



Research Article

PRODUCTION ET CARACTERISATION BIOCHIMIQUE DU TOURTEAU DE CAJOU (*ANACARDIUM OCCIDENTALE L.*)**Ouattara Abdoulaye¹, Fofana Daouda², Diomande Massé*³, Beugre Grah Avit Maxwell⁴, Konate Ibrahim⁵, Bouatene Djakalia⁶ and Beugre Grah Avit Maxwell⁷**^{1,2,3,4,5}Laboratoire d'Agro valorisation, Département de Biochimie et Microbiologie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire^{6,7}UFR Sciences et Technologie des Aliments, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire**ARTICLE INFO****Article History:**Received 13th January, 2023Received in revised form 11th February, 2023Accepted 8th March, 2023Published online 28th April, 2023**Key words:**

Cashew co-products, cake, protein, minerals, vitamins

ABSTRACT

The aim of this study is to valorise the co-products of cashew nuts. To this end, co-products were collected from companies involved in cashew processing based in Abidjan (Ivory Coast). For a quantity of 100±0.25kg of co-products collected for the production of cashew meal, 2.17±1.57kg of skins and 5.61±1.18kg of other impurities are sorted. The reusable quantity of co-products as 92.22±3.75kg. The production of cashew meal (sorted co-products 92.22±3.75kg), allowed us to extract 22.25±1.83kg of an oil + water mixture and 66.85±5.11kg of meal. By the oil extraction technique applied, the extraction rate was 24.13% and the cashew meal production rate 72.50%. The physicochemical characterisation of the cashew meal revealed a dry matter content of fat (8.57±0.76%), crude protein (20.34±0.34%), crude cellulose (5.28±0.14%), total ash (4.78±0.85%) and metabolizable energy (3762.38 ± 40.29). The minerals measured in cashew meal revealed an important source of mineral salts and mineral trace elements. Vitamins B1, B2 and C are also present in cashew co-products could be valorised to a level that would reduce industrial waste. Cashew meal is an excellent source of crude protein with the presence of eight (8) amino acids in this protein. The high quantity of mineral elements (macro and trace elements) and the presence of vitamins B1, B2 and C in cashew meal make it a raw material for animal feed. Cashew meal could thus allow the improvement of animal production through the valorisation of protein sources.

Copyright©the all authors 2023. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUCTION

La noix de cajou est le fruit de l'*Anacardium occidentale L* (Anacarde) qui appartient à la famille des Anacardiaceae. Originaire du Brésil, l'*Anacardium occidentale L* s'est propagé dans d'autres régions de l'Amérique du Sud et de l'Amérique centrale, du Mexique et des Antilles. Dans les années 1600, les commerçants portugais ont introduit l'anacarde en Inde et en Afrique pour prévenir l'érosion des sols. Il est maintenant largement cultivé pour ses noix et d'autres produits dans les régions côtières d'Afrique du Sud, de Madagascar, de Tanzanie, d'Asie du Sud, et du Sri Lanka vers les Philippines (Abderahim, 2019). L'anacarde a été introduite en Côte d'Ivoire dans les années 1960 par la Société d'Assistance Technique pour la Modernisation de l'Agriculture (SATMACI) et la Société pour le Développement des Forêts (SODEFOR), dans le cadre des programmes de protection de l'environnement et de lutte contre l'érosion et la déforestation (Ducroquet *et al.*, 2017). C'est à partir des années 1970 que les producteurs ont pris conscience de l'intérêt économique de l'anacarde. Les premières plantations d'anacardiers à but

commercial avec une expansion des superficies ont été installées en 1972 (Coulbaly, 2017).

Par ailleurs, la production d'anacarde de la Côte d'Ivoire en 2015, représentait 24,2 % de la production mondiale. La quantité exportée était de 665 000 tonnes, soit 94,70 % de la production, vendue notamment vers l'Inde, le Vietnam et le Brésil qui disposent d'industries de transformation grands demandeurs de noix de cajou.

Le reste de la production est transformé localement. En 2017 la production a été de 711 236 tonnes de noix de cajou sur une prévision de 715 000 tonnes (FIRCA, 2018). Ce niveau de production représente la moitié de la production d'Afrique de l'Ouest et 22 % de la production mondiale en 2017 permettant à la Côte d'Ivoire de maintenir la place du premier producteur mondial d'anacarde acquise depuis 2015 (Jeske *et al.*, 2018). La production nationale a plus que doublé en une décennie. Le taux de transformation locale est passé de 1% (4 157 tonnes) en 2008 à 9% (66 800 tonnes) en 2018 (FIRCA, 2018). Cette transformation consiste essentiellement à décortiquer les noix

*Corresponding author: **Diomande Massé**

Laboratoire d'Agro valorisation, Département de Biochimie et Microbiologie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

de cajou pour en extraire les amandes. Cette activité apporte une valeur ajoutée de 100 F/kg (Rongead, 2014).

L'amande de cajou est riche en matière grasse. L'extraction *et la* valorisation de cette autre matière grasse produirait une quantité énorme de tourteau qui pourrait être valoriser en alimentation animale précisément en nutrition de volailles. Les tourteaux sont connus pour leur richesse en protéines. Selon Kouakou *et al.*, 2018, le tourteau de cajou contient 29,5% de protéines. Une autre étude menée par Wardwski en 1990 a montré que le tourteau de cajou renferme un taux de protéine brute de 21,5 %.

Cette autre source de protéine végétale permettra au secteur de la production animale de diversifier les sources de protéine dans les formulations afin de réduire le coût de production d'œufs ou de viande de volailles tout en répondant aux besoins des animaux. Depuis longtemps, ce secteur dépendait du tourteau de soja comme source de protéine végétale dans les provendes pour volaille. Un problème d'approvisionnement dû à la crise sanitaire Covid 19 de tourteau de soja se pose d'où la hausse du prix de cette matière première protéique sur le marché international. Vu les difficultés que rencontrent les éleveurs, la recherche *et la* valorisation d'autre source de protéines végétales des nutritionnistes ivoiriens devrait s'orienter vers le tourteau de cajou.

Elle permettra à la Côte d'Ivoire d'être indépendante du tourteau de soja, de créer des emplois et de générer des revenus. Le tourteau de cajou, bien qu'il soit riche en protéines pour les animaux d'élevage notamment les poules pondeuses, l'une des difficultés d'obtention du tourteau de cajou résiderait dans la technologie de production. D'où l'objet de cette étude.

Cette étude vise comme objectif général, la production *et la* caractérisation biochimique du tourteau de cajou. Spécifiquement, il s'agira de:

- Déterminer les proportions de tourteau, huiles, pellicules et autres impuretés issus des amandes de cajou ;
- Evaluer les propriétés physico-chimique du tourteau de cajou ;
- Déterminer les profils en minéraux, acides aminés et vitamines du tourteau de cajou.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des sous-produits (poudre, brisures et amandes déclassées) des amandes de cajou ont été collectées auprès des entreprises basées à Abidjan en Côte d'Ivoire. Ces structures sont reconnues pour la qualité des activités qu'elles mènent partout en Côte d'Ivoire. Les amandes se présentent sous deux formes ;

- Amandes entières : ce sont des amandes qui ne respectent pas les normes de commercialisation ou qui présentent un ou des défauts visuels,
- Poudre d'amande : ce sont les rejets après blanchiment des amandes.

Quant à la production de tourteau de cajou, elle se résume en huit (8) grandes étapes que présente le diagramme de production (Fig 1).

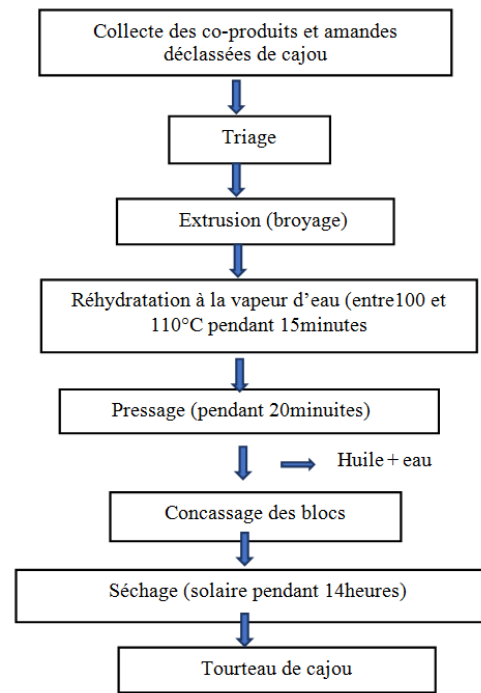


Fig 1 Diagramme de production artisanale du tourteau de cajou

Description des grandes étapes de la production du tourteau de cajou

Collecte des co-produits et amandes déclassées de cajou

Les amandes de cajou (co-produits et amandes déclassées) ont été collectées de septembre 2020 à janvier 2021. Il est question de collecter auprès des entreprises impliquées dans la transformation des amandes de cajou en produits semi-finis ou finis basées à Abidjan en Côte d'Ivoire, des co-produits et amandes déclassées de cajou (déchets industriels). Ces déchets se présentent sous deux formes;

- Amandes déclassées: ce sont des amandes qui ne respectent pas les normes de commercialisation ou qui présentent un ou des défauts visuels impropres à la consommation humaine,
- Poudre d'amande : ce sont les rejets après blanchiment des amandes. Elle est produite de façon intentionnelle ou non au cours du processus de transformation.

Triage des amandes de cajou

L'objectif est de sélectionner des déchets parmi ceux réutilisables. Ainsi, deux (2) groupes de déchets sont constitués. Le premier groupe est composé des amandes défectueuses et corps étrangers (amandes moisies, trop rancies et trop perforées par les charançons, des grains de sable, emballage plastique etc.) et le second groupe ; il est composé de pellicules de cajou (Fig 2).



Fig 1 Triage des déchets réutilisables

Extrusion (broyage) des amandes de cajou

La technologie de production du tourteau de cajou implique une étape d'humidification des amandes de cajou. Dans le but de faciliter cette étape et le pressage, les amandes sont réduites en une granulométrie facilitant ainsi les éventuelles étapes au cours du process. Les tourteaux qui seront produits sont destinés à nourrir des poules pondeuses. Les amandes à l'origine sont trop grosses pour la prise des oiseaux. Elles doivent être réduites et adaptées à la prise de ceux-ci. Les amandes sont envoyées chez un minotier qui se charge de la réduction en poudre des amandes afin d'obtenir des granulométries adaptées à leur âge et à leur préhension.

Réhydratation à la vapeur

A l'aide d'un couscoussier, la farine préalablement obtenue est chauffée. L'objectif de cette étape est de ramollir la poudre des amandes desséchées afin de faciliter le pressage.

Pressage de la poudre hydratée

La pression est réalisée par serrage d'une vis sans fin qui s'appuie sur une plaque métallique. La durée et la puissance de la pression sont très variables et soumises à notre appréciation. Cette machine est couramment utilisée au cours du processus de fabrication de l'attiéké (semoule de manioc) en Côte d'Ivoire (Fig 3).



Fig 3 Pressage et extraction de l'huile d'amande de cajou

Concassage des blocs

A la fin de l'étape précédente, des blocs de tourteau de cajou sont obtenus. Ils sont concassés à chaud afin d'éviter le durcissement des blocs, rendant ainsi son utilisation difficile.

Séchage de tourteau humide de cajou

Le tourteau de cajou humide obtenu est étalé sur une surface propre (bâche noire dans notre cas) au soleil pendant 14 heures. L'objectif de cette étape est d'augmenter la durée de conservation du tourteau par abaissement du taux d'humidité. A la fin de cette étape, on obtient le tourteau de cajou prêt à être utilisé.

Tourteau de cajou

Le tourteau de cajou est le résidu sec obtenu après extraction de l'huile des amandes de cajou et séchage. Le tourteau est la deuxième matière première utilisée en alimentation animale en termes de proportion après les céréales. Les tourteaux sont connus pour leurs richesses en protéines (Fig 4).



Fig 4 Tourteau de cajou produit à la ferme, prêt à être utilisé

Calcul des proportions d'impureté et de tourteau de cajou produit

Les impuretés contenues dans les amandes sont triées et pesées. Le taux d'impureté est calculé selon la formule :

% Impureté = $\frac{\text{Poids brute amande} - \text{poids amande trié}}{\text{Poids brute amande}} * 100$
 Le taux de production de tourteau de cajou est calculé selon la formule : % tourteau de cajou = $\frac{\text{poids tourteau de cajou} * 100}{\text{poids amande brute de cajou}}$

Caractérisation de tourteau de cajou

Matériel biologique

Le matériel biologique était constitué de tourteau de coproduits de cajou produit à la ferme. Le choix est porté sur le tourteau coproduits de cajou en vu de sa valorisation en alimentation animale (poule pondeuse). L'échantillon a été conditionné dans des emballages plastiques en polyéthylène de couleur sombre pour empêcher l'absorption d'eau et l'oxydation des lipides en présence de la lumière. Par la suite, il a été transporté au Laboratoire pour effectuer les différentes analyses chimiques.

Méthodes de détermination de la composition chimique du tourteau de cajou

La détermination de l'humidité et de la matière sèche a été effectuée selon la méthode AOAC (1990). Cette méthode consiste à évaporer l'eau contenue dans les échantillons de tourteau de cajou par séchage dans une étuve ventilée à 105 °C jusqu'à masse constante. La détermination des matières grasses a été faite par extraction au Soxhlet selon la méthode AOAC (AOAC, 1999) en utilisant l'hexane comme solvant. La teneur en protéine des échantillons a été déterminée au Kjeldahl selon la méthode AOAC 979.09 (AOAC, 1999), qui consiste à minéraliser l'azote protéique en ammoniac pour le doser ensuite par acidimétrie. La teneur en fibres totales a été déterminée par la méthode décrite par Aubry (2012). Le résidu est filtré dans un creuset en verre fritté, rincé abondamment, séché, pesé, calciné à 500°C puis repesé. La différence de poids correspond à la fibre totale présente dans l'échantillon d'essai. La teneur en cendres a été déterminée selon la méthode AOAC 923.03 (AOAC, 1999) qui consiste à incinérer 5 g de l'échantillon au four à 550°C, pendant 4 heures. L'énergie métabolisable a été calculé par la formule de Sibbald (INRA 1989) : $EM \text{ (kcal/kg)} = 3951 + 54,4 \text{ MG} - 88,7 \text{ CB} - 40,8 \text{ CE}$. La teneur des minéraux du tourteau a été déterminée après minéralisation de l'échantillon selon la méthode décrite par Houbert *al* (1980). Le profil et la quantité des acides aminés totaux a été déterminé par HPLC en phase inverse, en utilisant le système Pico-Tag décrit par Bindlingmeyer *et al* (1984). La séparation, l'identification et le dosage des vitamines lipo et hydrosolubles sont réalisés par HPLC en phase inverse sur support de microsilice greffée en

C18. Les vitamines hydrosolubles sont directement séparées tel que décrit par Pellerin *et al* (1980).

RESULTATS

Production du tourteau de cajou

Le Tableau 1 présente les proportions d'impureté contenues dans l'amande de cajou utilisée pour la production du tourteau de cajou. Dans 100±0,25kg d'amande de cajou prélevée, la portion de pellicule était de 2,17% contre 5,61% pour les autres impuretés. Pour 92,22±3,75 kg d'amande de cajou triée prélevée, la teneur en huile + eau obtenue était de 22,25±1,83kg soit 24,13%. Quant au tourteau de cajou produit, le taux de production du tourteau de cajou était estimé à 66,85±5,11kg soit 72,5%.

Composition physicochimique du tourteau de cajou

Le tourteau de cajou produit a une teneur en matière sèche de 89,12±0,82% de tourteaux, une matière grasse de 8,57±0,76%, une teneur en protéines brutes de 20,34±0,31 %, une teneur en cellulose brute de 5,28±0,14 % et une teneur en cendres brutes de 4,78±0,85 %. Quant à l'énergie métabolisable calculée, elle était de 3762,38±40,29Kcal/Kg de tourteau cajou (Tableau 2).

Tableau 1 Proportion de tourteau et impuretés de l'amande de cajou

	Triage des amandes brutes de cajou			Production tourteau de cajou		
	Amandes brutes	Pellicules	Autres impuretés	Amandes triées	Huile + Eau	Tourteau de cajou
Quantité (kg)	842	18,27	47,23	776,49	203,17	610,45
Proportion (%)	100 ± 0,25	2,17 ± 1,57	5,61 ± 1,18	92,22 ± 3,75	22,25 ± 1,83	66,85 ± 5,11

Compositions minéralogiques du tourteau de cajou

La composition en macro-minéraux (Calcium, Phosphore, Magnésium, Sodium, et Potassium) et microéléments minéraux (Cuivre, Manganèse, Zinc et Fer) de notre tourteau de cajou produit à la ferme est renseignée dans le Tableau 2.

Aminogramme du tourteau de cajou

Le profil des acides aminés du tourteau de cajou produit à la ferme est consigné dans (Tableau 2).

Compositions vitaminiques du tourteau de cajou

Le résultat de l'analyse vitaminique du tourteau de cajou produit à la ferme est consigné dans le Tableau 2. Les vitamines B1, B2 et C sont dosées dans le tourteau de cajou. La teneur en vitamine B1 de 4,88 ± 0,07 mg / 100 g de tourteaux, vitamine B2 de 1,63 ± 0,03 mg / 100 g de tourteaux et vitamine C de 0,09 ± 0,01 mg / 100 g de tourteaux.

DISCUSSION

Production de tourteau de cajou

La meilleure valorisation des coproduits en alimentation animale nécessite de mettre en place des actions de recherches scientifiques et techniques de façon à améliorer la connaissance de ces nouvelles ressources (Chapoutot *et al* 2018). Par valorisation, on entend toute transformation de résidus ou de sous-produits industriels alimentaires en vue de les réintroduire sur le marché à titre de nouveaux ingrédients ou comme nouveaux produits. L'agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) définit la valorisation comme "le ré-emploi, le recyclage ou toute autre action visant

à obtenir, à partir de déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie".

La valorisation des déchets industriels collectés auprès des entreprises impliquées dans la transformation de la noix brute de cajou en produits semi-finis ou finis se résume en huit (8) grandes étapes.

Collecte de la matière première

La matière première utilisée pour la production de tourteau de cajou est l'amande de cajou. Dans le cadre de cette étude, la matière première est composée de déchets industriels (amandes impropres à la consommation humaine et poudre de cajou). Les amandes impropres à la consommation humaine sont des amandes ayant un ou plusieurs défauts visuels (présences d'insectes, amandes trop petites, amandes immatures...). Sur la base de la taille des noix, il existe six classes de tailles différentes permettant une description significative de la caractéristique de la noix de cajou. Le poids des noix est significativement en corrélation avec la taille, dont six tailles différentes classées de jumbo la taille, dont six tailles différentes classées de jumbo (> 16 g), extra large (12-15 g), grande (8-11 g), moyenne (6-7 g), petite (2-5 g) et madras (≤ 2 g) (Adeigbe *et al.*, 2015).

Tableau 2 Composition physico-chimique, en minéraux, acides aminés et vitamines du tourteau de cajou

Tourteau de cajou		
	Paramètres	Teneur
Composition physico-chimique	Matière sèche (g/100g)	89,12±0,82
	Matière grasse (g/100g)	8,57±0,76
	Protéines brutes (g/100g)	20,34±0,31
	Cellulose brute (g/100g)	5,28±0,14
	Cendres brutes (g/100g)	4,78±0,85
	EM (Kcal/100g)	3762,38±40,29
Macro-éléments	Calcium (mg/100g de MS)	0,04±0,01
	Phosphore (mg/100g de MS)	0,14±0,01
	Magnésium (mg/100g de MS)	0,14±0,01
	Sodium (mg/100g de MS)	9,02±0,14
	Potassium (mg/100g de MS)	0,04±0,01
	Cuivre (mg/100g de MS)	0,07±0,01
Micro-éléments	Manganèse (mg/100g de MS)	0,33±0,03
	Fer (mg/100g de MS)	0,01±0,00
	Zinc (mg/100g de MS)	0,61±0,03
	Méthionine (g/100g de protéines)	0,30±0,01
Aminogramme	Lysine (g/100g de protéines)	6,10±0,06
	Tryptophane (g/100g de protéines)	1,68±0,01
	Leucine (g/100g de protéines)	2,06±0,01
	Valine (g/100g de protéines)	1,45±0,02
	Arginine (g/100g de protéines)	1,26±0,06
	Tyrosine (g/100g de protéines)	1,51±0,01
Vitamines	Alanine (g/100g de protéines)	0,92±0,01
	Vit B1 (mg/100g de provendes)	4,88±0,07
	Vit B2 (mg/100g de provendes)	1,63±0,03
	Vit C (mg/100g de provendes)	0,09±0,01

Le taux de défaut mesure la quantité de noix de l'échantillon présentant un défaut: noix immatures et piquées de la catégorie bleue + noix rabougries, noix vides, noix mitées, noix moisies, noix beurrées de la catégorie rouge. Pour le

mesurer, on pèse les noix de ces deux catégories. En général, un lot ayant un taux de défaut supérieur à 24 % est rejeté. Son calcul est plus rapide et permet de donner une première idée de la qualité du lot (ICA, 2015). Les noix refusées par les industriels sur le marché international constituent des déchets qui peuvent être valorisés. Quant à la poudre, elle est obtenue au cours du processus de transformation des amandes en produits semi-finis ou finis. Le traitement industriel de la noix de cajou tend vers une mécanisation complète de la ligne de production. Cependant, des difficultés importantes se présentent, liées à la disparité de la taille des noix et à la nature cassante des amandes (Lautié *et al.*, 2001). Le classement indo-africain précise les codes WW180, WW210, WW240, WW320, WW400, WW450 et WW500 pour lesquels le chiffre indique le nombre d'amandes dans une livre (indication de taille). Le classement brésilien ne spécifie, quant à lui, que trois catégories de tailles : SLW1 (de 160 à 180 amandes par livre), LW1 (de 180 à 210 amandes par livre) et W1 (pour les amandes plus petites). L'humidité maximale tolérée est de 5 % (Rongead, 2011). Toutes amandes ne respectant pas ces normes sont rejetées d'où la nécessité de valoriser ces déchets industriels.

Triage des amandes de cajou

Le triage a consisté à sélectionner des déchets industriels ceux réutilisables. Ainsi, un premier tri a permis de séparer les corps étrangers des amandes de cajou. Et un second tri qui a permis à séparer des amandes les pellicules. Le tri a pour objectif de produire un tourteau de meilleure qualité. Ainsi, la quantité de pellicules contenues dans notre amande de cajou était de $2,17 \pm 1,57$ kg soit 2,17% plus faible comparativement à celle des autres impuretés qui est de $5,61 \pm 2,71$ kg soit 5,61%. En somme le tri des déchets industriels a permis de valoriser pour $100 \pm 0,25$ kg de déchets industriels collectés des entreprises de transformation de noix brute de cajou à Abidjan (Côte d'Ivoire), $92,22 \pm 3,75$ kg qui correspond à un taux de valorisation de 92,22%. Les résultats sont inférieurs à ceux de Hervé & Tiphaine., (2013). Ces auteurs évaluent à 99% le taux de valorisation des coproduits de la filière « fruits et légumes » de leurs études Valorisation des coproduits d'industries agroalimentaires bretonnes. La valorisation des co-produits de l'industrie cajou permet de rejeter un taux relativement faible de déchets (7 – 8 %) à faible valeur biologique en alimentation animale (poules pondeuses).

Pressage de la poudre hydratée

Les tourteaux sont les résidus solides de l'extraction de l'huile des graines ou des fruits oléagineux. Ce sont les coproduits de la trituration, procédé de fabrication de l'huile. Pour $92,22 \pm 3,75$ kg d'amande triées de cajou prélevée, nous avons extrait $22,25 \pm 1,83$ kg d'un mélange huile + eau. Ce qui correspond à un taux d'extraction de 24,13% d'un mélange huile + eau. Aussi le résultat est confirmé par Anonyme., 2014, qui fixe le rendement de l'huile à 25%. Notre méthode d'extraction d'huile de cajou est similaire à celle utilisée par Silué *et al* en 2020 qui ont utilisé la machine à presse au cours de leurs expériences. La particularité des tourteaux est la richesse en protéine.

Concassage des blocs de tourteau de cajou

Le concassage est l'action de réduire une particule solide en petit fragment. Dans notre cas le concassage des blocs de tourteau de cajou s'est fait manuellement à chaud afin d'éviter

le durcissement des blocs rendant l'utilisation quasi impossible ou demandant des efforts supplémentaires. Notre méthode est similaire à celle utilisée par Silué *et al* en 2020 lors de leurs expérimentations. L'intérêt du concassage réside dans la granulométrie du tourteau de cajou. Selon INRA (2000), les volailles préfèrent et mangent plus vite les particules dont la taille facilite la préhension par un bec de dimensions variables. La définition même des mesures physiques effectuées sur les aliments pour mesurer leur texture et leurs effets sur les volailles requiert une nouvelle évaluation comme celle entamée en Israël (Niret *al.*, 1994a, 1994b et 1995). Une particule alimentaire peut se définir par sa taille, sa forme, sa ou ses couleur(s), sa dureté, sa densité, son élasticité, sa rugosité... (INRA., 2000). Notre tourteau de cajou est destiné à nourrir des poulettes et poules pondeuses. De ce fait, la variation de la granulométrie est d'une importance capitale afin de permettre à tous les oiseaux d'augmenter l'indice de consommation facteur de bonne croissance.

Séchage du tourteau

Le séchage est une technique de préservation des produits alimentaire, qui intervient dans un grand nombre de procédés de fabrication. Dans le cadre de cette étude, le séchoir est solaire. Sur une bâche noire propre, est étalé le tourteau de cajou préalablement concassé pendant 12 heures au soleil. Le séchage est l'une des plus anciennes techniques de conservation des aliments. Le séchage est ainsi défini comme une réduction de l'humidité de la matière alimentaire pour en augmenter la concentration solide réduisant ainsi les possibilités de dégradation de diverses origines (microbienne, enzymatique, oxydation de lipides, réactions chimiques...), tout en préservant autant que possible les caractéristiques physiques et chimiques (Albitar, 2010). Au vu des nombreux travaux qui y sont consacrés, cette technique occupe jusqu'à présent une place très importante dans les opérations de traitement des aliments dans les industries agro-alimentaires. C'est une opération qui consiste selon Menon *et al* (1987) à évaporer sous l'action de la température les composés volatils, pour obtenir un produit solide. Dans la plupart des études de séchage des produits alimentaires, les substances volatiles sont assimilées exclusivement à l'eau. La fraction volatile constituée des autres composés est négligée. Bon nombre d'auteurs (Babalise *et al.*, 2004 ; Neményi *et al.*, 2000) mettent l'accent sur l'extraction de l'eau des aliments dans le but d'assurer leur stabilité biologique lors du stockage. Il se fait également pour des raisons technologiques et économiques. En effet, la séparation des constituants d'un produit reste difficilement réalisable lorsque celui-ci est trop humide. Le séchage apparaît donc nécessaire. Par ailleurs, le coût du transport est lié au poids. Ce poids peut être réduit en enlevant le poids de l'eau grâce au séchage. Le produit sec obtenu a le plus souvent une valeur marchande plus élevée que celle du produit humide. L'amélioration du stockage passe nécessairement par l'amélioration du séchage (Bhalla, 1986).

Tourteau de cajou

Les tourteaux sont les sous-produits solides obtenus après extraction de l'huile des graines des oléagineux. Sous-produits de la trituration, industrie de fabrication de l'huile, ils représentent généralement de 50 à 75 % de la masse des graines. Ils sont utilisés en alimentation animale. Le tourteau de cajou produit a une couleur maronne. Le taux de production du tourteau de cajou est estimé à 72,5%. Ce résultat corrobore

celui de la définition de tourteau qui fixe la quantité de tourteau entre 50 - 75 % (dictionnaire environnement). Les tourteaux sont utilisés en alimentation animale. Ils constituent la deuxième classe d'aliments la plus importante après les céréales. Principale source de protéines en alimentation animale, ils contiennent également de la cellulose, qui n'est digestive que par les ruminants.

Caractéristiques biochimiques

L'utilisation des productions agricoles par l'industrie agroalimentaire amène dans la majorité des situations à séparer les fractions de réserve (amidon, lipides) utilisées en alimentation humaine ou dans d'autres voies, et conduit à enrichir les coproduits dans les autres fractions de la matière organique (protéines et parois) et parfois en minéraux (INRA, 2018). La bonne valorisation des coproduits en alimentation animale nécessite donc une caractérisation précise de leur composition chimique globale, mais aussi une meilleure connaissance de la qualité de ces parois et de ces protéines permettant ainsi de définir les meilleures voies de la valorisation animale. Dans cette même optique, l'échantillon de tourteau de cajou est soumis aux différentes analyses chimiques en vue de sa valorisation en provende de poulettes et poules pondeuses ISA Brown. Ainsi, la matière sèche du tourteau de cajou a été déterminée. Le résultat d'analyse affiche $89,12 \pm 0,82\%$. Cette valeur est inférieure aux $90,80\%$ trouvées par Kouakou *et al* (2018) dans la même matrice utilisée lors de leurs expérimentations. Comparer à certaines matières premières protéiques végétales utilisées en alimentation animale, le tourteau de cajou a une matière sèche supérieure à celle des tourteaux de soja ($87,8\%$) et celui de colza ($88,7\%$) (Sauvant *et al.*, 2004) lors de leurs études sur la composition et valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Mais, elle se rapproche de celle du tourteau de soja (89%) (Nir, 2003) au cours de son étude. Toutefois, elle est inférieure au 91% dans le tourteau de coton (Larbiere & Leclercq., 1992) pendant leurs études. La teneur élevée de la matière sèche serait due à l'efficacité de la technique de production du tourteau de cajou puisqu'au cours du processus de production du tourteau de cajou, le pressage et le séchage ont permis d'éliminer le maximum d'eau contenue dans la matrice. Ce qui traduirait sa richesse en éléments nutritifs tels que, les protéines, les lipides, les glucides et les sels minéraux indispensables pour le bien-être des animaux d'élevage. Le taux élevé de la matière sèche est bénéfique pendant la conservation puisqu'il permet de stabiliser le produit.

La matière grasse ou le corps gras est une huile et des graisses d'origines végétale et animale, y compris les micro-organismes, désignant toute molécule aux propriétés hydrophobes, insolubles ou très peu solubles dans l'eau. La teneur en matière grasse du tourteau de cajou est de $8,57 \pm 0,76\%$. Cette valeur est inférieure à celle obtenue par Aremuet *et al* (2006) dans le tourteau de cajou ($36,7\%$) lors de leurs expérimentations. Toutefois cette valeur est supérieure à celles obtenues dans le tourteau de soja ($1,06\%$) et la férovole ($1,50\%$) (Bougon, 1974) lors de ses études. Aussi, la teneur en matière grasse du tourteau de cajou est supérieure à celle dans les tourteaux de soja ($2,2\%$), de colza ($2,6\%$), de tournesol ($1,8\%$) de lin ($3,4\%$) (Poncet *et al.*, 2003) de leurs études la composition chimique et valeur alimentaire des oléo protéagineux. Au même moment, elle est proche de celle dans la farine de poisson ($9 \pm 0,17\%$) (Inoussa *et al.*, 2020) et dans

la graine de *Heritiera littoralis* ($8,30\%$) (Gaydouet *et al.*, 1993). La forte teneur en matière grasse du tourteau de cajou peut s'expliquer par le procédé d'extraction de l'huile de cajou. Le procédé est techniquement complexe et ses effets sont parfois aléatoires, car l'échauffement dépend de nombreux paramètres parfois difficiles à maîtriser et à optimiser. Les graines riches en huile ne s'échauffent pas suffisamment et doivent être associées à une céréale ou une légumineuse riche en amidon (Melcion, 1987) ou à des matières premières absorbantes comme le son. Le traitement peut être précédé d'une étape de cuisson. Toutefois, la forte teneur en matière grasse serait bénéfique pour les animaux d'élevage puisqu'un gramme (1g) de lipide augmente l'énergie du tourteau de cajou de 9 kcal .

La protéine brute du tourteau de cajou est de $20,34 \pm 0,31\%$. Cette valeur est inférieure aux $25,75\%$ trouvée par Silué *et al* (2020) dans le tourteau de cajou utilisé lors de leurs expérimentations sur les poules pondeuses. Cette teneur de la protéine du tourteau de cajou est aussi inférieure aux $21,90\%$ rapportée par Oyewusi *et al* (2007) dans le tourteau d'hévéa utilisé pendant leurs études. La faible teneur en protéine du tourteau de cajou analysé par rapport à celles des auteurs pré-cités peut s'expliquer par la technique d'extraction de l'huile de cajou appliquée. En effet, l'extrusion de l'amande de cajou peut dégrader les structures secondaires des protéines et entraîner une dénaturation de celle-ci. Le traitement thermique de la protéine peut engendrer de profonde modification dans la structure de la protéine, le traitement par la chaleur supérieure à 100°C peut provoquer des réactions de désamination. Aussi, la pression exercée lors de l'extraction de l'huile de cajou peut dénaturer les protéines dès que la pression est supérieure à 50 kPa . La teneur en protéine du tourteau de cajou est inférieure à celle du tourteau de soja ($51,60\%$) (INRA, 2010), du tourteau de coprah ($23,63\%$) (Zongo *et al.*, 1993) et du tourteau de coton (45%) (Watkins *et al.*, 2002) obtenue lors de leurs études. Cette faible teneur en protéine du tourteau de cajou serait un facteur limitant son utilisation comme principale source de protéines végétales pour certains animaux d'élevages. Par contre, le tourteau de cajou sera bénéfique pour les volailles (poules pondeuses) du fait de leur besoin en protéines relativement faible (moins de 20%). Le profil d'acides aminés de la protéine du tourteau de cajou est composé de huit (8) acides aminés. La teneur en lysine ($6,10\%$), tryptophane ($1,68\%$) et tyrosine ($1,51\%$) du tourteau de cajou sont supérieures à celles des tourteaux de canola lysine ($2,00\%$), tryptophane ($0,48\%$) et tyrosine ($1,16\%$) (Newkirk, 2009) et de soja lysine ($2,90\%$) et tryptophane ($0,74\%$) excepté la tyrosine ($1,95\%$) (Britzman, 1994) de ses études: digestibilité des indices protéiques dans les régimes des volailles. Aussi, les teneurs en lysine, tryptophane du tourteau de cajou sont supérieures à ceux des tourteaux de lin lysine ($3,57\%$), tryptophane ($1,59\%$), camiline lysine ($4,76\%$), tryptophane ($1,27\%$) et de courge lysine ($3,66\%$) et tryptophane ($1,33\%$) (Annelies, 2019) de son étude : oléagineux comme alternatives aux protéines importées. La lysine, la méthionine et le tryptophane sont des acides aminés essentiels limitants pour les volailles. Les volailles ne pouvant pas synthétiser ces acides aminés, la valorisation du tourteau de cajou est d'une grande importance puisqu'il permettra à l'aliment de fournir aux poules des acides aminés essentiels limitants pour la survie des animaux. De plus, le maïs étant pauvre en protéines ($7\text{ à }12\%$ MS) avec un profil d'acides aminés très

déséquilibré: déficience en lysine et en tryptophane (Vias, 1995), une ration à base de maïs et de tourteau de cajou permettra non seulement d'équilibrer le taux de protéine aussi de corriger le déficit en lysine et tryptophane de cet aliment.

La teneur en fibres totales du tourteau de cajou est de l'ordre de $5,28 \pm 0,14\%$. Cette valeur est inférieure à celle trouvée par Kouakou *et al* 2018 qui est de $6,30\%$. Également inférieure à celles de certains tourteaux tel que celui du soja 7% (Bougon, 1974), du coton $11,00\%$ (Henry *et al.*, 2001) et de lin ($9,30\%$) (Laura *et al.*, 2008) de leurs études sur la composition chimique du tourteau de lin. Cette faible teneur en fibres totales serait bénéfique pour les monogastriques surtout les volailles du fait de leurs incapacités de digérer les fibres. Les matières premières à faible teneur en fibres sont d'un grand avantage pour celles-ci. Ainsi, les aliments pauvres en fibres permettent aux monogastriques d'assimiler le maximum d'éléments nutritifs assimilables, nécessaires pour exprimer leur potentiel génétique.

Les cendres représentent l'ensemble des minéraux contenus dans l'échantillon. La teneur en cendres du tourteau de cajou est de $4,78 \pm 0,85\%$. Ce taux est comparable à ceux des tourteaux de palmiste ($4,20\%$) (Toléba *et al.*, 2009) lors de leurs études sur la composition chimique des tourteaux de palmiste et d'arachide ($4,38\%$) (Ponka *et al.*, 2016) pendant leurs expérimentations. Ce taux est supérieur à celui obtenu par Lautié *et al.*, (2001) dans l'amande de cajou qui est de $3,40\%$. Comparé à d'autres matrices au Burkina Fasso, le tourteau de soja ($6,36 \pm 0,20\%$), le tourteau de coton ($7,08 \pm 0,20\%$) (Inoussa *et al.*, 2020), la farine de poisson ($17,17\%$) (Bastianelli *et al.*, 2009) dans les farines de poisson en France, le tourteau de cajou a un faible taux de cendres. Il est également inférieur aux 5% trouvés par Debruyne (2001) dans le tourteau de soja aux USA. Ce faible taux de cendre du tourteau de cajou traduit une faible teneur en sels minéraux. Les sels minéraux sont des éléments indispensables au bon fonctionnement de l'organisme et à la croissance des volailles. L'énergie métabolisable (EM) correspond à la différence entre l'énergie ingérée (énergie brute) et l'énergie qu'on retrouve dans les excréments. Dans le tourteau de cajou produit, cette énergie est de $3762,38 \pm 40,29$ Kcal/kg de MS. Cette énergie métabolisable est inférieure à celle dans le tourteau de cajou (4883 à 5516 kcal/kg de MS) (Lacroix, 2003 ; Kouakou *et al.*, 2018) au cours de leurs études. Cette disparité de l'énergie métabolisable du tourteau de cajou peut s'expliquer par la technique d'extraction de l'huile de cajou. En effet, le procédé de trituration utilisé pour récupérer l'huile a un impact sur l'énergie brute contenue dans le tourteau puisque la teneur en lipides, protéines et constituants des parois végétales peut considérablement changer (Lessire, 2009). L'énergie métabolisable du tourteau de cajou est supérieure à celle du tourteau de soja (2440 Kcal / kg MS) (Nir, 2003), du tourteau de coton (2110 Kcal/kg de MS) (Larbier & Leclercq., 1992). La teneur élevée d'énergie métabolisable du tourteau de cajou sera bénéfique pour les animaux d'élevage notamment les volailles puisque, l'aliment destiné aux poules pondeuses doit contenir une énergie métabolisable de 2750 Kcal / Kg de MS conformément au besoin des poules pondeuses.

La teneur en calcium (Ca) du tourteau de cajou est de $0,04 \pm 0,01$ mg / 100g de MS. Cette teneur est inférieure à celle du tourteau de coton ($0,1$ mg / 100 g de MS) (Shekar-Reddy *et al.*, 1998) lors de leurs études, du tourteau d'arachide ($0,18$ mg / 100 g de MS) (Anselme, 1987) pendant ces travaux sur la

composition en calcium et en phosphore de quelques matières premières disponibles au Sénégal, la coquille d'huitre ($38-39$ mg / 100 g de MS) (Larbier & Leclercq., 1992). Mais la teneur en calcium du tourteau de cajou est supérieure à celles dosées dans le maïs jaune ($0,01 \pm 0,0$ mg / 100 g de MS) et le maïs blanc ($0,01 \pm 0,00$ mg / 100 g de MS) (Inoussa *et al.*, 2020) de leurs études. La faible teneur en calcium du tourteau de cajou peut s'expliquer par la faible teneur en cendres du tourteau de cajou. De ce fait, la valorisation du tourteau de cajou en nutrition animale notamment élevage de poules pondeuses sera bénéfique pour ce secteur de la production animale. Mais un régime à base de tourteau de cajou et du maïs se veut d'être complétement avec une matière première riche en calcium afin de corriger le déficit en ce minéral. Le calcium est un des constituants essentiels du tissu osseux (Blum, 1989). La teneur en phosphore (P) du tourteau de cajou est de $0,14 \pm 0,01\%$. Elle est inférieure à la valeur $0,7\%$ trouvée par Panigrahi *et al.*, (1989) dans le tourteau de coton. Cette teneur en phosphore du tourteau de cajou est également inférieure à celle des tourteaux de sésame ($1,37\%$) (Nir, 2003), d'arachide artisanal ($0,59\%$) (Liorca, 1995). Bien que les teneurs en calcium et en phosphore du tourteau de cajou soient relativement faibles, la valorisation du tourteau de cajou en alimentation animale permettra non seulement de diversifier les sources de ces minéraux mais aussi de diminuer les quantités résiduelles de compléments minéraux dans une ration à base de maïs et du tourteau de cajou.

Une vitamine est une substance organique, nécessaire en quantité mineure au métabolisme d'un organisme vivant, qui ne peut être synthétisée en quantité suffisante par cet organisme. La teneur en vitamine B1 du tourteau de cajou est de $4,88 \pm 0,07$ mg / 100 g de tourteau. Cette teneur est inférieure à celle de la levure (10 mg / 100 g). Toutefois, elle est supérieure à celle de la graine de tournesol ($1,9$ mg / 100 g), des haricots verts cuits ($0,06$ mg / 100 mg) et de l'œuf dur ($0,07$ mg / 100 mg) (Favier *et al.*, 1995). La vitamine B1, ou thiamine, est une vitamine hydrosoluble d'origine alimentaire uniquement. Elle intervient comme cofacteur de réactions métaboliques et est impliquée dans les phénomènes de neurotransmission. La valorisation du tourteau de cajou en alimentation animale (volaille) permettra non seulement de lutter contre le développement de maladies carencielles, mais aussi, d'améliorer la production. Puisque la vitamine B1 influence le métabolisme des glucides, favorise le développement corporel des volailles, influence favorablement les systèmes digestif et nerveux, écarte les infections bactériennes intestinales des poules, favorise la production d'œufs et leur éclosion. La teneur en vitamine B2 du tourteau de cajou est de $1,63 \pm 0,03$ mg / 100 g de tourteau. Cette teneur est inférieure à 3 mg / 100 g dans le rognon de bœuf cuit, $4,3$ mg / 100 g dans le foie de volaille cuit. Mais, elle est proche de celle du foie de veau cuit $1,7$ mg / 100 g (ANSES, 2020). Cette teneur est également supérieure à celui de l'haché végétal à base de soja ($0,04$ mg / 100 g) (ANSES, 2020) de leurs études. Table de composition nutritionnelle des aliments, Ciqua, arachide ($0,11$ mg / 100 g) (ANSES, 2008) de leurs études. tableau de composition nutritionnelle Ciqua. La vitamine B2, ou riboflavine, joue un rôle dans la chaîne respiratoire des cellules et dans le catabolisme des acides gras (Philippe, 2021). Les métabolites actifs de la riboflavine, comme le FMN (flavine mononucléotide) et le FAD (flavine adénine dinucléotide) agissent comme intermédiaires dans le transfert d'électrons dans les réactions de la chaîne respiratoire

menant à la génération de l'énergie. Ils agissent également comme co-enzymes dans les réactions menant au catabolisme des acides gras et à l'utilisation métabolique (catabolisme et transamination) des acides aminés (Le Grusse & Watier, 1993). Ainsi, la valorisation du tourteau de cajou en alimentation animale (poules pondeuses) va permettre au secteur de la nutrition animale d'améliorer la productivité. Aussi, de lutter contre certaines maladies causées par le manque de vitamines. Le tourteau de cajou est source importante de vitamines B1 et B2. La vitamine C contenue dans le tourteau de cajou est de $0,09 \pm 0,01$ mg / 100 g. Cette teneur est inférieure à celle contenue dans la pomme de cajou qui est de 200 à 300 mg (Lautié et al., 2001). Cette teneur est inférieure à celle du Kiwi (82 mg / 100 g) (ANSES, 2020) de leurs études données Ciqual. Le faible taux peut être expliqué par la sensibilité de la vitamine C à la chaleur. La vitamine C, encore appelée acide ascorbique, est une vitamine hydrosoluble, sensible à la chaleur, aux ultraviolets et à l'oxygène (Fain, 2013 ; Duron-Bourzeix, 2014). La technique de production du tourteau de cajou incombe une phase de cuisson qui pourrait avoir des conséquences sur la totalité de la vitamine C contenue dans l'amande de cajou. La vitamine C est probablement la vitamine dont les pertes à la cuisson ont été le plus étudiées. Les facteurs les plus impliqués dans sa dégradation sont la chaleur et l'oxydation (Frédéric & Tessier., 2012). La vitamine C est un puissant anti-oxydant. Elle stimule la synthèse et l'entretien du collagène et de certains neurotransmetteurs comme la noradrénaline. Elle est nécessaire aux défenses anti-infectieuses. Elle favorise l'absorption du fer. Elle réduit les réactions allergiques en diminuant le taux d'histamine sanguin. Elle réduit la nocivité des métaux toxiques (le plomb, le nickel, le cadmium) en favorisant leur élimination. De ce fait, l'incorporation du tourteau de cajou en alimentation animale va permettre d'améliorer la productivité et de lutter contre le stress des animaux.

CONCLUSION

La meilleure valorisation des coproduits en alimentation animale nécessite de mettre en place des actions de recherches scientifiques et techniques de façon à améliorer la connaissance de ces nouvelles ressources. Le tourteau de cajou produit est riche en éléments nutritifs (protéines, matière grasse, énergie métabolisable, vitamines et acides aminés) et en éléments minéraux (macro-éléments et oligo-éléments). Ces éléments nutritifs font de ce tourteau une excellente matière première valorisable en alimentation animale. Ainsi, il pourra permettre au secteur de la production animale, la diversification des matières premières protéiques. Il pourra permettre à la Côte d'Ivoire d'être sur la voie de l'autonomisation en termes de matières premières protéiques longtemps importées. Ce travail se veut d'être poursuivi en vue de la valorisation du tourteau des coproduits de cajou par son incorporation dans des provendes destinées à nourrir des poules pondeuses afin de connaître la limite d'incorporation.

References

1. Abderahim A., 2019. Réduction de la mycotoxigénicité dans l'agriculture malienne à partir de l'utilisation de biochar obtenu des sous-produits de la filière cajou. Sciences et techniques de l'agriculture. Université Montpellier. Français. 172p. Adeigbe OO, Olasupo FO, Adewale BD,

- Muyiwa A A, 2015. A review of cashew research and production in Nigeria in the last four decades. Science Research Essays, 10(5): 196-209. DOI: 10.5897/SRE2014.5953.
- Annelies B, 2019. Les oléagineux comme alternatives aux protéines importées. Recherche agronomique Suisse 10(7-8) : 268 – 275.
2. Anonyme., 2014 : Huile de noix de cajou ou huile d'anacarde. <http://huile.com/huile-noix-de-cajou-vierge/>, 12/05/2013
3. Anselme B, 1987. Aliment composé pour volailles au Sénégal: situation actuelle, contribution à son amélioration par une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales. Thèse : Méd. Vet : Toulouse : n° 103.
4. ANSES, 2020. Table de composition nutritionnelle des aliments, Ciqual. <https://ciqual.anses.fr/#/aliments/7711/pain-au-lait-premballe>
5. ANSES (2008). Table de composition nutritionnelle des aliments, Ciqual.
6. AOAC, 1999. Official Methods of Analysis Chemists. Washington D.C. 808-1113
7. A.O.A.C., 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC, Etats Unis, pp 200-210.
8. Albitar. N., 2010. Etude comparative des procédés de séchages couplés à la texturation par Détente Instantanée Contrôlée DIC, en termes de cinétique et de qualité nutritionnelle. Applications à la valorisation des déchets agro-industriels. THÈSE pour obtenir le grade de Docteur de l'université de la rochelle.
9. Aremu M.O., Olonisakin A., Bako D.A. & Madu P.C., 2006. Compositional studies and physicochemical characteristics of cashew nut (*Anacardium occidentale*) flour. Pakistan journal of Nutrition, 5(4) : 328-333.
10. Aubry IM, 2012. Détermination de la teneur en cellulose brute dans les aliments pour animaux version date d'application. In Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire (Vol. 7, pp. 1–8).
11. Babalis. S. J., et Belessiotis. V.G., 2004. Influence of drying conditions on the drying constants and moisture diffusivity during the thin-layer drying of figs. Journal of Food Engineering, Elsevier, 65, 449-458.
12. Bastianelli D. C., Fermet Q. E., Hervouet C., Domenech S., Bonnal L. et Friot D., 2005. Qualité des aliments pour volailles en Afrique de l'Est. Intérêt de la spectroscopie dans le proche infrarouge (SPIR) pour l'estimation de leur composition. Sixièmes journées de la recherche Avicole. 4p.
13. Bhalla. A. S., 1986. Le stockage du grain, Copyright © Organisation internationale du Travail
14. Bindlingmeyer BA, Cohen SA, Tarvin TL, 1984. Rapid analysis of amino acids using precolumnderivatization. In J. Chomatogr. 336
15. Blum, J. C. 1989. L'alimentation des animaux monogastriques porc lapin volailles. (Institut National de la Recherche Agronomique).
16. Bougon M, 1974. Influence de la substitution du tourteau de Soja par de la féverole sur les performances des pondeuses. Bull St. Exp. Aviculture Ploufragan 14 p.102-106
17. Britzman D., 1994. On refusing explication: A nonnarrativenarrativity. Paper presented at the annual

- meeting of the American Educational Research Association. New Orleans, LA, 248 p.
18. Chapoutot P. Rouillé B. Sauvant D. Renaut B., 2018. Les coproduits de l'industrie agro-alimentaire : des ressources alimentaires de qualité à ne pas négliger. Vol. 31 N°3 : Dossier : Ressources alimentaires pour les animaux d'élevage 201-220.
19. Coulibaly A, 2017. Réforme de la filière cajou en Côte d'Ivoire motivation, contenu et résultats. a.coulibaly@conseilconseilcotonanacarde.cikatienet33@yahoo.fr
20. Debruyne I., 2001. Soja: Transformation et aspects industriels. Techniques de l'ingénieur, F6030, 12p.
21. Ducroquet, H., Tillie, P., Louhichi, K. et Gomez-Y-Paloma, S. 2017. L'agriculture de la Côte d'Ivoire à la loupe état des lieux des filières de production végétales et animales et revue des politiques agricoles. Duron-Bourzeix L, 2014. Le déficit en vitamine C des sujets âgés en institution : signes et facteurs de risque: étude en Unité de Soins Longue Durée (USLD) Bordeaux: Université de Bordeaux; 2014. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01096534/document>
22. Fain O, 2013. Carence en vitamine C et scorbut. *mt;19(3):179-88.*
23. Favier JC, Ireland Ripert J, Toque C., 1995. Répertoire général des aliments. Table de composition. Paris : Tec & Doc Lavoisier.
24. FIRCA, 2018. La Filière du Progrès 56 p. Frédéric J & Tessier., 2012. Effet de la cuisson des aliments sur les pertes en vitamines. Correspondances en Métabolismes Hormones Diabète et Nutrition - Vol. XVI - nos 5-6 -Gaydou E.M., Ramanoelina, Rasoarahona, Combres, 1993. Fatty acid composition of Sterculia seeds and oil. In Journal of agricultural and food chemistry. Vol n°41. p 64 – 66
25. Henry M.H., Pestig.M., Bakalli R., Lee J., Toledo R.T., Eitenmiller R.R., Phillips R.D. 2001. The performance of Broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal with Lysine. *Poult. Sci.*, 2001, 80, 762–768.
26. Hervé R & Tiphaine D., 2013. Valorisation des coproduits d'industries agroalimentaires bretonnes. Rapport d'études. Chambre d'agriculture de Bretagne, 8p.
27. Houba VJ, Walinga I, Van der Lee JJ, Van Vark W, 1980. Plant analysis procedure (part 7, chapter 2. 3). Wageningen, The Netherlands. Department of Soil Sciences and plant Analysis.
28. INRA, 2018. INRA Feeding system for ruminants. Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, 640pp.
29. INRA., 2010. Génétique de la qualité de l'œuf. 10p
30. INRA., 2000. Caractéristiques granulométriques de l'aliment : le «point de vue» (et de toucher) des volailles. 14p.
31. INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. INRA, 2^{ème} éd. Paris, 282p.
32. Inoussa K.Y. Charles P, Marius K.S. Bréhima D, Mamoudou H.D., 2020. Caractéristiques physicochimiques de quelques matières premières utilisées dans la formulation des aliments pour volaille au Burkina Faso. 8p. *J. Appl. Biosci.*
33. Jeske v. S et Dieu-donné K, 2018. Capitalisation des expériences et acquis de la Côte d'Ivoire en matière de politiques publiques, de structuration et de gestion de la filière anacarde. www.ecdpm.org/dp/234
34. Kouakou N'G.D.V., Angbo-Kouakou C.E.M., Koné G.A., Kouame K.B., Yéboué F. de P., Kouba M., 2018. Enhancement of rubber kernel and cashew nut cakes in the diet of postweaning and growing pigs. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 71 (1-2) : 81-85, doi: 10.19182/remvt.31256
35. Larbier M. et Leclercq B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. INRA, Paris, 349 p.
36. Laura E, Pam K, John P, Pascal L, Prairie swine centre INC, 2105-8 th Street East, Saskatoon, Saskatchewan, S7H 5N9, 2008. Valeur alimentaire du tourteau de lin et ses effets sur la croissance des porcs et la composition de leur carcasse. *Journées Recherche Porcine*, 40, 197-202.
37. Lautié E. Dornier. M, De Souza Filho. M, Reynes. M, 2001. « Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés. » *Ensia-Siarc.* Le Grusse J., Watier B., 1993.
38. Les vitamines. Données biochimiques, nutritionnelles et liniques. Centre d'Études et d'Information sur les Vitamines. Produits Roche, Neuilly sur Seine, France. Lessire. M, Hallouis. J.M, Quinsac. A, Peyronnet. C&Bouvaré. I, 2009. Valeurs énergétique et azotée des nouveaux tourteaux de colza obtenus par pressage ; comparaison entre coq et poulet. In 8èmes Journées de la Recherche Avicole 249–253 (Journées de la Recherche Avicole, 2009).
39. Liorca A., 1995. Les issues du riz, les sons de mil et de maïs, les tourteaux d'arachides et les farines de poissons du SENEAL. Mémoire de stage, DESS productions animales en régions chaudes. IEMVT, INA - PO, ENVA, 57.
40. Melcion J.P. (1987) : "Oléo-protéagineux et cuisson extrusion", Les colloques de l'INRA, "Cuisson-extrusion", Ed. INRA, Paris, pp. 235-248.
41. Menon. A.S., & Munjunda. A.S. 1987., Drying of solids: Principles, classification and selection of dryers. In *Handbook of industrial drying*, New York 3-46pp.
42. Newkirk, R. 2009. Canola meal : Feed industry guide, 4th Edition, page web: http://www.canolacouncil.org/uploads/feedguide/Canola_Guide_ENGLISH_2009_small.pdf
43. Nir, 2003. Cours international sur la production avicole intensive. Alimentation et nutrition des volailles, 124 p.
44. Nir I., Shefet G., Aaróni Y., 1994a. Effect of particle size on performance. 1. Corn. *Poult. Sci.*, 73, 45-49.
45. Nir I., Hillel R., Shefet G., Nitsan Z., 1994b. Effect of particle size on performance. 2. Grain texture interactions. *Poult. Sci.*, 73, 781-791.
46. Nir I., Hillel R., Ptichi I., Shefet G., 1995. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poult. Sci.*, 74, 771-783.
47. Neményi. M., Czaba. I., Kovács. A., et Jáni. T., 2000. Investigation of simultaneous heat and mass transfer within the maize kernels during drying. *Computer and electronics in agriculture*, Elsevier, 26, 123-13.
48. Oyewusi P.A., Akintayo E.T. & Olaofe O., 2007. The proximate and amino acid composition of defatted rubber seed meal. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 5(3-4):115-118. Panigrahi S., Plumb V.E.,

- Machia D.H., 1989. Effects of dietary cottonseed meal with and without iron treatment on laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 30, 641–651.
49. Pellerin F. & Dumitrescu D, 1980. Dosage des vitamines lipo et hydrosolubles dans les préparations polyvitaminées par chromatographie liquide haute performance (HPLC). Vol.27, issue 3, pp 243-251.
50. Philippe C, 2021. Les substituts végétaux à la viande : éléments de formulation et analyse comparée des services rendus avec les produits animaux 2ème partie : les apports en micronutriments. VPC-2021-3736, 14p.
51. Poncet C, Rémond D, Lepage E, Doreau M, 2003. Comment mieux valoriser les protéagineux et oléagineux en alimentation des ruminants. *Fourrages*, 2003, 174, pp.205-229. hal-02683608
52. Ponka R., Goudoum A., Chami tchungouelieu A., et Fokou E., 2016. Evaluation nutritionnelle de quelques ingrédients entrant dans la formulation alimentaire des poules pondeuses et porcs d'une ferme d'élevage au Nord-Ouest Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(5): 2073-2080.
53. RONGEAD, 2014. Etude sur les mesures incitatives et de protection de l'industrie de l'anacarde en Côte d'Ivoire Résumé – Atelier 11 et 12 février 2014
54. RONGEAD., 2011. Diagnostic des unités de transformation d'anacarde. Vol. 1. 31p. www.rongead.org
55. Sauvart, D., Perez, J. M. & Tran, G., 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage (Porcs, volailles, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons). (INRA Editions, 2004).
56. Sekhar-reddy P., Sudhakarreddy P., Satyanarayanareddy P.V.V., Srinivasarao D, 1998. Influence of cottonseed cake on the performance of broilers. *Indian J. Anim. Nutr.*, 15, 188–193.
57. Silue F.E, Ouattara H, Meite A, N'goran K.D.V, Veronique C, Kati C.S. 2020. Performances Zootechniques, Économiques et Qualité Physique des Œufs Des Poules Soumises À des Régimes Alimentaires Apportant Différentes Concentrations De Tourteau D'amandes de Noix de Cajou (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal January 2020 edition Vol.16, No.3 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.* 17 P.
58. Toléba S.S., Youssao A.K.I., Dahouda M., Missainhoun U.M.A. et Mensah G.A., 2009. Identification et valeurs nutritionnelles des aliments utilisés en élevage d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) dans les villes de Cotonou et Porto-Novo au Bénin, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (N°64)*, page 4.
59. Watkins S.E., Saleh E.A., Waldroup P.W. 2002. Reduction in dietary nutrient density aids in utilization of high protein cottonseed meal in broiler. *J. Poult. Res.*, 1, 53–58.
60. Wardowski W.F., Ahrens M.J., Cashew Apple and Nut, in: Nagy S., Shaw P.E., 1990 (Eds), *Fruits of tropical and subtropical origin*, Florida Sci. Source, Lake Alfred, USA, 15P. www.avicultureaumaroc.com techniques de conduite des élevages de poules pondeuses d'œufs de consommation 30p.
61. Zongo D & Coulibaly M., 1993. Le tourteau de coton sans gossypol: une importante source de protéines pour l'élevage porcin. *Tropicultura*, 11, 3, 95-98.

How to cite this article:

Ouattara Abdoulaye *et al* (2023) 'Production Et Caracterisation Biochimique Du Tourteau De Cajou (Anacardium Occidentale)', *International Journal of Current Advanced Research*, 12(04), pp. 1899-1908.
DOI: <http://dx.doi.org/10.24327/ijcar.2023.1908.1419>
