

Caractérisation physico-chimique et fonctionnelle des pellicules d'amandes de cajou (*Anacardium occidentale* L.) issues des usines de transformation des noix de cajou en Côte d'Ivoire.

Adama COULIBALY^{1*}, Philomène Aya KOKORA¹, Arthur Michel NIAMKE¹, Kigniguéba TOURE¹, Komissiri DAGNOGO², Godi Henri Marius BIEGO³

¹Département de Biochimie-Génétique de l'Unité de Formation et de Recherche des Sciences Biologiques, Université Peleforo GON COULIBALY Korhogo, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire.

²Ministère des Ressources Animales et Halieutiques (MIRAH), BP V 135 Abidjan, Côte d'Ivoire.

³Laboratoire de Biotechnologie, Agriculture et Valorisation des Ressources Biologiques, Unité de formation et de recherche de Biosciences, Université Félix HOUPHOUET-BOIGNY d'Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant, e-mail : coulibalyadama@upgc.edu.ci ; Tél. : (+225) 07 07 89 62 13

Résumé

Les pellicules d'amandes de cajou sont moins valorisées que les autres sous-produits d'anacarde notamment les pommes, le baume et les coques. Elles sont souvent déversées dans l'environnement comme des déchets malgré que certaines études ont montré que leur consommation pourrait avoir des effets bénéfiques sur l'organisme vivant. Cette étude a pour objectif de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et fonctionnelles des pellicules d'amandes de cajou pour l'identification et/ou la diversification de leurs voies d'utilisation. Les pellicules d'amandes de cajou ont été collectées de mars-avril 2023 auprès de trois entreprises de transformation des noix de cajou. La teneur en amidon, les caractéristiques physico-chimiques et fonctionnelles de ces pellicules ont été déterminées selon des méthodes standards. Il ressort de cette étude que les teneurs moyennes en amidon sont comprises entre $4,00 \pm 0,20$ et $5,40 \pm 0,35$ % et les pH vont de $4,32 \pm 0,06$ à $4,67 \pm 0,11$. Les teneurs moyennes en cendres fluctuent de $5,53 \pm 0,08$ à $5,63 \pm 0,05$ %. Les teneurs moyennes en matières grasses oscillent entre $22,79 \pm 0,22$ et $28,71 \pm 0,04$ % et celles des caroténoïdes sont comprises entre $99,20 \pm 5,62$ ppm et $475,20 \pm 4,18$ ppm. Concernant les taux des protéines et des glucides totaux, ils varient respectivement de $11,45 \pm 0,08$ à $17,61 \pm 0,13$ % et de $44,25 \pm 0,60$ à $51,74 \pm 0,47$ %.

Une valeur énergétique élevée pour toutes les pellicules d'amandes de cajou est observée et celle-ci oscille entre $472,35 \pm 2,75$ et $502,32 \pm 2,86$ Kcal/100 g. Les teneurs moyennes en polyphénols totaux sont entre $802,73 \pm 24,45$ et $1063,94 \pm 22,72$ mg *Eq Ac Gal*/100 g et celles de flavonoïdes totaux oscillent de $360,54 \pm 15,26$ à $575,31 \pm 18,72$ mg *Eq Quer*/100g. Les teneurs élevées en composés antinutritionnels obtenues fluctuent de $636,17 \pm 15,34$ à $872,4 \pm 19,47$ mg/100 g pour les phytates et $370,33 \pm 16,81$ à $561,00 \pm 11,00$ mg/100 g pour les oxalates. Les valeurs moyennes de la capacité d'absorption d'eau se situent entre $293,67 \pm 11,53$ à $303,67 \pm 2,52$ %. Quant aux indices de solubilité dans l'eau, ils vont de $24,67 \pm 1,53$ à $27,00 \pm 1,00$ %. Les pellicules d'amandes de cajou pourraient donc ouvrir plusieurs voies pour leur valorisation à savoir la production d'amidon, des protéines, des composés phénoliques, des matières grasses et la formulation d'aliments pour les animaux. Cependant, des études complémentaires pourraient être menées, sur la qualité marchande et sanitaires des constituants identifiés, pour une meilleure valorisation desdites pellicules.

Mots clés : Amande de cajou, déchet de transformation, caractéristiques, valorisation, Côte d'Ivoire.

Introduction

La noix de cajou est en moyenne composée respectivement de 73 % et 2 % de coque brute et de pellicule, et l'amande représente environ 25 % de la masse de la noix (ESC., 2003 ; Coulibaly *et al.*, 2021). La Côte d'Ivoire est le premier pays producteur et exportateur mondial de noix de cajou avec 1 028 172 tonnes en 2022. Ce pays envisage de transformer 50 % de cette production ce qui pourrait conduire également à la production de 10 282 tonnes de pellicules.

Les pellicules n'ont pas un goût délicieux selon les préférences des consommateurs qui choisissent de les décoller des amandes grillées. La consommation desdites pellicules provoquerait de l'astringence et des sensations de picotements en bouche, raison pour laquelle elles sont éliminées au cours de la transformation des noix. Cependant, certaines études ont montré que la consommation des pellicules d'amandes de cajou a des effets bénéfiques pour l'organisme vivant (Kamath et Rajini, 2007). Ainsi, elles sont aussi utilisées dans l'alimentation des volailles (Fofana *et al.*, 2021) et également par l'industrie du cuir (Salam et Peter, 2010). Malgré cela, elles demeurent peu valorisées et sont déversées dans l'environnement comme des déchets. Une diversification de leurs voies d'utilisation pourrait apporter une valeur ajoutée à la chaîne de transformation des noix de cajou et contribuer également à l'assainissement de l'environnement. Cette valorisation desdites pellicules passe nécessairement par la connaissance de leurs caractéristiques nutritives, nutritionnelles, fonctionnelles et

phytochimiques. Cette étude a pour objectif de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et fonctionnelles des pellicules d'amandes de cajou pour l'identification et/ou la diversification de leurs voies d'utilisation afin d'engendrer une valeur ajoutée à la chaîne de transformation des noix de cajou.

Objectifs spécifiques

- Évaluer quelques caractéristiques physico-chimiques des pellicules ;
- Déterminer quelques propriétés fonctionnelles des pellicules.

Méthodologie

Matériel biologique et échantillonnage

Le matériel biologique est constitué de pellicules d'amandes de cajou. Ces dernières ont été collectées auprès de trois entreprises de transformation de cajou localisées dans trois villes distinctes (Korhogo, Yamoussoukro et Dimbokro) de la Côte d'Ivoire. Ainsi, trois échantillons de pellicules d'amandes de cajou, de 10 kg chacun, ont été collectés de mars à avril 2023. Au laboratoire, les caractéristiques physico-chimiques et fonctionnelles desdites pellicules ont été déterminées.

Détermination du taux d'amidon et des paramètres physico-chimiques et fonctionnels

La teneur en amidon a été déterminée par solubilisation suivi de filtration et séchage. Les caractéristiques physico-chimiques (taux d'humidité, pH, acidité titrable, cendre, sucres totaux, sucres réducteurs, matière grasse, caroténoïde, protéines, glucides totaux, valeur énergétique, polyphénols totaux, flavonoïdes totaux, phytates, oxalates) et fonctionnelles (capacité d'absorption d'eau, solubilité dans l'eau, dispersibilité dans l'eau) des pellicules d'amandes de cajou ont été déterminées selon des méthodes standards.

Analyses statistiques

Tous les essais ont été réalisés en triple et les moyennes ont été calculées avec les écart-types pour apprécier les paramètres physico-chimiques et fonctionnels des pellicules d'amandes. L'homogénéité des variances a été effectuée par une ANOVA à un facteur (usine) et la comparaison des moyennes a été faite par le test Student-Newman-Keuls au risque 0,05 à l'aide du logiciel SPSS version 25.0. En outre, une analyse multivariée en composantes principales (ACP) a été réalisée pour mettre en évidence la variabilité entre les paramètres physico-chimiques et fonctionnels et les usines de transformation à l'aide du logiciel STATISTICA version 7.1.

Résultats

Taux d'amidon

Les pellicules d'amandes de cajou ont des teneurs moyennes en amidon comprises entre $4,00 \pm 0,20$ et $5,40 \pm 0,35$ %. L'analyse statistique des résultats a montré une différence significative entre les teneurs au risque $p = 0,001$. Les pellicules d'amandes de cajou provenant de l'usine 3 présentent la forte valeur (**Tableau I**).

Taux d'humidité, pH, acidité titrable, taux de sucres totaux et réducteurs

Le tableau I indique les taux moyens d'humidité de $5,44 \pm 0,51$; $4,78 \pm 0,58$ et $4,78 \pm 0,51$ % pour les pellicules des usines 1 ; 2 et 3 respectivement. Aucune différence significative n'existe entre ces valeurs au risque $p = 0,233$. Les valeurs moyennes du pH des pellicules sont $4,32 \pm 0,06$ (usine 1), $4,46 \pm 0,05$ (usine 2) et $4,67 \pm 0,11$ (usine 3). L'analyse statistique a montré que ces valeurs du pH sont statistiquement différentes au risque $p = 0,004$. Le fort pH est obtenu avec les pellicules provenant de l'usine 3. Les valeurs moyennes de l'acidité titrable des pellicules varient de $113,33 \pm 11,55$ à $136,67 \pm 10,00$ méqH⁺/100 g. Aucune différence significative n'est observée entre les valeurs au risque $p = 0,055$. Les taux moyens de sucres totaux fluctuent entre $289,45 \pm 12,28$ (usine 1) et $446,41 \pm 26,58$ mg/100 g (usine 3). L'analyse statistique des résultats a révélé qu'il y a une différence significative entre ces taux ($p = 0,000$). S'agissant des taux de sucres réducteurs, les valeurs moyennes sont $76,56 \pm 6,03$, $30,34 \pm 2,12$ et $52,24 \pm 5,20$ mg/100 g respectivement pour les pellicules issues des usines 1 ; 2 et 3. Ces valeurs sont toutes significativement différentes ($p = 0,000$).

Tableau I : Taux d'amidon et paramètres physico-chimiques

Échantillon	Amidon (%)	Humidité (%)	pH	Acidité titrable (méqH ⁺ /100 g)	Sucres totaux (mg/100 g)	Sucres réducteurs (mg/100 g)
Usine 1	$4,00 \pm 0,20^b$	$5,44 \pm 0,51^a$	$4,32 \pm 0,06^b$	$113,33 \pm 11,55^a$	$289,45 \pm 12,28^c$	$76,56 \pm 6,03^a$
Usine 2	$4,11 \pm 0,19^b$	$4,78 \pm 0,58^a$	$4,46 \pm 0,05^b$	$136,67 \pm 10,00^a$	$360,93 \pm 22,46^b$	$30,34 \pm 2,12^c$
Usine 3	$5,40 \pm 0,35^a$	$4,78 \pm 0,51^a$	$4,67 \pm 0,11^a$	$130,00 \pm 13,23^a$	$446,41 \pm 26,58^a$	$52,24 \pm 5,20^b$
Pvalue	0,001	0,233	0,004	0,055	0,000	0,000

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

Teneurs en cendres, en matières grasses, en caroténoïdes, en protéines et en glucides totaux et valeur énergétique

Les teneurs moyennes sont $5,61 \pm 0,03$; $5,53 \pm 0,08$ et $5,63 \pm 0,05$ % respectivement pour les pellicules issues des usines 1 ; 2 et 3. L'analyse statistique n'a indiquée aucune différence significative entre ces teneurs moyennes ($p = 0,170$). Les teneurs moyennes en matières grasses varient de $22,79 \pm 0,22$ (usine 3) à $28,71 \pm 0,04$ % (usine 2) et une différence significative entre les valeurs ($p = 0,000$). Les concentrations moyennes en caroténoïdes des pellicules sont comprises entre $99,20 \pm 5,62$ ppm et $475,20 \pm 4,18$ ppm. Toutes les teneurs sont statistiquement différentes ($p = 0,000$). Les pellicules provenant des usines 1 ; 2 et 3 ont des teneurs moyennes en protéines de $11,45 \pm 0,08$ %, $16,73 \pm 0,09$ % et $17,61 \pm 0,13$ % respectivement. Il existe une différence significative entre toutes les teneurs au risque $p = 0,000$. Les valeurs basse et élevée sont respectivement $11,45 \pm 0,08$ % (usine 1) et $17,61 \pm 0,13$ % (usine 3). Les teneurs en glucides totaux des pellicules sont comprises entre $44,25 \pm 0,60$ (usine 2) et $51,74 \pm 0,47$ % (usine 1). L'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative entre ces taux au risque $p = 0,000$. Les valeurs énergétiques moyennes des pellicules oscillent de $472,35 \pm 2,75$ (usine 1) à $502,32 \pm 2,86$ Kcal/100g (usine 2). Toutes ces valeurs diffèrent statistiquement au risque $p = 0,000$ (Tableau II).

Tableau I: Paramètres physico-chimiques (teneurs en cendres, protéines, matières grasses, caroténoïdes, glucides totaux et valeur énergétique)

Échantillon	Cendres (%)	Protéines (%)	Matières grasses		Glucides totaux (%)	Valeur énergétique (Kcal/100g)
			Matières grasses (%)	Caroténoïdes (ppm)		
Usine 1	$5,61 \pm 0,03^a$	$11,45 \pm 0,08^c$	$25,76 \pm 0,24^b$	$475,20 \pm 4,18^a$	$51,74 \pm 0,47^a$	$484,55 \pm 2,25^b$
Usine 2	$5,53 \pm 0,08^a$	$16,73 \pm 0,09^b$	$28,71 \pm 0,04^a$	$371,52 \pm 7,25^b$	$44,25 \pm 0,60^c$	$502,32 \pm 2,86^a$
Usine 3	$5,63 \pm 0,05^a$	$17,61 \pm 0,13^a$	$22,79 \pm 0,22^c$	$99,20 \pm 5,62^c$	$49,19 \pm 0,65^b$	$472,35 \pm 2,75^c$
Pvalue	0,170	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

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

Composés phénoliques

Les teneurs des composés phénoliques sont indiquées dans le Tableau III. Les teneurs moyennes en polyphénols totaux obtenues varient entre $802,73 \pm 24,45$ (usine 1) et $1063,94 \pm 22,72$ mg *Eq Ac Gal*/100 g (usine 3). Les concentrations moyennes des flavonoïdes totaux des pellicules oscillent de $360,54 \pm 15,26$ (usine 3) à $575,31 \pm 18,72$ mg *Eq Quer*/ 100g (usine1). Toutes les concentrations sont statistiquement différentes au risque $p=0,000$.

Composés antinutritionnels

Les concentrations moyennes en phytates des pellicules provenant des usines 1; 2 et 3 sont respectivement $636,17 \pm 15,34$ mg/100 g ; $872,40 \pm 19,47$ mg/100 g et $774,5 \pm 10,01$ mg/100 g. Il existe une différence significative entre toutes les teneurs en phytates des pellicules au risque $p = 0,000$. La teneur la plus élevée est obtenue dans l'usine 2 ($872,4 \pm 19,47$ mg/100 g) et la plus faible ($636,17 \pm 15,34$ mg/100 g) dans l'usine 1. Les teneurs moyennes en oxalates des pellicules oscillent entre $370,33 \pm 16,81$ et $561,00 \pm 11,00$ mg/100 g. L'analyse statistique a montré une différence significative entre les teneurs en oxalates au risque $p = 0,000$. Les pellicules issues des usines 1 et 2 se sont distinguées respectivement par la plus forte teneur ($561,00 \pm 11,00$ mg/100 g) et la plus faible teneur ($370,33 \pm 16,81$ mg/100 g).

Tableau II: Paramètres physico-chimiques (composés phénoliques et antinutritionnels)

Echantillon	Polyphénols totaux (mg Eq Ac Gal/100g)	Flavonoïdes totaux (mg Eq Quer/100g)	Phytates (mg/100g)	Oxalates (mg/100g)
Usine 1	$911,24 \pm 12,75^b$	$575,31 \pm 18,72^a$	$636,17 \pm 15,34^c$	$561,00 \pm 11,00^a$
Usine 2	$802,73 \pm 24,46^c$	$419,00 \pm 23,52^b$	$872,40 \pm 19,47^a$	$370,33 \pm 16,80^c$
Usine 3	$1063,94 \pm 22,72^a$	$360,54 \pm 15,26^c$	$774,50 \pm 10,01^b$	$462,00 \pm 11,00^b$
Pvalue	0,000	0,000	0,000	0,000

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

Propriétés fonctionnelles des pellicules

Le Tableau IV présente les résultats des propriétés fonctionnelles des pellicules d'amandes de cajou. Les taux moyens de la capacité d'absorption d'eau varient entre $293,67 \pm 11,53$ et $303,67 \pm 2,52$ % quelle que soit la provenance des pellicules d'amandes de cajou. L'analyse statistique des résultats n'a révélé aucune différence significative entre les taux moyens ($p = 0,288$). Les indices de solubilité dans l'eau des pellicules d'amandes de cajou sont $24,67 \pm 1,53$ % ; $27,00 \pm 1,00$ % et $26,67 \pm 5,77$ % respectivement pour les pellicules provenant des usines 1 ; 2 et 3 ; toutes les valeurs sont statistiquement identiques ($p = 0,692$). Les valeurs moyennes de la dispersibilité dans l'eau des pellicules d'amandes de cajou sont $79,95 \pm 0,40$ % (usine 1), $80,62 \pm 0,08$ % (usine 2) et $80,03 \pm 0,98$ % (usine 3) et aucune différence significative n'a été observée entre les teneurs ($p = 0,400$).

Tableau III: Propriétés fonctionnelles des pellicules d'amandes de cajou

Echantillon	Capacité d'absorption d'eau (%)	Indice de solubilité dans l'eau (%)	Dispersibilité dans l'eau (%)
Usine 1	$300,33 \pm 1,53^a$	$24,67 \pm 1,53^a$	$79,95 \pm 0,40^a$
Usine 2	$303,67 \pm 2,52^a$	$27,00 \pm 1,00^a$	$80,62 \pm 0,09^a$
Usine 3	$293,67 \pm 11,93^a$	$26,67 \pm 5,77^a$	$80,03 \pm 0,99^a$
Pvalue	0,288	0,692	0,400

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

Variabilité entre les paramètres de caractérisation et les usines échantillonnées

La Figure 1 présente l'analyse en composantes principales (ACP) des paramètres physico-chimiques et fonctionnels des pellicules d'amandes de cajou et des usines échantillonnées. Les composants 1 et 2, exprimant 100 % de la variabilité totale, ont permis de représenter dans le plan factoriel 1-2, la corrélation entre les usines échantillonnées et les différents paramètres. Il est observé que les teneurs en flavonoïdes totaux, humidité, caroténoïdes, sucres réducteurs et oxalates ainsi que l'usine 1 sont corrélées négativement au composant 1. En plus, cette analyse indique que le taux de matières grasses, la valeur énergétique, la capacité d'absorption d'eau, la dispersibilité dans l'eau et l'usine 2 sont corrélés négativement au composant 2 tandis que les taux de glucides totaux, de cendres, d'amidon et la concentration en polyphénols totaux ainsi

que l'usine 3 sont corrélés positivement au composant 2. Par ailleurs, le pH, l'indice de solubilité dans l'eau, l'acidité titrable et les teneurs en phytates, en protéines, en sucres totaux sont positivement corrélés au composant 1.

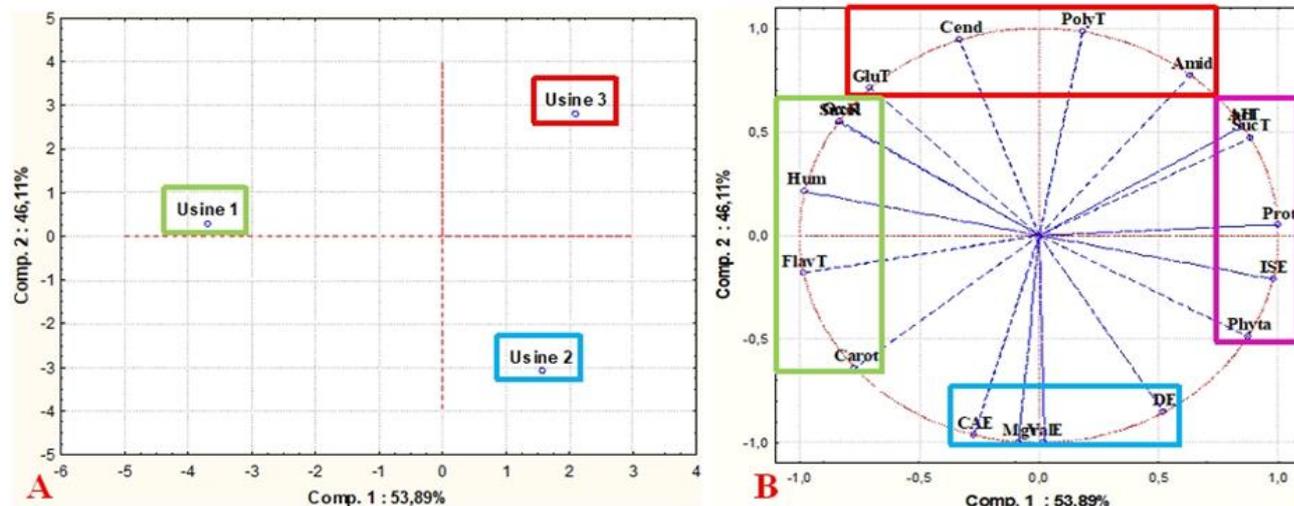


Figure 1: Projection des paramètres physico-chimiques et fonctionnels des pellicules d'amandes de cajou et des usines échantillonnées dans le plan factoriel 1-2 de l'analyse en composantes principales

pH : Potentiel d'hydrogène ; **AcT** : Acidité titrable ; **Hum** : Humidité ; **Amid** : Amidon ; **Cend** : Cendres ; **SucT** : Sucres totaux ; **SucR** : Sucres réducteurs ; **Mg** : Matières grasses ; **Prot** : Protéines ; **GluT** : Glucides totaux ; **ValE** : Valeur énergétique ; **PolyT** : Polyphénols totaux ; **FlavT** : Flavonoïdes totaux ; **Oxal** : Oxalates ; **Phyta** : Phytates ; **CAE** : Capacité d'absorption d'eau ; **ISE** : Indice de solubilité dans l'eau ; **DE** : Dispersibilité dans l'eau ; **Carot** : Caroténoïdes.

Conclusion

Cette étude a permis de montrer que certains paramètres physico-chimiques et fonctionnels des pellicules d'amandes de cajou ne permettent pas de discriminer les usines échantillonnées. Globalement, quelle que soit la provenance des pellicules d'amandes de cajou, elles ont des teneurs faibles en amidon. En outre, les résultats ont montré qu'elles sont acides et sont riches en cendres, en protéines, en matières grasses, en glucides totaux et en énergie. De plus, elles renferment des composés phytochimiques tels que les polyphénols, les flavonoïdes totaux et les caroténoïdes et les composés antinutritionnels notamment les phytates et les oxalates en proportions non négligeables. Il ressort également des analyses que les pellicules d'amandes de cajou sont peu solubles dans l'eau et ont une grande capacité d'absorption d'eau. Au regard de leur composition biochimique, les pellicules pourraient être utilisées dans l'alimentation animale et pour l'extraction des composés phénoliques et d'amidon.

Ces résultats sont essentiels pour la valorisation des noix de cajou à travers la diversification des voies d'utilisation des pellicules d'amandes de cajou produites afin de générer des valeurs ajoutées. Ainsi, des études complémentaires pourraient être menées sur la qualité de l'amidon, la formulation d'aliments de volaille ou de bétail et la production d'alicaments pour une meilleure valorisation des dites pellicules.

Remerciements

Cette étude a été réalisée avec le concours de la délégation régionale de Korhogo du Conseil du Coton et de l'Anacarde notamment celui des Messieurs KONE Issouf et DAGNOGO Adama, respectivement Délégué Régional et Superviseur, pour avoir favorisé la collecte des pellicules d'amandes de cajou.

Références bibliographiques

- 1- Coulibaly A., Doumbouya M., Dagnogo K., Coulibaly A. S., Gboko O. S., Godi M. H. B. et Diarassouba N. (2021).** Évaluation de la qualité marchande des noix de cajou (*Anacardium occidentale* L.) produites dans le département de Korhogo sur une campagne de commercialisation. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. **15**(3), pp. 1039-1049.
- 2- ESC (Equipe Sectorielle de Contrepartie) (2003).** Sous-ensemble 12–formulation de stratégies sectorielles et de stratégies de produits pour tirer avantage des opportunités du système commercial multilatéral. Secteur anacarde/noix de cajou, Benin. 26 P.
- 3- Fofana D., Diomandé M., Koulibaly A. V., Koko A. C. et Bohoua L. G. (2021).** Qualité sensorielle de la viande des poulets de chair nourris aux pellicules de cajou (*Anacardium occidentale*) comme substitut du son de blé en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine Sp.* **33** (2), pp 218-226.
- 4- Kamath V. et Rajini P. S. (2007).** The efficacy of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) skin extract as a free radical scavenger. *Food Chemistry* ; **103**, pp.428-433.
- 5- Salam M. A. et Peter K. V. (2010).** Cashew, a monograph. India : Studium Press. 257 p.