

Effet des tourteaux de cajou (*Anacardium occidentale*) sur les paramètres biochimiques sanguins de poulet de chair en Côte d'Ivoire

Diomande Masse^{1*}, Fofana Daouda¹, Koffi Camille², Kouame Mathieu², Kamagate Mamadou²

¹Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie et Microbiologie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guede, Côte d'Ivoire ;

²UFR Sciences Médicales Bouake, Service de Pharmacologie Clinique, Université Alassane Ouattara, Bouake, Côte d'Ivoire;

*Auteur correspondant: masse635@gmail.com

Résumé

Le but de cette étude consiste à évaluer l'impact des tourteaux de cajou sur les paramètres biochimiques sanguins des poulets de chair. Ainsi, cinq (5) rations alimentaires expérimentales ont été formulées : F₀ (avec 0 % de tourteaux de cajou et 100 % de tourteaux de soja) ; F₁₀₀ (avec 100 % de tourteaux de cajou et 0 % de tourteaux de soja) ; F₇₅ (avec 75 % de tourteaux de cajou et 25 % de tourteaux de soja) ; F₅₀ (avec 50 % de tourteaux de cajou et 50 % de tourteaux de soja) ; F₂₅ (avec 25 % de tourteaux de cajou et 75 % de tourteaux de soja). En suite, cinq (5) lots de 60 poussins (Cobb 500) de 3 jours d'âge non sexés ont été nourris à l'aide des 5 régimes (F₀, F₁₀₀, F₇₅, F₅₀ et F₂₅) durant 6 semaines. A leurs 45^{ème} jour d'essai, les poulets ont été mis à jeun durant la nuit avant le prélèvement de sang. A l'aide d'une seringue, le sang des différents poulets choisis au hasard dans chaque lot est prélevé au niveau de la veine alair. Le sang est par la suite recueilli dans des tubes secs et des tubes EDTA contenant des anticoagulants préalablement étiquetés et numérotés pour chaque lot. Les échantillons sont ensuite conditionnés dans une glacière et conduits au laboratoire du CHU de Cocody (Côte d'Ivoire) pour l'analyse biochimique sanguin. des paramètre biochimiques sanguins des poulets de chair expérimentaux ne présente pas de différence significative (p < 0,05) en comparaison des sujets témoins. Le bilan lipidique des volailles expérimentales reste conforme aux normes usuelles chez le poulet de chair. Ainsi, le taux de cholestérol total (CT) enregistré est compris entre 1,18 et 1,31g/L, le taux de pour les triglicérides (TG) est compris entre (0,187 à 0,327 g/L), le taux de cholestérol de haute densité (HDL) est compris entre (0,21 à 0,265 g/L) et le taux de cholestérol de faible densité (LDL) est compris entre (0,852 à 0,998 mmol/L). En outre, les paramètres rénaux ne présentent pas de différence significative (p < 0,05) en comparaison des sujets témoins. Hormis, le taux d'urée des volailles (0,1 et 0,115 g/L), les autres paramètres renaux évalués tels que la créatininémie (3 et 3,5 mg/L) et la glycémie (2,05 à 2,3 g/L) restent conformes aux normes usuelles respectivement : (9.09-18.18 mg/L) et (2-5 g/L) des poulets de chair. Par ailleurs, les paramètres hépatiques des volailles évalués ne présentes pas de différence significative (p < 0,05) en comparaison des sujets témoins. Le taux de Glutamate Pyruvate Transaminase (TGP) (3,75 à 8,5 UI/L) enregistré est conformes aux normes usuelles (< 50 UI/L) contrairement au taux de (TGO) (359,07 à 365,15 UI/L) qui est supérieur à la norme usuelle (< 275 UI/L) pour les poulets de chair. Ce qui pourrait etre un indicateur de la présence d'une cytolysé hépatique ou une lyse musculaire responsable de l'élévation de la TGO (Lakehal, 2013). L'ionogramme sanguin des volailles expérimentales ne présente pas de différence significative (p < 0,05) en comparaison des sujets témoins et seule le taux de kaliémie (K⁺) (6,85-7,97 mEq/L) est légèrement supérieure à la valeur usuelle (4,6-6,5 mEq/L) pour les poulets de chair. En somme, l'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des volaille n'a eu aucun effet néfaste sur la santé des poulets de chair au cours de l'essai. Les tourteaux de cajou ont eu des effets similaires à ceux des tourteaux de soja sur les paramètres biochimiques sanguins des poulets de chair et ont eu un effet significatif sur la réduction des LDL (mauvais cholestérol). Les tourteaux de cajou peuvent de ce fait remplacer valablement les tourteaux de cajou dans la ration de la volaille.

Mots clés: noix de cajou, ration alimentaire , poulet de chair , paramètres biochimiques sanguins, ionogramme.

Effect of cashew oilcake (*Anacardium occidentale*) on blood biochemical parameters of broiler chickens in Côte d'Ivoire

Abstract

The aim of this study is to evaluate the impact of cashew oilcake on the biochemical blood parameters of broilers. Thus, five (5) experimental feed rations were formulated: F0 (with 0% cashew meal and 100% soybean meal); F100 (with 100% cashew meal and 0% soybean meal); F75 (with 75% cashew meal and 25% soybean meal); F50 (with 50% cashew meal and 50% soybean meal); F25 (with 25% cashew meal and 75% soybean meal). Subsequently, five (5) batches of 60 chicks (Cobb 500) of 3 days of age and not sexed were fed with the 5 diets (F0, F100, F75, F50 and F25) for 6 weeks. On their 45th day of testing, the chickens were fasted overnight before blood sampling. Using a syringe, blood was drawn from randomly selected chickens in each batch at the level of the air vein. The blood is then collected in dry tubes and EDTA tubes containing anticoagulants that have been labelled and numbered for each batch. The samples were then packed in a cooler and taken to the laboratory of the CHU of Cocody (Côte d'Ivoire) for biochemical blood analysis. The biochemical blood parameters of the experimental broilers did not show any significant difference ($p < 0.05$) compared to the control subjects. The lipid balance of the experimental birds remained within the usual norms for broilers. Thus, the total cholesterol (TC) level recorded ranged from 1.18 to 1.31 g/L, the triglyceride (TG) level ranged from 0.187 to 0.327 g/L, the high density cholesterol (HDL) level ranged from 0.21 to 0.265 g/L and the low density cholesterol (LDL) level ranged from 0,852 à 0,998 mmol/L. In addition, the renal parameters did not differ significantly ($p < 0.05$) compared to the control subjects. Apart from the urea level of the birds (0.1 and 0.115 g/L), the other renal parameters evaluated, such as creatinine (3 and 3.5 mg/L) and blood glucose (2.05 to 2.3 g/L), were within the usual norms for broilers (9.09-18.18 mg/L) and (2-5 g/L) respectively. In addition, the liver parameters of the evaluated birds did not show any significant difference ($p < 0.05$) compared to the control subjects. The level of Glutamate Pyruvate Transaminase (GPT) (3.75 to 8.5 IU/L) was within the usual range (< 50 IU/L), while the level of (GPT) (359.07 to 365.15 IU/L) was above the usual range (< 275 IU/L) for broilers. This could be an indicator of the presence of liver cytolysis or muscle lysis responsible for the elevated OGTT (Lakehal, 2013). The blood ionogram of the experimental birds did not show any significant difference ($p < 0.05$) compared to the control subjects and only the kalaemia (K⁺) level (6.85-7.97 mEq/L) was slightly higher than the usual value (4.6-6.5 mEq/L) for broilers. In sum, the incorporation of cashew oilcake in the poultry ration had no adverse effect on the health of the broilers during the trial. Cashew oilcake had similar effects to soybean oilcake on blood biochemical parameters of broilers. Cashew oilcake can therefore be a valid replacement for cashew oilcake in the poultry ration.

Key words: cashew nut, feed intake, broiler, blood biochemical parameters, ionogram.

1. INTRODUCTION

L'Afrique occidentale connaît une forte urbanisation et une grande explosion démographique avec comme conséquence, l'incapacité des productions animales régionales, malgré leur évolution, à satisfaire les grands besoins sans cesse croissants des populations en protéines animales [1]. Pour harmoniser l'équilibre entre les besoins et l'offre en matière de protéines d'origine animale, il devient impératif en Afrique, d'intensifier la production animale particulièrement celles des espèces à cycle court parmi lesquelles la volaille occupe une place de choix. C'est ainsi que l'aviculture moderne a vu le jour dans les systèmes d'élevage avicoles [2]. Il s'agit d'un produit relativement de bon marché et de bonne qualité sur le plan diététique, riche en protéines et pauvre en graisses [3]. L'aviculture occupe actuellement une place de choix dans les stratégies de développement et de lutte contre la pauvreté dans la plupart des pays en développement (Sonaiya et Swan, 2004). Le développement de l'aviculture moderne est

principalement menacé par des contraintes technico-économiques et pathologiques mais aussi la mauvaise maîtrise des approvisionnements en intrants alimentaires de plus en plus chers et indisponibles. Or, l'alimentation constitue la principale composante de l'aviculture; elle représente 70 à 80 % des coûts de production des poulets de chair ou d'œufs de consommation et joue un rôle prépondérant sur les performances et la qualité des produits [4]. C'est pourquoi plusieurs auteurs ont affirmé qu'un effort de recherche en nutrition nécessite d'être fait pour promouvoir la définition de modèles alimentaires valorisant beaucoup plus les ressources alimentaires ou plantes localement disponibles et bon marché [1]. Parmi ces ressources alternatives, figurent en bonne place les tourteaux de cajou issus de la noix d'anacardier (*Anacardium occidentale*). Depuis 2017, le pays occupe le 1er rang mondial de producteur de noix de cajou brute avec environ 720.000 tonnes [5]. Les amandes de cajou sont disponibles et faciles d'accès dans toutes les zones de transformations industrielles de la noix de cajou

et peuvent constituer de par leurs qualités nutritives des sources de protéines et d'énergie [6] ;[5]. En outre, l'aviculture moderne utilise les poulets de souche améliorée méritant d'être évalué, notamment en termes de productivité et de bien être des animaux. En effet, l'étude des constituants du sang peut fournir des informations précieuses sur l'état général de l'animal, et peut donc être utilisée pour juger de l'état de santé des individus [7]; [8]. Le profil biochimique sanguin est extrêmement important dans la gestion de la santé des oiseaux [9] ; [10], et est un outil commun pour le diagnostic précoce, ou la correction de troubles nutritionnels et métaboliques avant l'apparition de symptômes plus graves [11]; [12]. Malheureusement, c'est un domaine scientifique qui est encore peu exploité en Côte d'Ivoire. C'est en ce sens que la présente étude a été réalisée afin de :

- (i) Déterminer les paramètres physico-chimiques des tourteaux de cajou et

des rations de poulets de chair formulées à base de tourteaux de cajou ;

- (ii) Déterminer l'impact de la consommation des rations à base de tourteaux de cajou sur les paramètres biochimiques sanguins des poulets de chair.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Présentation de la zone d'étude

Le secteur d'étude appartient à la ville d'Abidjan, capitale économique de la Côte d'Ivoire, située au Sud du pays. L'agglomération d'Abidjan est comprise entre les latitudes 4°10 et 5°30 Nord et les longitudes 3°50 et 4°10 Ouest [13]. La zone d'étude est soumise au climat équatorial humide à faciès littoral [14]. Il est caractérisé par un climat de transition (climat Attéen) qui se subdivise en quatre saisons essentielles dans le cycle annuel [15]

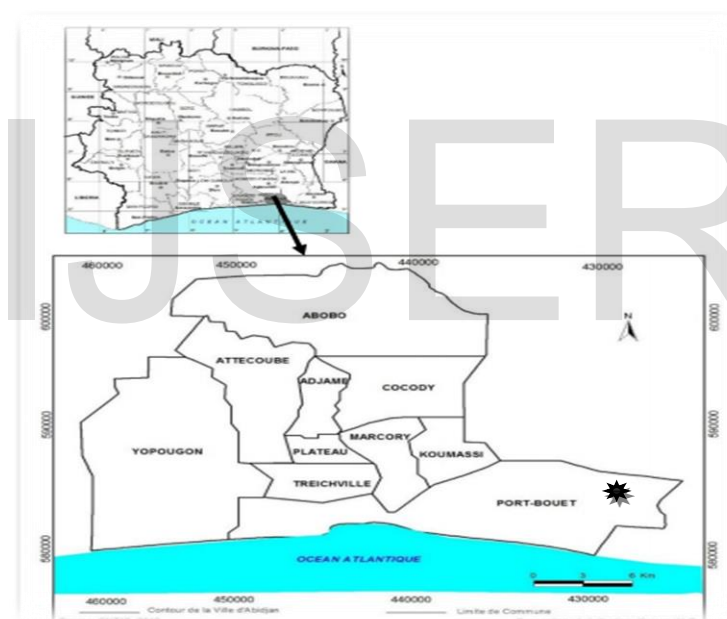


Figure 1 : localisation de la zone d'étude, ville d'Abidjan (source : CNTIC, 2012)

2.2 Matériel biologiques

2.2.1 Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué d'amandes déclassifiées de cajou recueillies dans une unité industrielle de transformation de noix de

cajou « Eburnie » basée à Abidjan zone 3 en Côte d'Ivoire. Et de tourteaux de soja acheté dans le commerce au près d'une entreprise dénommée « KENZ » basée à Abidjan.



A Tourteaux de cajou



B Tourteaux de soja

Figure2 tourteaux de cajou et de soja

2.2.2 Matériel animal

Le matériel animal est constitué des trois cent (300) poussins de chair de souche Cobb500 non sexés d'un jour. Répartis en cinq (5) lots de 60 poussins chacun et nourris aux différentes rations formulées.

2.3 Méthodes

2.3.1 Formulation des rations de démarrage des poulets

Les rations alimentaires sont constituées de farine de maïs, farine de poisson, phosphate bi calcique, complexe vitaminique (TNH), sel, coquillage, Fysal-MP et Toxo-XL. En plus de ces ingrédients, les rations sont composées de 30 % de tourteaux de soja et 0 % de tourteaux de cajou pour F₀ ; 0 % de tourteaux de soja et 30 % de tourteaux de cajou pour F₁₀₀ ; 7,5 % de tourteaux de soja et 22,5 % de tourteaux de cajou pour F₇₅ ; 15 % de tourteaux de soja et 15 % de tourteaux de cajou pour F₅₀ et 22,5 % de tourteaux de soja puis 7,5 % de tourteaux de cajou pour F₂₅ tels que présentées dans le tableau suivant :

2.3.2 Formulation des rations de croissance des poulets

Les rations alimentaires sont constituées de farine de maïs, farine de poisson, phosphate bi calcique, complexe vitaminique (TNH), sel, coquillage, Fysal-MP et Toxo-XL. En plus de ces ingrédients, les rations sont composées de 28 % de tourteaux de soja et 0 % de tourteaux de cajou pour F₀ ; 0 % de tourteaux de soja et 28 % de tourteaux de cajou pour F₁₀₀ ; 7 % de tourteaux de soja et 21 % de tourteaux de cajou pour F₇₅ ; 14 % de tourteaux de soja et 14 % de tourteaux de cajou pour F₅₀ puis 21 % de tourteaux de soja et 7 % de tourteaux de cajou pour F₂₅ tels que présentées dans le tableau suivant.

2.3.3 Formulation des rations de finition des poulets

Les rations alimentaires sont constituées de farine de maïs, farine de poisson, complexe vitaminique (TNH), sel, coquillage, Fysal-MP et Toxo-XL. En plus de ces ingrédients, les rations sont composées de 26 % de tourteaux de soja et 0 % de tourteaux de cajou pour F₀ ; 0 % de tourteaux de soja et 26 % de tourteaux de cajou pour F₁₀₀ ; 6,5 % de tourteaux de soja et 19,5 % de tourteaux de cajou pour F₇₅ ; 13 % de tourteaux de soja et 13 % de tourteaux de cajou pour F₅₀ puis 19,5 % de tourteaux de soja et 6,5 % de tourteaux de cajou pour F₂₅ tels que présentées dans le tableau suivant :

2.3.4 Détermination des constituants physicochimiques des tourteaux et des rations alimentaires

Le taux de matière sèche des tourteaux (cajou et soja) et des rations formulées à bases de tourteaux (cajou et soja) a été déterminé selon la méthode AOAC [16]. Ensuite, le taux de matières sèches est calculé selon la formule suivante :

$$MS = 100 - TH$$

avec MS : taux de matières sèches ; TH : taux d'humidité. Le taux de cendres des tourteaux (cajou et soja) et des rations formulées à bases des tourteaux (cajou et soja) a été déterminé selon la méthode AOAC [16]. La méthode décrite par Dufour *et al.* [17] permet de déterminer le pH des tourteaux (cajou et soja) et des rations formulées à bases de ces tourteaux (cajou et soja). En effet 20 g de la poudre sont délayées dans 200 ml d'eau distillée. Cette solution est agitée à la température ambiante (28 °C) pendant 30 min puis elle est centrifugée à 600 tr/min pendant 15 min. Le pH du surnageant est mesuré au moyen d'un pH-mètre. Les lipides contenus dans les tourteaux (cajou et soja) et les rations formulées à bases de tourteaux (cajou et soja) ont été déterminées selon la méthode

AFNOR, [18]. Le taux de protéines des tourteaux (cajou et soja) et des différentes rations formulées à base de tourteaux (cajou et soja) est déterminé selon la méthode Kjeldahl [18]. La teneur en cellulose brute a été déterminée par la méthode de Weende qui consiste à effectuer deux hydrolyses successives [19]. Les fibres brutes ou fibres insolubles regroupent la cellulose, quelques hémicelluloses et la lignine. La teneur en fibres brutes des tourteaux (cajou et soja) et des différentes rations formulées à base des tourteaux (cajou et soja) est déterminée selon la méthode AOAC [16].

2.3.5 Calcul des taux de Glucides

La teneur en glucide par rapport à la matière sèche est déterminée par la méthode [20]. Le calcul est fait avec les valeurs déterminées des taux de protéines, de lipides, des cendres et des fibres. La formule utilisée est la suivante :

$$\text{Glucides (\% MS)} = 100 - [\text{prot (\% MS)} + \text{lip (\% MS)} + \text{fibre (\% MS)} + \text{cendre (\% MS)}]$$

prot : protéine ; lip : lipide

2.3.7 Calcul de la valeur énergétique

Le mode d'expression de la valeur énergétique le plus utilisé dans l'alimentation des monogastriques est l'énergie métabolisable. Il est exprimé en kcal / kg d'aliment. Pour la volaille en particulier, l'évaluation de la valeur énergétique se fait par l'EMAN. De nombreuses équations de prédiction ont été établies par différents auteurs [21] et [22] à partir des paramètres analytiques du produit.

Dans ce travail, nous avons utilisé la formule de Sibbald [21] pour les mélanges et celles de Janssen [22] pour les matières premières, Ces formules sont les suivantes:

Mélange :

$$\text{EM (kcal / g MS)} = 3,951 + 0,0544 \text{ MG} - 0,0887 \text{ CB} - 0,0408 \text{ MM}$$

Matières premières

tourteau de cajou / soja

$$\text{EM (kcal / kg MS)} = (1242 + 25,50 \text{ MG} - 25,47 \text{ CB}) / 0,418$$

2.3.11 Conduite de l'expérimentation

Elle est basée sur le principe d'élevage en « bande unique », consistant à la gestion de sous-lots d'animaux de même âge, même espèce et de même type de production. Les trois cent (300) poussins sont ensuite nourris avec l'aliment commercial (IVOGRAIN) pendant 4 jours avec une densité de 10 sujets/m². Au démarrage, les poussins sont pesés individuellement afin de déterminer leur poids moyen et rendre les lots homogènes. Les poussins sont ensuite répartis de manière aléatoire en cinq (5) lots selon les rations expérimentales formulées. A partir du 5^{ème} jour, chaque groupe de poussins est nourri avec les rations expérimentales (F0, F1, F2, F3 et F4) jusqu'à la 7^{ème} semaine. Les quantités d'aliment servies et les refus sont pesés pour en déduire la consommation. Les pesées seront par la suite hebdomadaires et individuelles à l'aide d'une balance mécanique de précision à partir de la 2^{ème} semaine.

Tableau 1 Plan de prophylaxie

Age (jour)	Opérations	Produits
1	Vaccination contre la maladie de Newcastle	IMOPEST (couvoir) HB1 (trempage de bec)
2	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Antistress (eau de boisson), eau sucrée
5-8	Traitement contre la coccidiose et une vitaminothérapie	Vetacoxs et Amin 'total (eau de boisson)
14	Rappel vaccins contre la maladie de Gumboro	HipraGumboro (eau de boisson)
16	vaccination contre le pseudo peste aviaire ou maladie de Newcastle	la sota (eau de boisson)
16-18	Traitement des maladies à germes sensibles	Tyldox (eau de boisson)
20-23	Prévention du stress chez les poulets	Coli-terravet (eau de boisson)
24	Rappel vaccination contre le pseudo peste aviaire ou maladie de Newcastle	la sota (eau de boisson)
29-30	Vaccin contre la coccidiose	Superhipracox (eau de boisson)

2.3.13 Traitement et analyses statistiques des données

Les différentes données obtenues ont été enregistrées et traitées dans le tableur du Microsoft Excel. La comparaison des moyennes entre les différents traitements alimentaires, ont été effectuées par le test de Turkey utilisé pour l'analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel GraphPad Prism 8.4.3 (686). Les comparaisons ont été considérées comme significatives lorsque les valeurs de p étaient inférieures à 0.05.

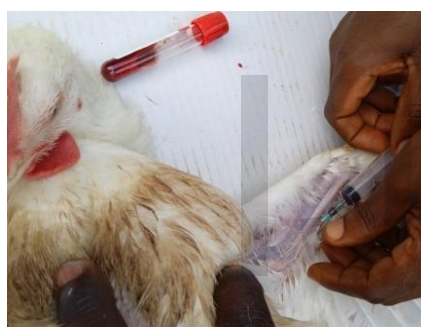
2.3.14 Matériel de prélèvement et d'analyse sanguine

Le matériel de prélèvement est constitué des seringues pour le prélèvement sanguin, des tubes secs, héparines et EDTA pour recueillir les échantillons de sang et d'une centrifugeuse de marque (SIGMA 3-168, Allemagne) pour la centrifugation des échantillons, d'un spectrophotomètre (Perkin 1100B, Norwalk, CT, Etats-Unis) pour la lecture des densités optiques et d'un appareil pour les analyses du plasma, de

l'urine et du sérum de marque (URIT-8260). En suite, d'un analyseur d'électrolytes sanguin (Analyzer ISE 300) pour la détermination de l'ionogramme et un appareille FNS (Numération Formule Sanguine) de marque (Sysmex XN-550) relié à un ordinateur et une imprimante permettant de mesurer directement le nombre d'érythrocyte, le taux d'hémoglobine et des hématocrites.

2.3.15 Analyse sanguine

Au 45^{ème} jour de l'étude, les poulets ont été mis à jeun durant la nuit avant le prélèvement de sang. A l'aide d'une seringue, le sang des différents poulets choisis au hasard dans chaque lot est prélevé au niveau la veine alair. Le sang est par la suite recueilli dans des tubes secs et des tubes EDTA contenant des anticoagulants préalablement étiquetés et numérotés pour chaque lot. Les échantillons sont ensuite conditionnés dans une glacière et conduits au laboratoire du CHU de Cocody (Côte d'Ivoire) pour analyse.



A : Prélèvement



B : Glacière de conditionnement

Figure 3 Prélèvement sanguin et conditionnement

2.3.16 Paramètres biochimiques sanguins

a. Protéines sanguines

➤ Dosage de la créatinine (créatininémie) (Kit SPINREACT)

Le dosage de la créatinine c'est fait par la méthode de Jaffé, introduite en 1886, utilisée de façon courante pour déterminer les niveaux de créatinine dans le sang. C'est une méthode cinétique colorimétrique sans déproteinisation [23] ; [24].

➤ Dosages de l'urée (Kit CHRONOLAB)

La méthode de Berthelot 1960 a été utilisée pour le dosage de l'urée sanguine qui repose sur l'hydrolyse de l'urée par une enzyme (uréase), suivie de la quantification des ions ammoniums libérés par la réaction de Berthelot. L'ammoniac est quantifié par diverses méthodes, y compris la

nesslérisation (titrage par les acides), la technique de Berthelot et des réactions enzymatiques couplées.

➤ Dosages du glucose

Les premières mesures de concentration de glucose ont été effectuées à l'aide de méthode de réduction du cuivre (telles que Folin et Somogyi-Nelson). Le manque de spécificité des techniques de réduction du cuivre a conduit au développement de procédures quantitatives qui utilisent les enzymes hexokinase et glucose oxydase. Le test au glucose incorporé au disque de réactif au Méthyle 8 est une version modifiée de la méthode hexokinase qui a été proposée comme base pour la méthode de référence en glucose. La réaction de glucose avec l'adénosine triphosphate (ATP), catalysée par l'hexokinase (HK), produit du glucose-6-phosphate (G-6-P) et de l'adénosine diphosphate (ADP). Le glucose -6-phosphate

déshydrogénase (G-6-PDH) catalyse la réaction de G-6-P en 6-phosphogluconate et la réduction de nicotinamide adénine dinucléotide (NAD⁺) en NADH.

➤ **Dosage du cholestérol total (CT) (kit SPINREACT)**

Le dosage du cholestérol total c'est fait par la méthode de Fasce [25]. La mesure du cholestérol total est effectuée suivant une méthode enzymatique colorimétrique. Les esters de cholestérol sont hydrolysés par l'enzyme cholestérol estérase en cholestérol libre, et des acides gras libres. La concentration en Quinonéimine coloré mesuré à 505 nm est directement proportionnelle à la quantité de cholestérol contenu dans l'échantillon de sérum. N.B : L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration en cholestérol.

➤ **Dosage de triglycéride (TG) (Kit CHRONOLAB)**

La méthode de Fossati et de Prencipe [26] a été utilisée pour le dosage de triglycéride (TG). C'est une méthode enzymatique et colorimétrique. Par l'action des lipases, les TG sont hydrolysés en glycérol et en acide gras libre. Et la lecture se fait à 505 nm.

➤ **Détermination du cholestérol HDL**

on procède dans un premier temps à une adsorption des LDL et VLDL sur des poly anions synthétiques. Les particules de HDL libres sont ensuite solubilisées ce qui permet de doser le cholestérol provenant de celles-ci. Le dosage du cholestérol provenant de la fraction HDL se fait par voie enzymatique classique en présence de cholestérol oxydase et de cholestérol estérase [27].

➤ **Détermination du cholestérol LDL**

Le cholestérol-LDL a été calculé par la formule de Friedewald [28] : $\text{Chol-LDL}_{\text{calculé}} = \text{Cholestérol total}_{\text{dosé}} - [\text{Cholestérol-HDL}_{\text{dosé}} + \text{Triglycérides}_{\text{dosés}}/5]$

b. Transaminases hépatiques

➤ **Dosages de L'alanine amino transférase (ALAT) ou de la Glutamate Pyruvate transaminases (TGP)**

La méthode enzymatique basée sur l'œuvre de Wróbleswski et La Due est la technique la plus fréquemment utilisée pour déterminer les concentrations de l'ALAT dans le sérum. Une procédure modifiée de Wróbleswski et La Due ont été proposées comme procédure recommandée par la Fédération internationale de chimie clinique (FICC). La méthode développée afin d'être utilisée avec l'analyseur Piccolo Abaxis est une modification de la procédure recommandée par la

Fédération internationale de chimie clinique (FICC). Dans cette réaction, l'ALAT catalyse le transfert d'un groupe amine de L-alanine en α -cétoglutarate afin de former du L-glutamate et du pyruvate. Le lactate déshydrogénase (LDH) catalyse la conversion du pyruvate en lactate. En même temps, la NADH est oxydée en NAD⁺. Le taux de variation de la différence d'absorbance entre 340 nm et 405 nm est causé par la conversion de NADH en NAD⁺ et est directement proportionnel à la quantité d'ALAT présente dans l'échantillon.

➤ **Dosage de l'Asparagine Amino-Transférase (ASAT) ou Glutamate Oxaloacétique transaminase (TGO)**

Le test de l'aspartate aminotransférase (ASAT) se base sur la méthode de dosage de Karmen, telle que modifiée par Bergmeyer. La méthode de Référence de la Fédération internationale de chimie clinique (FICC) utilise la technique Karmen /Bergmeyer de couplage de malate déshydrogénase (MDH) et nicotinamide dinucléotide réduite (NADH) dans la détection de l'ASAT dans le sérum. Le lactate déshydrogénase (LDH) est ajouté à la réaction dans le but de réduire l'interférence causée par le pyruvate endogène. L'ASAT catalyse la réaction de L-aspartate et α -cétoglutarate en oxalate et L-glutamate. L'oxaloacétate est converti en malate et en NADH est oxydée en NAD⁺ par le catalyste MDH. Le taux de variation d'absorbance à 340nm/405nm causé par la conversion de NADH en NAD⁺ est directement proportionnel à la quantité de l'ASAT présente dans l'échantillon.

2.3.17 Traitement et analyses statistiques des données

Les différentes données obtenues ont été enregistrées et traitées dans le tableur du Microsoft Excel. La comparaison des moyennes entre les différents traitements alimentaires, ont été effectuées par le test de Turkey utilisé pour l'analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel GraphPad Prism 8.4.3 (686). Les comparaisons ont été considérées comme significatives lorsque les valeurs de p étaient inférieures à 0.05.

3. RESULTATS

3.1 Composition physico-chimique des tourteaux de cajou et de soja

L'analyse de la composition physicochimique des tourteaux de cajou et du soja ne montre pas une grande variabilité d'une source à l'autre (Tableau 2). Hormis, l'énergie métabolisable (EM), l'analyse statistique pour le test de Turkey ne révèle aucune différence significative ($p < 0,05$) entre les différents paramètres évalués.

Tableau 2 Comparaison de la composition chimique des tourteaux de cajou et de soja (%MS)

Variables	Tourteaux de cajou (n=3)	Tourteaux de soja (n=3)
Protéines (%)	34,62±0,72	44,4±0,28
Lipides (%)	33,14±0,02	17,49±0,43
Fibres (%)	4,01±0,01	3,45±0,07
Cendres (%)	4,18±0,04	6,33±0,02
Cellulose (%)	1,01±0,04	3,755±0,56
Humidité (%)	8,23±0,01	9,48±0,24
Matière sèche (%)	91,77±0,01	90,52±0,24
Glucides (%)	23,05±0,82	24,57±0,25
EM (Kcal/kg)	4931,45±0,86 _a	3809,77±60,35 _b

Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différents ($p < 0,05$)

3.9 Effets sur les paramètres biologiques sanguins des poulets de chair

a- Effet sur le profil lipidique

➤ LDL (Low Density Lipoprotein)

L'analyse statistique de la Figure 5 montre qu'il y a une différence significative ($P < 0.05$) entre le taux de LDL (Low Density Lipoprotein) des différents lots expérimentaux en comparaison du témoin. Le taux de LDL des volailles témoins ($1,055 \pm 0,06$ mmol/L) était supérieur à celui des autres lots qui était compris entre $0,998 \pm 0,10$ et $0,852 \pm 0,04$ mmol/L.

➤ HDL (High Density Lipoprotein)

La Figure 6 présente la densité des HDL (High Density Lipoprotein) des différents lots expérimentaux. L'analyse statistique des données du taux de HDL des différents lots en comparaison du lot témoin ne présente pas de différence significative ($P < 0.05$). Le tourteau de cajou n'a pas modifié de façon significative ($P < 0.05$) le taux de

HDL (High Density Lipoprotein) des volailles ayant consommées les rations à base de tourteaux de cajou en comparaison du lot témoin.

➤ Effet sur le cholestérol total (CT)

Le taux de cholestérol total des différents lots expérimentaux est présenté sur la Figure 7. Il n'y a pas de différence significative entre les différents lots. L'incorporation des tourteaux de cajou dans la rations des poulets de chair n'a eu aucun effet significatif ($P < 0.05$) sur le taux de cholestérol total (CT) en comparaison du lot témoin.

➤ Effet sur les triglycérides (TG)

La Figure 8 présente la teneur en triglycéride (TG) des différents lots expérimentaux. Il n'y a pas de différence significative ($P < 0.05$) entre les différents lots en comparaison du lot témoin. Les tourteaux de cajou n'ont pas modifiés significativement le taux de triglycéride (TG) des poulets de chair en comparaison du lot témoin.

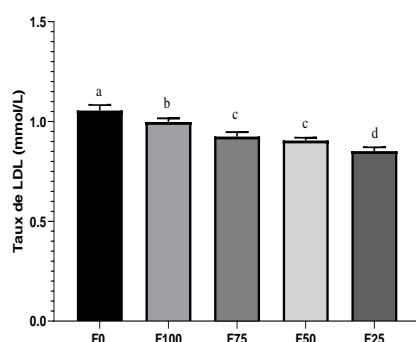


Figure 4: Comparaison des LDL des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

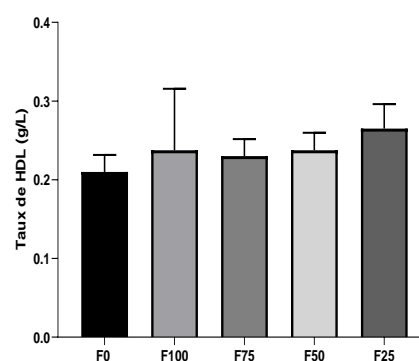


Figure 5: Comparaison des HDL des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

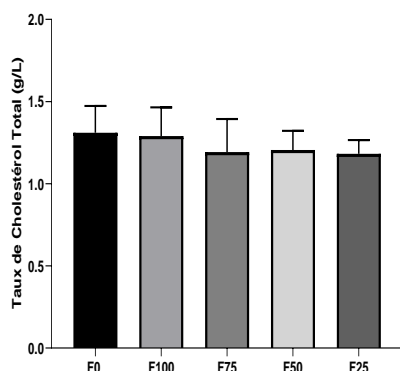


Figure 6: Comparaison du Cholestérol Total (CT) des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

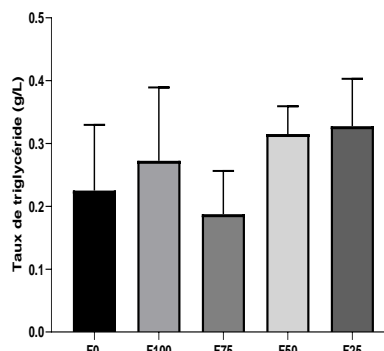


Figure 7: Comparaison des triglycérides (TG) des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

b- Effet sur la fonction hépatique

➤ Effet sur la Glutamate Oxaloacétique Transaminases (TGO) ou Aspartate Amino Transférases (ASAT)

Le taux de Glutamate Oxaloacétique Transaminases (TGO) des différents lots expérimentaux est présenté sur la Figure 9. L'analyse statistique de la teneur des TGO des différents lots expérimentaux ne présente pas de différence significative ($P < 0.05$) en comparaison du lot témoin. L'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des poulets de chair ne modifie pas significativement le taux de TGO.

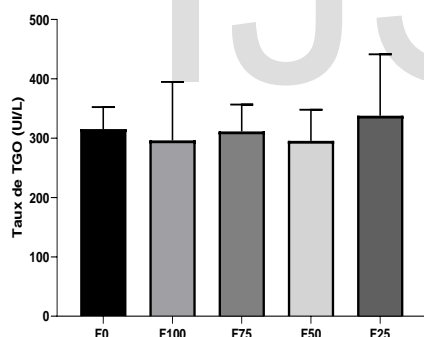


Figure 8: Glutamate Oxaloacétique Transaminases (TGO) des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

c- Effet sur la fonction rénale

➤ Effet sur l'urée

La Figure 11 ci-dessous présente la teneur en urée des différents lots expérimentaux. Le traitement statistique des résultats ne présente pas de différence significative ($P < 0,05$) entre les différents lots expérimentaux et le lot témoin. L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair n'a eu aucun effet significatif sur l'urée.

➤ Effet sur la Glutamate Pyruvate transaminases (TGP) ou Alanine Amino Transférases (ALAT)

Le taux de Glutamate Pyruvate transaminases (TGP) des différents lots expérimentaux est présenté sur la Figure 10. Le taux de TGP des différents sujets ne présente pas de différence significative ($P < 0.05$) entre eux en comparaison du lot témoin. La présence des tourteaux de cajou dans les différentes rations formulées n'ont eu aucun effet significatif sur la teneur en Glutamate Pyruvate transaminases (TGP).

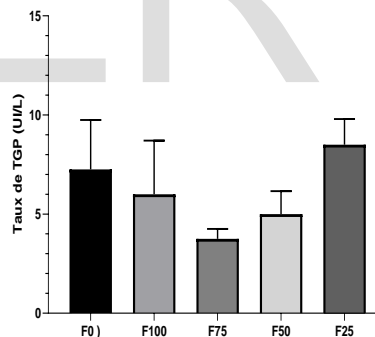


Figure 9: Glutamate Pyruvate Transaminases (TGP) des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

➤ Effet sur la créatinine

L'effet de l'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration alimentaires des poulets de chair sur la créatinine est présenté sur la Figure 12. Le traitement des données statistiques ne présentent pas de différence significative ($P < 0.05$) entre les différents lots expérimentaux comparativement au lot témoin. Le taux de créatinine des poulets de chair n'est pas significativement modifié par les tourteaux de cajou.

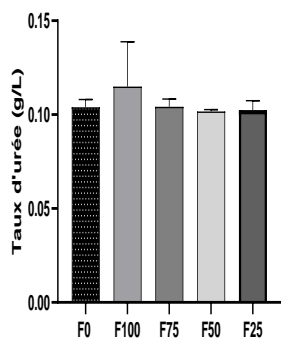


Figure 10: Taux d'urée des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

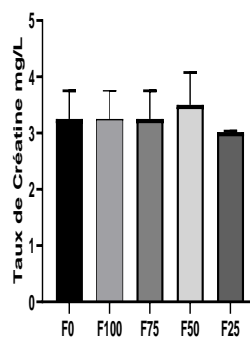


Figure 11: Taux de créatine des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

d- Effet sur la glycémie

Le taux de glycémie des différents lots expérimentaux est présenté sur la figure 12. Le traitement statistique des données ne présente pas de différence significative ($P < 0,05$) entre les

différents lots en comparaison au lot témoin. L'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des poulets de chair n'impacte pas de façon significative ($P < 0,05$) le taux de glycémie des poulets de chair.

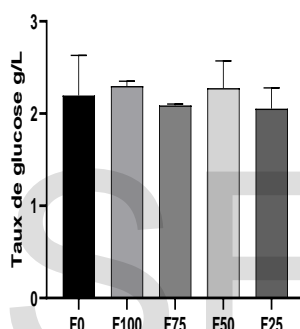


Figure 12: Taux de glycémie des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

e- Ionogramme sanguin

Les données sur l'ionogramme des différents lots expérimentaux sont consignées dans le tableau 3. L'analyse statistique de ces données ne présente pas de différence significative ($P < 0,05$) entre les

différents lots en comparaison du témoin. L'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des poulets de chair n'a eu aucun effet significatif sur l'ionogramme sanguin des volailles.

Tableau 3 : Comparaison de l'effet de l'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration alimentaire des poulets de chair sur l'ionogramme sanguin

Traitements	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	P ⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mEq/L)	K ⁺ (mEq/L)	Cl ⁻ (mEq/L)
F ₀	97±2,38	21,25±1,31	67,75±9,56	146,25±1,31	7,72±1,34	103,75±3,04
F ₁₀₀	97,75±0,85	21±0,71	46,5±2,72	144,25±1,7	7,97±0,85	105,75±3,03
F ₇₅	90,75±3,68	20,5±0,5	49,25±2,32	145±1,78	7,12±0,8	103,25±1,65
F ₅₀	91,25±1,55	20,75±0,63	51,5±1,26	146,5±1,32	6,8±0,78	93,75±2,21
F ₂₅	87,75±4,25	19±0,41	45±2,34	144,5±1,04	7,17±1,19	100,25±1,93

F₀ :0% de substitution de tourteaux de soja ;F₁₀₀ :100% de substitution de tourteaux de soja ;F₇₅ :75% de substitution de tourteaux de soja ;F₅₀ :50% de substitution de tourteaux de soja ;F₂₅ :25% de substitution de tourteau de soja

4. DISCUSSION

Les résultats statistiques des tests biochimiques effectués sur les tourteaux de cajou

et de soja de la présente étude ne sont pas significativement différents hormis l'énergie métabolisable (EM). L'énergie métabolisable des tourteaux de cajou ($4931,45 \pm 0,86$ Kcal/kg de MS) enregistrée est significativement supérieure à celle des tourteaux de soja ($3809,77 \pm 60,35$ Kcal/kg de MS). La valeur de l'énergie métabolisable (EM) de la présente étude des tourteaux de cajou est supérieure à celle de Lacroix [29] qui était de 4883 Kcal/kg de matière sèche au cours de ces travaux sur la noix de cajou. En outre, cette valeur reste inférieure à celle de Kouakou *et al.* [30] qui est de 5516 Kcal/kg de matière sèche au cours de leur étude. 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 compte tenu de la dépendance en lipides résiduels de l'énergie métabolisable [31].

Le bilan lipidique plasmatique des volailles expérimentales en cholestérol total (CT) ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison du lot témoin. Le taux de cholestérol total obtenu au cours de l'essai est compris entre 1,18 et 1,31g/L. La cholestérolémie enregistrée au cours de la présente étude chez les différents sujets expérimentaux sont supérieurs à ceux trouvés par Chafai [32] qui est de 1.09 g/L au cours de ces travaux portant sur l'effet de l'addition des probiotiques dans les régimes alimentaires sur les performances zootechniques du poulet de chair. Ces variations des valeurs de la lipidémie seraient dues à une alimentation riche en graisses pouvant être à l'origine d'une augmentation de la cholestérolémie [33] ou à une insuffisance hépatique grave pouvant entraîner une diminution de la cholestérolémie [34]. Néanmoins, nos résultats restent conformes à la valeur usuelle du taux de cholestérol chez le poulet de chair présentée par Fontaine [35] et Hochleithner [36] qui est respectivement de 0,52-1,52 et de 0,86-2,1 g/L.

Les valeurs des triglycérides (TG) enregistrés au cours de l'essai n'ont présentés aucune différence significative ($p < 0,05$) en comparaison du lot témoin. Le taux de triglycéridémie enregistré à la fin de notre expérimentation est compris entre 0,187 et 0,327 g/L. Ces valeurs sont inférieures à ceux de Messabha [37] qui a trouvé des valeurs de triglycérides allant de 0,365 à 0,52 g/L au cours de ces travaux sur la caractérisation phénotypique et profil biochimique de quelques souches locales de poules ainsi qu'aux valeurs enregistrées par Lakehal [33] qui est de 0,66 g/L pour la souche Isa 15 à 35 jours d'âge et de 0,56 g/L pour la souche Arbor Acres lors de ces travaux sur les normes et

interprétations des dosages des paramètres biochimiques sanguins chez le poulet de chair. L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation réduirait le taux des triglycérides chez les volailles en jeun. Cette baisse des triglycérides peut être due au climat, à l'influence hormonale, à l'alimentation ou à l'espèce [36].

Le taux de cholestérol de haute densité (HDL) des volailles expérimentaux n'a présenté aucune différence significative ($p < 0,05$) en comparaison du lot témoin. Le taux de HDL enregistré au cours de l'essai est compris entre 0,21 et 0,265 g/L. Ces résultats sont inférieurs à ceux de Sahraoui *et al.*, [38] qui a enregistré un taux compris entre 1,14 et 1,50 g/L au cours de ces expériences sur l'impact de *yucca schidigera* sur les paramètres plasmatiques lipidiques et le rendement du poulet de chair et des résultats trouvés par Hermier et Chapman [39] qui varient de 1,052 à 1,130 g/mL au cours de leur travaux sur les lipoprotéines plasmatiques et engraissement : description d'un modèle chez le poulet domestique, *Gallus domesticus*. La diminution observée du taux de HDL peut être due à une atteinte hépatique ou intestinale, ou à un métabolisme intensif suite à l'incorporation des tourteaux de cajou, induisant ainsi une diminution de l'anabolisme du cholestérol [40].

Le taux de cholestérol de faible densité (LDL) enregistré au cours de la présente étude des volailles témoins est significativement différent ($p < 0,05$) de celui des autres lots expérimentaux. Les valeurs de LDL enregistrées sont comprises entre $0,998 \pm 0,10$ et $0,852 \pm 0,04$ mmol/L. Ces valeurs sont supérieures à celles obtenues par Sahraoui *et al.*, [38] en Algérie qui ont enregistré des valeurs comprises entre 0,36 et 0,46 mmol/l chez des poulets de chair ayant reçu dans l'aliment un extrait végétal de *Yucca schidigera*. Par contre nos résultats sont légèrement inférieurs à ceux de Hermier et Chapman [39] qui ont enregistré des valeurs allant de 1,023 à 1,046 g/mL. Ces variations du taux de LDL pourraient être dues à la composition lipidique des tourteaux de cajou qui entraînerait une intensification de la synthèse et de l'assemblage des particules de lipoprotéines par le foie. En effet, chez les oiseaux, cet organe est le principal responsable de la néosynthèse lipidique [40]. Les tourteaux de cajou auraient un impact significatif sur la réduction de LDL qui est considéré comme étant le mauvais cholestérol.

En outre, pour les paramètres rénaux des poulets de chair, plus précisément le taux d'urée des lots expérimentaux n'ont présentés aucune différence significative ($p < 0,05$) en comparaison du lot témoin. Le taux d'urée enregistré au cours de l'essai est compris entre 0,1 et 0,115 g/L. Ces

résultats sont supérieurs d'une part à ceux de Lakehal [33] qui enregistre un taux d'urée de 0,04 g/L chez les poulets de chair de souche Isa 15 et Arbor Acres et d'autre part aux valeurs usuelles de concentration en urée chez le poulet de chair présenté par Fontaine [35] et Campbell [41] qui est respectivement de 0.01 g/L et <0.01 g/L. Cette augmentation de l'urée plasmatique pourrait provenir d'une part, d'une obstruction urétrale bilatérale ou d'une augmentation du catabolisme protéique. D'autre part, d'une déshydratation ou diminution de l'excrétion urinaire ; c'est donc potentiellement un indicateur d'atteinte rénale [42].

La concentration sanguine en créatinine ou la créatininémie des différents lots expérimentaux n'a pas présentée de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison du lot témoin. Le taux de créatininémie enregistré au cours de la présente étude est compris entre 3 et 3,5 mg/L. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Lakehal [33] chez les poulets de chair de souche Isa 15 (2,96 mg/L) et chez la souche Arbor Acres (2,70 mg/L) en Algérie. Toutefois, ces valeurs restent conformes aux valeurs usuelles pour la créatinine chez le poulet de chair présentées par Fontaine [35] (9.09-18.18 mg/L) et Hochleithner [36] (9-18 mg/L).

L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des volailles n'a eu aucun effet notable sur le taux de glycémie des volailles. En effet, le taux de glycémie des volailles expérimentales ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins, les valeurs enregistrées varient de 2,05 à 2,3 g/L. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Lakehal [33] qui est compris entre 2,13 et 2,37 de chez les poulets de chair en Algérie. Ces valeurs sont supérieures à la valeur usuelle proposée par Fontaine [35] qui est 1.52-1.82 g/L. Par contre, les valeurs de la présente étude respectent les valeurs usuelles proposées par Campbell [41] qui est de 2-5 g/L et Hochleithner [36] qui est de 2,27-3 g/L. Ces variations de la glycémie pourraient être dues au moment de la prise de sang par rapport au repas ou à l'influence de l'âge des volailles sur les valeurs physiologiques de la glycémie [42].

Les paramètres hépatiques dont la Glutamate Pyruvate Transaminase (TGP) des volailles expérimentales ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins. La valeur diagnostiquée de cette enzyme dans la présente étude est comprise entre 3,75 et 8,5 UI/L. Ces résultats sont inférieurs à ceux de Cheikhaoui *et al.*, [43] en Algérie qui ont trouvés des valeurs comprises entre 13,92 et 15,88 UI/L au cours de leurs travaux sur l'effet de l'*orego-stim*

sur la morphométrie des globules rouges et certains paramètres hématologique chez le poulet de chair durant la vie postnatale. Les résultats de la présente étude sont conformes à la valeur usuelle proposée par Campbell [41] (< 50 UI/L) chez les poulets de chair. L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des volailles ne perturbe pas l'activité enzymatique du TGP dans l'organisme. Cependant cette enzyme a une utilité limitée chez les oiseaux, car elle peut être augmentée dans beaucoup de situations pathologiques et une élévation de l'activité de TGP avec l'âge a déjà été rapportée chez les oiseaux [42].

Le taux de Glutamate Oxaloacétique transaminase (TGO) des poulets expérimentaux ne présentent pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins. En effet, les valeurs enregistrées étaient comprises entre 295 et 338 UI/L. Nos valeurs sont inférieures à ceux de Cheikhaoui *et al.*, [43] qui ont trouvés des valeurs comprises entre 359,07 et 365,15 UI/L chez des poulets de chair en Algérie. Par contre, les valeurs de la présente étude restent supérieures à ceux de Lakehal [33] chez les poulets de chair de souche Isa 15 (224,60 UI/L) et chez la souche Arbor Acres (220,95 UI/L). Ces résultats sont supérieurs à la valeur usuelle pour l'activité de la TGO chez le poulet de chair proposée par Campbell [41] (< 275 UI/L) et Hochleithner, 2013 (< 230 UI/L). Cette augmentation de la TGO pourrait être due à une cytolysse hépatique qui est responsable de l'augmentation des TGO par libération dans le sang des contenus cellulaires ou à une lyse musculaire qui est aussi responsable d'une élévation de la TGO Lakehal [33]. L'activité de ces enzymes fournit de meilleures informations lorsqu'elle est combinée avec d'autres tests plus spécifiques. L'activité de la créatine kinase peut être estimée pour exclure les dommages musculaires comme cause de l'activité accrue des TGO [44].

A propos de l'ionogramme sanguin, la natrémie (Na^+) des volailles expérimentales ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins. La concentration sanguine en Na^+ enregistrée au cours de la présente étude est comprise entre 144,25 et 146,5 mEq/L. Ces résultats sont légèrement inférieurs à ceux de Lakehal [33] enregistrés chez les poulets de chair de souche Isa 15 (148 mEq/L) et chez la souche Arbor Acres (148,80 mEq/L). En outre, les résultats de la présente étude sont conformes à la valeur usuelle pour le sodium chez le poulet de chair proposée par Campbell [41] (130-160 mEq/L) et Hochleithner [36] (131-171 mEq/L). D'une part, les tourteaux de cajou n'entraînent pas de perte excessive de Na^+ par voie rénale (atteinte

tubulaire, hypoaldostéronisme), par voie digestive (diarrhée), par création d'un troisième compartiment, ou lors de sudation importante. D'autre part, ils n'entraînent pas non plus une augmentation anormale de la natrémie par apport à une alimentation excessive chez la volaille [45].

La kaliémie (K^+) des poulets de chair expérimentaux ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins. La kaliémie enregistrée au cours de notre étude est comprise entre 6,85 et 7,97 mEq/L. Ces valeurs sont supérieures à ceux de Lakehal [33] enregistrés chez les poulets de chair de souche Isa 15 (4,84 mEq/L) et chez la souche Arbor Acres (5,16 mEq/L). Les valeurs de la présente étude sont supérieures à la valeur usuelle pour le potassium chez le poulet de chair proposée par Fontaine [35] (4,6-6,5 mEq/L) et Campbell [41] (2-4 mEq/L). Par contre, ces valeurs sont sensiblement similaires à la valeur usuelle proposée par Hochleithner [36] (3,0-7,3 mEq/L). L'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des volailles pourrait occasionner une légère augmentation de la kaliémie.

La chlorémie (Cl^-) des volailles expérimentales ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins. Les valeurs de la chlorémie enregistrée au cours de la présente étude vont de 93,75 à 105,75 mEq/L. Ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Lakehal [33] enregistrés chez les poulets de chair de souche Isa 15 (113,99 mEq/L) et chez la souche Arbor Acres (112,25 mEq/L). Toutefois, les résultats de la présente étude restent conformes à la valeur usuelle pour le chlore chez le poulet de chair proposée par Fontaine [35] (116-140 mEq/L) et Campbell [41] (100-120 mEq/L). Les tourteaux de cajou n'impactent pas significativement la chlorémie chez les volailles. Ces taux de chlorémie pourraient s'expliquer par un gain excessif en eau [45]. En effet, l'eau de boisson était servie à volonté et deux fois par jour.

La calcémie (Ca^{2+}) des différents lots expérimentaux ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets du lot témoin. Les différentes valeurs de la calcémie enregistrée au cours de notre essai sont comprises entre 87,75 et 97,75 mg/L. Ces résultats sont similaires à ceux de Lakehal [33] enregistrés chez les poulets de chair de souche Isa 15 (106,52 mg/L) et chez la souche Arbor Acres (83,17 mg/L) et de Messabha [37] qui a enregistré des valeurs comprises entre 76 et 101,5 mg/L chez la volaille. Les résultats de la présente étude sont inférieurs à la valeur usuelle pour le calcium chez le poulet de chair proposée par Hochleithner [36] (132-237 mg/L). Par contre, nos résultats sont conformes

aux valeurs usuelles pour le calcium chez le poulet de chair proposées par Fontaine [35] (88-240 mg/L) et Campbell [41] (80-110 mg/L). Les tourteaux de cajou ne provoquent pas de gain excessif, de défaut d'élimination par diminution de l'excrétion urinaire du calcium ou un défaut d'absorption intestinale du calcium [46].

La magnésémie (Mg^{2+}) des volailles expérimentales ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins. La valeur de la magnésémie enregistrée au cours de l'essai est comprise entre 19 et 21,25 mg/L. Les résultats obtenus au cours de cet essai sont sensiblement similaires à ceux obtenus par Lakehal [33] enregistrés chez les poulets de chair de souche Isa 15 (20,15 mg/L) et chez la souche Arbor Acres (20,89 mg/L). Les résultats de la présente étude sont conformes à la valeur usuelle pour le magnésium chez le poulet de chair proposée par Fontaine [35] (12,15-36,45 mg/L). Ce qui voudrait dire que le tourteau de cajou dans la ration de la volaille ne provoque pas d'hypermagnésémie qui peut être corrélée à une atteinte rénale ou à une fatigue musculaire (Carlson et Bruss, 2008). Il ne provoque pas non plus une hypomagnésémie qui pourrait s'expliquer par une carence alimentaire [47].

La phosphatémie des différents lots expérimentaux ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison du lot des sujets témoins. Les valeurs de la phosphatémie enregistrée au cours de la présente étude sont comprises entre 46,5 et 67,75 mg/L. Ces résultats sont sensiblement égaux à ceux de Messabha [37] qui a enregistré des valeurs comprises entre 52,7 et 69,05 mg/L et de ceux obtenus par Lakehal [33] chez les poulets de chair de souche Isa 15 (62,43 mg/L) et chez la souche Arbor Acres (62,73 mg/L). Les résultats de la présente étude sont similaires aux valeurs usuelles pour le phosphore chez le poulet de chair proposée par Fontaine [35] (62-77,5 mg/L), Campbell [41] (50-70 mg/L) et Hochleithner [36] (62-79 mg/L). Le taux un peu bas de la phosphatémie chez les volailles pourrait être dû à une carence en vitamine D, à une alcalose respiratoire ou à une charge trop importante en glucides [48].

5. CONCLUSION

A la fin de notre expérience, l'évaluation des paramètres biochimiques sanguins des poulets de chair expérimentaux hormis le taux de LDL, ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins. Ainsi l'on a pu enregistrer des valeurs comprises entre 1,18 et 1,31g/L comme valeur du cholestérol total (CT) ; 0,187 à 0,327 g/L pour les triglicérides (TG) ;

0,21 à 0,265 g/L pour les cholestérols de haute densité (HDL) et 0,852±0,04 à 0,998±0,10 mmol/L pour les cholestérol de faible densité (LDL). On constate que plus le taux d'incorporation des tourteaux de cajou est élevé dans la ration, plus le taux de LDL est bas. Le bilan lipidique des volailles expérimentales reste conforme aux normes usuelles chez le poulet de chair. En outre, les valeurs des paramètres rénaux des volailles expérimentales enregistrés ne présentent pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins. Hormis, le taux d'urée des volailles (0,1 et 0,115 g/L) qui est supérieur à la norme usuelle (0,01 g/L et $< 0,01$ g/L), les autres paramètres tels que la créatininémie (3 et 3,5 mg/L) et le taux de glycémie (2,05 à 2,3 g/L) restent conformes aux normes usuelles respectivement : (9,09-18,18 mg/L) et (2-5 g/L).

Par ailleurs, les paramètres hépatiques dont la Glutamate Pyruvate Transaminase (TGP) (3,75 à 8,5 UI/L) et le taux de Glutamate Oxaloacétique transaminase (TGO) (359,07 à 365,15 UI/L) des volailles expérimentales ne présentent pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins. Les valeurs enregistrées du taux de TGP sont conformes aux normes usuelles (< 50 UI/L) contrairement au taux de (TGO) enregistré qui est supérieur à la norme usuelle (< 275 UI/L) pour les poulets de chair. Ce qui pourrait être un indicateur de la présence d'une cytolysé hépatique ou une lyse musculaire responsable de l'élévation de la TGO (Lakehal, 2013). L'ionogramme sanguin des volailles expérimentales ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) en comparaison des sujets témoins et seule le taux de kaliémie (K^+) (6,85-7,97 mEq/L) était légèrement supérieure à la valeur usuelle (4,6-6,5 mEq/L) pour les poulets de chair.

En somme, l'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des volaille n'a eu aucun effet néfaste sur la santé des poulets de chair au cours de l'essai. Les tourteaux de cajou ont eu des effets similaires à ceux des tourteaux de soja sur les paramètres biochimiques sanguins des poulets de chair. Les tourteaux de cajou peuvent de ce fait remplacer valablement les tourteaux de cajou dans la ration de la volaille.

REFERENCES

[1] Sourokou S.S., 2014. Performances zootechnico-économiques des poulets de chair (COBB500) nourris aux rations à base de la farine des grains de la variété verte de bissap (*Hibiscus sabdariffa*, LINN.) au Sénégal, Université Cheikh Anta Diop de Dakar : Ecole Inter Etats des Sciences et Médecines Vétérinaires (E.I.S.M.V.) 140p.

- [2] Traoré E. H., 2006. Première évaluation de la situation et de l'importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l'Ouest : Rapport du Sénégal. Rome: FAO.- 52p
- [3] Itavi : 2003. Le marché mondial des viandes de volailles. In : La production de poulets de chair en climat chaud, 2^{ème} éd., Rennes : Ed, ITAVI, 110 p.
- [4] Larbier M., & Leclercq B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Paris : INRA Edition.- 352p.
- [5] Soro D., 2008. Concentration par microfiltration tangentielle et caractérisation d'extraits caroténoïdiques de pomme de cajou. Institut des régions chaudes. Montpellier, SupAgro. Master Recherche Naval, 67p.
- [6] Lautié E., M. Dornier, F. De Souza, M. and M. Reynes., 2001. Les produits de l'anacardier: caractéristiques, voies de valorisation et marchés. Fruits 56: 235-248.
- [7] Al-Busadah KA. (2007): Some biochemical and hematological indices in different breeds of camels in Saudi Arabia. Scientific Journal of King Faisal university (Basic and applied sciences), Vol 8, n° 1.
- [8] Bowes V.A., Julian R.J., Stirtzinger T. (1989): Comparison of serum biochemical profiles of male broilers with female broilers and White Leghorn chickens. Can J Vet Res, 53:7- 11.
- [9] Quintavalla F., Bigliardi E., Bertoni P. (2001): Blood biochemical baseline values in the ostrich (*Struthio camelus*). Università degli studi di Parma. Annali della facoltà di Med Vet, XXI : 61-71.
- [10] Kudair IM, Al-Hussary NAJ. Effect of vaccination on some biochemical parameters in broiler chickens. Iraqi Journal of Veterinary Sciences 2010;24(2):59-64.
- [11] Miranda R., Mundim A., Costa A., Guimaraes R., Silva F. (2008): Serum biochemistry of 4-day old ostriches (*Struthio camelus*). Pesq Vet Braz, 28 N° 9 Rio de Janeiro.
- [12] Shen Xiaoli., Zhiming Zhang., Bin Ja., Ya Tu., Yongzhi Tian. (2008): Blood cell morphology, some hematological and serum biochemistry values of common kestrel (*Falco tinnunculus*). Journal of sustainable development, vol 1 (2).
- [13] Dongo K., (2001): – Etude de l'Evolution du Système d'Assainissement "Eaux usées" de la ville d'Abidjan, DEA Sciences de la Terre, Option Hydrogéologie, Université de Cocody_Abidjan 81p

- [14] BCEOM, (1982). – Bassin de régulation et réseau d'assainissement de la riviera. Rapport d'étude 66p.
- [15] Tapsoba, A. S (1995) – Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Dabou (Sud de la Côte d'Ivoire) : Hydrochimie, isotopie et indice de vieillissement des eaux souterraine. Thèse de doctorat, 3ème cycle, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 200p
- [16] AOAC (1990). Official methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemistry, 15th Edition, Washington DC.
- [17] Dufour D., Larsonneur S., Alarçon F., Brabet C. & Chuzel G. (1994). Improving the bread making potential of cassava four starches. In :Dufour D., G.M.O'Brien, R.Best (Eds). Cassava flour and starch:progress in research and development. International Meeting on cassava flour and starch, 11-15 January 1994. Cali:CIAT, p.133-142.
- [18] AFNOR, 1977. Produits agricoles et alimentaires : Dosages de l'azote en vue du calcul de la teneur en protéines brutes, des cendres brutes, des matières grasses brutes et de l'humidité. Normes français NF V18-100, 101, 104 et 109 respectivement, Octobre 1977.- Paris : AFNOR
- [19] Pago J., 1985. L'élevage en pays tropicaux, Paris, Maisonneuve et Larose, 526 p.
- [20] AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International (16th edn). AOAC International Arlington,VA; 250.
- [21] Sibbald (I.R.) - (1980) - The effects of dietary cellulose and sand on the combined metabolic plus endogenous energy and amino acid outputs of adult cockerels. Poultry Sci. , 59 (4) : 836-844.
- [22] Janssen .W.M.M.A. - (1988) - European table of energy values for poultry feedstuffs. Grafischbedrijf Ponson & Looijen bv Wageningen, 2nd edition: 1-13.
- [23] Larsen K. Clinical Diagnosis and management. 1984.
- [24] Henry J B. Clinical Diagnosis and management. 1984.
- [25] Fasce C F; 1982.Serum Cholesterol determined calorimetrically with enzyme. ClinChem; 18: 901.
- [26] Prencipe L. Clin. Chem. (1982), 28, p.2077-2080.
- [27] Métais P.,Agneray J.,Feraro G.,Fruchart J.C.,Jardillier J.C.,Revol A.,Siest G.,Stahl A. Biochimie clinique,2eme édition. Paris:Simep,1980 :192 p.
- [28] Friedewald W T, Levy RI et Fredrickson DS.(1972) Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clin Chem; 18, 499-502.
- [29] Lacroix E., 2003. Les anacardiens, les noix de cajou et la filière anacarde à Bassila et au Bénin, Projet Restauration des Ressources Forestières de Bassila fiancement GTZ/GFA, 33p.
- [30] 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
- [31] Lessire M., Hallouis J-M., Quinsac A., Peyronnet C., Bouvarel I., 2009. Valeurs énergétique et azotée des nouveaux tourteaux de Colza obtenus par pressage ; comparaison entre coq et poulet. INRA, UR83, 37380 NOUZILLY, CETIOM, rue Monge, Parc Industriel, 33600 PESSAC ; ONIDOL, 12 av. Georges V, 75008, PARIS, ITAVI, 37380 NOUZILLY. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 25 et 26 mars 2009 pp5
- [32] Chafai S. 2006. Effet de l'addition des probiotiques dans les régimes alimentaires sur les performances zootechniques du poulet de chair. Mémoire de magister. Département vétérinaire. 97p.
- [33] Lakehal Nedjoua, 2013. Normes et interprétations des dosages des paramètres biochimiques sanguins chez le poulet de chair. Institut des sciences vétérinaires ; université de Constantine 1 ; Algérie. Pp 214.
- [34] Roskopf W.J., Woerpel R.W. (1984): Clinical experience with avian laboratory diagnostics. Vet Clin North Am, 14:2.
- [35] Fontaine M. (1992): Vade-mecum du vétérinaire. 15ème édition.- volume 2. Chapitre II : Normes biologiques et zootechniques éléments de propédeutique : 763-1024.
- [36] Hochleithner M., (2013). Chapter11: Biochemistries. In: Avian medicine online, by Harrison's bird foods: 223-245
- [37] Messabhia M. 2016. Caractérisation phénotypique et profil biochimique de quelques souches locales de poules. Thèse de magistère. Institut Des Sciences Vétérinaires. p. 105.
- [38] Sahraoui N., Djezzar R., Khoubei A., Guetarni D., Hornick JL. and Mourot J. (2018). Effect of Yucca schidigera and Trigonella graecum natural extract on fatty acid profile of

- turkey meat. Journal of Applied Biosciences,127: 12804-12808.
- [39] Hermier D. et M.J.Chapman (1985). Lipoprotéines plasmatiques et engraissement : description d'un modèle chez le poulet domestique, Gallus domesticus. Station de Recherches avicoles, I.N.R.A., Nouzilly 37380 Monnaie, France. (*) I.N.S.E.R.M. U9, Pa villon Benjamin Delssert Hôpital de la Pitié, 83, bd de l'Hopital, 75013 Paris. *Repro.Nutr.Dévelop.*,1985, 25 (1 B), 235-241.
- [40] Leveille GA, Romsos DR., Yeh YY. and O'Hea EK. (1975). Lipid biosynthesis in the chick A consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulatory mechanisms. *Poult Sci* , 54: 1075-1093.
- [41] Campbell T.W. (2004): Blood chemistry of lower vertebrates. In: 55th Annual meeting of the American College of Veterinary Pathologists (ACVP), and the 39th Annual Meeting of the American Society of Clinical Pathology (ASVCP).
- [42] Lumeij J.T. (1987): A contribution to clinical investigative methods for birds, with special reference to the racing pigeon (*Columba livia domestica*). Utrecht, 186p.
- [43] Cheikhaoui Yasmine; Mokhtari Siham ; Zoubiri Amina.,(2022). Effet de l'*orego-stim* sur la morphométrie des globules rouges et certains paramètres hématologique chez le poulet de chair durant la vie postnatale. Université Mohamad Boudiaf-M'Sila. Faculté des sciences departement de microbiologie et biochimie. Algérie., 59 p.
- [44] Lumeij J.T., Westerhof I. (1987): Blood chemistry for the diagnosis of hepatobiliary disease in birds. *Vet Quarterly*, 9:255-261.
- [45] Carlson G.P., Bruss M. (2008): Fluid, electrolytes, and acid base balance. In: Kaneko, Harvey, Bruss, editors. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6th edition. San Diego Academic press: 529-559.
- [46] Braun J.P., Lefevre H.P. (2008): Kidney function and damage. In Kaneko, Harvey, Bruss, editors. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6th edition. San Diego Academic press: 485-528.
- [47] Meij B.P., Mol J.A. (2008): Adrenocortical function. In: Kaneko, Harvey, Bruss, editors. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6th edition. San Diego Academic press: 351-378.
- [48] Rosol T.J., Capen C.C. (1997): Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In: Kaneko, Harvey, Bruss, editors. *Clinical biochemistry of domestic animals*, 5th edition. San Diego Academic press: 61-702.