



Effets de l'utilisation de *Combretum micranthum* G. Don (Combretaceae) sur quelques paramètres des œufs et de l'état sanitaire des cailles pontes *Coturnix japonica*

Vincent KADJO^{1*}, Koffi Sylvanus Aubert YAO², Brahim KANDE³,
Kouassi Samuel N'ZUE⁴, Wadjé Jérôme N'GLOUAN¹, Ouaton Souleymane SORO¹ et
Assoi Olivier ETCHIAN⁴

¹Département de Biologie Animale, UFR des Sciences Biologiques, Université Peleforo GON COULIBALY, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire de Sciences Biologiques et Géologiques, Département des Sciences et Techniques, Unité de Formation et de Recherche des Sciences Médicales, Université Alassane Ouattara, 01 BP V18 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

³Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité végétale, UFR Sciences de la Nature, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

⁴Laboratoire de Biologie et de Cytologie Animales, UFR Sciences de la Nature, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail : kadjovincient07@gmail.com

Received: 07-07-2025

Accepted: 16-02-2026

Published: 28-02-2026

RESUME

Combretum micranthum est une plante exploitée pour ses propriétés médicinales et nutritionnelles. Face aux problèmes d'antibiorésistance, il s'avère important de trouver des alternatives à l'usage des antibiotiques en aviculture. L'objectif de l'étude est d'évaluer son impact sur quelques paramètres des œufs et de l'état sanitaire des cailles. Le décocté des feuilles de cette plante a été utilisé chez des cailles femelles (*Coturnix japonica*) pendant 90 jours. Ainsi, 3 lots de 18 cailleteaux de 21 jours d'âge ont été constitués. Les rations en eau de breuvage contenant respectivement, 0, 1 et 2 mL du décocté, dans 1000 mL d'eau de robinet, ont été distribuées pour obtenir 3 traitements (T, E1, et E2). Les paramètres du poids, du jaune et des dimensions des œufs enregistrés, étaient similaires dans les 3 lots. Le risque sanitaire des cailles a été évalué. Pour la fonction des reins, le taux d'urée sanguin des cailles des 3 lots est sensiblement égale ($0,12 \pm 0,02$ g/L) au jour 90. Les cailles du lot T et E2 ont enregistré des taux en créatinine identiques ($2,29 \pm 0,59$ mg/L) et étaient inférieures à celle obtenue des cailles du lot E1 ($3,60 \pm 0,44$ mg/L) au jour 111. Quant aux teneurs de TGO et TGP du foie, elles ont évolué de $10,30 \pm 0,33$ à $105,68 \pm 14,32$ UI/L et de $54,53 \pm 10,40$ à $591,61 \pm 84,40$ UI/L respectivement. La plante *Combretum micranthum* pourrait apparaître comme une alternative pour améliorer les paramètres des œufs, de santé et aussi renforcer le système immunitaire des cailles en élevage.

© 2026 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Combretum micranthum*, *Coturnix japonica*, Ponte, Paramètres biochimiques, Santé.

Effects of the use of *Combretum micranthum* G. Don (Combretaceae) on some egg parameters and health status of laying quails *Coturnix japonica*

ABSTRACT

Combretum micranthum is a plant exploited for its medicinal and nutritional properties. Faced with the problems of antibiotic resistance, it is important to find alternatives to the use of antibiotics in poultry farming. The objective of the study is to evaluate its impact on some parameters of eggs and the health status of quails. The leaves decoction of this plant was used in female quail (*Coturnix japonica*) for 90 days to evaluate its impact on some egg and quail health parameters. Thus, 3 batches of 18 quails of 21 days of age were formed. Beverage water rations containing 0, 1 and 2 mL of decoction, respectively, in 1000 mL of tap water, were distributed to obtain 3 treatments (T, E1, and E2). The parameters of weight, yolk and dimensions of the eggs registered were similar in the 3 batches. The health risk has been assessed. For kidney function, the blood urea level of quail from the 3 batches is approximately equal (0.12 ± 0.02 g/L) on day 90. Quail in Batch T and E2 had identical creatinine levels (2.29 ± 0.59 mg/L) and were lower than quail in Batch E1 (3.60 ± 0.44 mg/L) on Day 111. As for the levels of TGO and TGP in the liver, they changed from 10.30 ± 0.33 to 105.68 ± 14.32 IU/L and from 54.53 ± 10.40 to 591.61 ± 84.40 IU/L respectively. The *Combretum micranthum* plant could appear as an alternative to improve the parameters of eggs, health and also strengthen the immune system of quail in farming. © 2026 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords : *Combretum micranthum*, *Coturnix japonica*, Egg-laying, Biochemical parameters, Health

INTRODUCTION

L'aviculture s'est principalement intéressée à la production d'œufs de poule et de poulets de chair. Depuis un certain temps, l'élevage de la caille apparaissant comme une nouvelle piste de diversification des produits avicoles, a attiré l'attention de la communauté (Ukashatu et al., 2014). La cotiniculture offre aux consommateurs de nouveaux choix de goût et permet de répondre à la demande de plus en plus accrue en protéines animales (Ukashatu et al., 2014). La caille, élevée pour sa chair et ses œufs est riche en nutriments (Kayang et al., 2006). Dans les pays en développement, l'aviculture apparaît comme une activité garantissant la sécurité alimentaire et pourvoyeuse d'emploi (Dahouda et al., 2009; Berger et al., 2013). Cependant la filière avicole est confrontée à des difficultés liées aux maladies (Gumboro, Newcastle, Influenza aviaire...). Aussi, les coûts élevés des intrants pour l'alimentation et des produits vétérinaires réduisent considérablement le revenu des éleveurs (Angbo-Kouakou et al., 2020). Malgré toutes ces qualités et l'importance qui lui est accordée dans le monde (Djitie et al., 2015), l'élevage de la caille en Côte d'Ivoire présente des performances relativement faibles

(Kandé et al., 2025). Par ailleurs, les mésusages des antibiotiques dans les élevages avicoles, ont engendré une antibiorésistance (Van Boeckel et al., 2015). Cette résistance suscite beaucoup d'inquiétude tant au niveau de la santé publique, la sécurité alimentaire et du développement durable des élevages (WHO, 2020). Dans le contexte actuel, les chercheurs font recours aux thérapies ancestrales basées sur les plantes médicinales ou intrants naturels face aux maladies liées à la production en occurrence la chute de ponte, les problèmes métaboliques et les maladies parasitaires. Ces intrants incluent des plantes médicinales, des huiles essentielles, des probiotiques et des produits fermentés, qui peuvent renforcer l'immunité des volailles et agir directement comme agents antimicrobiens. Certaines plantes tropicales ont des vertus thérapeutiques (Farombi, 2003). C'est le cas de *Combretum micranthum* G. Don (Combretaceae), communément appelé le «kinkéliba».

Cette espèce végétale est reconnue pour ses vertus diurétiques, cholagogues, dépuratives et digestives (Kane, 2003; Welch et al., 2018). Ces vertus sont associées à la présence de composés organiques dont les flavonoïdes, les alcaloïdes, les

terpénoïdes/stéroïdes, et des acides aminés (Olschwang et al., 1991). Les minéraux tels que le nitrate de potassium, le calcium, le magnésium, le potassium, le sodium, le fer et le zinc ont également été signalés (Yapo et al., 2014 ; Tine et al., 2023). Des travaux antérieurs sur l'activité cholérétique du décocté du kinkéliba (Kane, 2003) et l'effet hypoglycémiantes (Welch et al., 2018) de cette espèce végétale ont été bien démontrée sur les rats *Wistar*. Cependant, il existe peu de données sur l'utilisation de cette plante en aviculture. *Combretum micranthum* est une plante riche en composés chimiques et biochimiques. Elle serait un bon complément alimentaire tout en renforçant l'immunité sans toutefois représenter un risque de santé. Ainsi, le présent travail a été mené en vue d'évaluer les effets du kinkéliba sur quelques paramètres des œufs et de l'état sanitaire des cailles pontes *Coturnix japonica*.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Matériel biologique d'origine animale

Cette étude a porté sur 54 cailleaux femelles de l'espèce *Coturnix japonica* âgés de 3 semaines. Le poids moyen des cailles était de $129,14 \pm 18,96$ g. Les cailleaux étaient issus de la ferme expérimentale de l'Université NANGUI ABROGOUA.

Matériel biologique d'origine végétale

Les feuilles de *Combretum micranthum* de la famille des Combretaceae utilisées dans cette étude, ont été cueillies dans l'enceinte de ladite université au environ de 10 heures. Ces feuilles ont été lavées à l'eau puis étalées de façon homogène sur du papier aluminium au laboratoire du Pôle de Production Animale. Les feuilles ont été séchées à l'ombre (27 à 28°C). Après séchage, elles ont été moulues dans un broyeur-mixeur (Silver crest®, Allemagne) pour obtenir de la poudre.

Matériel de mesure des œufs et des cailles

Les cailles ont été pesées à l'aide d'une balance électronique de marque SARTORIUS de capacité 1200 g et de précision 0,01 g. Les œufs ont été mesurés à l'aide d'un vernier électronique de marque Dasqua® de longueur 200 mm et de précision 1 mm.

Matériel de mesure des paramètres biochimiques

Les analyses biologiques ont été réalisées à l'aide de l'appareil RAYTO CHEMRAY 120000®. Quant à la teneur de LDL cholestérol sanguin, elle a été déterminée par le RAYTO RT 9200®.

Méthodes

Zone d'étude

Cette étude s'est déroulée à la ferme expérimentale de l'Université NANGUI ABROGOUA (Abidjan, Côte d'Ivoire). Cette université est située entre 5.360° et 5.440° de latitude Nord et 4.050° et 3.960° de longitude Ouest. Le climat dans cette zone est de type équatorial (Tapsoba, 1995). La température moyenne était d'environ 27,4°C et l'humidité relative était généralement autour de 87% (Kablan, 2016). Ce travail a été réalisé dans la période d'octobre à décembre 2024.

Dispositif expérimental

Cette étude a nécessité 54 cailleaux femelles âgées de 21 jours. Trois lots homogènes de 18 cailleaux ont été constitués: un lot témoin (lot T) a été abreuvé de l'eau de robinet et deux lots (lot E1 et lot E2) ont reçu un breuvage contenant respectivement 1 mL et 2 mL de la décoction de kinkéliba jusqu'au 90^{ème} jour. Chaque lot a été subdivisé en trois sous-lots de 6 cailleaux. Les cailles ont été élevées en cage collective de dimension (L x l x h) 50 x 20 x 15 cm³. Elles ont été nourries avec l'aliment croissance jusqu'au 40^{ème} jour puis l'aliment ponte IVOGRAIN®.

Préparation du décocté

Une décoction a été réalisée à partir de 400 g de poudre végétale mélangés à 4 L d'eau de robinet, puis le tout a été porté à ébullition. Après ébullition, le décocté a été filtré sous vide à l'aide d'un entonnoir et du coton hydrophile.

Prélèvement et traitement du sang des cailles

Le sang des cailles a été collecté dans des tubes secs sans anticoagulant puis transporté dans des bacs à glace jusqu'au laboratoire. Ces échantillons ont été centrifugés à 3000 tr/min pendant 10 min dans une centrifugeuse réfrigérée à 4°C (Amoikon et al., 2012). Le sérum obtenu a été conditionné

dans des tubes à hémolyse et conservé à 2°C avant les analyses biochimiques.

Dosage des paramètres biochimiques sanguins

Les paramètres biochimiques lipidiques à savoir le cholestérol total, HDL cholestérol, LDL cholestérol et les Triglycérides ont été déterminés par la méthode colorimétrique. La méthode enzymatique a permis de déterminer les teneurs en TGO (ASAT) et en TGP (ALAT).

Détermination de la teneur en urée

Ce test a été réalisé par dosage cinétique dont le début de la réaction était linéaire dans un intervalle de temps défini (Kaplan et Pesce, 1989). La décroissance initiale de la densité optique à 340 nm était proportionnelle à la concentration d'urée dans l'échantillon.

Détermination de la teneur en créatinine sanguine

La créatinémie a été dosée selon Henry et al. (1974). Ce test s'est basé sur une méthode colorimétrique. La créatinine a réagi avec le picrate dans une solution alcaline, pour former un complexe coloré jaune-orangé. Le produit de la réaction a été mesuré par un spectrophotomètre à 492 nm.

Détermination de la teneur en cholestérol total sanguin

La cholestérolémie a été dosée selon le test enzymo-colorimétrique (Allain et al., 1974). Le cholestérol et ses esters ont été séparés des lipoprotéines par des détergents.

Détermination de la teneur en cholestérol HDL sanguin

Le surnagent obtenu après centrifugation contient les lipoprotéines de haute densité (HDL) dont le cholestérol a été dosé par la cholestérol-oxydase (Allain et al., 1974).

Détermination de la teneur en cholestérol LDL sanguin

Le surnagent obtenu après centrifugation contenant les lipoprotéines non-LDL ont été solubilisées par le détergent 1. Le cholestérol généré était soumis à l'action cholestérol oxydase et cholestérol estérase pour donner un composé incolore. Le détergent 2 a solubilisé le cholestérol LDL en une réaction colorée proportionnelle à sa concentration.

Détermination de la teneur en TGO et TGP

La méthode utilisée pour le dosage de TGO était celle de Henny, 2009 (Conforme aux recommandations de l'IFCC). Quant au dosage de TGP, la méthode utilisée était celle de Wroblewski et LaDue (1956) optimisée par Bergmeyer et al., 1986 (Conforme aux recommandations de l'IFCC).

Détermination de la teneur en triglycérides sanguins

Le dosage des triglycérides circulants dans le sang a été fait selon le test enzymo-colorimétrique de Fossati et Prencipe (1982). Dans son principe, les triglycérides ont été hydrolysés en glycérol et en acides gras libres.

Mesure des œufs

Les œufs ont été pesés à l'aide d'une balance électronique. Le vernier électronique a permis de déterminer la longueur et le diamètre des œufs. La longueur (T) correspondait au grand axe et le diamètre (D) la plus grande dimension perpendiculaire au grand axe de l'œuf. Toutes les semaines, cinq (5) œufs ont été pris au hasard dans chaque lot. Le poids du jaune et de la coquille des œufs ont été déterminés. Le poids de la coquille a été obtenu après séchage à l'étuve

Indice du risque sanitaire

Toutes les cailles ont été contrôlées 2 fois par jour (8h-9h et 15h-16h) pour identifier les animaux morbides ou morts tout au long de l'essai avec notation sur la fiche de suivi sanitaire. L'indice de risque sanitaire (IRS) a été obtenu par le cumul du taux des cailles mortes et des morbides.

$$\text{Indice de risque sanitaire} = \% \text{ mortalité} + \% \text{ morbidité}$$

$$\% \text{ de mortalité} = \frac{\text{Nombre de morts}}{\text{Effectif total}} \times 100$$

$$\% \text{ de morbidité} = \frac{\text{Nombre de morbidité}}{\text{Effectif total}} \times 100$$

Analyses statistiques

Les conditions de normalité (test W de Shapiro-Wilk) et d'homogénéité des variances (test de Leven) ont été testées. L'analyse de variance (ANOVA) à un facteur a été utilisée

pour tester l'effet du breuvage sur le poids des œufs, des coquilles, du jaune d'œuf et les paramètres biologiques sanguins. Elle a été suivie du test de comparaison multiple de Tukey entre les lots. L'impact du breuvage sur l'indice du risque sanitaire a été analysé et les proportions ont été comparées deux à deux à l'aide d'un test G qui est l'équivalent du test Khi-deux. Ces tests ont été réalisés à l'aide du logiciel R version 3.0.3 au seuil de significativité 0,05.

RESULTATS

Effet du décocté sur les paramètres biochimiques des cailles

Effet de l'extrait aqueux du kinkéliba sur l'urée et la créatinine des cailles traitées

Au début de l'essai (J21), les teneurs en urée et en créatinine étaient respectivement de $0,1 \pm 0,01$ g/L et $1 \pm 0,48$ mg/L chez les cailles avant l'ingestion de la décoction. Au jour 35, les teneurs en urée étaient similaires dans les différents lots de cailles. Ces valeurs étaient de $0,12 \pm 0,02$ g/L pour les cailles du lot T et de $0,11 \pm 0,02$ chez celles des lots E1 et E2. Quant aux cailles témoins, la teneur sanguine en urée était faible ($0,10 \pm 0,01$ g/L) par rapport aux lots E1 ($0,12 \pm 0,02$ g/L) et E2 ($0,15 \pm 0,01$ g/L) au jour 111. Au J35, les teneurs sanguines en créatinine des cailles du lot E1 et E2 étaient des valeurs identiques. Il en était de même pour la teneur en créatinine des cailles témoins. Ces teneurs étaient de $3,78 \pm 0,06$ mg/L pour les cailles témoins, $2,96 \pm 0,16$ pour le lot E1 et $3,02 \pm 0,28$ pour le lot E2. Au J111, les cailles du lot T et E2 ont enregistré des teneurs en créatinine sanguine sensiblement identiques ($2,40 \pm 0,91$ et $2,17 \pm 0,27$ mg/L). Cependant, ces teneurs étaient inférieures à celle obtenue des cailles du lot E1 ($3,60 \pm 0,44$ mg/L) (Tableau 1). Toutefois, aucune différence significative n'a été observée entre les teneurs en urée des 3 lots ($P > 0,05$).

Effet de l'extrait aqueux du kinkéliba sur le bilan lipidique des cailles traitées

Les teneurs en cholestérol total, HDL cholestérol, LDL cholestérol et en triglycérides sanguins des cailles au J21 étaient

respectivement de $1,7 \pm 0,14$ g/l, $0,605 \pm 0,05$ g/l, $0,695 \pm 0,08$ g/l et de $2,005 \pm 0,05$ g/l chez les cailles. Les teneurs en cholestérol total sanguin ont varié de $1,66 \pm 0,38$ à $3,49 \pm 0,79$ g/l chez les cailles de T, E1 et E2 au J35. La valeur la plus élevée a été enregistrée dans le lot E2 ($3,49 \pm 0,79$ g/l). La même observation a été faite au J35 dans les différents lots de cailles. Cependant, la plus petite teneur en cholestérol total était celle du lot E2 ($1,38 \pm 0,59$ g/l). En ce qui concerne le HDL cholestérol, la teneur obtenue chez les cailles ayant ingéré l'eau de robinet était de $0,44 \pm 0,12$ g/L. Cette teneur était plus faible de 1,59 fois et de 1,93 fois comparativement à celles des lots E1 et E2 respectifs au J35. Au J111, les teneurs de HDL cholestérol sanguin étaient similaires dans les lots T et E1. Ces teneurs étaient de $0,49 \pm 0,11$ g/L pour T et de $0,42 \pm 0,04$ g/L pour E1. La teneur la plus élevée était celle de E2 ($0,64 \pm 0,16$ g/L). Au J21, les teneurs en LDL cholestérol sanguin des cailles de T, E1 et E2 étaient respectivement de $0,74 \pm 0,26$, $1,38 \pm 0,42$ et de $1,52 \pm 0,54$ g/L. Quant aux teneurs au J111, elles ont fluctué de $0,71 \pm 0,54$ à $1,21 \pm 0,38$ g/L. Les valeurs de T étaient élevées comparées aux teneurs de E1 et E2.

Au J21, la teneur en triglycérides sanguins des cailles de E2 était en hausse de 2,17 fois et de 1,38 par rapport aux lots E1 et T. La teneur de T était de 2,39 g/L. En revanche, les teneurs de triglycérides sanguins de T et E1 étaient similaires. Elles étaient respectivement de $11,05 \pm 0,47$ et de $11,04 \pm 2,61$ g/L. Ces teneurs étaient plus élevées de 3,34 que celle des cailles de E2 au J111 (Tableau 2). Ainsi, les teneurs en cholestérol total, HDL cholestérol, LDL cholestérol et en triglycérides sanguins déterminés chez les cailles étaient statistiquement similaires dans tous les lots ($P > 0,05$).

Effets de l'extrait aqueux du kinkéliba sur les marqueurs enzymatiques du foie des cailles traitées

Au J21, les teneurs de TGO et TGP étaient respectivement de $10,54 \pm 1,11$ UI/L et de $357,31 \pm 40,69$ UI/L. Au J35, le TGO des cailles ont fluctué de $17,84 \pm 6,23$ à $135,87 \pm$

6,72 UI/L. La faible teneur a été enregistrée chez les témoins ($17,84 \pm 6,23$ UI/L) et $135,87 \pm 6,72$ UI/L était la teneur la plus élevée obtenue dans le lot expérimental E2. Les teneurs en TGO et TGP sanguins des lots E1 et E2, étaient statistiquement similaires et différentes de celle de T. Ce résultat était controversé à J111 selon lequel la teneur de TGO sanguin des caillles du lot E2 était inférieure ($10,30 \pm 0,33$ UI/L) à celles de leurs congénères de T ($15,12 \pm 9,26$ UI/L) et E1 ($14,07 \pm 4,77$ UI/L). Pour ce qui était du TGP sanguin, les caillles témoins ont eu une teneur inférieure ($54,53 \pm 10,40$ UI/L) comparée à celle des caillles de E1 et E2 au J35. La teneur en TGP sanguin était de $90,12 \pm 11,28$ UI/L et de $105,0 \pm 8,69$ UI/L pour E2. Au J111, la teneur de TGP sanguin des caillles du lot E1 ($591,61 \pm 84,40$ UI/L) était respectivement plus élevée que celles du lot T ($519,56 \pm 200,38$ UI/L) et E2 ($307,44 \pm 12,99$ UI/L) (Tableau 3). Toutefois, les valeurs en TGP sanguins étaient statistiquement différentes dans les trois lots (T, E1 et E2) ($P < 0,05$).

Effets de l'extrait aqueux du kinkéliba sur la qualité des œufs de caille

Poids des œufs de caille

Les pesées ont été réalisées sur les œufs afin d'apprécier l'impact du décocté de kinkéliba sur leurs performances pondérales. La période de 40-55J, le poids des œufs de caille des lots T, E1, E2 était sensiblement égale ($9,62 \pm 0,53$ g ; $9,81 \pm 0,58$ g et $10,43 \pm 0,71$ g). En revanche, dans la 2nd tranche d'âge (56-111J), le poids des œufs de caille a connu une augmentation de 1, 1,09 g et de 0,63 g consécutivement aux poids précédents (Figure 1). Cependant, aucune différence significative n'a été observée au niveau du poids des œufs ($P > 0,05$).

Indices de formes des œufs de caille

Analyse des paramètres morphométriques des œufs de caille

De 40-55 Jours, les œufs ont eu une longueur (T) et un diamètre (D) similaires dans les 3 différents lots (Figure 2). Les valeurs des longueurs étaient de $30,21 \pm 1,11$ pour les œufs

de T, de $30,41 \pm 0,97$ de E1 et de $30,80 \pm 1,09$ mm de E2. Quant aux diamètres des œufs, les données enregistrées étaient de $23,78 \pm 0,56$ pour T, $24,07 \pm 0,62$ pour E1 et $24,45 \pm 0,75$ pour E2. De 56-111J, les dimensions obtenues au niveau des longueurs et des diamètres des œufs de T, E1 et E2 étaient sensiblement identiques. Il en était de même pour les valeurs des diamètres des œufs. Les moyennes déterminées étaient de $31,68 \pm 0,53$ mm pour les longueurs et de $25,15 \pm 0,37$ mm pour les diamètres des œufs. Toutefois, aucune différence significative n'a été observée au niveau des longueurs et des diamètres des œufs ($P > 0,05$).

Poids du jaune d'œuf de caille

Le poids du jaune d'œuf de caille des lots T, E1 ET E2 était statistiquement similaire durant l'essai. Les valeurs du poids du jaune d'œuf étaient comprises entre $3,08 \pm 0,40$ et $3,62 \pm 0,44$ g (Figure 3). Par ailleurs, aucune différence significative n'a été observée au niveau du poids du jaune d'œuf ($P > 0,05$).

Poids des coquilles d'œuf de caille

Le poids des coquilles des œufs était presque identique dans tous les lots (T, E1 et E2). Le poids de la coquille des oeufs de caille a varié entre $1,24 \pm 0,13$ et $1,4 \pm 0,2$ g. Du 40-55J, les moyennes étaient de $1,28 \pm 0,21$ pour T, $1,4 \pm 0,2$ pour E1 et $1,38 \pm 0,17$ pour E2. Du 56-111J, les valeurs moyennes du poids des coquilles de T, E1 et E2 étaient respectivement $1,35 \pm 0,23$, $1,32 \pm 0,15$ et $1,24 \pm 0,13$ (Figure 4). Toutefois, aucune différence significative n'a été observée au niveau du poids de la coquille des œufs ($P > 0,05$).

Statut sanitaire

Entre le 21^{ème} et le 39^{ème} jour d'âge, le taux de mortalité était similaire dans les lots T, E1 et E2. Le même constat a été fait au niveau de la morbidité et l'indice de risque sanitaire (IRS). Ainsi, les caillles ayant été abreuvées à l'eau de robinet et celles du lot E2 ont enregistré respectivement 16,7% et 11,2%. Cependant, l'IRS du lot E1 était de 0% et ne présente pas de différence significative quel que soit la nature du breuvage des caillles

($P > 0,05$). Les cailles du lot T ont eu une mortalité élevée (41,2%) comparée à celle des lots E1 (0%) et de E2 (23,5%) entre le 40^{ème} et 111^{ème} jour. Quant à la morbidité, elle était identique dans les 3 lots. Le taux de morbidité obtenu dans chaque lot, était de 17,6%. L'IRS était élevé chez les cailles des lots T (58,8%) et E2 (41,1%) et faible dans le lot E1 (17,6%). Ces valeurs étaient statistiquement similaires entre les lots de caille T et E2 ($P > 0,05$). Au cours de l'essai (21-111J) les taux de mortalité

de 44,4% et 27,8% ont été enregistrées respectivement chez les cailles des lots T et E2. Mais, aucune mortalité n'a été observée chez les cailles du lot E1. Chez les cailles, la morbidité était élevée consécutivement dans les lots T (27,8%), E2 (23,5%) et E1 (17,6%). Il en était de même pour l'IRS. Les valeurs enregistrées étaient respectivement 72,2%, 41,1% et 17,6%. Cependant une différence significative a été observée entre les 3 lots de caille ($P < 0,05$) (Tableau 4).

Tableau 1 : Teneurs en urée et en créatinine sanguines des cailles expérimentales et témoins.

Age des cailles	Paramètres biochimiques	Lots			
		T	E1	E2	P>F
J21	Urée (g/L)	0,1 ± 0,01	-	-	
	Créatinine (mg/L)	1 ± 0,48	-	-	
J35	Urée (g/L)	0,12 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,01	NS
	Créatinine (mg/L)	3,78 ± 0,06	2,96 ± 0,16	3,02 ± 0,28	NS
J111	Urée (g/L)	0,10 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,15 ± 0,00	NS
	Créatinine (mg/L)	2,40 ± 0,91	3,60 ± 0,44	2,17 ± 0,27	NS

T : Témoin ; E1: Essai avec décocté du kinkéliba à 1 mL; E2 : Essai avec décocté du kinkéliba à 2 mL; F : Statistique de Fisher; P = Probabilité ; ^{NS} ($P > 0,05$): Différence non significative par rapport au témoin, * ($P < 0,05$): Différence significative par rapport au témoin.

Tableau 2 : Teneurs en cholestérol total, HDL cholestérol, LDL cholestérol et en triglycérides sanguines des cailles expérimentales et témoins.

Age des cailles	Paramètres biochimiques	Lots			
		T	E1	E2	P>F
J21	Cholestérol total (g/L)	1,7 ± 0,14	-	-	
	HDL cholestérol (g/L)	0,605 ± 0,05	-	-	
	LDL cholestérol (g/L)	0,695 ± 0,08	-	-	
	Triglycérides (g/L)	2,005 ± 0,05	-	-	
J35	Cholestérol total (g/L)	1,66 ± 0,38	2,93 ± 0,16	3,49 ± 0,79	NS
	HDL cholestérol (g/L)	0,44 ± 0,12	0,70 ± 0,11	0,85 ± 0,18	NS
	LDL cholestérol (g/L)	0,74 ± 0,26	1,38 ± 0,42	1,52 ± 0,54	NS
	Triglycérides (g/L)	2,39 ± 0,39	3,30 ± 1,0	5,19 ± 0,83	NS
J111	Cholestérol total (g/L)	2,15 ± 0,53	2,31 ± 0,47	1,38 ± 0,59	NS
	HDL cholestérol (g/L)	0,49 ± 0,11	0,42 ± 0,04	0,64 ± 0,16	NS
	LDL cholestérol (g/L)	1,21 ± 0,38	0,71 ± 0,54	0,85 ± 0,01	NS
	Triglycérides (g/L)	11,05 ± 0,47	11,04 ± 2,61	3,31 ± 0,17	NS

T : Témoin ; E1: Essai avec décocté du kinkéliba à 1 mL; E2 : Essai avec décocté du kinkéliba à 2 mL; F : Statistique de Fisher; P = Probabilité ; ^{NS} ($P > 0,05$): Différence non significative par rapport au témoin, * ($P < 0,05$): Différence significative par rapport au témoin.

Tableau 3: Teneurs de TGO et TGP sanguines des cailles expérimentales et témoins.

Age des cailles	Paramètres biochimiques	Lots			
		T	E1	E2	P>F
J21	TGO (UI/L)	10,54 ± 1,11	-	-	
	TGP (UI/L)	357,31 ± 40,69	-	-	
J35	TGO (UI/L)	17,84 ± 6,23 ^a	105,68 ± 14,32 ^b	135,87 ± 6,72 ^b	*
	TGP (UI/L)	54,53 ± 10,40 ^a	90,12 ± 11,28 ^b	105,0 ± 8,69 ^b	*
J111	TGO (UI/L)	15,12 ± 9,26	14,07 ± 4,77	10,30 ± 0,33	NS
	TGP (UI/L)	519,56 ± 200,38 ^a	591,61 ± 84,40 ^b	307,44 ± 12,99 ^c	*

T : Témoin ; E1: Essai avec décocté du kinkéliba à 1 mL; E2 : Essai avec décocté du kinkéliba à 2 mL; F : Statistique de Fisher ; P = Probabilité ; ^{NS} (P > 0,05): Différence non significative par rapport au témoin, * (P < 0,05): Différence significative par rapport au témoin ; ^{abc} : Les valeurs de la même ligne ayant des lettres en exposant différentes sont statistiquement différentes

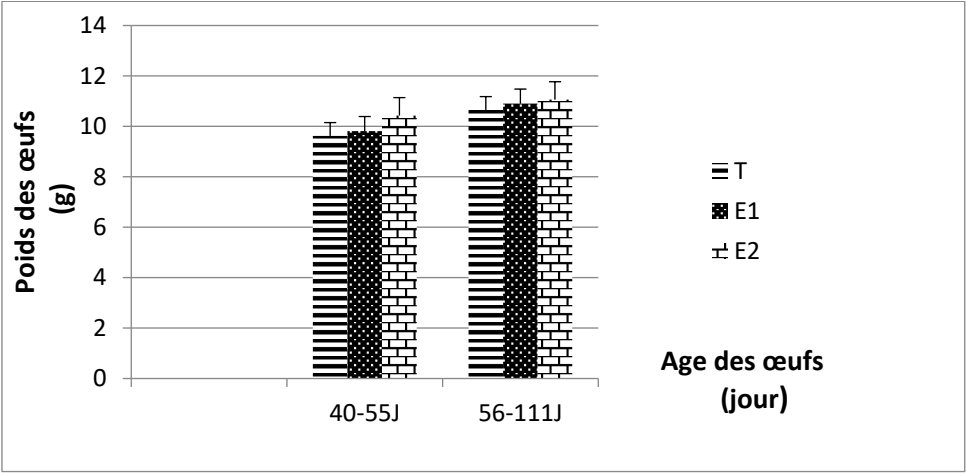


Figure 1: Evolution du poids des œufs de caille expérimentale et témoin.

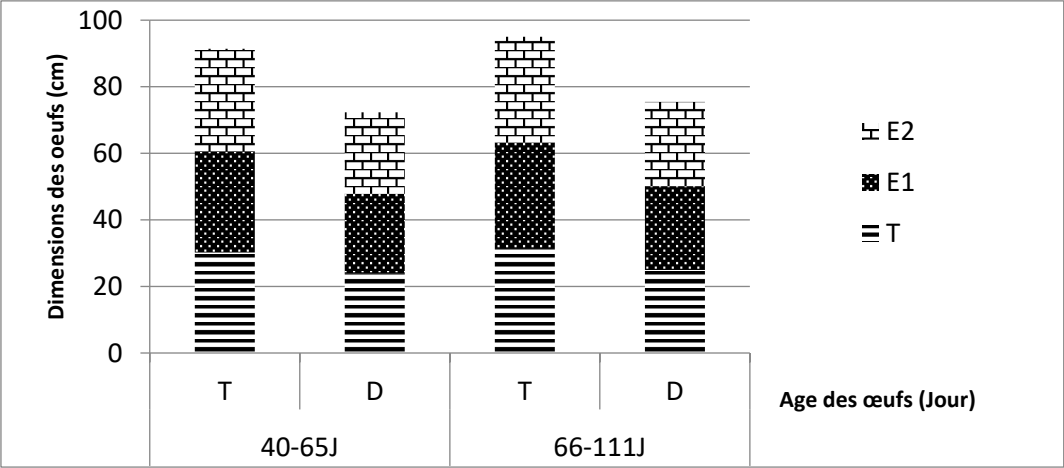


Figure 2: Paramètres morphométriques des œufs de caille expérimentale et témoin.

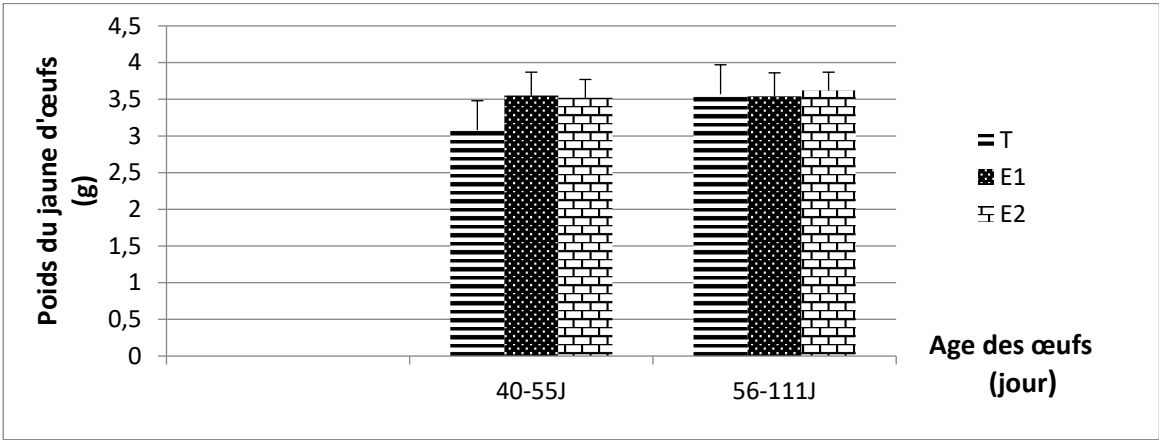


Figure 3: Evolution du poids de jaune d'œufs de caille expérimentale et témoin.

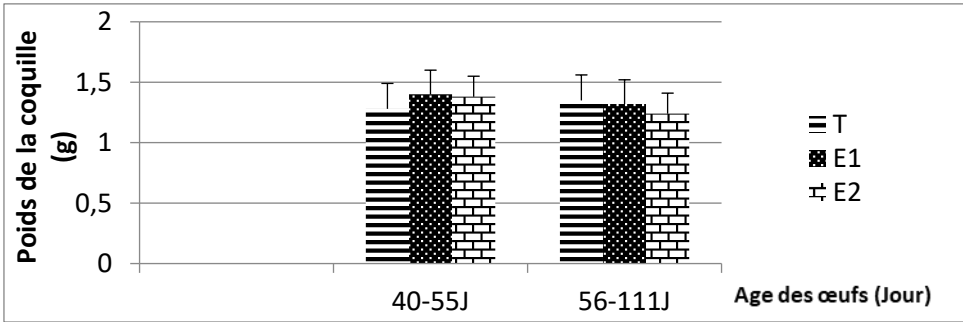


Figure 4: Evolution du poids de la coquille des œufs de caille expérimentale et témoin.

Tableau 4: Données sanitaires enregistrées par période en fonction du breuvage des cailles

	Lots			LRS (G)	P> G
	T	E1	E2		
21-39j					
Effectif	18	18	18		
Mortalité	5,6%	0%	5,6%	0,09	NS
Morbidité	11,1%	0%	5,6%	0,16	NS
IRS	16,7%	0%	11,2%	0,24	NS
40-111j					
Effectif	17	18	17		
Mortalité	41,2%	0%	23,5%	0,59	NS
Morbidité	17,6%	17,6%	17,6%	0,01	NS
IRS	58,8% ^a	17,6% ^b	41,1% ^a	0,26	*
21-111j					
Effectif	18	18	18		
Mortalité	44,4%	0%	27,8%	0,64	NS
Morbidité	27,8%	17,6%	23,5%	0,04	NS
IRS	72,2% ^a	17,6% ^b	41,1% ^a	0,38	*

T : Témoin ; E1: Essai avec décocté du kinkéliba à 1 mL; E2 : Essai avec décocté du kinkéliba à 2 mL; G : Test G ; P = Probabilité ; ^{NS} (P > 0,05): Différence non significative par rapport au témoin, * (P < 0,05): Différence significative par rapport au témoin ; ^{abc} : Les valeurs de la même ligne ayant des lettres en exposant différentes sont statistiquement différentes; LRS : Log likelihood ratio statistic,

DISCUSSION

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact du décocté de *Combretum micranthum* «kinkéliba» sur quelques paramètres biochimiques sanguins et les performances de production chez des cailles en croissance. L'intérêt du dosage des paramètres biochimiques sanguins dans les études de phytothérapie implique que l'excès ou le déficit de production d'une substance synthétisée par un organe est révélateur d'un dysfonctionnement de celui-ci (Pellet et Young, 1980). C'est ainsi que les paramètres sanguins du foie (TGO et TGP) du rein (l'urée et la créatinine) et le bilan lipidique (cholestérol total, HDL cholestérol, LDL cholestérol, Triglycérides) ont été dosés.

Les valeurs sanguines en urée des cailles des lots E1 et E2 étaient normales comparées à celle des cailles témoins quel que soit la période de prélèvement. En effet, l'urée provient de la destruction des protéines et son excrétion se fait via les reins. Les teneurs en urée sanguine obtenues, montrent que les protéines ont été bien digérées. Ces résultats reflètent le bon fonctionnement des reins (Kouakou et al., 2016).

La créatinine des cailles, variant de $1 \pm 0,48$ à $3,78 \pm 0,06$ mg/L, était normale et ne présentait pas de différence significative quel que soit le breuvage ingéré par les cailles. Le taux sanguin de créatinine est un indicateur de la fonction rénale (Séronie-Vivien et al., 2004). Sa production est relativement constante et évolue en fonction du poids corporel de l'individu. Une modification du taux de créatinine dans le sang serait liée à la formation de calculs rénaux (Williams, 1994 ; Bankir, 1996; Brunette, 1997). Elle est éliminée uniquement par les reins à travers le glomérule (Pierre et al., 2010). Ainsi, une faible production de créatinine atteste d'une anomalie dans la physiologie rénale de ces animaux (Coffi et al., 2014).

Les teneurs en cholestérol total sanguin étaient normales chez les cailles ayant reçu le décocté à 1ml/L et 2 ml/L d'eau et sensiblement égale aux cailles qui ont été abreuvé à l'eau de robinet. Quant aux teneurs en cholestérol HDL sanguin, elles étaient

normales et similaire, quel que soit le breuvage ingéré. Il en est de même pour les teneurs en cholestérol LDL sanguin. Les valeurs normales en cholestérol sanguin déterminées chez les cailles confirment une absence de perturbation du métabolisme du cholestérol (Seyrek et al., 2004). Les teneurs en cholestérol obtenues pourraient se justifier par de faibles teneurs en lipides et en acides gras saturés dans l'aliment et le breuvage proposé. En effet, les cas d'hypercholestérolémie sont liés à une alimentation enrichie en acides gras saturé au-delà d'un certain seuil (Lutz et al., 1994 ; Zulet et al., 1999).

Le taux des triglycérides des cailles de T, E1 et E2 augmentent avec l'âge. Les triglycérides sanguins proviendraient de 3 sources à savoir l'aliment (lipides exogènes), la synthèse hépatique (lipides endogènes) et l'hydrolyse des triglycérides des réserves adipeuses, fournissant les acides gras libres plasmatiques (Legrand, 2025). Ces acides gras seraient à l'origine de la synthèse des triglycérides vitellins chez la caille. La similarité des teneurs en triglycérides sanguins montre un bon fonctionnement du foie.

Les TGO (ASAT) des cailles sont similaires hormis les teneurs des cailles ayant reçu le décocté pendant les deux semaines. Cette période d'adaptation serait éprouvante pour les organes vitaux (foie, cœur et rein). Les teneurs en TGP ou ALAT sanguin étaient élevées tant chez les cailles témoins que chez celles ayant ingéré le décocté. L'augmentation des transaminases n'est pas forcément synonyme de pathologie. Elle pourrait être liée à l'heure de prélèvement du sang ou à une activité physique intense des volailles ou d'une cholestase.

Le poids de la coquille et du jaune d'œufs des cailles ayant ingéré le breuvage à 1 et 2 mL de décocté, ont eu sensiblement des poids similaires durant l'essai. Il en était de même pour les mensurations et du poids des œufs. Ces résultats confirment les vertus que renferme le kinkéliba (Yapo et al., 2014 ; Tine et al., 2023). Concernant l'état sanitaire des animaux, l'IRS était faible chez les cailles abreuvées au décocté à 1ml/L d'eau suivi de celles de 2 ml/L et de l'IRS des cailles témoins.

La décoction de kinkéliba a contribué au maintien de l'état sanitaire des volailles au dosage de 1ml/L d'eau. Cette plante renferme des flavonoïdes, alcaloïdes, des acides organiques, des terpenoïdes, des minéraux qui ont des actions antibactériennes, antivirales, antioxydantes, antidiabétiques, anti-inflammatoires, activités analgésiques, antihypertenseurs, néphroprotectrices, hépatoprotectrices, anxiolytiques, anticholinestérase et antidiarrhéiques (Yapo et al., 2014; Tine et al., 2023). Ces propriétés pharmacologiques participent au bien-être de l'organisme qui en consomme.

Conclusion

Le présent travail a été réalisé pour évaluer les effets du kinkéliba sur quelques paramètres des œufs et de l'état sanitaire des cailles pontes *Coturnix japonica*. Au terme de cette étude, il faut retenir que l'ajout de 1 à 2 mL du décocté des feuilles de *Combretum micranthum* «kinkéliba» à l'eau de boisson des cailles en période de croissance jusqu'à la ponte, semble améliorer la croissance, le bilan lipidique, hépatique et rénal des sujets. Cependant pour mieux apprécier l'impact du décocté du kinkéliba sur le bon état sanitaire des volailles, il serait nécessaire d'une part de faire des études complémentaires avec un effectif plus important de cailles. D'autre part, des recherches supplémentaires seraient nécessaires pour déterminer la quantité exacte de nutriments apportée aux cailles et étendre cette étude sur une longue période pour en connaître les effets indésirables.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'aucun conflit d'intérêts ne les oppose quant à la réalisation du présent travail.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Ce projet a été initié par VK et approuvé par KSAY et BK. BK a élaboré le protocole expérimental. VK et KSN ont mis à la disposition les volailles et le matériel d'élevage. Les travaux ont été exécutés par VK, KSAY, BK, NJW, OSS. Ce manuscrit a

été rédigé par l'ensemble des auteurs et révisé par AOE.

REMERCIEMENTS

Les remerciements vont à l'endroit de tous ceux qui ont contribué à l'élaboration du manuscrit.

REFERENCES

- Allain CC, Poon LS, Chan CSG, Richmond W, Fu PC. 1974. Enzymatic Determination of Total Serum Cholesterol. *Clin Chem*, **20**(4): 470-475. DOI: <https://doi.org/10.1093/clinchem/20.4.470>
- Amoikon KE, Kouamé KG, Kati-Coulibaly S. 2012. Effect of chromium and proteins diets in rats. *Int. J. Plant, An. Env. Sci.*, **2**(2): 1-8.
- Angbo-Kouakou ECM, Kouakou NDV, Temple L, Kouba M. 2020. Transferts technologiques et innovations locales : Transition de la filière porcine en Côte d'Ivoire, Colloque SFER. 1-6.
- Bankir L. 1996. Urea and the kidney. In *The Kidney* (5th Edition), Brenner BM, Rector FCJR (eds). WB Saunders Company: Philadelphia; 571-606.
- Berger J, Greffeuille V, Dijkhuizen M, Wieringa F. 2013. Aliments d'origine animale et nutrition des populations vulnérables des pays du Sud. *Bul. Acad. Vét. Fr.*, **166**(4): 318-326. DOI: 10.4267/2042/53058
- Bergmeyer HU, Horder M, Rej R. 1986. International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) Scientific Committee, Analytical Section: approved recommendation (1985) on IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 3. IFCC method for alanine aminotransferase (L-alanine: 2-oxoglutarate aminotransferase, EC 2.6.1.2). *J Clin Chem Clin Bioch*, **24**(7): 481-495.
- Coffi T, Ahissou H, Gouthon P, Laleye A. 2014. Etude de l'activité antihypertensive d'une association de plantes (*Schrankia leptocarpa*, *Garcinia kola* et *Ocimum*

- americanum*) chez le rat Wistar. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(6): 2685-2695. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.28>
- Dahouda M, Toleba SS, Youssao AKI, Mama AAA, Ahounou S, Hornick JL. 2009. Utilisation des cossettes et des feuilles de manioc en finition des pintades (*Numida meleagris*, L): performances zootechniques, coûts de production, caractéristiques de la carcasse et qualité de la viande. *Ann. Méd. Vét.*, **153**: 82-87.
- Djitie KF, Kana JR, Ngoula F, Nana NFC, Tegui A. 2015. Effet du niveau de protéines brutes sur la croissance et la carcasse chez la caille (*Coturnix* sp) en phase de finition dans les Hautes Terres du Cameroun. *Liv. Res. Rur. Dev.*, **27**(8): 1-10.
- Farombi EO. 2003. African indigenous plants with chemotherapeutic potentials and biotechnological approach to the production of bioactive prophylactic agents. *Afr. J. Biotech.*, **2**(12): 662-671. DOI : <https://doi.org/10.5897/AJB2003.000-1122>
- Fossati P, Prencipe L. 1982. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clin Chem*, **28**(10): 2077-2080. DOI: <https://doi.org/10.1093/clinchem/28.10.2077>
- Henny J. 2009: The IFCC recommendations for determining reference intervals: strengths and limitations. *J Lab Med*, **33**(2): 45-51. DOI: <https://doi.org/10.1515/JLM.2009.016>
- Henry RJ, Cannon DC, Winkerman JW. 1974. *Clinical Chemistry, Principles and Technics* (2nd edn). Harper and Row: Hargestown ; p. 646.
- IPRAVI. 2016. [http://www.ipravi.ci/presentation/20/Statistiques.Fichier joint contenu](http://www.ipravi.ci/presentation/20/Statistiques.Fichier%20joint%20contenu.pdf), p. 58.
- Kablan M. 2016. Vulnérabilité et adaptation des populations urbaines aux effets des variations climatiques (température et pluviométrie) : analyse de la situation dans la commune de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, p. 242.
- Kandé B, N'zué KS, Kaboré A, Kimsé M, Koné M, 2025. Effets de la poudre de *phyllanthus niruri* var *Amarus* sur la ponte, la qualité des œufs, et les paramètres hématologiques de la caille (*Coturnix japonica*) en Côte d'Ivoire. *Int. J. Adv. Res.*, **13**(9): 1156-1167. DOI: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/21795>
- Kane MO. 2003. Etude de l'activité cholérétique d'un décocté de *Combretum micranthum* (kinkéliba) sur des rats de souche Wistar. Mémoire de diplôme d'études approfondies en biologie animale. Université Cheick Anta Diop, Dakar (Sénégal), p. 32.
- Kaplan LA, Pesce AJ. 1989. Clinical chemistry theory, analysis, and correlation. 2nd edition. The CV Mosby Company. Saint Louis. Baltimore. Philadelphia. Toronto, p. 1212.
- Kayang BB, Fillon V, Inoue-Murayama M, Miwa M, Leroux S, Fève K, Vignal A. 2006. Integrated maps in quail (*Coturnix japonica*) confirm the high degree of synteny conservation with chicken (*Gallus gallus*) despite 35 million years of divergence. *BMC Genomics*, **7**(1): 1-18. DOI : <https://doi.org/10.1186/1471-2164-7-101>
- Kouakou EKV, Bouafou KGM, Méité A, Kouame KG, Kati-Coulibaly S. 2016. Farine de sevrage commerciale ANAGOBACA : quels risques pathologiques dans le régime du rat en croissance ? *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(1): 167-174. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i1.12>
- Legrand P. 2025. Les lipides sont des nutriments importants et ne doivent plus être diabolisés, ni chez l'adulte, ni chez l'enfant. Académie d'Agriculture de France, fiche no 08.04.Q17, p. 3.
- Lutz M, Cortez J, Vinet R. 1994. Dietary fats and cholesterol supplementation effects on aortic and lipid response in rats. *J. Nutr. Bioch.*, **5**(9): 446-450. DOI:

- [https://doi.org/10.1016/0955-2863\(94\)90078-7](https://doi.org/10.1016/0955-2863(94)90078-7)
- Olschwang D, Bassene E, Colonna JP. 1991. Tradition africaine et analyse scientifique : l'utilisation du kinkeliba (*Combretum micranthum* g. don) en Afrique de l'Ouest. *Rev. Sén. Hist. Socio. Phil. Sci. Tech., Epistémè*, **2**(5):74-82.
- Pellet PL, Young VR. 1980. Nutritional evaluation of protein foods. Edited by Peter L. Pellet and Vernon R. Young. The United Nations University, p. 323.
- Pierre D, Etienne C, Nicolas M, Krzesinski JM, Christophe M, Cristol J-P, Laurence P. 2010. Créatinine : d'hier à aujourd'hui. *Ann. Biol. Clin.*, **68**(5): 531-543. DOI:10.1684/abc.2010.0479
- Séronie-Vivien S, Galteau MM, Carlier M-C, Hadj-Aissa S, Hanser A-M, Hym B, Marchal A, Michotey O, Pouteil-Noble C, Sternberg M, Perret-Liaudet A. 2004. Dosage de la créatininémie en 2003 : état des lieux analytiques et essai de standardisation de l'étalonnage. *Ann. Biol. Clin.*, **62**(2): 165-175.
- Tapsoba S. 1995. Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Dabou (Sud de la Côte d'Ivoire): hydrochimie, isotopie et indice cationique de vieillissement des eaux souterraines. Thèse de doctorat 3^{ème} cycles, Université Nationale de Côte d'Ivoire, p. 200.
- Tine Y, Sene M, Gaye C, Diallo A, Ndiaye B, Ndoeye I, Wele A. 2023. *Combretum micranthum*. G Don (Combretaceae) : A review on traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology. *Chem. Biod.*, **25**(5): 1-16. DOI:10.1002/cbdv.202301606
- Trinder P. 1969. Determination of blood glucose using 4 aminophenazone as oxygen acceptor. *J. Clin. Path.*, **22**(2): 246-255. DOI: 10.1136/jcp.22.2.246-b
- Ukashatu S, Bello A, Umaru MA, Onu JE, Shehu SA, Mahmuda A, Saidu B. 2014. A study of some serum biochemical values of Japanese quails (*Coturnix Coturnix Japonica*) fed graded levels of energy diets in Northwestern Nigeria. *Sci. J. Micr.*, **3**(1): 9-13.
- Seyrek K, Yenisey C, Serter M, Kargin kirali F, Ulutas PA, Bardakcioglu HE. 2004. Effects of dietary vitamin C supplementation on some serum biochemical parameters of laying Japanese quails exposed to heat stress (34,8°C). *Rev. Méd. Vét.*, **155**(6): 339-342.
- Van Boeckel TP, Brower C, Gilbert M. 2015. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **112**(18): 5649-5654. DOI: 10.1073/pnas.1503141112
- Welch C, Zhen J, Bassène E, Raskin I, Simon EJ, Wu Q. 2018. Bioactive polyphenols in kinkeliba tea (*Combretum micranthum*) and their glucose-lowering activities. *J. Food Drug Anal.*, **26**(2): 487-496. DOI:10.1016/j.jfda.2017.05.009
- WHO (World Health Organization). 2020. Antimicrobial resistance: global report on surveillance. WHO.
- Wroblewski F, LaDue JS. 1956. Serum glutamic pyruvic transaminase in cardiac and hepatic disease. *Proc Soc Exp Biol Med*, **91**(4): 569-571. DOI: 10.3181/00379727-91-22330
- Yapo BM, Besson V, Beourou S, Koffi K. 2014. Optimization of water-extract of phenolic and antioxidant compounds from Kinkéliba (*Combretum micranthum*) leaves. *Afr. J. Food Sci. Res.*, **2**(1): 037-043.
- Zulet MA, Barbe A, Garcin H, Higuieret P, Martinez JA. 1999. Alteration in carbohydrate and lipid metabolism induced by a diet rich in coconut oil and cholesterol in a rat model. *J. Am. Col. Nutr.*, **18**(1): 36-42. DOI: 10.1080/07315724.1999.10718825