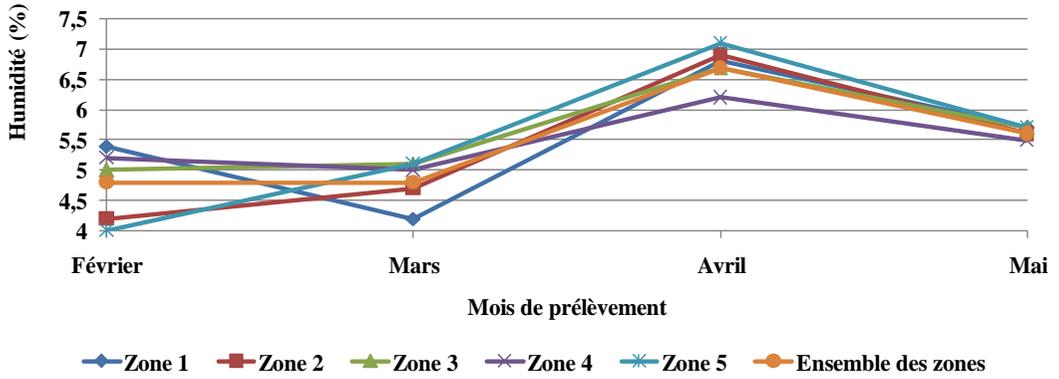
**Cartographie de la qualité marchande des noix de cajou du département de Korhogo**

La cartographie obtenue à partir des données de l’étude, indique que toutes les zones de production notamment les zones 1 ; 3 ; 4 ; 2 et 5 ont au moins 54% des noix de bonne qualité (GI et GII) avec des proportions respectives de 54%, 64%, 64%, 66% et 69% (Figure 15).

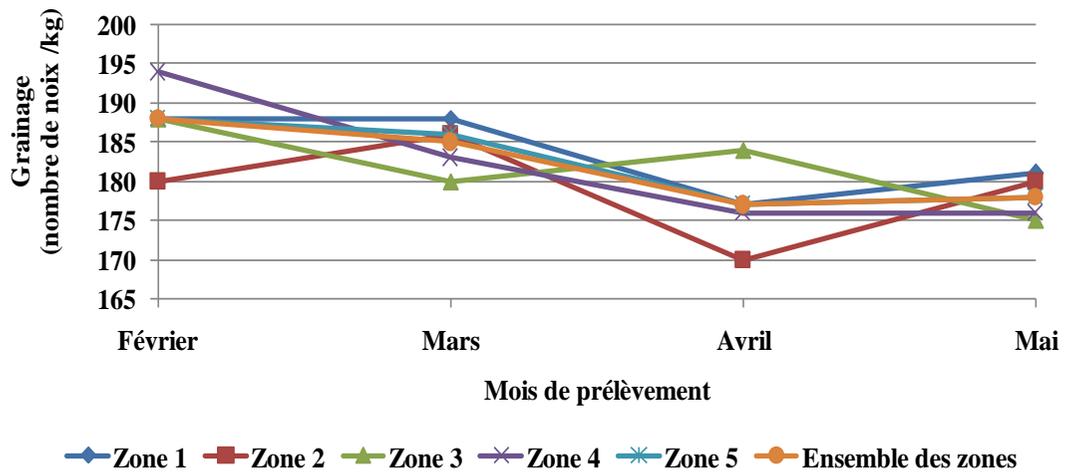
**Tableau 3 :** Valeurs moyennes des paramètres de la qualité des noix de cajou par zone de production.

Zones	Humidité	Grainage	Matières étrangères	Défauts	Rendement Amande	Out-turn
<b>Zone 1</b>	5,6±1,4a	182±13a	0,13±0,12a	13,90±5,65a	25,59±1,63a	45,14±2,87a
<b>Zone 2</b>	5,6±1,8a	179±13a	0,12±0,11a	13,24±4,34a	25,71±1,38a	45,36±2,43a
<b>Zone 3</b>	5,8±1,8a	180±15a	0,14±0,13a	13,47±5,07a	25,84±1,33a	45,58±2,34a
<b>Zone 4</b>	5,5±1,3a	179±12a	0,14±0,11a	13,51±6,15a	25,44±2,07a	44,87±3,65a
<b>Zone 5</b>	5,8±2,3a	181±12a	0,13±0,08a	11,96±4,59a	26,02±1,48a	45,90±2,62a
<b>Ensemble des zones</b>	5,7±1,8a	180±13a	0,13±0,11a	13,10±5,08a	25,75±1,56a	45,42±2,78a
<b>Fvalue</b>	0,162	0,335	0,158	0,755	0,699	0,699
<b>Pvalue</b>	0,976	0,892	0,977	0,583	0,624	0,624

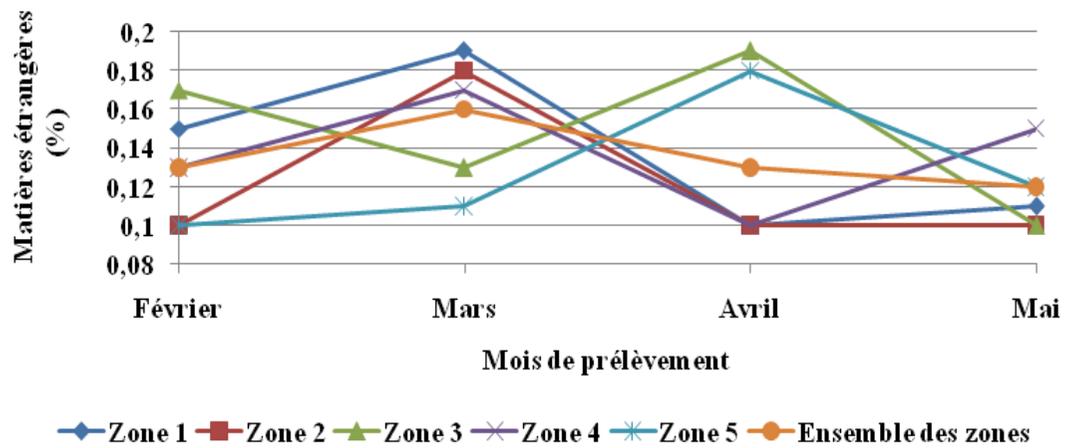
Les moyennes d’une même colonne portant la même lettre ne présentent pas de différence significative au risque p = 0,05.



**Figure 3:** Evolution mensuelle du taux d'humidité des noix de cajou en fonction des zones de production.



**Figure 4:** Evolution mensuelle du grainage des noix de cajou en fonction des zones de production.



**Figure 5:** Evolution mensuelle du taux de matières étrangères des noix de cajou en fonction des zones de production.

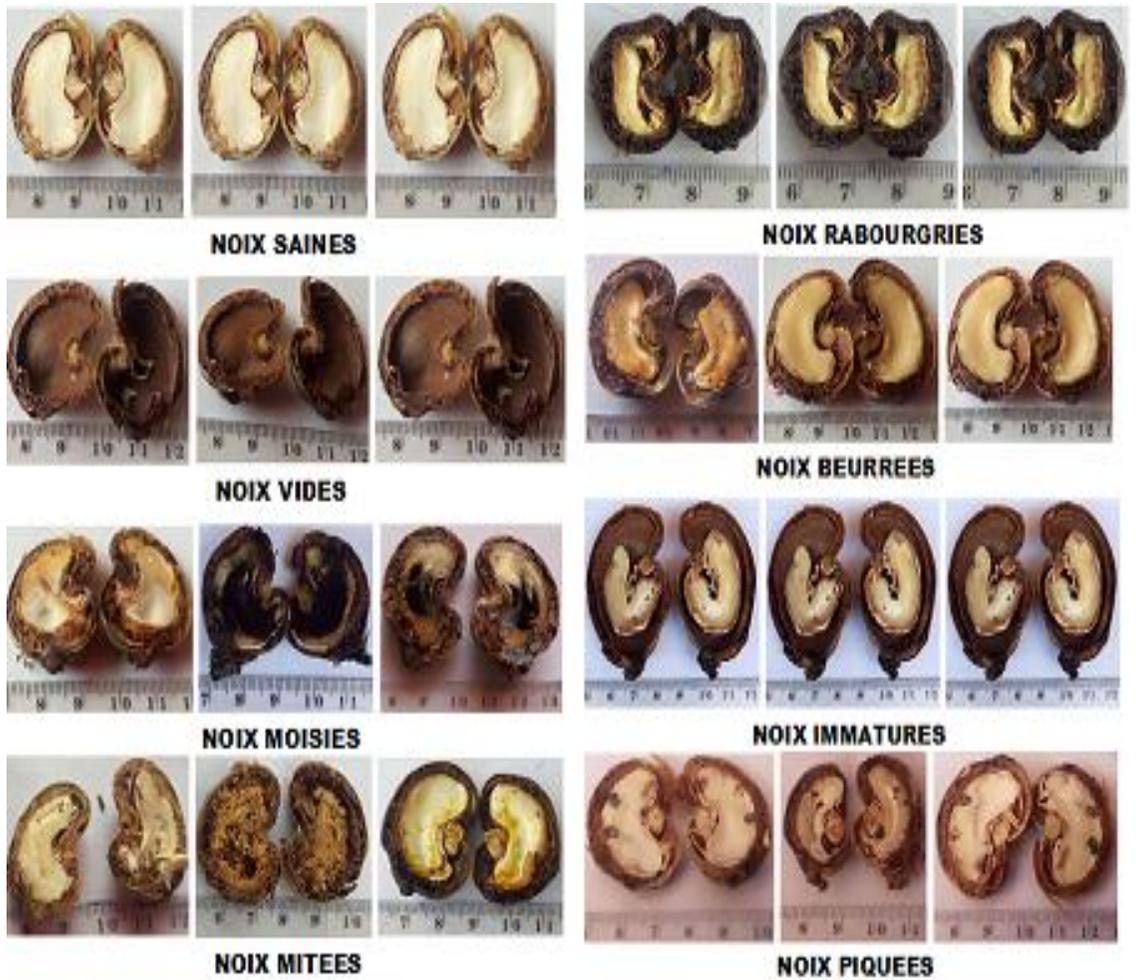


Figure 6: Photographie des noix saines et des noix défectueuses de cajou.

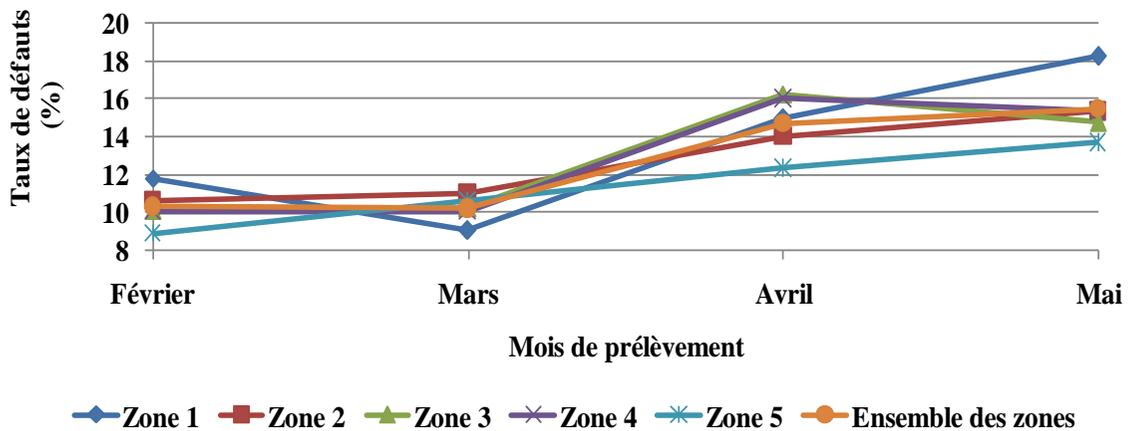


Figure 7: Evolution mensuelle du taux de défauts des noix de cajou en fonction des zones de production.

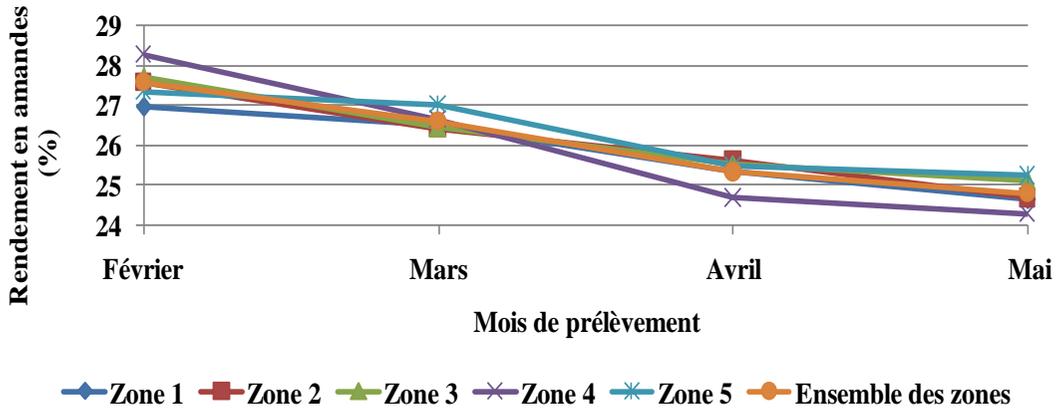


Figure 8 : Evolution mensuelle du rendement en amandes des noix de cajou en fonction des zones de production.

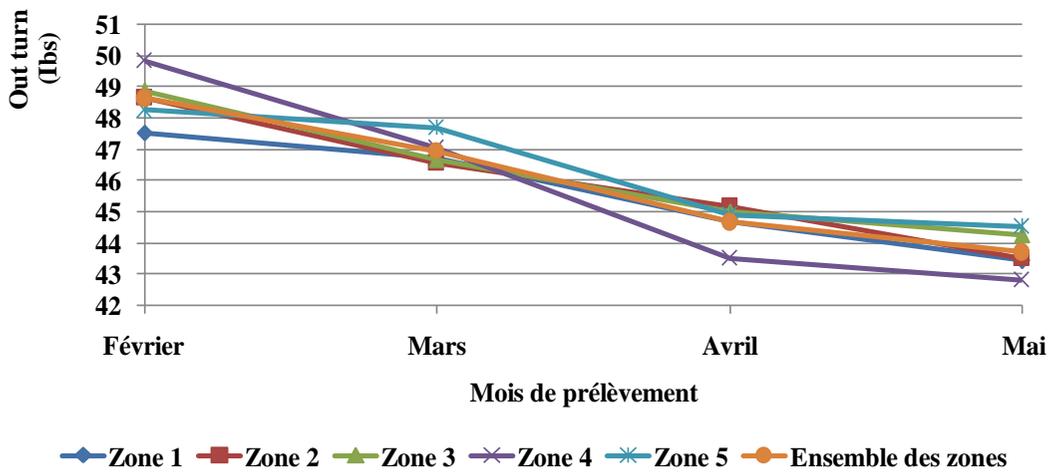
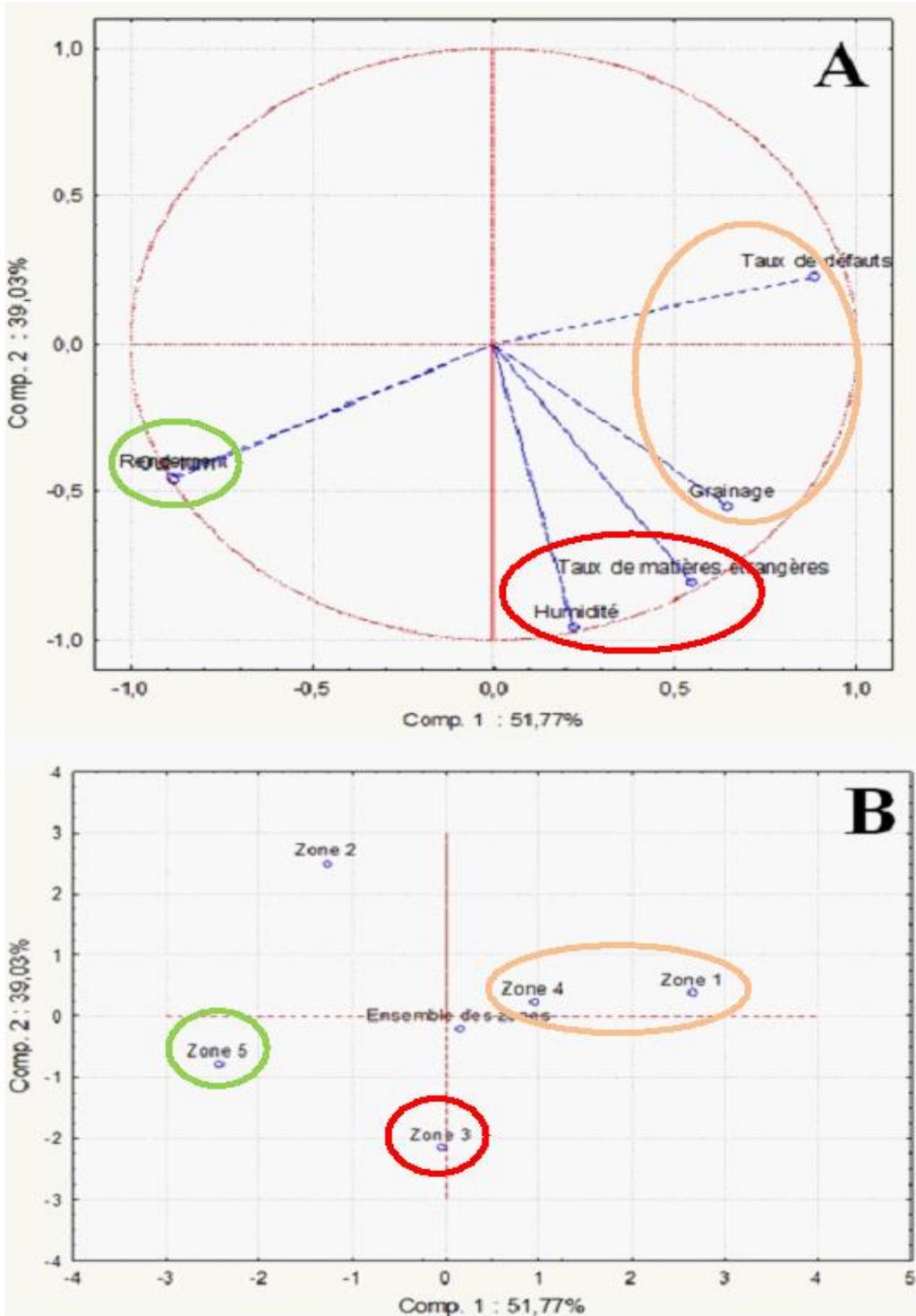


Figure 9 : Evolution mensuelle de l'out turn des noix de cajou en fonction des zones de production.

Tableau 4 : Corrélation entre les paramètres de la qualité des noix de cajou.

Paramètres	Humidité	Grainage	Matières étrangères	Défauts	Rendement amandes	Out turn
Humidité	1,00					
Grainage	<b>-0,172**</b>	1				
Matières étrangères	0,030	0,043	1			
Taux de défauts	<b>0,166**</b>	0,014	0,020	1		
Rendement amandes	<b>-0,146**</b>	<b>0,186**</b>	0,031	<b>-0,800**</b>	1	
Out turn	<b>-0,146**</b>	<b>0,186**</b>	0,031	<b>-0,800**</b>	1	1

\*\* La corrélation est significative au risque 0,003.

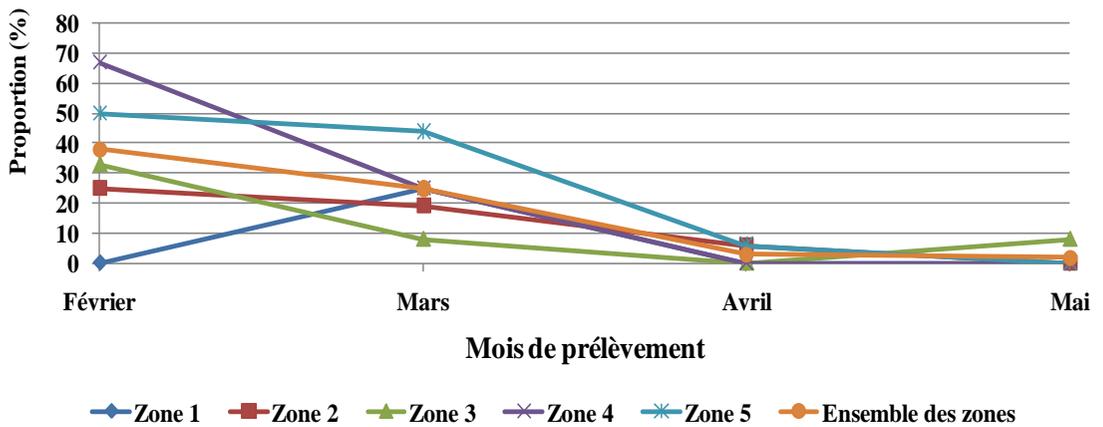


**Figure 10 :** Projection des paramètres de qualité (A) et des zones de production (B) des noix de cajou dans le plan factoriel 1-2 de l'analyse en composantes principales.

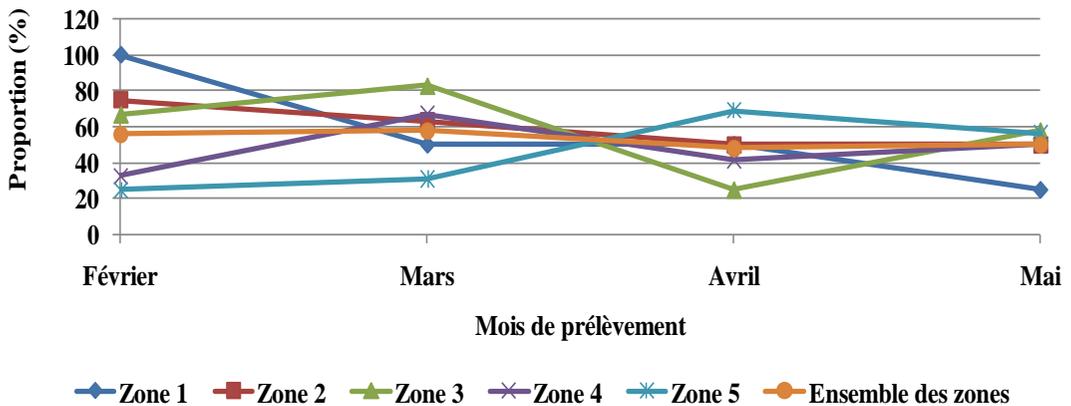
**Tableau 5** : Répartition des échantillons en fonction du grade et des zones de production.

Zones	GI	GII	GIII	HN
Zone 1	8	46	31	15
Zone 2	10	56	21	13
Zone 3	8	56	15	21
Zone 4	13	51	18	18
Zone 5	19	50	25	6
Ensemble des zones	12	52	22	14

GI : Grade I ; GII : Grade II ; GIII : Grade III ; HN : Hors Norme.



**Figure 11** : Evolution mensuelle des noix classées grade I en fonction des zones de production.



**Figure 12** : Evolution mensuelle des noix classées grade II en fonction des zones de production.

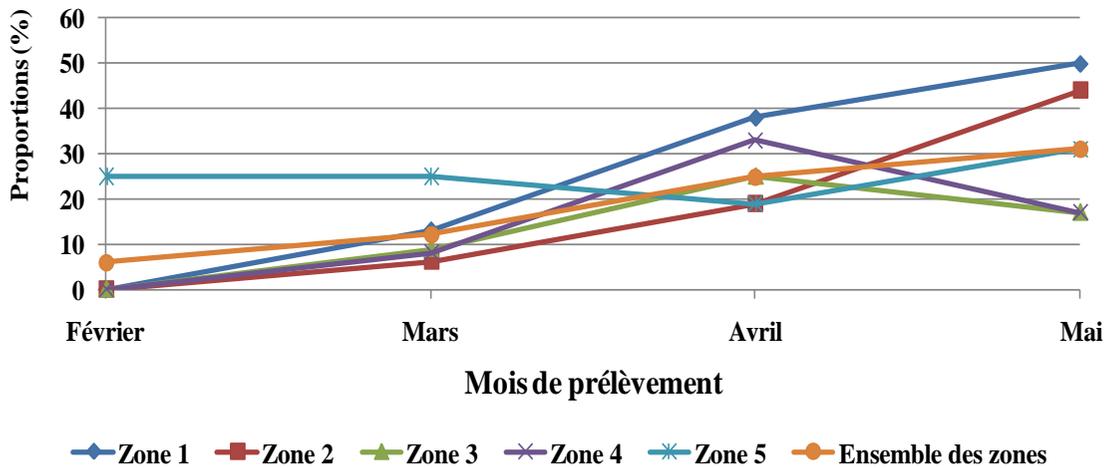


Figure 13 : Evolution mensuelle des noix classées grade III en fonction des zones de production.

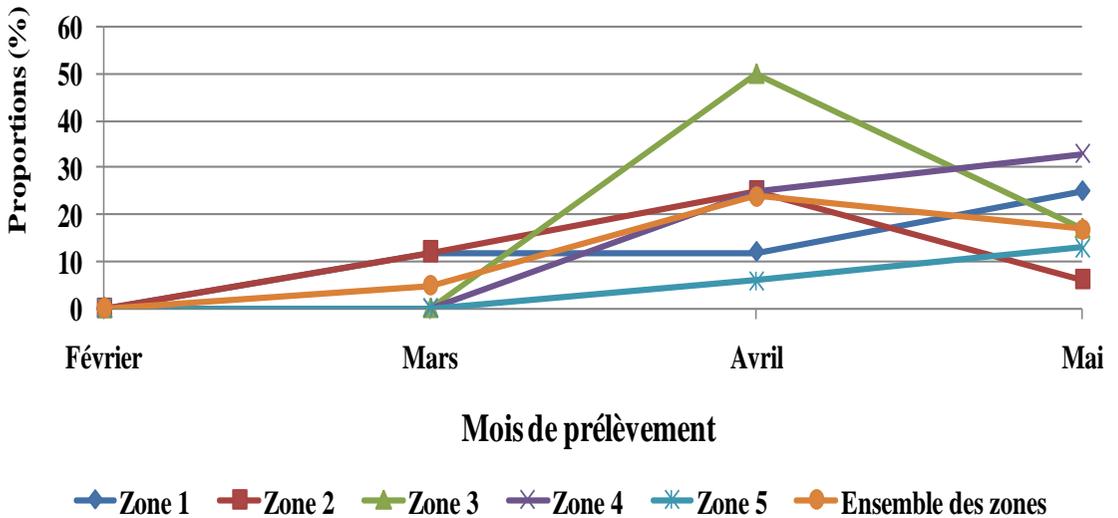


Figure 14 : Evolution mensuelle des noix classées hors norme en fonction des zones de production.

Tableau 6 : Répartition des déterminants de la qualité marchande des noix de cajou (%).

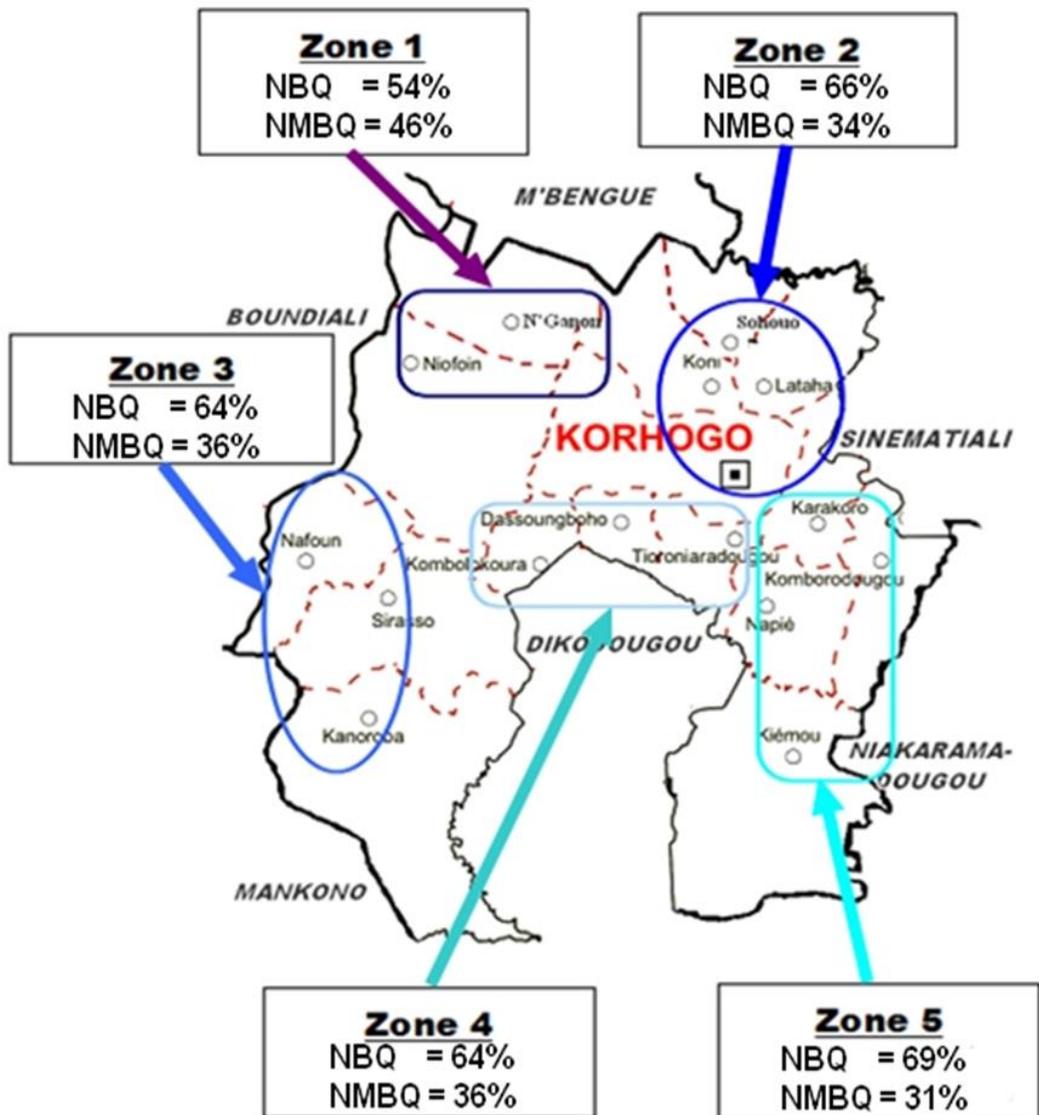
		Humidité	Grainage	Matières étrangères	Défauts
Noix de moins bonne qualité	Grades				
	GIII	0	0	0	100
	HN	17	0	14	69
	GIII+HN	7	0	5	88
Total échantillons		3	0	2	31

GIII : grade III ; HN : hors norme.

**Tableau 7 :** Contribution des défauts dans la déclassification des noix de cajou classées Grade III et Hors Norme (%).

Grades	Noix immatures	Noix piquées	Noix moisies	Noix beurrées	Noix mitées	Noix rabougries	Noix vides
<b>GIII</b>	13	15	40	9	0	1	22
<b>HN</b>	13	24	36	7	1	0	19
<b>GIII+HN</b>	13	19	38	8	1	1	20

GIII : grade III ; HN : hors norme.



**Figure 15:** Cartographie de la qualité marchande des noix de cajou dans le département de Korhogo.

## DISCUSSION

Les taux d'humidité moyens varient entre 5,6% et 5,8% et toutes ces valeurs sont inférieures à 10% (NI, 2009b ; CODINORM, 2009) qui est la norme des noix de bonne qualité. Le séchage des noix de cajou semble bien mené par les producteurs de toutes les zones d'échantillonnage et cela quel que soit le mois de la campagne. Cependant, 3% des échantillons prélevés dans le département de Korhogo ont des taux d'humidité supérieur à cette norme. Ce qui voudrait dire que le séchage, qui est une étape importante des traitements post-récoltes des noix, est mal pratiqué par certains producteurs. La zone 3 (Nafoun, Sirasso, Kanoroba) est celle qui présente plus de noix humides. Par ailleurs, ces taux moyens d'humidité, dans l'ensemble, tournent autour de 5% quels que soit la zone de production et le mois de prélèvement hormis le mois d'avril (6,2-7,1%). Cette situation pourrait constituer une perte de poids pour les planteurs et une perte d'amande pour les industries. Car selon certains auteurs, le taux d'humidité d'équilibre des noix de cajou se situerait entre 7% et 10%. Alors toute noix ayant un taux d'humidité inférieur à 7% aura tendance à évoluer vers son taux d'humidité d'équilibre au cours du stockage, ce qui est synonyme de regains de masse. Aussi le décorticage des noix trop sèches entrainerait-il des brisures des amandes, réduisant ainsi leur valeur commerciale (Konan et Ricau, 2010 ; MCIA, 2017).

Dans les différentes zones, le grainage moyen à un minimum de 179 noix/kg et un maximum de 182 noix/kg. Ces valeurs du grainage sont inférieures à la norme définie par CODINORM (200 à 215 noix/kg) pour les noix de bonne qualité. Les noix prélevées dans les zones de production du département de Korhogo sont donc relativement de grosse taille, quels que soient la zone et le mois de prélèvement (grade I ; NI, 2009b ; Diabaté, 2002 ; CODINORM, 2009). Ces résultats sont meilleurs que les grainages moyens nationaux obtenus au cours des campagnes 2017-2018 (190 noix/kg) et 2018-2019 (192 noix/kg). Des grainages supérieurs ont été également

déterminés au cours des campagnes 2017-2018 et 2018-2019 dans certains pays africains notamment le Bénin (184 noix/kg ; 187 noix/kg), le Burkina Faso (198 noix/kg ; 199 noix/kg), le Ghana (195 noix/kg ; 198 noix/kg) et la Tanzanie (194 noix/kg ; 185 noix/kg). En outre, durant ces mêmes périodes, des valeurs plus importantes aux nôtres ont été déterminées en Gambie (208 noix/kg ; 202 noix/kg), Guinée Bissau (215 noix/kg ; 222 noix/kg) et Sénégal (218 noix/kg ; 227 noix/kg ; WCCE, 2019). N'Diaye et al. (2020) ont obtenu des valeurs supérieures aux nôtres dans 3 localités du Sénégal notamment Ziguinchor (204-214 noix/kg), Sédhiou (210-215 noix/kg) et Kolda (214-232 noix/kg). Cette situation pourrait dénoter d'une bonne variété des anacardiens cultivés dans le département de Korhogo ou d'une pluviométrie adéquate ou d'une bonne pratique de production de la part des producteurs (NI, 2009a, 2009b ; N'Djolosse et al., 2016 ; Amanoudo et al., 2017). Selon Amanoudo et al. (2017), le grainage peut être amélioré par l'application des bonnes pratiques de production par les producteurs. Ces auteurs ont montré qu'il y avait une différence significative entre le grainage moyen des parcelles entretenues (150 noix/kg) et celui des parcelles non entretenues (163 noix/kg).

Le taux des matières étrangères varie de 0,12 à 0,14%. Les taux moyens déterminés sont tous inférieurs à 0,5% qui est la norme de commercialisation des noix (NI, 2009b). Le triage des matières étrangères semble donc relativement bien mené par les producteurs de toutes les zones d'échantillonnage. Cependant, 2% des échantillons prélevés dans le département de Korhogo sont classés de moins bonne qualité par rapport aux matières étrangères. La zone 3 (Nafoun, Sirasso, Kanoroba) est celle qui renferme plus de matières étrangères dans ses échantillons de noix de cajou. Ce qui voudrait dire que certains producteurs ne pratiqueraient pas ou pas suffisamment cette étape de triage qui est une activité importante des traitements post-récoltes des noix. Cette situation pourrait être liée également à la mauvaise pratique du séchage observée dans cette zone 3. Car la plus

grande partie des matières étrangères serait éliminée au cours du séchage des noix. Cette hypothèse est corroborée par le fort impact du taux d'humidité sur la qualité des noix de la zone 3 indiqué par l'analyse en composante principale.

Le taux moyen de défauts des noix de cajou varie de 11,96% à 13,90% dans les sous-préfectures du département de Korhogo. Ces taux sont inférieurs à 15%, norme ivoirienne pour les noix de bonnes qualités. Cependant, ils sont supérieurs à la norme de l'UEMOA qui est de 8% (Arlène et Broutin, 2009). Par ailleurs, ces résultats sont similaires à ceux de la campagne nationale ivoirienne 2017 (12,7%) et 2018 (13, 1%). Des taux moyens de défauts inférieurs aux nôtres ont été obtenus à Casamance (Sénégal) par N'Diaye et al. (2020). En effet, ces chercheurs ont obtenu 7,9-9% (Ziguinchor), 7,5-10,5% (Sédhiou) et 9,4-10,6% (Kolda). Une augmentation du taux de défauts a été observée du mois de février au mois de mai avec une accentuation aux mois d'avril et mai. Cette situation pourrait s'expliquer, d'une part, par l'abandon des plantations d'anacarde au profil des préparatifs de la saison pluvieuse qui, selon Boko et al. (2016), se situerait de mai à octobre. Ce phénomène a été décrit par N'Diaye et al. (2020) dans leur étude sur la qualité des noix au Sénégal. D'autre part, le raccourcissement de la saison pluvieuse au profil de la saison sèche, selon Boko et al. (2016), pourrait également justifier l'augmentation des taux de défauts notamment les noix vides et les noix rabougries. Les zones 1 (Niofoin, Nganon) et 4 (Dassoungboho, Kombolokoura, Tioniaradougou) sont les plus influencées par les défauts, tandis que la zone 5 (Karakoro, Komborodougou, Napié, Kiémou) est la moins influencée par lesdits défauts. Par ailleurs, 31% des échantillons prélevés dans le département de Korhogo ont des taux de défauts supérieur à la norme (15%). L'analyse des résultats indique que les noix immatures, les noix moisies et les noix beurrées représentent 59% des défauts exprimés. Alors que ces défauts sont reliés aux mauvaises pratiques de la récolte et des traitements post-récoltes de la

part des producteurs. Selon la norme ivoirienne PNI 4595 (NI, 2009b), les noix immatures et les noix beurrées seraient le résultat d'une mauvaise récolte (récolte précoce et ramassage tardif) et les noix moisies proviendraient d'un ramassage tardif ou d'un mauvais séchage et stockage. Ainsi, l'application des bonnes pratiques de récolte et post-récolte permettrait de valoriser 59% des noix de moins bonne qualité par rapport aux défauts. Quant aux défauts liés au climat (déficit d'eau) et aux insectes, ils représentent 41% des défauts exprimés. Il s'agit des noix piquées, des noix mitées, des noix rabougries et des noix vides. Les noix piquées et les noix mitées représentent 20% des défauts exprimés, alors une utilisation efficace des produits phytosanitaires homologués ou biodégradables pourrait contribuer à valoriser cette part de noix dégradées. Les noix rabougries et les noix vides représentent 21% des défauts exprimés. Ces paramètres sont pourtant liés au climat et surtout à un déficit d'eau ce qui pourrait être dû au changement climatique. Cette situation pourrait être expliquée par le rallongement de la saison sèche au détriment de la saison pluvieuse dans le département de Korhogo comme mentionné par Boko et al. (2016). Ainsi la mise à la disposition des planteurs, de variétés résilientes à ce changement climatique pourrait améliorer la qualité des noix du département de Korhogo.

Le rendement en amande et l'out-turn traduisent la quantité d'amande utile contenue dans un sac de 80 kg de chaque échantillon. Une corrélation de 1 est obtenue entre le rendement en amande et l'out-turn tandis que Kouakou et al. (2017) ont montré qu'il existe une forte corrélation positive ( $r = 0,91$ ) entre le taux d'amande et l'out-turn. Par ailleurs, l'out-turn est lié au rendement d'amande par une constante multiplicative, ce qui voudrait dire que ces 2 paramètres sont fortement liés par rapport au taux d'amande. Les out-turn moyens obtenus dans le département de Korhogo (44,87 lbs - 45,90 lbs) sont supérieur à 42 lbs qui, selon la norme ivoirienne, est la limite inférieure pour les noix de bonne qualité (NI, 2009b). Cependant, ces résultats sont inférieurs

aux out-turn moyens nationaux obtenus au cours des campagnes 2017-2018 (46,99 lbs) et 2018-2019 (48,10 lbs). Des out-turn supérieurs ont été également déterminés au cours des campagnes 2017-2018 et 2018-2019 dans des pays africains tels que le Ghana (50,07 lbs ; 49,05 lbs), la Gambie (51,30 lbs; 51,75 lbs), la Guinée Bissau (53,16 lbs ; 54,58 lbs) et le Sénégal (51,79 lbs ; 52,93 lbs ; WCCE, 2019). N'Diaye et al. (2020) ont obtenu 50-51 lbs à Ziguinchor ; 49-50 lbs à Sédhiou et 46-49 lbs à Kolda. Cette variabilité pourrait s'expliquer, d'une part, par le fort taux de défauts et d'autre part par le faible grainage observé dans le département de Korhogo. En effet, une forte corrélation négative (-0,80) existe entre les défauts et l'out-turn. Ainsi, une sensibilisation des producteurs sur l'application des bonnes pratiques de récolte et post-récoltes couplé à une étude sur les variétés de noix vulgarisées auprès des producteurs permettraient une amélioration de l'out-turn. Ce qui permettrait une bonne commercialisation des noix sur les marchés nationaux et internationaux. En outre, une corrélation positive significative (0,186) lie le grainage à l'out-turn ainsi les études sur l'amélioration des variétés vulgarisées ne doivent pas rechercher uniquement des variétés aux grainages faibles (Kouakou et al., 2017). Car tous les pays ayant des out-turn supérieurs ont également des grainages supérieurs à ceux de la Côte d'Ivoire et en particulier du département de Korhogo. Ces pays perçoivent en moyenne des prix 25% plus intéressants que ceux de leurs pairs asiatiques et africains (Pal, 2016) notamment la Côte d'Ivoire.

La qualité marchande des noix de cajou, produites dans le département de Korhogo varie d'une zone à l'autre au cours de la campagne. Les proportions de noix de bonne qualité sont supérieures à 54% quelle que soit la zone de production avec la meilleure proportion obtenue dans la zone 5 (Karakoro, Komborodougou, Napié, Kiémou). Cependant, des efforts de sensibilisation sur l'application des bonnes pratiques culturelles, de récolte et post-récolte des noix doivent être menés dans toutes les zones de production du département de Korhogo afin d'améliorer la qualité des noix

qui y sont produites. Ces bonnes pratiques devraient être maintenues, par les producteurs, tout au long de la campagne de production des noix de cajou.

### **Conclusion**

Cette étude a permis de montrer que la qualité des noix brutes de cajou varie d'une sous-préfecture à une autre, dans le département de Korhogo, au cours de la campagne. Ainsi les noix présentant un bon out-turn et un faible taux de défauts sont produites dans la zone 5 notamment les sous-préfectures de Karakoro, Komborodougou, Napié et Kiémou, tandis que les zones 1 (Niofoin, N'Ganon) et 4 (Dassoungboho, Kombolokoura, Tioroniaradougou) sont les plus influencés par les défauts. Globalement l'out-turn des noix provenant du département de Korhogo ne permet pas leur valorisation à l'exportation où des out-turn plus élevés sont recherchés. Par ailleurs, les variétés d'anacardier cultivées dans le département de Korhogo produisent des noix de grosse taille mais renferment moins d'amandes utilisables quelles que soient les sous-préfectures et la période de la campagne. Ainsi il serait raisonnable d'une part d'impliquer les structures de recherche dans la sélection de variétés productives (noix ayant un grainage moyen et un out-turn élevé) et résilientes aux changements climatiques qui a cours dans le département de Korhogo. D'autre part, des efforts considérables sont à fournir, de la production à la commercialisation, dans l'amélioration des pratiques des activités de récolte et post-récolte de la part des producteurs dans l'ensemble des sous-préfectures du département de Korhogo.

### **CONFLITS D'INTERÊTS**

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt lié à cet article.

### **CONTRIBUTIONS DES AUTEURS**

Ce travail est le fruit d'une collaboration entre tous les auteurs. En effet, les auteurs AC, GHMB et ND ont rédigé le projet de recherche, le protocole et ont

participé à la mobilisation des ressources financières nécessaires à sa réalisation. Les auteurs ASC et OSG ont géré l'échantillonnage, les analyses de l'étude et rédigé la première version du manuscrit. Tandis que les auteurs KD et MD ont respectivement géré les recherches documentaires et effectué l'analyse statistique des données. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements et leur profonde gratitude aux Messieurs KONE Issouf et DAGNOGO Adama, respectivement Délégué Régionale et Superviseur au Conseil du Coton et de l'Anacarde de Korhogo, pour leur soutien lors de l'échantillonnage des noix. Aussi les auteurs expriment leur gratitude aux messieurs TRAORE Ibrahim Marc et KOMARA Alliou, respectivement Directeur et Responsable Qualité de FMA Industry, pour leur soutien technique lors de l'analyse des échantillons.

## REFERENCES

- Amanoudo MJ, Moussa I, Tokore JSB, Kindemin OA, Wauters P, Muenkner C. 2017. Evaluation des effets des bonnes pratiques d'entretien et de gestion des plantations sur la productivité et la qualité des noix brutes de cajou dans le département du Borgou (Benin). Actes du Colloque International d'Échanges Scientifiques sur l'Anacarde (CIESA), Bassam (Côte d'Ivoire) 26-28 octobre 2017 : pp 46-53
- Arlène A, Broutin C. 2009. Normes de qualité pour les produits agroalimentaires en Afrique de l'Ouest. Agence Française de Développement, du département de recherche.
- Balogoun I, Saïdou A., Ahoton EL, Amadji LG, Ahohuendo CBI, Adebo B, Babatounde S, Chougourou D, Adoukonou-sagbadja H, Ahanchede A. 2014. Caractérisation des systèmes de production à base d'anacardier dans les principales zones de culture au Bénin. *Agronomie Africaine*, **26**(1) : 9-22.
- Boko KA, Gueladia C, Brama K, Deby S. 2016. Variabilité climatique et changement dans l'environnement à Korhogo en Côte d'Ivoire : Mythe ou Réalité. *European Scientific Journal*, **12**(5) : 158-176. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n5p158.
- CODINORM (Côte d'Ivoire Normalisation). 2009. Standards de qualité de noix brutes. CODINORM ; 31p.
- Counil E. 2005. Approches épidémiologiques de l'évaluation du risque sanitaire lié à l'exposition alimentaire à l'OTA. Thèse Doctorale, Paris-Grignon, France, 251p.
- Diabaté G. 2002. Analyse du secteur de l'anacarde en Côte d'Ivoire : situation actuelle et perspectives de développement. Rapport du projet INT/W3/69 de CNUCED/OMC ; Abidjan, Côte d'Ivoire : 34 p.
- Djaha JBA, Adopo AAN, Koffi EK, Ballo CK, Coulibaly M. 2012. Croissance et aptitude au greffage de deux génotypes d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) élites utilisés comme porte-greffe en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **6**(4): 1453-1466. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.5>.
- FIRCA (Fond Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles). 2010. A la découverte de la filière d'anacarde. FIRCA : PP 9-10.
- Fournier F. 1960. Climat et érosion. Presses Universitaires de France : 82p.
- Konan C, Ricau P. 2010. La filière anacarde en Côte d'Ivoire acteurs et organisation. Compte-rendu de missions, Mars-Juillet 2010, INADES, Abidjan/ RONGEAD-ODA, 36p.
- Kouakou CK, Adopo AAN, Djaha AJB, Minhobo MY, Djidji AH. 2017. Sélection de clones d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) de Côte d'Ivoire pour la qualité de la noix. Actes du Colloque International d'Échanges Scientifiques

- sur l'Anacarde (CIESA), Bassam (Côte d'Ivoire) 26-28 octobre 2017 : pp 1-13
- Li SS, Cheng C, Chen JY, Yan BZ, Reeves M. 2010. Yeast species associated with wine grapes in China. *International Journal of Food Microbiology*, **138**(1-2): 85-90. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.009
- MCIA (Ministère du Commerce, de l'Industrie et de l'Artisanat). 2017. Le guide de la transformation de l'anacarde au Burkina Faso. Projet d'appui à la commercialisation de mangue séchée et de noix de cajou transformée. MCIA : 62p.
- Ndiaye S, Charahabil MM, Diatta M. 2020. Evaluation de la qualité des noix brutes d'anacarde en Casamance (Sénégal). *European Scientific Journal*, **16**(6) : 374-394. DOI: 10.19044/esj.2020.v16n6p374.
- N'Djolosse K, Adoukonou-Sagbadja H, Maliki R, Kodjo S, Badou A, Ahoyo-Adjovi RN. 2020. Performances agronomiques des arbres-mères d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) sélectionnés dans les plantations paysannes au Bénin. *International Journal of Biology and Chemical Sciences*, **14**(5): 1536-1546. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i5.4>.
- NI (Norme Ivoirienne). 2009a. Noix brutes de cajou - échantillonnage et méthode d'essai Norme Ivoirienne NI4596.
- NI (Norme Ivoirienne). 2009b. Noix brutes de cajou - spécification. Norme Ivoirienne NI4595.
- Pal S. 2016. Compétitivité mondiale : Données de référence sur l'industrie mondiale de transformation du cajou. Festival et Expo mondiaux 2016 sur le cajou organisé par l'ACA. Guinée-Bissau, 19-22 septembre 2016. 15 p.
- RGPH (Recensement Général de la Population et de l'Habitat). 2014. Effectif de la population et de la superficie des sous-préfectures et du département de Korhogo.
- Sangaré A, Koffi E, Akamou F, Fall CA. 2009. Etats des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture : Second rapport national. P 65.
- Soubra L. 2008. Evaluations scientifiques des risques toxiques liés à certaines substances chimiques (additifs alimentaires) et contaminants (mycotoxines). Thèse doctorale, Agro Paris Tech, France, 224p.
- WCCE (World Cashew Convention & Exhibition). 2019. Résumé de conférence. La 5<sup>ème</sup> édition de la World Cashew Convention & Exhibition s'est tenue à Abu Dhabi du 24 au 26 janvier 2019. 25p.
- Yao NR, Oule AF, N'Goran KD. 2013. Evaluation de la vulnérabilité du secteur agricole face aux changements climatiques en Côte d'Ivoire. Rapport final, 105p.