



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE  
UFR AGROFORESTERIE

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

-----  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique

ANNEE: 2023-2024

N° D'ORDRE : 096

CANDIDAT

Nom : FOFANA

Prénom : Daouda

# THESE DE DOCTORAT

**Mention : Agriculture et Foresterie Tropicale**

**Spécialité : Biochimie et Technologie des  
Aliments**

**Valorisation nutritionnelle des tourteaux  
d'amandes de cajou (*Anacardium occidentale L.*)  
dans la production des poulets de chair (Cobb  
500) en Côte d'Ivoire**

## JURY

**Président** : Monsieur **KONATE Ibrahim**, Professeur Titulaire (Spécialité : Microbiologie des Sols et Biologie Moléculaire), Enseignant-Chercheur à l'Université Jean Lorougnon Guédé

**Directeur** : Monsieur **DIOMANDE Massé**, Maître de Conférences (Spécialité : Biochimie et Technologie des Aliments), Enseignant-Chercheur à l'Université Jean Lorougnon Guédé

**Rapporteur** : Monsieur **GBOGBO Moussa**, Maître de Conférences (Spécialité : Biochimie et Toxicologie), Enseignant-Chercheur à l'Université Jean Lorougnon Guédé

**Examineur 1** : Madame **EKISSI Alice Christine épouse KOUAME**, Maître de Conférences (Spécialité : Biochimie et Sciences des Aliments), Enseignant-Chercheur à l'Université Jean Lorougnon Guédé

**Examineur 2** : Monsieur **BOUATENE Djakalia**, Maître de Conférences (Spécialité : Biochimie et Technologie des Aliments) Enseignant-Chercheur à l'Université Nangui Abrogoua

**Soutenue publiquement  
le : 15-07-2024**

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES.....	5
1.1. AVICULTURE .....	6
1.1.1. Poulet.....	6
1.1.1.1. Position systématique.....	6
1.1.1.2. Besoins nutritionnels.....	7
1.1.1.2.1. Besoins en eau.....	7
1.1.1.2.2. Besoins en énergie.....	8
1.1.1.2.3. Besoins en protéines et acides aminés essentiels.....	8
1.1.1.2.4. Besoins en minéraux et vitamines.....	9
1.1.1.3. Cycle de reproduction des poulets de chair.....	10
1.1.1.3.1. Fécondation.....	10
1.1.1.3.2. Incubation.....	10
1.1.1.3.3. Après l'éclosion.....	10
1.1.1.4. Profil sanguin des poulets de chair.....	11
1.1.1.4.1. Paramètres hématologiques.....	11
1.1.1.4.2. Paramètres biochimiques.....	12
1.1.2. Techniques d'élevage.....	18
1.1.2.1. Densité et normes d'équipements.....	18
1.1.2.2. Vide sanitaire et désinfection.....	19
1.1.2.3. Bâtiment d'élevage.....	19
1.1.2.6. Humidité.....	20
1.1.2.7. Eclairage.....	20
1.1.3. Intrants alimentaires en aviculture.....	22
1.1.3.1. Sources d'énergie.....	22
1.1.3.1.1. Maïs.....	22
1.1.3.1.2. Sorgo.....	22

1.1.3.1.3. Mil .....	23
1.1.3.1.4. Blé .....	23
1.1.3.2. Sources de protéines .....	24
1.1.3.2.1. Tourteaux d'arachide .....	24
1.1.3.2.2. Tourteau de coton .....	24
1.1.3.2.3. Tourteau de soja .....	24
1.1.3.2.4. Tourteau de sésame .....	25
1.1.3.2.5. Tourteau de tournesol .....	25
1.1.3.2.6. Tourteau de cajou .....	25
1.1.3.2.7. Farine de viande .....	26
1.1.3.2.8. Farine de poisson .....	26
1.1.3.2.9. Farine de sang .....	26
1.1.3.3. Sources de minéraux et les additifs alimentaires .....	27
1.1.3.3.1. Sources de minéraux .....	27
1.1.3.3.2. Additifs alimentaires .....	27
1.1.4. Formulation des aliments pour poulets de chair .....	27
1.1.4.1. Aliments de démarrage .....	28
1.1.4.2. Aliments de croissance .....	28
1.1.4.3. Aliments de finition .....	28
1.1.5. Production avicole .....	28
1.1.5.1. Production mondiale .....	28
1.1.5.2. Production en Côte d'Ivoire .....	29
1.1.5.2.1. Elevage traditionnel .....	29
1.1.5.2.2. Elevage moderne .....	29
1.1.6. Commercialisation .....	30
1.1.7. Consommation de la viande de poulet de chair .....	31
1.1.7.1. Qualité organoleptique .....	31

1.1.7.1.1. Couleur .....	31
1.1.7.1.2. Texture .....	31
1.1.7.1.3. Flaveur.....	32
1.1.7.1.4. Jutosité.....	32
1.1.7.2. Valeur nutritionnelle .....	32
1.1.8. Contraintes de l'aviculture .....	32
1.1.8.1. Contraintes zootechnico-économiques.....	32
1.1.8.2. Contraintes pathologiques .....	33
1.1.8.3. Contraintes liées à la commercialisation.....	33
1.1.8.4. Contraintes financières .....	33
1.2. ANACARDIER ET SES FRUITS .....	34
1.2.1. Présentation de l'anacardier .....	34
1.2.3. Fruits de l'anacardier.....	35
1.2.3.1. Noix de cajou .....	35
1.2.3.2. Pomme de cajou .....	37
1.2.4. Ravageurs et maladies.....	38
1.2.5. Production mondiale de noix de cajou .....	39
1.2.6. Evolution de la filière anacarde en Côte d'Ivoire.....	39
1.2.7. Organisation institutionnelle de la Filière Anacarde en Côte d'Ivoire.....	40
1.2.8. Transformation des fruits de l'anacardier .....	41
DEUXIME PARTIE : MATERIEL ET METHODES .....	44
2.1. Présentation de la zone d'étude .....	45
2.2. MATERIEL.....	46
2.2.1. Matériel biologiques.....	46
2.2.1.1. Végétal .....	46
2.2.1.2. Animal.....	46
2.2.2. Bâtiment et matériel d'élevage.....	47

2.2.2.1. Bâtiment d'élevage.....	47
2.2.2.2. Matériel d'élevage.....	47
2.2.3. Matériel de laboratoire.....	48
2.3. METHODES.....	49
2.3.1. Répartition des animaux.....	49
2.3.2. Production artisanale de tourteaux de cajou.....	49
2.3.3. Formulation des rations alimentaires à base de tourteaux de cajou et/ou soja.....	52
2.3.3.1. Rations de démarrage.....	53
2.3.3.2. Rations de croissance.....	53
2.3.3.3. Rations de finition des poulets.....	53
2.3.4. Détermination des taux d'humidité et de matière sèche.....	55
2.3.5. Détermination du taux de cendres.....	56
2.3.6. Détermination du taux de lipides.....	56
2.3.7. Détermination du taux de protéines.....	56
2.3.8. Détermination de la teneur en cellulose brute.....	57
2.3.9. Détermination de la teneur en fibres brutes.....	58
2.3.10. Détermination de la teneur en glucides.....	58
2.3.11. Détermination de la valeur énergétique.....	58
2.3.12. Détermination de la teneur en vitamines.....	59
2.3.12.1. Vitamine A.....	59
2.3.12.2. Vitamine B1.....	60
2.3.12.3. Vitamine B2.....	60
2.3.12.4. Vitamine C.....	60
2.3.13. Dosage des minéraux.....	61
2.3.14. Acides aminés.....	62
2.3.15. Expérimentation animale.....	62
2.3.15.1. Elevage de poulet de chair.....	62

2.3.15.2. Plan de prophylaxie .....	63
2.3.16. Détermination des performances zootechniques des poulets .....	64
2.3.16.1. Poids moyens.....	64
2.3.16.3. Consommations alimentaires individuelles (CAI) .....	64
2.3.16.4. Indice de consommation (IC) .....	65
2.3.16.5. Rendement de carcasse des poulets de chair (RC).....	65
2.3.16.6. Taux de graisse abdominale .....	65
2.3.16.7. Rendements des organes (RO) .....	66
2.3.16.8. Taux de mortalité (TM).....	66
2.3.17. Analyse sanguine.....	66
2.3.17.1. Prélèvement et conditionnement des échantillons.....	66
2.3.17.2. Paramètres biochimiques sanguins.....	67
2.3.17.2.1. Paramètres rénaux .....	67
2.3.17.2.1.1. Dosage de la créatinine .....	67
2.3.17.2.1.2. Dosage de l'urée.....	68
2.3.17.2.2. Profil lipidique.....	68
2.3.17.2.2.1. Dosage du glucose.....	68
2.3.17.2.2.2. Dosage du cholestérol total (CT) .....	68
2.3.17.2.2.3. Dosage des triglycérides (TG).....	69
2.3.17.2.2.4. Dosage des Lipoprotéines de haute densité (HDL).....	69
2.3.17.2.2.5. Détermination des Lipoprotéines de basse densité (LDL) .....	70
2.3.17.2.2.6. Détermination de l'indice d'athérogénéicité (I.A) .....	70
2.3.17.2.3. Paramètres hépatiques .....	70
2.3.17.2.3.1. Evaluation de l'activité enzymatique de la Glutamate Pyruvate transaminases .....	70
(TGP).....	70
2.3.17.2.3.2. Evaluation de l'activité enzymatique de la Glutamate Oxaloacétique.....	71
transaminase (TGO) .....	71
2.3.18. Analyse sensorielles de la viande .....	71

2.3.18.1. Composition du jury d'évaluation.....	71
2.3.18.2. Préparation des échantillons.....	71
2.3.18.3. Description de l'évaluation sensorielle.....	71
2.3.19. Evaluation économique.....	72
2.3.20. Analyses statistiques des données.....	73
TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION.....	74
CHAPITRE 1 : CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES TOURTEAUX.....	
(SOJA ET CAJOU) ET DES RATIONS EXPERIMENTALES FORMULEES.....	75
1.1. RESULTATS.....	75
1.1.1. Production de tourteau de cajou.....	75
1.1.2. Caractéristiques physico-chimique des tourteaux de cajou et de soja.....	75
1.1.3. Caractéristiques physico-chimique des rations expérimentales.....	76
1.1.3.1. Ration de démarrage.....	76
1.1.3.2. Ration de croissance.....	76
1.1.3.3. Ration de finition.....	78
1.1.4. Minéraux contenus dans les tourteaux (cajou et soja) et des rations expérimentales ....	78
1.1.4.1. Minéraux contenus dans les tourteaux de cajou et de soja.....	78
1.1.4.1.1. Macroéléments des tourteaux de cajou et soja.....	78
1.1.4.1.2. Microéléments des tourteaux de cajou et soja.....	79
1.1.5. Minéraux contenus dans les différentes rations expérimentales.....	80
1.1.5.1. Ration de démarrage.....	80
1.1.5.1.1. Macroéléments des rations formulées en phase de démarrage.....	80
1.1.5.1.2. Microéléments des rations formulées en phase de démarrage.....	80
1.1.5.2. Ration de croissance.....	81
1.1.5.2.1. Macroéléments des rations formulées en phase de croissance.....	81
1.1.5.2.2. Microéléments des rations formulées en phase de croissance.....	82
1.1.5.3. Ration de finition.....	82

1.1.5.3.1. Macroéléments des rations formulées en phase de finition.....	82
1.1.5.3.2. Microéléments des rations formulées en phase de finition .....	83
1.1.6. Acides aminés et vitamines contenus dans les rations formulées à bases de tourteau de .. cajou et de soja .....	84
1.1.6.1. Ration de démarrage.....	84
1.1.6.2. Ration de croissance.....	85
1.1.6.3. Ration de finition.....	85
1.2. DISCUSSION .....	86
CONCLUSION PARTIELLE.....	95
CHAPITRE 2 : EFFETS CLINIQUE ET ORGANOLEPTIQUE DES RATIONS A BASE ..... DE TOURTEAUX DE CAJOU CHEZ LES POULETS DE CHAIR.....	98
2.1. RESULTATS .....	98
2.1.1. Effet des rations à base de tourteaux de cajou sur les performances de croissance des..... poulets de chair.....	98
2.1.1.1. Effet sur le poids vif.....	98
2.1.1.2. Effets sur le Gain Moyen Quotidien (GMQ) .....	98
2.1.1.3. Effet sur la Consommation Alimentaire Individuelle (CAI).....	99
2.1.1.4. Effet sur l'indice de consommation (IC) alimentaire.....	100
2.1.1.5. Effet sur les organes et la caractéristique de la carcasse .....	101
2.1.1.6. Effet des tourteaux (cajou et/ou soja) sur le taux de mortalité.....	102
2.1.2. Impact des rations à base de tourteaux de cajou sur la qualité sensoriel de la viande ..... des poulets .....	102
2.1.3. Effets sur les paramètres zootechniques.....	103
2.2. DISCUSSION .....	105
CONCLUSION PARTIELLE.....	111
CHAPITRE 3 : EFFETS BIOLOGIQUES DES RATIONS A BASE DE TOURTEAUX..... DE CAJOU CHEZ LES POULETS DE CHAIR.....	112
3.1. RESULTATS .....	112



3.1.1. Effets sur les paramètres biochimiques sanguins des poulets de chair .....	112
3.1.1.1. Effet sur la fonction rénale .....	112
3.1.1.1.1. Urée .....	112
3.1.1.1.2. Créatinine .....	112
3.1.1.2. Effets sur le profil lipidique .....	113
3.1.1.2.1. Glycémie .....	113
3.1.1.2.2. Cholestérol total (CT).....	114
3.1.1.2.3. Triglycérides (TG).....	114
3.1.1.2.4. Lipoprotéines de haute densité (HDL) .....	115
3.1.1.1.5. Lipoprotéines de basse densité (LDL).....	115
3.1.1.1.6. Effet sur l'indice d'athérogénéicité (IA) .....	116
3.1.1.3. Effets sur la fonction hépatique.....	116
3.1.1.2.1. Glutamate Oxaloacétique Transaminases (TGO).....	116
3.1.1.2.2. Glutamate Pyruvate Transaminases (TGP) .....	117
3.1.1.5. Effets sur l'ionogramme sanguin .....	118
3.1.2. Effet sur les paramètres hématologiques des poulets de chair .....	118
3.1.2.1. Hémogramme .....	118
3.1.2.1.1. Paramètres érythrocytaires .....	118
3.1.2.2. Paramètres leucocytaires .....	119
3.1.2.3. Trombocytes.....	119
3.2. DISCUSSION .....	121
CONCLUSION PARTIELLE.....	128
CHAPITRE 4 : EVALUATION ECONOMIQUE .....	131
4.1. RESULTATS .....	131
4.1.1. Effets économiques de l'incorporation des tourteaux (cajou et/ou soja) dans la ration..... des poulets de chair en Côte d'Ivoire .....	131
4.1.1.1. Coût des rations expérimentales formulées.....	131

## TABLE DES MATIERES

4.1.1.2. Charges liées aux poussins, aux produits vétérinaires et autres produits.....	131
4.1.1.3. Coût de l'aliment pour produire 1 kilogramme de poids vif.....	131
4.1.2. Marges bénéficiaires en élevage de poulets de chair nourris aux rations à base de..... tourteaux de cajou en Côte d'Ivoire .....	132
4.2. DISCUSSION .....	137
CONCLUSION PARTIELLE.....	138
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	139
REFERENCES.....	144
ANNEXES .....	185
PUBLICATIONS.....	xx

DEDICACE

Je dédie cette thèse à toutes les personnes qui, depuis ma naissance se sont sacrifiées pour que je sois là.

D'abord à mon très cher père FOFANA Bouaké : Merci pour ton soutien, ton amour intarissable, ta présence et tes encouragements à mon égard tout au long de mon cursus scolaire. Que ce modeste travail soit le témoignage de ma profonde affection et reconnaissance. Que Dieu le tout miséricordieux t'accorde santé, bonheur, quiétude d'esprit et qu'il te protège de tout mal.

Ensuite, à ma très chère et courageuse mère KONE Mana : ton soutien infailible m'a permis d'arriver au bout de mes efforts. Ta tendresse et ton amour ont été pour moi un grand support, reçois chère mère ma reconnaissance et ma profonde gratitude. Puisse cette thèse te combler de joie, d'espoir et de bonheur. Ce travail est le tien.

Enfin, à mes grands frères FOFANA Moussa et FOFANA Adama ainsi qu'à ma grande sœur FOFANA Mariam : vous m'avez soutenu durant les périodes difficiles en prière avec vos moyens matériels et moraux afin que je puisse avancer dans la vie. Que Dieu tout Puissant vous donne longue vie pour que vous puissiez trouver bonheur dans ce travail.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, il m'est agréable de remercier toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation. Qu'elles trouvent ici l'expression de notre grande reconnaissance.

Je remercie Madame ADOHI Krou Viviane, Professeur Titulaire de Physique-Chimie, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé. J'exprime ma vive reconnaissance pour ses encouragements à la recherche scientifique et pour avoir autorisé mon inscription en Thèse de Doctorat ;

J'exprime mon infinie gratitude à Monsieur SORO Dognimeton, Professeur Titulaire d'Agro-pédologie, Vice-Président chargé de la Pédagogie, de la Vie Universitaire, de la Recherche et de l'innovation Technologique de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour sa convivialité et ses encouragements au travail bien fait ;

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à Madame TONESSIA Dolou Charlotte, Maître de Conférences de Phytopathologie, Directrice de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) d'Agroforesterie de l'Université Jean Lorougnon Guédé pour son soutien inestimable et sa bonne gestion de l'UFR Agroforesterie ;

Je remercie Monsieur BEUGRE Grah Avit Maxwell, Professeur Titulaire de Biochimie et Nutrition, Directeur du Laboratoire Agrovalorisation pour avoir accepté notre admission au sein dudit Laboratoire ;

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur DIOMANDE Massé, Maître de Conférences de Biochimie et Technologie des Aliments, pour m'avoir fait confiance et accepté d'être mon Directeur de Thèse et me permettre de faire mes premiers pas dans la recherche à ses côtés. Je tiens aussi à lui témoigner mon infinie gratitude pour son soutien ainsi que ses sages conseils prodigués en vue du bon déroulement de cette Thèse. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect ;

A notre Président de jury, Monsieur KONATE Ibrahim, Professeur Titulaire de Microbiologie des Sols et Biologie Moléculaire, Enseignant-Chercheur à l'Université Jean Lorougnon Guédé. C'est un grand privilège que vous nous faites en présidant notre jury de thèse. Votre approche facile et cordiale faite d'humilité et la spontanéité avec laquelle vous avez accédé à notre sollicitation nous ont marqué. Soyez assuré, honorable Président, de mon éternelle reconnaissance.

## REMERCIEMENTS

A Monsieur GBOGBO Moussa, Maître de Conférences de Biochimie et Toxicologie, Enseignant-Chercheur à l'Université Jean Lorougnon Guédé et Rapporteur de la Thèse. Délaissant vos occupations ô combien multiple, vous avez accepté de juger ce travail de thèse. Nous en sommes émus. Cet honneur que vous nous faites ainsi est la preuve de vos qualités intellectuelles et surtout humaines qui imposent respect et admiration.

A Madame EKISSI Alice Christine épouse KOUAME, Maître de Conférences de Biochimie et Sciences des Aliments, Enseignant-Chercheur à l'Université Jean Lorougnon Guédé et Examinatrice 1 de la Thèse. Vous nous avez fait l'honneur d'accepter de faire partie de ce jury de Thèse malgré vos nombreuses occupations. Votre sympathie et votre rigueur nous ont profondément marqués. Soyez assuré de notre estime et de notre considération.

A Monsieur BOUATENE Djakalia, Maître de Conférences de Biochimie et Technologie des Aliments, Enseignant-Chercheur à l'Université Nangui Abrogoua et Examineur 2 de la Thèse. Nous apprécions beaucoup la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de siéger dans ce jury malgré votre agenda chargé. Vos qualités intellectuelles nous ont marqués. Recevez en ce jour, notre reconnaissance !

A Monsieur KOUAKOU N'Goran David Vincent, Maître de Conférences, Ingénieur Agronome et Nutritionniste à l'Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY de Yamoussoukro pour avoir instruit le document. Vos critiques et suggestions ont permis d'améliorer considérablement le présent manuscrit. Merci pour le temps que vous avez consacré à ce document.

J'exprime toute ma reconnaissance à Monsieur KAMAGATE Mamadou, Professeur Titulaire, Chef de Service de Pharmacologie Clinique, UFR Sciences Médicales Bouaké, Université Alassane OUATTARA pour m'avoir accepté dans son laboratoire pour la réalisation de mes travaux. Merci pour votre générosité, vos conseils, critiques, suggestions et surtout pour le dévouement et la rigueur dans le travail.

Je remercie très sincèrement Madame N'ZOUÉ K. Sita, Docteur Assistante Chef de Bioclinique, UFR Sciences Médicales Bouaké, Université Alassane OUATTARA pour sa simplicité, sa rigueur, ses encouragements continus durant mon séjour au sein du Laboratoire. Mes remerciements s'adressent à Monsieur YOBO Bi M. Siméon et Monsieur KEE M. Cédric, Docteurs au service de Pharmacologie Clinique, UFR Sciences Médicales Bouaké, Université Alassane OUATTARA pour votre accueil et votre gentillesse.

## REMERCIEMENTS

Je remercie également Monsieur KOFFI Camille et Monsieur KOUAME N. Mathieu, Docteurs Attachés de Recherche au service de Pharmacologie Clinique, UFR Sciences Médicales Bouaké, Université Alassane OUATTARA pour leur gentillesse et surtout d'avoir pris un peu de votre temps pour accompagner et superviser mes travaux au sein du Laboratoire.

Grand merci à Monsieur OUATTARA Issoufou et à Monsieur OUATTARA Ibourahima pour avoir autorisé et mis à ma disposition le matériel technique, ainsi que les moyens nécessaires pour la réalisation de nos travaux au sein de leurs fermes respectives. Merci pour votre accueil et votre générosité.

Je remercie tous ceux qui ont contribué à ce travail en m'aidant à réaliser, ou en réalisant pour moi certaines opérations : Monsieur OUATTARA Abdoulaye et Madame ZIDOUEMBA Aïcha.

J'associe à ces remerciements, tous les enseignants et les doctorants de l'UFR Agroforesterie de l'Université Jean Lorougnon Guédé.

## LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

CAI	: Consommations alimentaires individuelles
CCMH	: Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine
CT	: Cholestérol Total
EDTA	: Acide éthylène diamine tétra acétique
EM	: Energie Métabolisable
F <sub>0</sub>	: 0 % de substitution de tourteaux de soja par le tourteau de cajou
F <sub>100</sub>	: 100 % de substitution de tourteaux de soja par le tourteau de cajou
F <sub>25</sub>	: 25 % de substitution de tourteau de soja par le tourteau de cajou
F <sub>50</sub>	: 50 % de substitution de tourteaux de soja par le tourteau de cajou
F <sub>75</sub>	: 75 % de substitution de tourteaux de soja par le tourteau de cajou
GB	: Nombre de globules blancs
GMQ	: Gains moyens quotidien
GR	: Nombre de globules rouges
HB	: Hémoglobine
HDL	: lipoprotéines de haute densité
HT	: Hématocrite
IC	: Indice de consommation
LDL	: lipoprotéine de basse densité
PV	: Poids Vif
RC	: Rendement carcasse des poulets de chair
RO	: Rendements organes
TCMH	: Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine
TG	: triglycéride
TGO	: Glutamate Oxaloacétique Transaminase
TGP	: Glutamate Pyruvate Transaminase
TM	: Taux de mortalité
VGM	: Volume globulaire moyen

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Consommation d'eau en fonction de l'âge chez le poulet de chair .....	8
Tableau II: Energie métabolisable et Protéine dans les régimes alimentaires du poulet .....	9
Tableau III: Apports recommandés en minéraux et vitamines dans l'alimentation des poulets.. de chair .....	11
Tableau IV: Valeurs usuelles des érythrocytes et des indices érythrocytaires des poulets .....	13
Tableau V: Caractéristiques morphologiques et de coloration des différentes cellules..... sanguines du poulet .....	14
Tableau VI: Valeurs usuelles de quelques paramètres biochimiques des poulets de chair.....	15
Tableau VII: Interprétation des variations des paramètres biochimiques chez les poulets.....	16
Tableau VIII: Interprétation des variations des paramètres biochimiques chez les poulets .....	17
(suite du tableau VII).....	17
Tableau IX: Valeurs usuelles des leucocytes et de la formule leucocytaire des poulets de..... chair .....	17
Tableau X: Densité des poulets par poids vif.....	18
Tableau XI: Normes des équipements.....	21
Tableau XII: Production de volaille en 2019 et croissance annuelle sur la période 2009-2019 .. .....	29
Tableau XIII: Production, approvisionnement et consommation de viande de poulet en Côte... d'Ivoire .....	31
Tableau XIV: Composition nutritionnelle de la viande de poulets de chair .....	34
Tableau XV: Composition moyenne de l'amande mondée de la noix de cajou .....	37
Tableau XVI: Composition chimique de la pomme de cajou .....	38
Tableau XVII: Evolution des statistiques de la filière Anacarde de 2008 à 2018.....	42
Tableau XVIII: Composition chimique de tourteaux d'amandes déclassées d'anacarde .....	43
Tableau XIX: Rations de démarrage des poulets de chair .....	54
Tableau XX: Rations de croissance des poulets de chair .....	54
Tableau XXI: Rations de finition des poulets de chair .....	55
Tableau XXII: Proportion de tourteau et impuretés de l'amande de cajou.....	75
Tableau XXIII: Comparaison de la composition chimique des tourteaux de cajou et de soja.	76
Tableau XXIV: Composition chimique des rations de démarrage.....	77
Tableau XXV: Composition chimique des rations de croissance .....	77



Tableau XXVI: Composition chimique des rations de finition.....	78
Tableau XXVII: Comparaison des teneurs en macroéléments des tourteaux de cajou et de..... soja.....	79
Tableau XXVIII: Teneur en microéléments des tourteaux de cajou et de soja.....	79
Tableau XXIX: Composition en macroéléments des rations expérimentales de démarrage ...	80
Tableau XXX: Composition en microéléments des rations expérimentales de démarrage .....	81
Tableau XXXI: Composition en macroéléments des rations expérimentales de croissance ...	81
Tableau XXXII: Composition en microéléments des rations expérimentales de croissance...	82
Tableau XXXIII: Composition en macroéléments des rations expérimentales de finition.....	83
Tableau XXXIV: Composition en oligoéléments des rations expérimentales de finition .....	83
Tableau XXXV: Composition en acides aminés et vitamines des rations expérimentales de ... démarrage .....	84
Tableau XXXVI: Composition en acides aminés et vitamines des rations de croissance .....	85
Tableau XXXVII : Composition en acides aminés et vitamines des rations de finition.....	86
Tableau XXXVIII: Effet des tourteaux de cajou sur la Consommation Alimentaire .....	
Individuelle (CAI) .....	100
Tableau XXXIX: Effet des tourteaux sur l'indice de consommation (IC) alimentaire .....	101
Tableau XL: Effet des tourteaux de cajou sur les organes et la carcasse des poulets de chair .... .....	101
Tableau XLI: Effet des rations à base de tourteaux de cajou sur le taux de mortalité.....	102
Tableau XLII: Evaluation sensorielle de la viande des poulets de chair nourris aux rations..... expérimentales.....	103
Tableau XLIII: Effet de l'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration alimentaire des .. poulets de chair sur l'ionogramme sanguin.....	118
Tableau XLIV: Effet de l'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des..... poulets de chair sur les paramètres érythrocytaires.....	119
Tableau XLV: Effet de l'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des..... poulets de chair sur les paramètres leucocytaires.....	120
Tableau XLVI: Coût des poussins, des produits vétérinaires et autres produits.....	132
Tableau XLVII: Coût total de l'aliment consommé pour produire un kilogramme de poids .....	
vif.....	132
Tableau XLVIII: Evaluation économique des rations expérimentales en phase de..... démarrage .....	134
Tableau XLIX: Evaluation économique des rations expérimentales en phase de croissance.	135

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau L: Evaluation économique des rations expérimentales en phase de finition.....	136
Tableau LI: Rentabilité des poulets de chair .....	137

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Poulets de chair en élevage .....	7
Figure 2 : pomme et noix de cajou .....	36
Figure 3: Régions de production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire .....	40
Figure 4: Schéma de la transformation industrielle de la noix de cajou .....	43
Figure 5: Localisation de la ville d'Abidjan.....	45
Figure 6: Tourteaux de cajou et de soja .....	46
Figure 7: Poussins de chair Cobb 500 .....	46
Figure 8: Matériel d'élevages.....	47
Figure 9: Matériel de prélèvement et d'analyse sanguin.....	48
Figure 10: Diagramme de production artisanal de tourteau d'amandes de cajou .....	51
Figure 11: Production artisanale de tourteaux de cajou .....	52
Figure 12: Pesée individuelle des sujets.....	64
Figure 13: Prélèvement et conditionnement des échantillons sanguins.....	67
Figure 14: Evolution du poids vif des poulets nourris aux rations à base de tourteaux .....	
de cajou et/ou de soja en fonction du temps .....	99
Figure 15: Gain moyen quotidien (GMQ) des poulets de chair nourris aux rations à base .....	
de tourteaux de cajou et/ou de soja.....	99
Figure 16: Classification Hiérarchique des lots expérimentaux à partir des valeurs .....	
moyennes des paramètres de croissance des poulets de chair nourris aux	
tourteaux de cajou.....	104
Figure 17 : Analyse en composantes principales réalisée sur la base des caractéristiques de .....	
croissance des poulets de chair nourris aux différentes rations à bases de.....	
tourteaux de cajou .....	104
Figure 18: Taux d'urée des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux .....	
de soja et/ou de cajou.....	112
Figure 19: Taux de créatinine des poulets de chair nourris aux rations à base de .....	
tourteaux de soja et/ou de cajou.....	113
Figure 20: Taux du glycose des poulets de chair nourris aux rations à base de.....	
tourteaux de soja et/ou de cajou.....	113
Figure 21: Taux de Cholestérol Total (CT) des poulets de chair nourris aux rations à .....	
base de tourteaux de soja et/ou de cajou.....	114

Figure 22: Taux de triglycérides (TG) des poulets de chair nourris aux rations à.....  
 base de tourteaux de soja et/ou de cajou..... 114

Figure 23: Taux de HDL des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux.....  
 de soja et/ou de cajou..... 115

Figure 24: Taux de LDL des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de .....  
 soja et/ou de cajou ..... 115

Figure 25: Taux de l'indice d'athérogénéicité (IA) des poulets de chair nourris aux rations à ....  
 base de tourteaux de soja et/ou de cajou..... 116

Figure 26: Glutamate Oxaloacétique Transaminases (TGO) des poulets de chair nourris .....  
 aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou ..... 117

Figure 27: Glutamate Pyruvate Transaminases (TGP) des poulets de chair nourris aux.....  
 rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou ..... 117

Figure 28: Trombocytes des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja....  
 et/ou de cajou ..... 120

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Bâtiment d'élevage..... xx

ANNEXE 2 : Tableau du plan de prophylaxie médicale ..... xxi

ANNEXE 3 : Echantillons et fiche de degustation de la viande des poulets de chair .....xxii

ANNEXE 4 : Fiche de suivie des poulets de chair.....xxiii

ANNEXE 5 : Fiche de pesée hebdomadaire des poulets de chair..... xxv

ANNEXE 6 : Photos de quelques activités de terrain .....xxvii

# **INTRODUCTION**

La production de volaille représente une part de plus en plus importante de l'approvisionnement en protéines animales de la population, s'élevant à 129 millions de tonnes (Mt), suivie par le porc (109 Mt) et le bœuf (70 Mt), dépassant le mouton en tant que viande la plus produite et consommée au monde (ITAVI, 2020). Ce domaine d'activité occupe une place importante dans les stratégies de développement et de réduction de la pauvreté de la plupart des pays d'Afrique subsaharienne du fait de sa courte durée du cycle de production, sa rentabilité et son accessibilité à toutes les couches sociales (Bebay, 2006 ; Traoré, 2006). Associé à l'agriculture, ils détiennent plus de 30 % du Produit Intérieur Brut (PIB) agricole de ces pays africains (Bruinsma, 2003).

En Côte d'Ivoire, la filière avicole couvre en moyenne 24 % de la production totale nationale en viande (Gboko, 2021). Ses produits constituant ainsi une importante source de revenus pour les populations (Loul, 1998). Avec l'appui de l'État ivoirien, cette activité autrefois traditionnelle devient de plus en plus moderne avec l'utilisation d'équipements mécanisés par des industriels. Ces derniers visent au-delà de la nécessité d'une production avicole à grande échelle, une autosuffisance alimentaire en protéine d'origine animale pour la consommation humaine (Essoh, 2006). Les premiers programmes de Côte d'Ivoire dans le secteur avicole se sont concentrés principalement sur la création de centres d'élevage de volailles dans des villes spécifiques du pays, telles que Bingerville, Bouaké et Daloa (Essoh, 2006). Cependant, les besoins de protéines animales pour la consommation en Côte d'Ivoire sont encore importants (Tacher & Letenneur, 2000 ; Mankor, 2009). La production de poulets de chair en Côte d'Ivoire était de 42 065 tonnes en 2022 soit un recul de 10 % par rapport à l'année précédente. Déjà, en 2021, la production avait chuté de 11 % par rapport à l'année 2020 avec une production de 46 795 tonnes. Il s'agit d'un véritable retournement de situation puisque depuis 2009, la croissance annuelle moyenne de la filière était très importante, de l'ordre de 13,8 % (USDA, 2023). En 2019, le pays a importé environ 117 659 tonnes de viandes pour combler le déficit de sa production en viande et elle vise une production de 200 000 tonnes de viandes de poulets à l'horizon 2030 (OCDE/FAO 2016 ; Casimir, 2021).

L'insatisfaction de ces besoins est due entre autres à la poussée démographique (Mankor, 2009), à l'indisponibilité des intrants alimentaires de l'élevage et au manque de financement des éleveurs (Konan, 2013). La quasi-totalité des intrants alimentaires de l'élevage est importée des pays occidentaux du fait de l'insuffisance des matières premières locales notamment les céréales et le tourteau de soja utilisé depuis longtemps comme principale source de protéine végétale dans l'alimentation de la volaille. **Le tourteau de soja représente**

les deux tiers de la production totale mondiale de protéines en tant qu'aliments pour animaux, qui comprend également des farines de graines oléagineux et de la farine de poisson (Oil World, 2015). Il représente l'aliment de référence pour déterminer la valeur des autres sources de protéines (Cromwell, 1999). Malheureusement, les crises politiques et sanitaire (Covid 19) mondiales rendent difficiles l'approvisionnement du tourteau de soja. D'où la hausse du prix de cette matière première protéique sur le marché international. L'importation de ces intrants entraîne une augmentation du coût de la production avicole et constitue l'un des principaux facteurs limitant de l'élevage de volailles (Doumbia, 2002). Par conséquent, le bilan protéique des aliments pour animaux est coûteux, même s'il constitue l'un des principaux déterminants du résultat technico-économique de la production avicole (Doumbia, 2002). Par conséquent, il est nécessaire de trouver de nouvelles sources d'aliments locaux facilement disponibles et qui ne concurrencent pas les besoins de la consommation humaine pour promouvoir l'activité dans ce secteur. De telles sources de matières premières devraient permettre d'enrichir l'alimentation de la volaille tout en maintenant le coût de l'aliment et de la production en dessous du niveau de l'inflation (Soniaya & Gueye, 1998). Parmi ces sources alternatives, le tourteau de cajou à base de noix de cajou (*Anacardium occidentale* L.), produit en grande quantité en Côte d'Ivoire, occupe une place importante. La culture de l'anacarde a été introduite en Côte d'Ivoire dans les années 1960 par l'Etat ivoirien dans le cadre d'un plan de reboisement des zones de savane et de lutte contre l'érosion (Rey, 1998). Il représente actuellement un secteur dynamique et en pleine expansion dans les régions du nord et du centre de la Côte d'Ivoire (Soro, 2012). Depuis 2017, le pays est le premier producteur mondial de noix de cajou brutes avec environ 720 000 tonnes.

Mais, la quasi-totalité (95 %) de cette importante production est exportée sous forme brute en Asie, en Europe et en Amérique (Kouassi, 2018). La transformation locale consiste à produire de l'huile d'amande et des boissons alcoolisées à partir des pommes en rejetant les résidus sous formes de déchets (Soro, 2012). Aussi, les amandes déclassées (résidus) des noix de cajou obtenus à la suite du concassage et du décorticage des noix sont consommés salés ou pimentés et comme substitut à la pâte d'arachide dans la sauce.

Les amandes déclassées (résidus) renferment 21 % de protéines et ont une teneur moyenne d'énergie métabolisable de 4882,66 kcals (Lacroix, 2003) et sont disponibles dans toutes les zones industrielles et semi-industrielles de la noix de cajou. Ils pourraient être utilisés sous la forme de tourteau de cajou, comme une source de protéines et d'énergie en substitution et ou en complément au tourteau de soja employé dans l'alimentation de la volaille (Lautié *et al.*,



2001; Soro, 2008). Le tourteau de cajou est obtenu à partir d'amandes de cajou après extraction de l'huile. Il renferme plusieurs minéraux (sélénium, magnésium, cuivre, phosphore, fer et zinc) et des vitamines (A, B1, B2, C, K et PP) (Kornsteiner *et al.*, 2006 ; Ryan & Galvin, 2006).

Il est très peu utilisé dans l'alimentation humaine (gâteaux, chocolat, nougat, confiserie, crèmes glacées, etc.) et animale (Lautié *et al.*, 2001; Soro, 2002; Soro, 2008 ; Jeff *et al.*, 2011). Son emploi dans l'alimentation de volaille contribuerait à la valorisation des noix de cajou, au développement du secteur avicole et participerait à la réduction de la pauvreté *via* la création d'emplois.

La présente étude se propose de mettre à la disposition des éleveurs de poulets de chair des aliments de volailles à base de tourteaux de cajou en Côte d'Ivoire. De manière spécifiques, il s'agira de :

- déterminer les paramètres physico-chimiques des tourteaux (cajou/soja) et des rations de poulets de chair formulées à base de ces tourteaux (cajou/soja) ;
- évaluer les effets cliniques et organoleptique des rations à bases de tourteaux de cajou et de soja chez les poulets de chair;
- déterminer l'impact biologique des rations formulées à base de tourteaux de cajou et de soja chez les poulets de chair ;
- réaliser l'étude économique de la production des poulets de chair expérimentaux.

Excepté l'introduction qui situe le contexte et la justification de l'étude, la conclusion et les perspectives, le contenu de ce manuscrit est réparti en trois grandes parties. La première partie fait référence à la généralité sur l'aviculture et l'anacardier (*Anacardium occidentale L.*). La deuxième partie décrit le matériel et les méthodes utilisés dans la collecte et l'analyse des données. Enfin, la dernière partie est consacrée aux résultats obtenus et de leur discussion.

# **PREMIERE PARTIE : GENERALITES**

## 1.1. AVICULTURE

L'aviculture désigne l'élevage de la volaille. Les volailles sont des vertébrés amniotiques à température corporelle constante et élevée (41 °C à 42 °C) appartenant à la classe des oiseaux. Leur corps est recouvert de plumes et leur tête prolongée par un bec puis d'autres caractéristiques conditionnant leur physiologie et leur biologie (Bres *et al.*, 1983).

### 1.1.1. Poulet

Plusieurs documents prouvent que l'origine de la poule proviennent de la forêt indonésienne, généralement appelée poule bengali (*jungle brown poule* ou *gallus gallus*) à l'origine de la poule locale (Periquet, 2017). Les volailles présentent un dimorphisme sexuel s'appuyant sur des caractères secondaires : la crête et les barbillons du coq sont plus développés que ceux de la poule. Son plumage est souvent plus coloré et il est souvent plus gros que la poule. Le sexage des animaux n'est généralement pas possible avant environ 6 semaines (âge auquel les caractères secondaires commencent à être observés facilement) sauf pour les races dites « autosexables » pour lesquelles les poussins mâles et femelles ne sont pas de la même couleur (Periquet, 2017). On enregistre environ plus de 150 souches connues, les poulets de races (White Leghorn, chair, ponte, New Hampshire...) telles que nous les connaissons actuellement peuvent être regroupées selon leur utilité zootechnique (Belaiche, 2018). Il existe deux moyens principaux de les élever. Par confinement dans des cages dont la température et la photopériode sont contrôlées (figure 1A) et en plein air (figure 1B) permettent aux polets de courir dans la ferme et de se comporter aussi naturellement que possible (Moerman & Rondia, 2019).

#### 1.1.1.1. Position systématique

Les poulets (*Gallus gallus*) proviennent de croisements de trois espèces sauvages qui sont *Gallus Lafayette*, *Gallus sonnerati* et *Gallus varius* (Smith, 1992). La taxonomie des poulets est la suivante :

Règne	: Animal
Embranchement	: Vertébrés
Classe	: Oiseaux
Sous-classe	: Carinales
Ordre	: Galliformes
Famille	: Phasianidés
Genre	: <i>Gallus</i>
Espèce	: <i>Gallus domesticus</i>



Figure 1A : élevage en cage



Figure 1B : élevage en plein air

Figure 1: Poulets de chair en élevage (source : Hubbard 2018)

### 1.1.1.2. Besoins nutritionnels

L'alimentation de base des volailles doit couvrir les besoins en divers minéraux, acides aminés et vitamines importantes dans des proportions appropriées. Le gain de poids souhaité, l'indice de consommation et la qualité de la carcasse doivent être garantis (Sourokou, 2014).

#### 1.1.1.2.1. Besoins en eau

Le corps du poulet est constitué de 60 % d'eau qui intervient dans la régulation de leur température corporelle via le tractus respiratoire. Leur besoin en eau pour la thermorégulation est de 25-300 ml d'eau par jour (Larbier & Leclerc, 1992). En général, la volaille utilise environ deux fois plus d'eau que de nourriture. L'eau potable permet l'absorption des nutriments et l'excrétion de substances toxiques, mais le manque d'eau a un impact négatif sur les performances des animaux.

Par ailleurs, la consommation d'eau varie selon la race et augmente avec l'âge du poulet et la température ambiante du poulailler (Bastianelli & Rudeaux, 2003). Une alimentation riche en

protéines conduit à une surconsommation d'eau (Larbier & Leclerc, 1992). La consommation d'eau en fonction de l'âge chez les poulets de chair est présentée dans le tableau I.

Tableau I: Consommation d'eau en fonction de l'âge chez le poulet de chair

Age (j)	Eau ingérée/j (g)
7	40
14	74
21	137
28	163
35	210
42	235
49	275

(Source: Larbier & Leclerc, 1992)

#### 1.1.1.2.2. Besoins en énergie

Chez la volaille, les dépenses énergétiques sont de deux types: les dépenses d'entretien et celles qu'exige la production (Larbier & Leclercq, 1992). Les besoins d'entretien sont les dépenses nécessaires au métabolisme de base, à la thermogénèse adaptative, à la thermogénèse alimentaire et à l'activité physique. Les besoins de production correspondent à l'énergie des produits et de la thermogénèse liée aux synthèses (Rekhis, 2002). Les besoins recommandés en énergie chez les poulets oscillent entre 2900 et 3100 kcals d'énergie métabolisable/kg de matières sèches d'aliment présentés dans le tableau II. Il est aussi recommandé que le rapport Énergie/Protéine dans les régimes alimentaires varie entre 125 à 165 afin d'optimiser les performances zootechniques (Agbede *et al.*, 1995 ; Tendokeng *et al.* 2008).

#### 1.1.1.2.3. Besoins en protéines et acides aminés essentiels

Les protéines constituent le deuxième élément nutritif apporté dans l'alimentation de volaille après l'énergie. D'une manière générale, on recommande 180 à 240 g de protéines totales par kilogramme d'aliment, soit 18 à 24 % (Tableau II). Les protéines sont constituées d'acides aminés essentiels et non essentiels. Les acides aminés essentiels (lysine, méthionine, thréonine, tryptophane, isoleucine, leucine, valine, phénylalanine, histidine et arginine) ne peuvent pas être synthétisés chez la volaille et doivent être obtenus à partir de l'alimentation. La méthionine et la lysine sont des acides aminés limitant du fait qu'elles sont souvent déficitaires dans les matières alimentaires (Lachapelle, 1995).

Tableau II: Energie métabolisable et Protéine dans les régimes alimentaires du poulet

Type d'aliment	Démarrage		Croissance		Finition	
EM (Kcal/kg)	2850-3000		2850-3100		2850-3250	
Protéine brutes (%)	22	22,5	19,5	20	18,5	19
Calcium (%)	0,95	0,99	0,89	0,92	0,68	0,76
Phosphore (%)	0,46	0,48	0,43	0,44	0,33	0,34
Sodium (%)	0,15	0,22	0,15	0,19	0,15	0,18
Chlorures (%)	0,15	0,29	0,15	0,21	0,16	0,22
Potassium (%)	0,8	0,95	0,8	0,9	0,7	0,8
Matières Grasses (%)	4	6	4,5	7	5,5	9
Acide Linoléique (%)	1,2	2,5	1,2	3	1,4	4
Lysine (%)	1,23	1,36	1,09	1,23	0,93	1,06
Méthionine (%)	0,47	0,49	0,43	0,45	0,38	0,4
Valine (%)	0,93	1,06	0,84	0,97	0,73	0,84
Isoleucine (%)	0,8	0,91	0,72	0,83	0,63	0,73
Arginine (%)	1,29	1,46	1,15	1,33	1,11	1,28
Tryptophane (%)	0,2	0,23	0,17	0,2	0,16	0,18
Thréonine (%)	0,8	0,92	0,72	0,83	0,63	0,73

(Source: Hubbard, 2018)

#### 1.1.1.2.4. Besoins en minéraux et vitamines

Les apports recommandés en minéraux et vitamines dans l'alimentation de la volaille sont consignés dans le Tableau III. Les minéraux sont classés selon leur importance en macroéléments ou minéraux majeurs (tels que le calcium, le phosphore, le potassium et le sodium) et en oligo-éléments ou oligoéléments (tels que le fer, le cuivre, le zinc, le sélénium, le cobalt, le bore et le fluor etc.) en fonction de l'importance de leur besoin dans l'organisme. Ils interviennent dans la constitution du squelette (os et cartilages), de certains éléments de soutien (tendons et ligaments) et de la coquille des œufs (Rudeaux & Bastianelli, 2003). Ils sont faiblement représentés dans les aliments d'origine végétale. Les oligo-éléments et les vitamines (liposolubles et hydrosolubles) jouent un rôle essentiel dans les réactions biochimiques et enzymatiques de l'organisme. Ils doivent donc être apportés dans l'aliment des poulets sous forme de compléments minéralo-vitaminés (CMV) ou prémix (ITAVI, 2003).

### **1.1.1.3. Cycle de reproduction des poulets de chair**

La vie d'un reproducteur chez les poulets de chair se compose de deux étapes : la reproduction et l'accouplement. Pendant la saison de reproduction, les mâles et les femelles sont hébergés séparément en raison de leurs taux de croissance et de leurs besoins nutritionnels différents. Après environ 22 à 23 semaines, la femelle et le mâle sont placés dans une couveuse pour l'accouplement (Periquet, 2017).

#### **1.1.1.3.1. Fécondation**

La fécondation a lieu dans l'infundibulum (Periquet, 2017), les spermatozoïdes peuvent être stockés dans l'infundibulum de la poule et féconder les ovules pendant 7 à 14 jours, mais le pouvoir fécondant diminue à partir de 5 à 7 jours de stockage (Morishita *et al.*, 2015).

#### **1.1.1.3.2. Incubation**

Les poules commencent à pondre vers l'âge de 26 semaines environ. Ils pondent entre 145 et 150 œufs à la fin de la période de frai prévue, après environ 35 à 40 semaines plus tard. Les œufs sont recueillis et envoyés au couvoir pour éclore. Ces œufs sont placés dans des incubateurs où ils restent au chaud à une température idéale d'incubation qui est de 37.7 °C, une humidité de 40 % les 19 premiers jours puis de 65 % les derniers jours pour faciliter l'éclosion. Ces œufs sont automatiquement et soigneusement tournés à intervalles réguliers. Ils éclosent vers le 21<sup>e</sup> jour et les poussins peuvent être vaccinés pour leur éviter d'attraper des maladies courantes chez la volaille (Periquet, 2017).

#### **1.1.1.3.3. Après l'éclosion**

Après éclosion, les poussins restent dans la couveuse 24 heures pour qu'ils sèchent (ils peuvent rester sans boire ni manger). Ensuite, ils sont transférés dans une éleveuse. La température au niveau des poussins doit être de 37 °C (soit 34 °C au niveau du sol) durant la première semaine, puis elle diminue de 4 °C toutes les semaines. Les poussins sont ensuite soigneusement placés dans des caisses propres et désinfectées, exempts de bords tranchants. Puis transportés dans des véhicules climatisés vers les fermes (Periquet, 2017).

Tableau III: Apports recommandés en minéraux et vitamines dans l'alimentation des poulets de chair

Minéraux et Vitamines	Age de poulet de chair	
	0 à 4 semaines	5 à 8 semaines
Calcium (%)	0,95-1,05	0,85-0,95
Phosphore total (%)	0,78	0,67
Sodium (%)	0,15	0,18
Fer (mg/kg)	80	80
Cuivre (mg/kg)	10	10
Zinc (mg/kg)	80	80
Vit. A (UI/kg)	12 000	10 000
Vit. D3 (UI/kg)	2000	1500
Vit. E (Ppm)	30	20
Vit. K3 (Ppm)	2,5	2
Thiamine (B1) (Ppm)	2	2
Riboflavine (B2) (Ppm)	6	4
Ac. Pantothénique (Ppm)	15	10
Pyridoxine (B6) (Ppm)	3	2,5
Vit. B12 (Ppm)	0,02	0,01
Vit. PP (Ppm)	30	20
Acide folique (Ppm)	1	20

(Source: ITAVI, 2003)

#### 1.1.1.4. Profil sanguin des poulets de chair

Le sang d'un poulet représente 10 % de son poids (Crespo & Shivaprasad, 2015). IL est assez visqueux et les érythrocytes sont nucléés (Korbel & König, 2016).

##### 1.1.1.4.1. Paramètres hématologiques

L'étude cytologique quantitative et qualitative des constituants du sang (globules rouges, globules blancs et plaquettes) est l'hémogramme ou la Numération Formule Sanguine (NFS) qui fournit des informations précieuses sur l'état général de l'animal (Tableau IV, V et IX) et est utilisée pour juger de l'état de santé des individus (Bowes *et al.*, 1989 ; Al-Busadah, 2007).

L'hémogramme constitue l'expression du résultat de :

- la numération des éléments cellulaires du sang (hématies, leucocytes et plaquettes) ;



- la formule leucocytaire (polynucléaires neutrophiles, éosinophiles, basophiles, lymphocytes, monocytes) ;
- les paramètres numériques érythrocytaires (hémoglobine (Hb), hématocrite (Ht), volume globulaire moyen d'un érythrocyte (VGM), teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH), concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH)) (Descat, 2002).

#### **1.1.1.4.2. Paramètres biochimiques**

Le profil biochimique sanguin est extrêmement important dans la gestion de la santé des oiseaux (Quintavalla *et al.*, 2001 ; Kudair & Al-Hussary, 2010). Il est un outil commun pour le diagnostic précoce ou la correction de troubles nutritionnels et métaboliques avant l'apparition de symptômes plus graves (Miranda *et al.*, 2008 ; Shen *et al.*, 2008). Les paramètres biochimiques étudiés sont le glucose, le profil lipidique (cholestérol, triglycérides), les paramètres hépatiques (alanine amino-transférase : ALAT) ou Glutamate Pyruvate transaminases : TGP), l'aspartate amino-transférase : ASAT) ou la Glutamate Oxaloacétique Transaminases : TGO), les paramètres rénaux (créatinine, urée) et l'ionogramme sanguin (Tableau VI). Selon Omer *et al* (2006), l'observation d'un écart dans les concentrations sanguines de certains paramètres de leurs limites normales peut être un guide pour le diagnostic d'une maladie comme illustrée dans les Tableaux VII et VIII.

Tableau IV: Valeurs usuelles des érythrocytes et des indices érythrocytaires des poulets de chair

Paramètres	Valeurs	Références
Globules Rouges	2,5-3,5.10 <sup>12</sup> /L; 1.3-4,4.10 <sup>12</sup> /L; 3-4 10 <sup>9</sup> /mm <sup>3</sup> ; 2,50-3,90. 10 <sup>12</sup> /L	( <sup>1</sup> Wakenell, 2010 ; <sup>2</sup> Hawkins <i>et al.</i> , 2013 ; <sup>3</sup> Isaac <i>et al.</i> , 2013 ; Gulland & Hawkey, 1990)
Hématocrite	24-45 % ; 22-35 %; 22-55 %; 30-49 %	(Samour, 2007 ; <sup>1</sup> Wakenell 2010; <sup>2</sup> Hawkins <i>et al.</i> , 2013; Gulland & Hawkey, 1990)
Hémoglobine	70-130 g/l; 70-186 g/l ; 10.20-15.10 g/dL	( <sup>1</sup> Wakenell, 2010; <sup>2</sup> Hawkins <i>et al.</i> , 2013; Gulland & Hawkey, 1990)
Plaquette ou thrombocyte	25 000/mm <sup>3</sup>	( <sup>4</sup> Guérin <i>et al.</i> , 2011) <sup>a</sup>
VGM	90-140 μm <sup>3</sup> ; 100-139 μm <sup>3</sup> ; 104-135 fL	( <sup>1</sup> Wakenell, 2010; <sup>2</sup> Hawkins <i>et al.</i> , 2013 ; Gulland & Hawkey, 1990)
TCMH	33-47 pg/cell; 25-48 pg/cell ; 32-43,9 pg/cell	( <sup>1</sup> Wakenell, 2010; <sup>2</sup> Hawkins <i>et al.</i> , 2013 ; Gulland & Hawkey, 1990)
CCMH	26-35 g/dL; 20-34 g/dl ; 30,2- 36,2 g/dl	( <sup>1</sup> Wakenell, 2010; <sup>2</sup> Hawkins <i>et al.</i> , 2013 Gulland & Hawkey, 1990)

(Source : (1) = (Wakenell, 2010) ; (2) = (Hawkins *et al.*, 2013) ; (3) = (Isaac *et al.*, 2013), (4) = (Guérin *et al.*, 2011)<sup>a</sup>

Tableau V: Caractéristiques morphologiques et de coloration des différentes cellules sanguines du poulet

Cellule sanguine	Caractéristiques morphologiques	Caractéristiques de la coloration
Erythrocyte	Cellules matures	
	Taille moyenne, forme ovale allongée, noyau central ovale allongé	Cytoplasme : orange pâle uniforme à rose rouge ; Noyau : rouge pourpre, condensé, chromatide agglutinée.
	Cellules immatures	
	Plus petite que la cellule mature, ronde à semi-ovale, noyau relativement plus grand	Polychromatique, cytoplasme bleu clair à bleu foncé
Hétérophile	Taille moyenne, forme ronde, noyau bilobé	Cytoplasme incolore, granules rouge brique à bleu pâle en forme de bâtonnets ou de cigares.
Eosinophile	Taille moyenne, forme ronde, noyau bilobé	Cytoplasme bleu pâle, granules rondes à ovales de couleur rouge brique à bleu pâle
Basophile	Petite taille, forme ronde, noyau non lobé	Cytoplasme bleu pâle, nombre variable de petites, moyennes et grandes granules rouge-violet foncé.
Lymphocyte	Taille petite à moyenne, typiquement ronde à triangulaire, gros noyau rond positionné au centre ; en général, 25 cytoplasme:75 noyau ; ratio, chromatine grossièrement condensée à très condensée.	cytoplasme bleu pâle
Monocyte	Grande taille, forme typiquement ronde, noyau réniforme excentré ; en général, rapport cytoplasme:25 noyau, aspect de dentelle du cytoplasme, souvent des vacuoles de taille moyenne, chromatine grossièrement condensée.	Cytoplasme bleu pâle à gris pâle
Thrombocyte	Petit, de forme ovale à rectangulaire, noyau ovale à rectangulaire	Cytoplasme incolore à bleu pâle, grandes vacuoles, noyau très condensé, chromatine rouge pourpre foncé.

(Source : Samour, 2007)

Tableau VI: Valeurs usuelles de quelques paramètres biochimiques des poulets de chair

<b>Paramètres Hépatiques</b>		
<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Références</b>
ASAT (UI/L)	< 275 ; < 230	(Campbell, 2004 ; Hochleithner, 2013)
ALAT (UI/L)	< 50	(Campbell, 2004)
Glucose (g/L)	1,52-1,82 ; 2,27-3	2-5 ; (Fontaine, 1992 ; Campbell, 2004 ; Hochleithner, 2013)
Cholestérol (g/L)	0,52-1.52 ; 2,11	0,86- (Fontaine, 1992 ; Hochleithner, 2013)
Triglycéride (g/L)	< 2 g/L	(Hochleithner, 2013).
<b>Paramètres rénaux</b>		
<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Références</b>
Urée (g/L)	0,01 ; <0,01 0,90-1,81(mg/dL) ou 9,09- 18,18 (mg/L) ; 0,9-	(Fontaine, 1992 ; Campbell, 2004)
Créatinine	1,8(mg/dL) ou 9-18 (mg/L)	(Fontaine, 1992 ; Hochleithner, 2013)
<b>Paramètres ioniques sanguins</b>		
<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Références</b>
Sodium (mEq/L)	148-163 ; 130-160 ; 131- 171	(Fontaine, 1992 ; Campbell, 2004 ; Hochleitner, 2013)
Calcium (mg/L)	88-240 ; 80-110 ; 132-237	(Fontaine, 1992 ; Campbell, 2004 ; Hochleithner, 2013)
Magnésium (mg/L)	12,15-36,45	(Fontaine, 1992) (Campbell, 2004 ; Hochleithner, 2013)
Phosphore (mg/L)	50-70 ; 62-79 ;	
Chlore (mEq/L)	116-140 ; 100-120	(Fontaine, 1992 ; Campbell, 2004) (Fontaine, 1992 ; Campbell, 2004 ; Hochleithner, 2013)
Potassium (mEq/L)	4,6-6,5 ; 2-4 ; 3,0-7,3	(Hochleithner, 2013)

Tableau VII: Interprétation des variations des paramètres biochimiques chez les poulets

<b>Paramètres hépatiques</b>		
<b>Paramètres</b>	<b>Causes possibles d'une hausse</b>	<b>Causes possibles d'une baisse</b>
<b>ASAT</b>	lyses cellulaires importantes ; Septicémie ; Virémie ; Toxémie	
<b>ALAT</b>	Atteinte hépatocyttaire ou musculaire, cytolyse hépatique chronique	
<b>Glucose</b>	Endocrine (diabète sucré) <sup>1,2</sup> ; Pancréatite <sup>1</sup> ; Stress <sup>1, 2,3</sup> ; Péritonite <sup>3</sup> ; Hyperthermie <sup>2</sup>	Insuffisance hépatique <sup>1</sup> ; Septicémie <sup>1</sup> ; Malnutrition <sup>1, 2</sup> ; Maladie systémique <sup>3</sup> ; Jeûne <sup>3</sup> ; Alimentation hyperprotéique
<b>Cholestérol</b>	Obésité plus stéatose hépatique ; Excès de lipides dans la ration ; Jeûne ;	Intestinale (malabsorption, maldigestion) <sup>1</sup> ; Insuffisance
<b>Triglycéride</b>	Cholestase ; Endocrine (diabète sucré, hypothyroïdisme, hyperœstrogénisme) ; Syndrome néphrotique	hépatique <sup>1</sup> ; Malnutrition <sup>1</sup>
<b>Paramètres rénaux</b>		
<b>Paramètres</b>	<b>Causes possibles d'une hausse</b>	<b>Causes possibles d'une baisse</b>
<b>Urée</b>	Déshydratation (insuffisance rénale pré- rénale) <sup>1</sup> ; Flux urinaire faible <sup>1</sup> ; Obstruction urétérale bilatérale <sup>1</sup>	
<b>Créatinine</b>	Lésions musculaires sévères <sup>1</sup> ; Atteinte rénale sévère <sup>1</sup> ; Baisse de la filtration glomérulaire (déshydratation) <sup>1</sup> ; Alimentation hyperprotéique <sup>3</sup>	
<b>Paramètres ioniques</b>		
<b>Paramètres</b>	<b>Causes possibles d'une hausse</b>	<b>Causes possibles d'une baisse</b>
<b>Sodium</b>	Perte de fluide : vomissement / perte intestinale (diarrhée) <sup>1</sup> ; Insuffisance rénale <sup>1</sup> ; Déshydratation <sup>1</sup> ; Excès de sel dans la ration <sup>2</sup>	Diabète sucré <sup>1</sup> ; Perte de sodium : vomissement / perte intestinale (parasitisme) <sup>1</sup> ; Maladie rénale chronique <sup>1</sup> ; Diarrhée <sup>2</sup> ; Insuffisance surrénalienne <sup>2</sup> ; Jeûne

(Source : (1) = (Harr, 2006) ; (2) = (Chorfi &amp; Venne, 2015) ; (3) = (Ordre des chimistes du Québec, 2018))

Tableau VIII: Interprétation des variations des paramètres biochimiques chez les poulets (suite du tableau VII)

<b>Calcium</b>	Hypoparathyroïdie, primaire; Intoxication à la vitamine D; Insuffisance rénale;	Hyperthyroïdie Carence hypovitaminose D; Hyperphosphatémie ; Elimination excessive de l'excrétion urinaire de calcium
<b>Magnésium</b>	Atteinte rénale ; Fatigue musculaire	Insuffisance rénale ; Diarrhée chronique ; malabsorption ; Carence alimentaire
<b>Phosphore</b>	Lyse cellulaire massive <sup>1</sup> ; Intoxication à la vitamine D <sup>1</sup> . Insuffisance rénale chronique <sup>2</sup> Hypoparathyroïdisme <sup>2</sup>	Alcalose respiratoire <sup>1</sup> ; Décharge de catécholamines <sup>1</sup> ; Carence en vitamine D <sup>1</sup>
<b>Chlore</b>	Déshydratation ; Acidose métabolique <sup>1</sup> * ; Déshydratation	Vomissements aigus (obstruction, intoxication) <sup>1</sup> ; Alcalose métabolique <sup>1</sup> ; Ataxie <sup>1</sup>
<b>Potassium</b>	Insuffisance rénale <sup>1,2</sup> ; Diabète acido-cétosique <sup>1</sup> ; Dommages musculaires sévères <sup>1</sup> ; Déshydratation <sup>1,2</sup> ; Insuffisance surrénalienne <sup>2</sup>	Alcalose <sup>1</sup> ; Perte gastro-intestinale <sup>1</sup> ; Maladie rénale chronique

(Source : (1) = (Harr, 2006) ; (2) = (Chorfi & Venne, 2015) ; (3) = (Ordre des chimistes du Québec, 2018))

Tableau IX: Valeurs usuelles des leucocytes et de la formule leucocytaire des poulets de chair

<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Références</b>
Leucocytes	12-30.10 <sup>9</sup> /L; 9-32.10 <sup>9</sup> /L	(Wakenell, 2010; Hawkins <i>et al.</i> , 2013)
Neutrophiles	3-6.10 <sup>9</sup> /L; 15-50 %	(Wakenell, 2010; Hawkins <i>et al.</i> , 2013)
/Hétérophiles		(Wakenell, 2010; Hawkins <i>et al.</i> , 2013)
Eosinophiles	0-1.10 <sup>9</sup> /L ; 0-16 %	(Hawkins <i>et al.</i> , 2013)
Basophiles	0-8 %	(Wakenell, 2010; Hawkins <i>et al.</i> , 2013)
Monocytes	0,15-2.10 <sup>9</sup> /L ; 0,1-7 %	(Wakenell, 2010; Hawkins <i>et al.</i> , 2013)
Lymphocytes	7-17,5.10 <sup>9</sup> /L; 29-84 %	

(Source : (1) = (Wakenell, 2010) ; (2) = (Hawkins *et al.*, 2013))

## 1.1.2. Techniques d'élevage

### 1.1.2.1. Densité et normes d'équipements

La densité, qui définit le nombre d'animaux par unité de surface, est un paramètre important que les éleveurs de volailles doivent gérer aux différentes étapes de l'élevage. La densité d'élevage est déterminée par un certain nombre de paramètres qui peuvent être des facteurs limitant : les normes d'équipement, la qualité du bâtiment et les facteurs climatiques (Hubbard, 2022). La densité d'élevage varie selon les phases physiologiques des poulets. Le tableau X présente la densité des poulets de chair selon le poids vif. La densité des poulets est comprise entre 20 et 30 poulets /m<sup>2</sup> pendant la phase de démarrage (poussin de 1 à 15 jours) ensuite, de 15 à 20 poulets/m<sup>2</sup> au cours de la phase de croissance (15 à 30 jours) et enfin, 10 poulets/m<sup>2</sup> durant la phase de finition (30 à 45 jours) :

Tableau X: Densité des poulets par poids vif

Poids vif (Kg)	Densité (sujets/m <sup>2</sup> )
1	26,3
1,2	23,3
1,4	21
1,6	19,2
1,8	17,8
2	16,6
2,2	15,6
2,4	14,7
2,7	13,5
3	12,6

(Source: Hubbard, 2022)

Les normes d'équipements (Tableau XI) sont fixées pour assurer aux animaux les meilleures conditions d'élevage, c'est-à-dire : l'isolation thermique, la maîtrise sanitaire et la maîtrise de l'ambiance.

Dans certains pays, les réglementations locales peuvent imposer d'autres standards que ceux montrés ci-dessous (Hubbard, 2022).

### 1.1.2.2. Vide sanitaire et désinfection

Le vide sanitaire consiste à laisser le bâtiment vide après la désinfection sans humain et sans oiseau pour une période minimum de 7 à 10 jours. Toutefois, la durée de repos peut être prolongée jusqu'à 30 à 40 jours si l'exploitation connaît des problèmes sanitaires (Haoua & Mohamed, 2019). Il consiste à appliquer à chaque fin de bande un nettoyage méticuleux suivi d'une première désinfection avant vide sanitaire, puis d'une deuxième désinfection supplémentaire (Rose *et al.*, 2000).

Les équipements doivent être lavés et désinfectés entre le départ et la mise en place d'une bande suivant les étapes :

- Evacuation de la litière ;
- Evacuation du matériel amovible ;
- Dépoussiérage du bâtiment ;
- Mouillage et trempage à grande eau pour que les particules dures s'amollissent ;
- Décapage, nettoyage du bâtiment et rinçage ;
- Désinfection de tout le matériel, y compris celui se trouvant dans le magasin, avec une solution non corrosive, après son humidification avec une eau contenant un détergent ;
- Désinfection du sol, bacs et circuits d'eau. Laisser le bâtiment vide pendant au moins 15 jours (repos sanitaire) (Karcher, 2015).

### 1.1.2.3. Bâtiment d'élevage

Un bâtiment de structure correcte doit permettre à l'éleveur de mieux maîtriser tout au long du cycle de production l'ambiance dans laquelle vivent les volailles. Le bâtiment a un rôle primordial sur le maintien des animaux en bon état de santé et pour l'obtention de résultats zootechniques correspondant à leur potentiel génétique (Alloui, 2006). Pour maintenir une ambiance de qualité dans le bâtiment d'élevage, il faut « de l'air sans courant d'air ». Ce qui signifie que les ouvertures ventilantes doivent permettre en toutes circonstances, d'assurer un débit d'air minimal pour évacuer les gaz et la vapeur d'eau de la litière. Dans les régions tempérées, le poulailler peut être orienté vers le Sud afin de récupérer de la chaleur. Sous les tropiques, une orientation Est-Ouest, permet de minimiser l'exposition au rayonnement solaire direct (Hubbard, 2018).

### 1.1.2.4. Température

C'est le facteur qui a la plus grande incidence sur les conditions de vie des animaux, ainsi que sur leurs performances. Une température convenable dépendra de la puissance calorifique



développée par le matériel du chauffage, les erreurs du chauffage constituent l'une des principales causes de la mortalité chez les poussins. Les poussins d'un jour ne sont pas capables de réguler leur température corporelle. La Température optimale des poussins est comprise entre 32-34 °C. En dessous de 32 °C, les poussins se refroidissent et sous-consomment (Alloui, 2006 ; Hubbard, 2018).

#### **1.1.2.5. Ventilation**

La ventilation est un facteur important du poulailler. Elle permet de contrôler le taux d'ammoniac dans le bâtiment, qui doit rester inférieur à 15 ou 20 ppm. Elle a pour objectif d'assurer le renouvellement de l'air et l'évacuation de l'humidité ambiante. Elle permet ainsi à la litière de rester sèche (moins de 20 % d'humidité). Cependant, les mouvements d'air sont susceptibles d'avoir une influence sur le confort des animaux en agissant sur les échanges thermiques entre le sol, l'air et l'animal. Ils peuvent être à l'origine de diarrhées chez les jeunes poulets (Nyiramafaranga, 2012).

#### **1.1.2.6. Humidité**

L'humidité est une donnée importante qui influe sur la zone de neutralité thermique donc participe ou non au confort des animaux. En climat chaud, une hygrométrie élevée diminue les possibilités d'évaporation pulmonaire et par conséquent l'élimination de chaleur, les performances zootechniques des animaux seront alors inférieures à celles observées en milieu chaud et hygrométrie modérée. L'hygrométrie conditionne l'humidité des litières et par conséquent le temps de survie des microbes. Lorsqu'elle est élevée (supérieure à 70 %), les particules de poussière libérées par la litière sont moins nombreuses et d'un diamètre plus important car elles sont hydratées: leur pouvoir pathogène est alors moindres. En revanche, en atmosphère sèche (hygrométrie inférieure à 55 %), les litières peuvent devenir très pulvérulentes et libérer de nombreuses particules irritantes de petite taille (Alloui, 2006).

#### **1.1.2.7. Eclairage**

Pendant les deux premiers jours, il est important de maintenir les poussins sur une durée d'éclairage maximum (23-24 heures) avec une intensité environ 5 w/m<sup>2</sup> pour favoriser la consommation d'eau et d'aliments. On disposera une guirlande électrique à 1,5 mètre du sol à raison d'une ampoule de 75 w/éleveuse, ensuite l'intensité devra être progressivement réduite à partir de 7<sup>ème</sup> jour pour atteindre une valeur d'environ 0.7 w/m<sup>2</sup>. Le but d'éclairage est de permettre aux poussins de voir les mangeoires et les abreuvoirs. L'éclairage ne doit pas être d'une intensité trop forte pour éviter tout nervosisme (Hubbard, 2015). En région chaude, il

faut éclairer la nuit, période plus fraîche pour soutenir un niveau de consommation correct (Alloui, 2006).

Tableau XI: Normes des équipements

	<b>ZONE TEMPÉRÉE</b>	<b>ZONE CHAUDE</b>
<b>Chauffage</b>	<p><b>Localisé</b> 3500 w/700 – 800 poussins</p> <p><b>Ambiance</b> 80 – 100 w/m<sup>2</sup> 4 sondes de température/1000 m<sup>2</sup> asservies à la ventilation</p>	<p><b>Localisé</b> 1400 w/600 – 700 poussins</p> <p>2 éleveuses à gaz ou 2 radians pour 1000 poussins</p>
<b>Abreuvement</b>	<p><b>Abreuvoirs</b> Ronds : 1/100 poussins Linéaires : 2 cm/tête Pipettes : 1/10 - 15 poussins Pipettes : s'assurer des débits sur la longueur totale des lignes</p>	<p><b>Abreuvoirs</b> Ronds : 1/50 - 60 poussins Linéaires : 3 cm/tête Pipettes : 1/6 – 10 poussins</p>
<b>Mangeoires</b>	<p>Chaînes : 15 m/1000 poussins Assiettes : 1/60 – 70 poussins</p>	<p>Chaînes : 25 m/1000 poussins Assiettes : 1/40 – 50 poussins</p>
<b>Eclairage</b>	<p>Incandescence : 5 w/m<sup>2</sup> Fluorescence : 60 lux Contrôle de l'intensité lumineuse : Variateur d'intensité Programme lumineux</p>	
<b>Ventilation</b>	<p>Dynamique : 6 m<sup>3</sup> /kg poids vif/h</p>	<p>Ventilation tunnel : Vitesse d'air : 2 m/seconde</p>
<b>Refroidissement</b>	<p>Statique : adapter les densités aux conditions climatiques</p> <p>- Nébulisation pour 1000 m<sup>2</sup> : Haute pression : 600 litres d'eau x heure Pression : 110 – 120 bars Buses : 60 buses 10 µ</p> <p>- Pad cooling de 10 cm d'épaisseur : Pour 10000 m<sup>3</sup> /heure 1,5 - 2 m<sup>2</sup> Vitesse minimum de l'air à la sortie du pad : 1,5 m/s</p>	

(Source: Hubbard, 2022)

### 1.1.3. Intrants alimentaires en aviculture

#### 1.1.3.1. Sources d'énergie

Les céréales constituent la principale source d'énergie dans l'alimentation des volailles. Ce sont des aliments riches en féculents, faciles à conserver et à utiliser (Fardet *et al.*, 2017). Les céréales apparaissent ainsi comme des aliments énergétiques : 1 400 à 1 600 kJ/100 g. Leur teneur en protéines reste modeste et varie le plus souvent de 8 à 13 % avec un déficit en lipides (2 à 3 % du poids sec des grains) et en lysine mais une forte teneur en méthionine et cystéine chez certaines céréales (Cruz *et al.*, 2011). Les céréales sont également riches en micronutriments (minéraux, vitamines du groupe B), présents majoritairement dans les fractions sons et remoulages utilisés en alimentation animale. Les principales céréales utilisées sont : le maïs, le mil, le sorgho et le blé (Adjilé, 2012).

##### 1.1.3.1.1. Maïs

Le maïs (*Zea mays* L.) est la plante la plus cultivée au monde et la première céréale produite devant le blé. C'est une céréale de choix dans l'alimentation des poulets de chair (Nuss & Tanumihardjo, 2011). Le maïs est la céréale la plus énergétique (Charcosset & Gallais, 2009) due à ses atouts nutritifs tels que sa richesse en amidon (72,5 % de MS), en sucre (2,4 % de MS), en matières grasses et une quantité relativement importante de pigments xanthophylles (environ 25 ppm) (Larbier & Lerclercq, 1992; Nuss & Tanumihardjo, 2011 ; Deffan *et al.*, 2015). Le maïs contient peu de cellulose (2,5 % de MS), de protéines (8 % de MS, Smith, 1992), de lysine et de tryptophane (Nuss & Tanumihardjo, 2011). Il est presque dépourvu de sodium (0,01 % de MS) et de calcium (0,01 % de MS) (Larbier & Leclercq, 1992).

##### 1.1.3.1.2. Sorgho

Le sorgho (*Sorghum bicolor* L.) a une teneur élevée en amidon (70 % MS), une teneur élevée en matières grasses (environ 3,3 % MS) et légèrement plus élevée en protéines que le maïs (11,4 % MS) (Serna-Saldivar & Rooney, 1995 ; Cordain, 1999 ; Martino *et al.*, 2012). La valeur énergétique du sorgho varie entre 296,1 et 356,0 kcal pour 100 g de grains (Martino *et al.*, 2012). Le sorgho contient peu de calcium (0,03% MS) et de phosphore (0,06% MS) (Larbier & Leclercq, 1992). Cependant, certaines variétés de sorgho ont des concentrations élevées de tanins qui doivent être contrôlées avant utilisation. Ce niveau ne doit pas dépasser 0,3 dans les aliments pour animaux, car les tanins provoquent de l'amertume et réduisent la digestibilité des nutriments contenus dans l'aliment (Mcnab & Boorman, 2002 ; Cothenet & Bastianelli, 2003). Le sorgho a une gamme variée de composés phénoliques, par exemple les

3-désoxyanthocyanes que l'on ne trouve pas couramment dans d'autres grains de céréales (Awika & Rooney, 2004). Les composés phénoliques et d'autres composés présents dans le sorgho semblent avoir des propriétés bioactives importantes pour la prévention du cancer, les maladies cardiovasculaires et la réduction de l'inflammation chronique et du stress oxydatif (Carr *et al.*, 2005 ; Awika *et al.*, 2009 ; Yang *et al.*, 2019).

#### **1.1.3.1.3. Mil**

Les mils sont des graminées appartenant à la famille des *Poaceae* (Gull *et al.*, 2014 ; Ramashia *et al.*, 2019). C'est une culture résistante à la sécheresse avec des propriétés antioxydantes et nutritionnelles élevées (Kandel *et al.*, 2019). C'est une céréale sans gluten riche en fibres, en calcium et en fer avec un faible indice glycémique (Singh, 2016 ; Udeh *et al.*, 2018; Anagha, 2023). Selon Shweta (2015), le mil contient plus d'énergie que les céréales telles que le riz et le blé. Il est considéré comme une source importante de thiamine, de niacine et de riboflavine, comme indiqué par Taylor (2004). La teneur en minéraux tels que le calcium, le fer et le phosphore du mil est similaire à celle trouvée dans d'autres céréales (Adeola & Orban, 1995).

#### **1.1.3.1.4. Blé**

Le blé (*Triticum aestivum* L.) appartient à la famille des *Poacées*. Environ 20 % de la production mondiale de blé est utilisée dans l'alimentation animale (Anjum *et al.*, 2007 ; USDA, 2020). Le blé contient une quantité élevée de fibres alimentaires totales, soit 13,5 % (Frølich *et al.*, 2013). Ces fibres alimentaires se composent principalement d'amidon, de cellulose et d'autres polysaccharides complexes tels que les arabinoxylanes, les  $\beta$ -glucanes, les pectines, les arabinogalactanes et la lignine (Onipe *et al.*, 2015). L'amidon représente 65 à 75 % du poids du grain par rapport à la matière sèche et peut également dépasser 80 % du volume de l'endosperme (Hurkman *et al.*, 2003). Les acides gras présents dans les grains constituent 2,1 à 3,8 % des composants de réserve du grain du blé qui sont principalement sous forme de lipides polyinsaturés riches en acide linoléique et linoléique (Hessler *et al.*, 2002).

Le son de blé est l'un des sous-produits agricoles les plus abondants dans les pays agricoles basés sur le blé (Feng *et al.*, 2020). Cependant, l'utilisation directe du son de blé pour certains animaux monogastriques est limitée en raison de sa faible teneur en protéines et de sa teneur élevée en fibres. Le blé contient des facteurs antinutritionnels tels que l'acide phytique, l'hémicellulose xylane (Hemery *et al.*, 2007 ; Olukosi & Adeola, 2008) et d'autres polysaccharides non amylacés qui peuvent inhibés la digestion et l'absorption des nutriments (Koropatkin *et al.*, 2012 ; Leo, 2012).

### 1.1.3.2. Sources de protéines

Les protéines sont d'origines animales et végétales. Les sources de protéines sont des tourteaux de graines de légumineuses (arachide, coton, soja, sésame, tournesol, etc.) et des farines animales (sang, viande et poisson) (Larbier & Leclercq, 1992 ; Lorient, 1999 ; Nir, 2003). Les animaux sont incapables de synthétiser les 11 acides aminés essentiels ; ils leurs sont donc apportés par l'alimentation (Smith, 1997).

#### 1.1.3.2.1. Tourteaux d'arachide

Le tourteau d'arachide (*Arachis hypogea* L.) est la pâte d'arachide qui reste après l'extraction de l'huile qui peut être utilisé comme source de protéines dans l'alimentation animale (Sarbaz *et al.*, 2018). Le tourteau d'arachide est considérée comme fibreuse car il contient environ 10 % de fibres brutes (Davis & Dean, 2016). La teneur en huile résiduelle varie selon le procédé d'extraction, allant de 3 % ou plus pour le tourteau extrait par solvant à 10 % dans les tourteaux extraits mécaniquement. Plus de 90 % des acides gras (AG) de l'huile du tourteau d'arachide sont des acides gras insaturés, principalement linoléiques et oléiques (Bera *et al.*, 2019). Sa teneur en acides aminés essentiels est moins équilibrée: absence de lysine, d'acides aminés soufrés et de tryptophane. Avec le risque de contamination du tourteau par les aflatoxines (Piva *et al.*, 1995 ; Zhang & Parsons, 1996 ; Kana *et al.*, 2013)

#### 1.1.3.2.2. Tourteau de coton

Le tourteau de coton (*Gossypium barbadense* L.) est utilisé dans l'alimentation des volailles en raison de ses concentrations relativement élevées en protéines (30 à 50 %) et en acides aminés (Swiatkiewicz *et al.*, 2016). Son huile est principalement composée d'acides linoléique (52 %), palmitique (24 %) et oléique (22 %) (O'Brien *et al.*, 2005) et est riche en vitamines liposolubles, qui peuvent être utilisées pour fournir des acides gras essentiels et des nutriments supplémentaires. Par contre, le problème nutritionnel du tourteau de coton est la présence du gossypol qui est un composé polyphénolique qui inhibe la croissance des jeunes oiseaux, réduit le gain de poids corporel et la consommation alimentaire chez les poulets de chair (Henry *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2017) ; Ce qui limite son application comme source de protéines brutes dans l'alimentation des volailles (Nagalakshmi *et al.*, 2007). Cependant, en petites quantités, le gossypol n'influence pas les performances des oiseaux (Alexander, 2008).

#### 1.1.3.2.3. Tourteau de soja

Le tourteau de soja (*Glycine max* L.) est largement utilisé dans l'alimentation des volailles. Sa composition se caractérise par une teneur élevée en oligosaccharides, en lysine et en

tryptophane et une légère déficience en acides aminés soufrés (Laudadio & Tufarelli, 2010 ; Coulibaly *et al.*, 2012 ; Dotas *et al.*, 2014). La quantité totale de matières azotées est comprise entre 48 et 54 % de la matière sèche tandis que la proportion de lipides varie de 1,8 à 2,2 % de matière sèche (Larbier & Leclercq, 1992 ; Natarajan *et al.*, 2013). Le problème du tourteau de soja est sa richesse en potassium conduisant à une teneur en humidité élevée dans la litière, ce qui affecte indirectement la croissance des poulets (Youssef *et al.*, 2011). Les facteurs antinutritionnels du soja sont pour la plupart thermolabiles (Lorient, 1999 ; ITAVI & SCEES, 2000).

#### **1.1.3.2.4. Tourteau de sésame**

Le tourteau de sésame (*Sesamum indicum* L.) est un sous-produit utilisé dans le domaine de l'élevage (Shu *et al.*, 2019). Il est carencé en lysine, mais contient la majorité des autres acides aminés à des taux satisfaisants à la fois pour les poussins en pleine croissance et les pondeuses. Il contient en moyenne 10 % de graisses et environ 30 % de matières protéiques digeste à plus de 89, 57 % (Nir, 2003; Hassan *et al.*, 2013; Dossa *et al.*, 2017). Le tourteau de sésame est riche en méthionine et en tryptophane, ce qui le distingue des autres graines oléagineuses (Sharma *et al.*, 2016). Contrairement à la majeure partie des tourteaux qui sont plus riches en phosphore qu'en calcium, le tourteau de sésame contient un plus fort taux de calcium que de phosphore (2,1 à 3,5 % MS de calcium et 1,1 à 1,7 % MS de phosphore). Cependant, le sésame renferme une teneur élevée en acide phytique pouvant lier le calcium et le zinc alimentaire (Nir, 2003; Agidew *et al.*, 2021; Wei *et al.*, 2022).

#### **1.1.3.2.5. Tourteau de tournesol**

Le tourteau de tournesol (*Helianthus annuus* L.) constitue une source intéressante de protéines pour les volailles. Ses protéines sont bien digérées comparés à d'autres protéines végétales. Il a une teneur en matière grasse élevée (14,16 %) et ne contient pas de substances toxiques (Nir, 2003 ; Nang *et al.*, 2011 ; Alagawany *et al.*, 2015 ; Serrapica *et al.*, 2019; Melo *et al.*, 2021). Le tourteau de tournesol est riche en phytonutriments, dont beaucoup ont des propriétés biologiques, notamment des capacités antioxydantes et immunomodulatrices (Panaite *et al.*, 2020; Saleh *et al.*, 2021). Cependant, sa faible teneur en lysine et sa richesse en fibres limite son utilisation dans l'alimentation des volailles (Nolte *et al.*, 2021 ; Saleh *et al.*, 2021).

#### **1.1.3.2.6. Tourteau de cajou**

Le tourteau d'amandes de cajou est issu de la pression des résidus des amandes de noix de cajou et est riche en éléments nutritifs. Il est une source de protéines (21,5 - 29 %), de matière

grasse (21,4 - 46,1 %), de glucide 27,9 %, de calcium 0,2 %, et de phosphore 0,7 % (Wardowski & Ahrens, 1990 ; Kouakou *et al.*, 2018 ; Silué *et al.*, 2020). Le tourteau d'amandes de noix de cajou ne contient pas de facteurs antinutritionnels létaux pour la volaille (Silué *et al.*, 2020).

#### **1.1.3.2.7. Farine de viande**

La farine de viande provient de la cuisson et du séchage des déchets d'abattoir ou d'industrie de la viande. Elle est riche en éléments minéraux tels que le calcium (10 % MS), le phosphore (3,9 % MS), la lysine (2,1 % MS) et a un taux de protéines brutes variant de 50 % à 64 % MS (Ravindran & Blair, 1993). Malgré cette haute valeur alimentaire, la digestibilité de ses acides aminés est très faible chez la volaille et varie en fonction des conditions de cuisson et de la nature du produit initial. Une incorporation supérieure à 10 % dans l'alimentation entraîne une baisse de performance chez les volailles en croissance (Larbier & Leclercq, 1992).

Deux catégories de farine de viande sont commercialisées, notamment la farine grasse avec un taux protéique de 55 % MS et le farine dégraissée avec un taux protéique supérieur ou égal à 60 % MS (Piccioni 1965; Larbier & Leclercq 1992).

#### **1.1.3.2.8. Farine de poisson**

La farine de poisson est riche en minéraux et substances azotées. A un profil d'acides aminés équilibré. La teneur en énergie métabolique est de 3 200 kcal, la teneur en protéines est de 60 % MS, composée de lysine (5,47 à 5,89 % MS) et d'acides aminés soufrés (2,74 à 2,95% MS) (Larbier & Leclercq, 1992 ; Huart, 2004 ; Ky *et al.*, 2020). Le calcium et le phosphore sont également bien représentés avec un pourcentage respectif de 5 et 10 % MS. La farine grasse a un taux protéique supérieur ou égal à 65 % MS et la farine maigre a un taux protéique supérieur ou égal à 72 % MS (Diouf, 2002).

#### **1.1.3.2.9. Farine de sang**

La farine de sang provient d'une déshydratation du sang et constitue une source protéique de haute qualité. Ces protéines sont très digestibles et présentent un profil d'acides aminés utile aux volailles (Larbier & Leclercq, 1992 ; Maliboungou *et al.*, 1998). Elle renferme un excès de leucine qui interagit avec les autres acides aminés ramifiés (isoleucine, valine). Dans la pratique, un taux d'incorporation maximal de 5 % est conseillé. L'incorporation de la farine de sang dans les aliments pour volailles augmente considérablement l'indice de consommation (Gongnet *et al.*, 1995).

Cependant, l'utilisation de la farine de sang comme seule source de protéines est à proscrire dans l'alimentation des poulets de chair contrairement à la farine de poisson (Dongmo *et al.*, 2000).

### **1.1.3.3. Sources de minéraux et les additifs alimentaires**

#### **1.1.3.3.1. Sources de minéraux**

Les minéraux sont d'une très grande importance en aviculture. Le calcium et le phosphore sont les minéraux les plus importants en alimentation des volailles. Généralement, la supplémentation calcique s'effectue par apport de la poudre d'os calcinée, de la coquille broyée, du carbonate de calcium ou d'extraits de gisements naturels de calcaire dans la ration alimentaire (Sauveur, 1992 ; Li *et al.*, 2014 ; Abdulla *et al.*, 2017). Les sources de phosphore sont le phosphate mono-calcique, le phosphate bicalcique, le phosphate tricalcique, le phosphate de roche naturel et la poudre d'os (Buldgen, 1996 ; Fourrie *et al.*, 2011). Dans les céréales et les légumineuses, le phosphore est présent sous forme de sels d'acide phytique non assimilables par la volaille (Sauveur, 1989 ; Selle & Ravindran, 2007 ; Cowieson & Bedford, 2009).

#### **1.1.3.3.2. Additifs alimentaires**

Les additifs alimentaires, qu'ils soient naturels ou synthétiques, sont ajoutés aux aliments pour volaille dans le but d'améliorer l'efficacité des nutriments. Ils sont généralement sous forme de farine, de semoule ou de granulés, et sont produits par les grandes industries pour les fabricants d'aliments finis (Saliou, 2004). Ces mélanges souvent appelés «prémix» chez les fabricants renferment un mélange spécifique d'additifs alimentaires. Parmi les additifs alimentaires utilisés en aviculture, on retrouve les vitamines, les acides aminés essentiels, les oligo-éléments, les pigments, les additifs technologiques, les facteurs de croissance, les enzymes de synthèse et les substances médicamenteuses (antibiotiques, coccidiostatiques, etc.) (Guèye, 1998 ; Rossi *et al.*, 2020).

### **1.1.4. Formulation des aliments pour poulets de chair**

La formulation des aliments consiste à mélanger diverses matières premières et compléments alimentaires pour répondre aux besoins des animaux, tout en assurant un coût minimal par kilogramme d'aliment produit. Il s'agit donc de fournir à l'animal en quantité suffisante un apport nutritif équilibré en énergie, en protéines, en minéraux et en vitamines (Drogoul, 2004 ; Oviedo-Rondon, 2014). Ces aliments peuvent être fabriqués soit par des entreprises industrielles, soit par simple mélange sur le lieu de production (FAO & IFIF, 2013).



#### **1.1.4.1. Aliments de démarrage**

Les poulets connaissent une croissance plus rapide et une meilleure consommation lorsqu'ils sont nourris avec des miettes pendant la phase de démarrage, puis avec des granulés. Leur consommation quotidienne augmente avec l'âge : à deux jours, un poussin consomme environ 10 g de nourriture par jour, tandis que cinq jours plus tard, il en consomme 35 g (Bigot, 2001 ; Zuidhof *et al.*, 2014). Au cours des cinq premiers jours de leur vie, les poussins voient leur poids vif doubler. La vitesse de leur croissance, exprimée proportionnellement au poids vif (g/j/100 g de poids vif), atteint son maximum entre 3 et 5 jours d'âge (Murakami *et al.*, 1992; Hubbard, 2018). Il est crucial de fournir un apport maximal en azote durant ces premiers jours, car une carence en azote peut provoquer une perte d'appétit et un arrêt de la croissance (Azzouz, 1997 ; Schlegel & Menzi, 2013).

#### **1.1.4.2. Aliments de croissance**

Durant cette période d'élevage, l'aliment de démarrage sera remplacé par une ration moins riche en protéine avec une valeur énergétique plus élevée (Buldgen *et al.*, 1996). Les protéines servent à l'entretien, la croissance corporelle et la croissance des plumes (Bouvarel, 2004). Le besoin en énergie métabolisable est d'environ 3000 kcal EM/kg pour les poulets en phase de croissance (Hubbard, 2018). Les apports en énergie métabolisable, en acides aminés et en minéraux chez les poussins de chair en phase de croissance sont présentés dans le tableau XII.

#### **1.1.4.3. Aliments de finition**

Pendant la phase de finition, l'aliment de croissance sera remplacé par un aliment moins concentré en protéines mais plus riche en énergie, tout en maintenant un équilibre adéquat entre énergie et protéines. A six (6) semaines d'âge, les poulets de chair peuvent atteindre 2271,91 g avec une consommation individuelle d'environ 158,4 g/jr ainsi qu'un gain moyen quotidien (GMQ) de 77,39 g et un indice de consommation de 2,28 (Ayessou *et al.*, 2009 ; Sagna, 2010).

### **1.1.5. Production avicole**

#### **1.1.5.1. Production mondiale**

Selon l'OCDE et la FAO (2017), la production de volaille a atteint 91,3 millions de Tonne Equivalent Carcasse (TEC) en 2009. Les poulets représentent plus de 87 % du total, avec une production atteignant 79,6 millions de tonnes (Tableau XIII). Ils affichent également la plus forte croissance, avec un taux de croissance annuel moyen de 2,6 % depuis 2009. Selon les

projections de l'OCDE et de la FAO (2017), la volaille restera le principal moteur de la croissance de la production de viande pour la prochaine décennie (2019-2029) puisqu'elle représentera la moitié de la viande supplémentaire produite sur la période (OCDE/FAO, 2017).

Tableau XII: Production de volaille en 2019 et croissance annuelle sur la période 2009-2019

	<b>Production 2019 en Mt</b>	<b>Croissance annuelle moyenne 2009-2019</b>
<b>Etats-Unis</b>	22,5	+ 1,8 %
<b>Chine</b>	22,4	+ 3,5 %
<b>UE-28</b>	15,2	+ 2,7 %
<b>Brésil</b>	13,7	+ 2,9 %
<b>Russie</b>	4,7	+ 7,0 %
<b>Inde</b>	3,7	+ 0,8 %
<b>Monde</b>	129	+ 2,6 %

(Source : OCDE/FAO, 2017)

### **1.1.5.2. Production en Côte d'Ivoire**

#### **1.1.5.2.1. Elevage traditionnel**

L'élevage traditionnel est omniprésent à travers tout le pays à la fois pour l'autoconsommation et pour la commercialisation. Il est fait généralement en milieu rural. En 2007, ces productions étaient estimées à 24 700 000 têtes représentant 76 % de l'effectif totale de volailles (CNRA, 2017). Il constitue un cadre d'apprentissage et d'insertion économique en milieu rural car il occupe les jeunes et aussi des personnes du 3<sup>ème</sup> âge (Essoh, 2006 ; Shapa *et al.*, 2021). Les contraintes de cet élevage sont le manque de formation des acteurs et la faiblesse du pouvoir d'achat de ces derniers (Konan, 2013). Il est extensif, nécessite peu d'investissement financier et peu de travail, et permet le recyclage des résidus de cuisine. Ce type d'élevage se fait sans plan de prophylaxie ni contrôle de l'alimentation du bétail, ce qui influence la productivité réelle (Konan, 2013).

#### **1.1.5.2.2. Elevage moderne**

Dès les années 1960, l'Etat ivoirien a initié divers programmes de développement de ressources animales pour un coût global de plus de 140 milliards. Cela à travers de nombreux investissements pour la création de projets et structures dont la Société de Développement des Productions Animales (SODEPRA) en 1972 et la Société Ivoirienne de Productions Animales (SIPRA) en 1976. Aussi, le Programme National de Sélection Ovine (PNSO) et le Projet de Développement des Elevages à Cycle Court (PE2C) ont vu le jour en 1977. Pendant les années

90, à la suite de la reprise économique, plusieurs autres projets ont été initiés et complètent les premiers afin de renforcer l'autosuffisance en viandes et aussi réduire les pertes de devises dues aux importations de viandes (Essoh, 2006 ; Koffi-Koumi, 2019). L'élevage moderne est développé principalement autour d'Abidjan et des autres grandes villes ivoiriennes (M'Bari, 2000). Il totalise un chiffre d'affaires de 240 milliards de francs CFA en 2015 et 30 000 emplois directs et indirects. Sa chaîne de valeur comprend huit (08) accouvoirs, huit (08) importateurs de médicaments vétérinaires et douze (12) usines de fabrication d'aliments qui fournissent 113 000 tonnes d'aliments de volaille, tous situés près d'Abidjan. Les accouvoirs et les fabricants d'aliments offrent leur assistance technique aux éleveurs (IPRAVI, 2009 ; Koffi-Koumi, 2019). Les éleveurs sont pour la plupart des entrepreneurs affiliés à des banques ou à des micro-finances.

En dehors de la volaille, ce type d'élevage produit une grande quantité d'œufs conditionnés et vendus par une multitude de grossistes et revendeurs. En 2000, les productions ivoiriennes étaient de 8 400 000 têtes soit 7 850 tonnes de viande pour les poulets de chair et de 2 600 000 têtes pour les pondeuses soit 3 220 tonnes de viande produisant 32850 tonnes d'œufs. En 2007, les effectifs de poulets étaient de 7 600 000 têtes. La production d'œufs est de 33 758 tonnes et couvre la consommation nationale de plus de 100 % (Koffi, 2015 ; Koffi-Koumi, 2019). Cette production d'œufs a une valeur de 23,900 milliards de F CFA et représente 0,7 % du chiffre d'affaires agricole ivoirien (CNRA, 2007). La production et la consommation de viande de poulet en Côte d'Ivoire sont présentées dans le tableau XIII.

#### **1.1.6. Commercialisation**

Il existe deux principaux circuits de distribution des produits avicoles:

- le circuit traditionnel où les volailles sont vendues vivantes et les œufs commercialisés par des revendeurs sur les marchés traditionnels. Ce circuit représente près de 90 % des volumes échangés ;
- le circuit moderne où les volailles transitent par des abattoirs ou ateliers d'abattage. Leurs produits sont pour la plupart sous forme de découpes congelées livrées sous contrats dans les supermarchés, les restaurants des établissements publics (Ecole, Université, Armée), les hôtels et les ménages. Les œufs sont calibrés et présentés dans des barquettes allant de 6 à 30 unités (Konan, 2013).

Tableau XIII: Production, approvisionnement et consommation de viande de poulet en Côte d'Ivoire

Années	2020	2021	2022
<b>Production de viande de poulets (1000 MT)</b>	59	52	47
<b>Importation de viande de poulets (1000 MT)</b>	1	1	1
<b>Consommation de viande de poulets (1000 MT)</b>	60	53	48

(Source : Yao & Nicely, 2023)

### 1.1.7. Consommation de la viande de poulet de chair

#### 1.1.7.1. Qualité organoleptique

La perception sensorielle est le résultat d'un processus complexe qui intègre toutes les informations à disposition, provenant aussi bien du stimulus que de l'inconscient (Bitty, 2013). La perception sensorielle est divisée en classes en fonction du système impliqué. La qualité sensorielle de la viande des poulets de chair est déterminée par sa couleur, sa saveur, sa jutosité et sa tendreté ou texture (MacLeod & Strigler, 2009 ; Mir *et al.*, 2017).

##### 1.1.7.1.1. Couleur

La couleur est souvent considérée par le consommateur comme un indicateur de fraîcheur et de qualité globale de la viande (Fletcher, 1999 ; Mir *et al.*, 2017). La couleur de la viande de volaille varie considérablement en fonction des caractéristiques métaboliques et contractiles du muscle. Elle se distingue par sa chromaticité (principalement due aux pigments hémiques tels que la myoglobine, l'hémoglobine et le cytochrome c) et par sa luminosité de surface, influencée par le pH et la structure du muscle (Santé *et al.*, 2001 ; Mir *et al.*, 2017).

##### 1.1.7.1.2. Texture

La texture est un facteur très important de la qualité organoleptique de la viande (Jayasena *et al.*, 2013). La texture de la viande est une caractéristique de qualité essentielle pour mesurer sa solidité (c'est-à-dire sa réaction à la force de cisaillement ou de compression) et sa performance à la déformation au cours sa transformation. La dureté excessive de la viande est devenue un problème réel en production avicole depuis le développement de la découpe des carcasses chaudes, alors que le muscle n'est pas encore en rigor mortis (Santé *et al.*, 2001 ; Marchewka *et al.*, 2023).

#### **1.1.7.1.3. Flaveur**

La flaveur se définit par l'ensemble des perceptions olfactives et gustatives perçues en consommant un produit (Fortin & Durad, 2004). La flaveur de la viande est déterminée par sa composition chimique et les changements apportés à celle-ci lors de la maturation et ensuite la cuisson (Monin, 1991 ; Northcutt 2009). Il existerait plus de 650 composés chimiques volatils ou non volatils responsables des impressions olfactives et gustatives des viandes (Vierling, 2008).

#### **1.1.7.1.4. Jutosité**

La jutosité, appelée aussi succulence caractérise la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation. Le facteur essentiel qui va jouer sur la jutosité est le pouvoir de rétention d'eau du muscle. Le pouvoir de rétention d'eau du muscle de la viande est la faculté de la viande à conserver, dans des conditions bien définies, son eau propre ou de l'eau ajoutée. Il traduit la force de liaison de l'eau aux protéines de la fibre musculaire. Le pouvoir de rétention d'eau dépend de l'eau retenue au niveau des myofibrilles, celle-ci dépendant de la structure spatiale des protéines des fibres musculaires. Lorsque la distance entre les chaînes protéiques s'agrandit, le pouvoir de rétention d'eau augmente (Lameloise *et al.*, 1994 ; Anadon 2002).

#### **1.1.7.2. Valeur nutritionnelle**

Les qualités nutritionnelles rendent compte de la valeur nutritive et fournissent des informations sur les atouts des produits alimentaires (Tableau XIV).

#### **1.1.8. Contraintes de l'aviculture**

Les contraintes au développement de l'aviculture moderne sont les contraintes liées à la production (contraintes zootechnico-économiques, pathologiques et alimentaires), à la commercialisation et aux financements (Konan, 2013).

##### **1.1.8.1. Contraintes zootechnico-économiques**

Les contraintes zootechnico-économiques rencontrées sont le manque de qualification professionnelle des éleveurs, l'insuffisance d'équipements d'élevage et le manque de contrôle qualité des aliments sur le marché (M'Bari, 2000 ; Biagui, 2002 ; Ahamet, 2004). En effet, le manque de professionnalisme des éleveurs entraîne une mauvaise application des vides sanitaires et l'absence d'hygiène dans les fermes. Ces contraintes entraînent le non respect des normes techniques d'élevage et les mauvaises performances zootechniques (Hubbard, 2018).

### **1.1.8.2. Contraintes pathologiques**

Les pathologies aviaires sont dues principalement aux mauvaises conditions d'élevage et à des mesures sanitaires insuffisantes. Elles sont principalement d'origine parasitaire ou infectieuse. Ce sont entre autres les Choléra aviaire due à la bactérie *Vibrio cholerae*, la maladie de Gumboro due à un *Birnavirus RNA*, la maladie de Newcastle due à un paramyxovirus (Habyarimana, 1994), les Colibacillooses aviaires dont l'agent pathogène est de la famille des *Enterobacteriaceae* et les mycotoxines associées aux effets hépatotoxiques, néphrotoxiques, dermatotoxiques ou reprotoxiques des moisissures (Ndiaye, 2010 ; Marin *et al.*, 2013 ; Lezzar, 2018). Ces pathologies ont un important impact direct (mortalité) et indirect (baisse des performances zootechniques) sur la production avicole.

### **1.1.8.3. Contraintes liées à la commercialisation**

Les contraintes liées à la commercialisation sont l'inexistence de prix homologué ou plafonné de volailles, la défaillance ou l'insuffisance de circuit de commercialisation et l'inaccessibilité de la viande de volaille aux consommateurs. Le développement de l'élevage doit être associé à une commercialisation efficace des produits avicoles (Abbott, 1987 ; Koffi-Koumi, 2019).

### **1.1.8.4. Contraintes financières**

L'élevage avicole nécessite des moyens financiers conséquents inaccessibles aux producteurs surtout traditionnels. En effet, les éleveurs éprouvent d'énormes difficultés pour obtenir des financements bancaires nécessaires. La question de financement est toujours restée au cœur des débats entre acteurs privés et publics (Habamenshi, 1994; Konan, 2013). Par ailleurs, la fiscalité appliquée au secteur avicole contraint très souvent les éleveurs à diminuer leur production et cette situation renforce davantage l'importation de viande de volaille en Afrique de l'ouest (Gueye, 2002).

### **1.1.8.5. Contraintes alimentaires**

La principale contrainte alimentaire est le coût de l'aliment produit par les industries spécialisées dont ALCI, AVY CI, FOANI, FACI, IVOGRAIN, FERME ADAM, QUALIGRAIN et SIPRA (Koffi, 2015). En effet, les volailles sont de grandes consommatrices de céréales, lesquelles constituent également la base de l'alimentation humaine. Cette alimentation des volailles n'est pas maîtrisée et reste tributaire du son de blé, des tourteaux, du prémix et essentiellement du maïs (Sourokou, 2014). Les contraintes alimentaires se traduisent par une sérieuse concurrence homme-volaille et des problèmes

d'approvisionnement des industries locales en céréales vivrières, d'ou leurs importations (Etienne, 2002).

Tableau XIV: Composition nutritionnelle de la viande de poulets de chair

<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Références</b>
Energie (kJ)	525	(Favier <i>et al.</i> , 1995)
Eau (g/kg)	(530- 620)	(Larbier & Leclerq, 1992)
Protéine (g)	(8,8 - 26,2)	(Smith & Fletcher, 1988)
<b>LIPIDES, ACIDES GRAS ET CHOLESTÉROL</b>		
Lipides totaux (g)	(1,25 - 4,5)	(Chartrin <i>et al.</i> , 2003 ; Rabot, 1998)
AGS Totaux (%)	(29,4 - 33,9)	(Chartrin <i>et al.</i> , 2003 ; Castellini <i>et al.</i> , 2002)
AGMI Totaux (%)	(35,3 - 41,8)	(Girad <i>et al.</i> , 1993 ; Ratnayake <i>et al.</i> , 1989)
AGPI Totaux (%)	(27,2 - 28,03)	(Girad <i>et al.</i> , 1993 ; Castellini <i>et al.</i> , 2002)
AGI Totaux (%)	(62,5 - 68,9)	(Girad <i>et al.</i> , 1993 ; Ratnayake <i>et al.</i> , 1989)
Polyinsaturés/Saturés	0,61 %	(Girad <i>et al.</i> , 1993)
Cholestérol (mg)	(50 – 91)	(Rabot, 1998)

## **1.2. ANACARDIER ET SES FRUITS**

### **1.2.1. Présentation de l'anacardier**

L'anacardier (*Anacardium occidentale Linnaeus*) appartient à la famille des anacardiées (Tandjiékpon, 2005). L'anacardier, un arbre originaire des régions tropicales du Brésil, peut atteindre une hauteur d'environ dix mètres et possède un tronc dont le diamètre varie entre 1,2 et 1,5 mètre (Lautié *et al.*, 2001). Le terme "cajou" est dérivé du tupi-guarani "acâ-yú", une langue parlée par une tribu indigène du nord-est du Brésil, signifiant "pomme jaune" (Lautié *et al.*, 2001). La fructification s'effectue en deux stades. Le vrai fruit ou noix de cajou ou encore anacarde (figure 3) se développe en premier lieu. Ensuite, lorsque cette noix verte atteint son volume maximum (en 30 à 35 jours), le pédoncule se développe considérablement et très rapidement en devenant charnu puis se transforme en une «pomme» de cajou (figure

2) ; tandis que la noix de cajou perd en humidité, diminue de volume, se durcit et passe de vert à gris (Lacroix, 2003). La pomme et la noix atteignent leur maturité au même moment.

Bien que rustique, l'anacardier préfère se développer à des altitudes inférieures à 1000 mètres dans les zones tropicales chaudes avec une alternance de saisons sèches et humides. Il s'adapte à divers types de sols, mais privilégie les sols légers, sableux, profonds, bien drainés et composés de 25 % d'argile (Soro, 2012). Sur les cuirasses latéritiques et les bas-fonds, il végète car son pivot est sensible aux obstacles indurés et à l'inondation (Aogou, 1996). Les pH favorables varient de 4,5 à 6,5 (Dogo *et al.*, 1999). Bien qu'il puisse souffrir de carences en magnésium (Wardowski & Ahrens, 1990), l'anacardier est reconnu pour sa résistance et son adaptation à de nombreuses zones tropicales, étant peu sensible à la sécheresse. Une saison sèche de 6 mois favorise sa fructification et assure une bonne conservation des graines. En revanche, la plante tolère des températures allant de 12 à 32 °C, mais elle est sensible aux écarts de température et au froid. Sa durée de vie est d'environ 30 ans (Lautié *et al.*, 2001).

### 1.2.2. Taxonomie et classification

La classification de l'anacardier est présentée comme suite (CIRAD & GRET, 2002) :

Règne	: Végétal
Embranchement	: Spermaphytes
Sous-embranchement	: Angiospermes
Classe	: Dicotylédones
Ordre	: Sapindales
Famille	: Anacardiacees
Genre	: <i>Anacardium</i>
Espèce	: <i>Anacardium occidentale</i>

### 1.2.3. Fruits de l'anacardier

#### 1.2.3.1. Noix de cajou

D'un point de vue botanique, le véritable fruit de l'anacardier est la noix de cajou (figure 2). Il s'agit d'un akène de couleur grise ou brun gris à maturité, en forme de rein, mesurant en moyenne 2,7 cm de longueur, 2,1 cm de largeur et 1,6 cm d'épaisseur. Son poids varie de 3 à



10 g, avec une moyenne de 5 g, bien que certaines noix puissent atteindre jusqu'à 20 g (Lautié *et al.*, 2001). Le rendement de sa production est assez variable selon la région et la pluviométrie (Soro, 2008). La noix contient à la fois l'amande et le baume. L'amande, extraite après le décorticage de la noix, se distingue par sa richesse en acides gras essentiels, notamment l'acide linoléique et l'acide oléique, qui représentent respectivement 20 % et 60 % de la matière grasse. Elle est également riche en protéines (tableau XV) et possède une composition en acides aminés semblable à celle de la graine de soja (Lautié *et al.*, 2001). Le baume, ou CNSL (Cashew Nut Shell Liquid), est un liquide oléagineux noirâtre et caustique extrait de la coque entourant l'amande. Utilisé dans diverses industries, il est apprécié pour ses propriétés médicinales (élimination des verrues, traitement de la lèpre, lutte contre le cancer, antiseptique) et ses propriétés imperméabilisantes (protection des constructions en bois, fonds de bateaux et filets de pêche) (Soro, 2008).

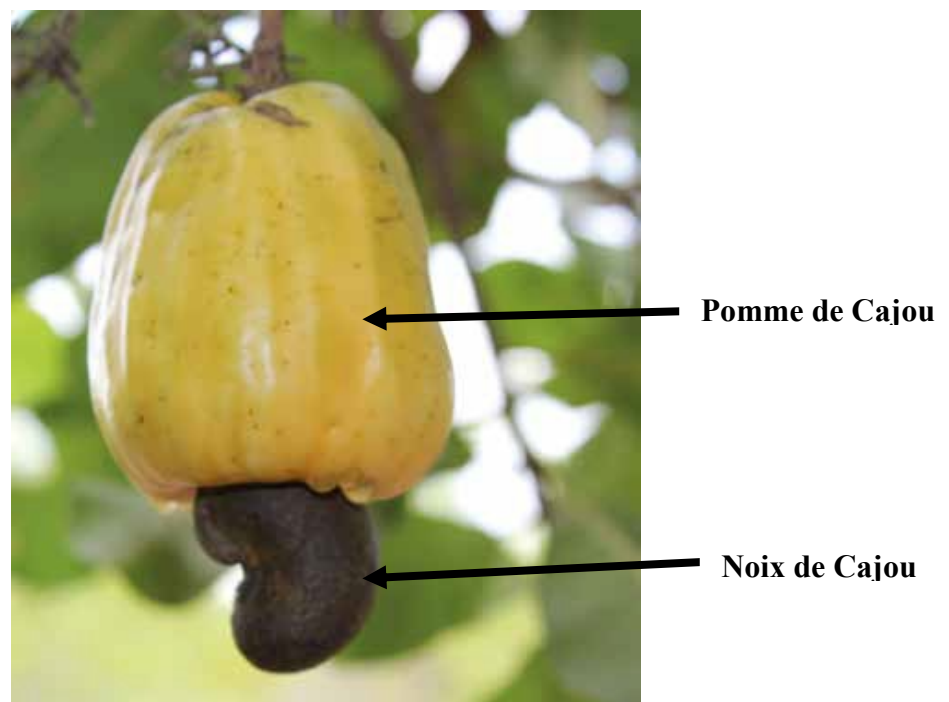


Figure 2 : pomme et noix de cajou (FIRCA, 2014)

Tableau XV: Composition moyenne de l'amande mondée de la noix de cajou

Composé analysé	Teneur (g × 100 g <sup>-1</sup> matière fraîche)
Humidité	6,9
Protéines brutes	21,5
Fibres brutes	1,1
Lipides bruts	46,1
Cendres	3,4
Extraits non azotés (glucides)	27,9
Calcium	0,2
Phosphore	0,7

(Source: Wardowski & Ahrens, 1990)

### 1.2.3.2. Pomme de cajou

La pomme de cajou (figure 2) est le pédoncule hypertrophié de la noix de cajou. À maturité, elle arbore des teintes jaunes, rouges ou orangées. Cette coloration provient de la fine couche cireuse recouvrant la peau de la pomme. Indépendamment de la couleur de la peau, sa chair est toujours jaune. La pomme a une forme ronde ou en cœur, ce qui explique son nom scientifique, *Anacardium*, signifiant "forme de cœur" (Soro, 2012). La pomme de cajou pèse généralement entre 70 et 90 g, soit 9 à 10 fois le poids de la noix (Reynes, 1998). Elle contient 85 % de jus, avec environ 10 % de sucres, principalement des sucres réducteurs. La pomme est également riche en composés polyphénoliques (tannins), responsables de son astringence caractéristique. L'intensité de son goût sucré et de son astringence varie selon la variété et le stade de maturité. La teneur en vitamine C de la pomme de cajou se situe entre 200 et 300 mg pour 100 g de matière fraîche, soit environ 5 fois celle de l'orange. Sa teneur importante en fibres alimentaires est liée à sa nature biologique (Lautié, 2000). La composition chimique de la pomme de cajou est illustrée dans le tableau XVI.

Tableau XVI: Composition chimique de la pomme de cajou

Composé analysé	Teneur pour 100 g de matière fraîche
Extrait sec soluble	10 à 12 g
pH	4,2 à 4,4
Acidité titrable (acide malique)	0,33 à 0,59 g
Sucres réducteurs	7,8 à 8,6 g
Fibres alimentaires	2,6 à 3,1 g
Tanins	0,29 à 0,38 g
Protéines	0,7 à 0,8 g
Vitamine C	200 à 300 mg
Sels minéraux	
Calcium	10 à 40 mg
Fer	0,4 à 3,0 mg
Phosphore	10 à 30 mg

(Source: Lautié, 2000)

#### 1.2.4. Ravageurs et maladies

Bien que l'anacardier soit une espèce résistante, reconnue pour son adaptabilité et sa tolérance aux attaques parasitaires, il est néanmoins susceptible à certains insectes et infections fongiques. Les maladies les plus courantes incluent l'antracnose, la moisissure noire et l'oïdium, ainsi que d'autres phytopathogènes tels que *Phytophthora palmivora*, *Phytophthora nicotianae*, *Septoria cajui* et *Sclerotium rolfsii* (De Logu & Haeusler, 1994). Les attaques les plus destructrices sont celles qui touchent les inflorescences ou les fruits, car elles affectent directement la production.

Les insectes nuisibles les plus couramment rencontrés incluent des chenilles dévoreuses et enrouleuses de feuilles (*Eutelia et Sylepta*), les cochenilles, les thrips et les flatides (Aogou, 1996). Trois espèces d'*Helopeltis* (*H. anacardii*, *H. shoutedeni* et *H. antonii* (De Logu & Haeusler, 1994)) piquent les feuilles, les bourgeons et les pousses tendres, provoquant des taches brunes qui se nécrosent en quelques jours. Dans certains pays d'Afrique, un insecte attaquant les cocotiers, *Pseudotheraptus wayi*, peut également affecter l'anacardier (De Logu & Haeusler, 1994). Enfin, *Acrocercops syngamma* peut aussi causer des pertes dans la production en entraînant la chute des feuilles. Dans certains pays d'Afrique, un insecte

(*Pseudotheraptus wayi*) attaquant les cocotiers, peut aussi affecter l'anacardier (De Logu & Haeusler, 1994).

### **1.2.5. Production mondiale de noix de cajou**

À l'échelle mondiale, 33 pays produisent des noix brutes de cajou, dont 16 en Afrique. Les dix principaux producteurs sont le Vietnam, l'Inde, le Brésil, la Côte d'Ivoire, le Bénin, le Nigéria, la Guinée-Bissau, la Tanzanie, les Philippines et l'Indonésie, qui représentent 91 % de la production mondiale de noix. L'Afrique (50 %) et l'Asie (47 %) contribuent ensemble à 97 % de l'offre mondiale de noix brutes de cajou. L'Afrique de l'Ouest assure au moins 90 % de l'offre africaine de noix brutes de cajou, tandis que l'Afrique de l'Est en produit 9,9 % (Gbaguidi, 2020).

### **1.2.6. Evolution de la filière anacarde en Côte d'Ivoire**

La culture de l'anacardier a été introduite en Côte d'Ivoire dans les années 1960 par l'État ivoirien, dans le cadre d'un plan de reboisement de la zone savanicole et de lutte contre l'érosion (Rey, 1998). Ainsi, de 1959 à 1967, 1 400 ha d'anacardier ont été mis en place par la Société pour le Développement de la Forêt (SODEFOR) dans la région de Korhogo. Entre 1965 et 1969, 820 ha d'anacardier ont été plantés par la Société d'Assistance Technique pour la Modernisation Agricole de Côte d'Ivoire (SATMACI). Après ces programmes de reboisement de la SODEFOR et de la SATMACI, le plantinng de l'anacardier a été négligée jusqu'en 1972 (Rey, 1998). Il a fallu attendre la création de la Société de Valorisation de l'Anacarde du Nord (SOVANORD) pour relancer la culture et debuter la commercialisation de la noix de cajou. Ainsi, les plantations de la SATMACI ont été confiées à la Société pour le Développement des Fruits et Légumes (SODEFEL) pour en faire des plantations fruitières et non forestières (Rey, 1998). En 2005, l'usine de la Société Ivoirienne de Transformation de l'Anacarde-Société Anonyme (SITASA) a démarré ses activités. Ensuite, l'unité de décortilage de 5 000 tonnes/ans à Dimbokro par la société OLAM-Ivoire a vu le jour. Peu après, l'unité de Cajou de Fassou est inaugurée en 2006 à Yamoussoukro et a commencé ses activités en 2007 (Soro, 2012). De nombreuses petites unités industrielles et coopératives de décortilage artisanal ont émergé dans les régions du Zanzan, du N'ZI Comoé et des savanes (Soro, 2012). La culture de l'anacarde est donc devenue une culture pérenne génératrice de revenus financiers pour plus de 150 000 producteurs regroupés dans une vingtaine de coopératives et faisant vivre 1,5 millions de personnes (Soro, 2012). Les surfaces cultivées se sont accrues avec 1 350 000 ha (figure 3) pour environ 350 000 producteurs.

La production est passée de 6 000 tonnes en 1990 à 380 000 tonnes en 2011 (Soro, 2012) puis de 450 000 tonnes en 2012 à plus de 738000 tonnes en 2018 (Tableau XVII) érigeant la Côte d'Ivoire au rang de premier pays producteur de noix brutes de cajou au monde, devant l'Inde et le Viêtnam, et le premier pays exportateur mondial de noix brutes de cajou. Malheureusement, 95 % de la production est exportée sous forme brute (Kouassi, 2018).



Figure 3: Régions de production de la noix de cajou en Côte d'Ivoire (Source : OIA ANACARDE CI, 2024)

### 1.2.7. Organisation institutionnelle de la Filière Anacarde en Côte d'Ivoire

Dans le cadre de la réforme des Filières Coton et Anacarde, le Gouvernement ivoirien a créé par décret n°2013-681 du 02 octobre 2013, l'organe de régulation, de suivi et de développement des Filières Coton et Anacarde, dénommé Conseil du Coton et de l'Anacarde

(CCA). La CCA a pour but de prendre le relais de l’Autorité du Coton et de l’Anacarde (ARECA) dans la mise en place et le suivi d’un cadre réglementaire pour un environnement permettant une meilleure gouvernance des deux filières. L’objectif est de garantir une meilleure rémunération des acteurs. Il a pour mission principale de veiller au respect des règles et des principes régissant l’ensemble des activités des deux filières. La mission de régulation couvre les fonctions de réglementation, de contrôle et d’arbitrage (FIRCA, 2018).

Le second volet institutionnel de la réforme est la mise en place d’une interprofession représentative et crédible dans la Filière Anacarde. Cette interprofession devrait réunir les représentants dont le collège des producteurs et coopératives de producteurs, le collège des exportateurs, le collège des acheteurs et le collège des sociétés de transformation (FIRCA, 2018). Au stade actuel, les principales structures d’appui à la filière anacarde sont :

- le Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles (FIRCA),
- l’Agence Nationale d’Appui au Développement Rural (ANADER),
- le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA),
- les Universités (UNA, UFHB, UPGC, UJLoG...) et les grandes Ecoles (INP-HB),
- les ONG (ComCashew, GIZ/PROFIAB...).

### **1.2.8. Transformation des fruits de l’anacardier**

Les amandes sont extraites de la noix de cajou et conditionnées à l’aide de méthodes de décorticage manuel et/ou mécanique (Figure 4). Ces techniques se font en plusieurs étapes: nettoyage, trempage dans l’eau, torréfaction, décorticage, pré-tri, séchage, épluchage ou émondage, tri et le conditionnement (Lautié *et al.*, 2001). Les amandes servent à la production d’huile avec un taux d’extraction de 37 % à 57 % (Kombate, 2012). Cette huile est fluide, jaune pâle, inodore et d’excellente qualité nutritionnelle avec un rapport [acides saturés/acides insaturés] de 4,1. Les teneurs en acides oléique, stéarique et linoléique sont respectivement de 60 %, 9 % et 17,1 %. À partir des débris d’amandes émondées, il est possible d’obtenir du beurre de cajou avec des caractéristiques chimiques (Tableau XVIII) similaires au beurre d’arachide (Diomandé *et al.*, 2017). Après extraction de l’huile par pressage des amandes, les résidus riches en protéines et en glucides (tourteaux) peuvent être utilisés pour la fabrication d’aliments de volaille et du bétail.

Après le grillage et le décorticage des noix, environ 30 kg de pellicules sont récupérées par tonne de noix (Lautié *et al.*, 2001). En Inde, ces pellicules, riches en protéines, sont utilisées comme alimentation pour les volailles, à condition qu’elles ne contiennent pas trop de baume.

Enfin, les pommes sont pressées pour l'obtention de jus qui servent à la production de boissons alcoolisées ou non alcoolisées (Soro, 2012).

Tableau XVII: Evolution des statistiques de la filière Anacarde de 2008 à 2018

RUBRIQUES	ANNEES										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Nombre de producteur (estimations)	250 000	250 000	250 000	250 000	250 000	250 000	250 000	300 000	320 000	350 000	350 000
Superficie estimée (ha)	825 000	875 000	950 000	1 000	1 250 000	1 250 000	1 250 000	1 350 000	1 350 000	1 350 000	1 350 000
Production commercialisée (T)	350 000	350 000	380 000	380 000	450 000	500 000	560 000	702 500	649 587	711 236	761 317
Rendement moyen estimé (kg de NBC/ha)	424	400	400	380	360	400	448	520	481	527	564
Quantité de noix transformée (T)	4 157	4 375	7 024	9 452	23 947	30 000	37 696	41 012	40 383	44 628	66 892
Exportation de noix brutes de cajou (T)	312 000	340 000	350 000	276 195	407 000	465 000	520 000	660 000	609 204	664 932	646 213
Taux de transformation (%)	1%	1%	2%	2%	5%	6%	7%	6%	6%	6%	6%
Prix minimum officiel bord champ (FCFA)	200	200	170	300	310	200	225	275	350	440	500
Prix FOB moyen de la noix (FCFA)	285	233	312	450	410	355	420	595	733	951	915
Rapport prix bord champ/prix FOB (%)	70%	86%	54%	67%	76%	56%	54%	46%	48%	46%	55%
Chiffre d'affaires (millions de FCFA)	88 920	79 220	109 200	124 288	166 870	165 075	218 400	392 500	446 547	632 350	591 285
Revenu brut distribué aux producteurs (millions de FCFA)	70 000	70 000	64 600	114 000	139 500	100 000	126 000	193 188	227 355	312 944	380 659

(Source : Yeya, 2021)

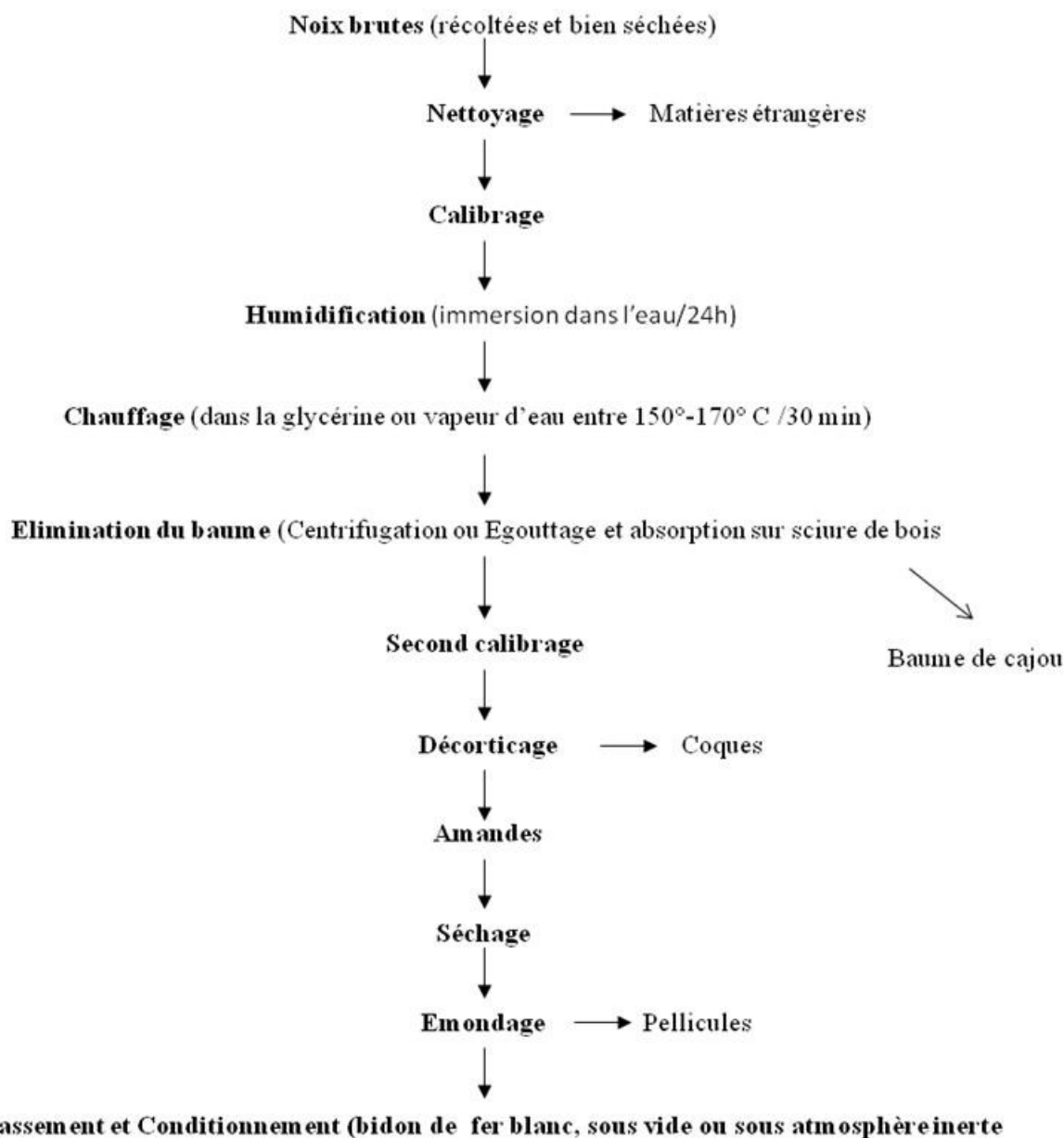
Figure 4: Schéma de la transformation industrielle de la noix de cajou (Dogo *et al.*, 1999)

Tableau XVIII: Composition chimique de tourteaux d'amandes déclassées d'anacarde

Caractéristiques	tourteaux de cajou	Références
Matière sèche (% du brut)	90,8 ; 94,3	
Matière azotée totale (MAT) (% MS)	29,5 ; 25,3	
Matières grasses (MG) (% MS)	21,4 ; 36,7	Aremu <i>et al.</i> , (2006) ;
Cellulose brute (CB) (% MS)	6,3 ; 1,2	Kouakou <i>et al.</i> , (2018)
Matières minérales (MM) (% MS)	4,1 ; 4,4	
Energie brute (EB) (MJ/kg MS)	23,1 ; 22,4	



# **DEUXIME PARTIE : MATERIEL ET METHODES**

## 2.1. Présentation de la zone d'étude

L'étude a été menée de Septembre 2020 à Octobre 2022. Elle a été réalisée à trois niveaux notamment la production de tourteau de cajou, l'élevage des poulets et les analyses au Laboratoire. L'étude s'est fait dans une ferme située à la périphérie de la commune de port-Bouët, dans l'agglomération de la ville d'Abidjan (figure 5) comprise entre les latitudes 4°10 et 5°30 Nord et les longitudes 3°50 et 4°10 Ouest (Dongo, 2001). La zone d'étude est soumise au climat équatorial humide à faciès littoral (Tapsoba, 1995). La température de la ville varie très peu dans l'ensemble au cours de l'année (23,3 °C - 28,6 °C) (Dongo, 2006).

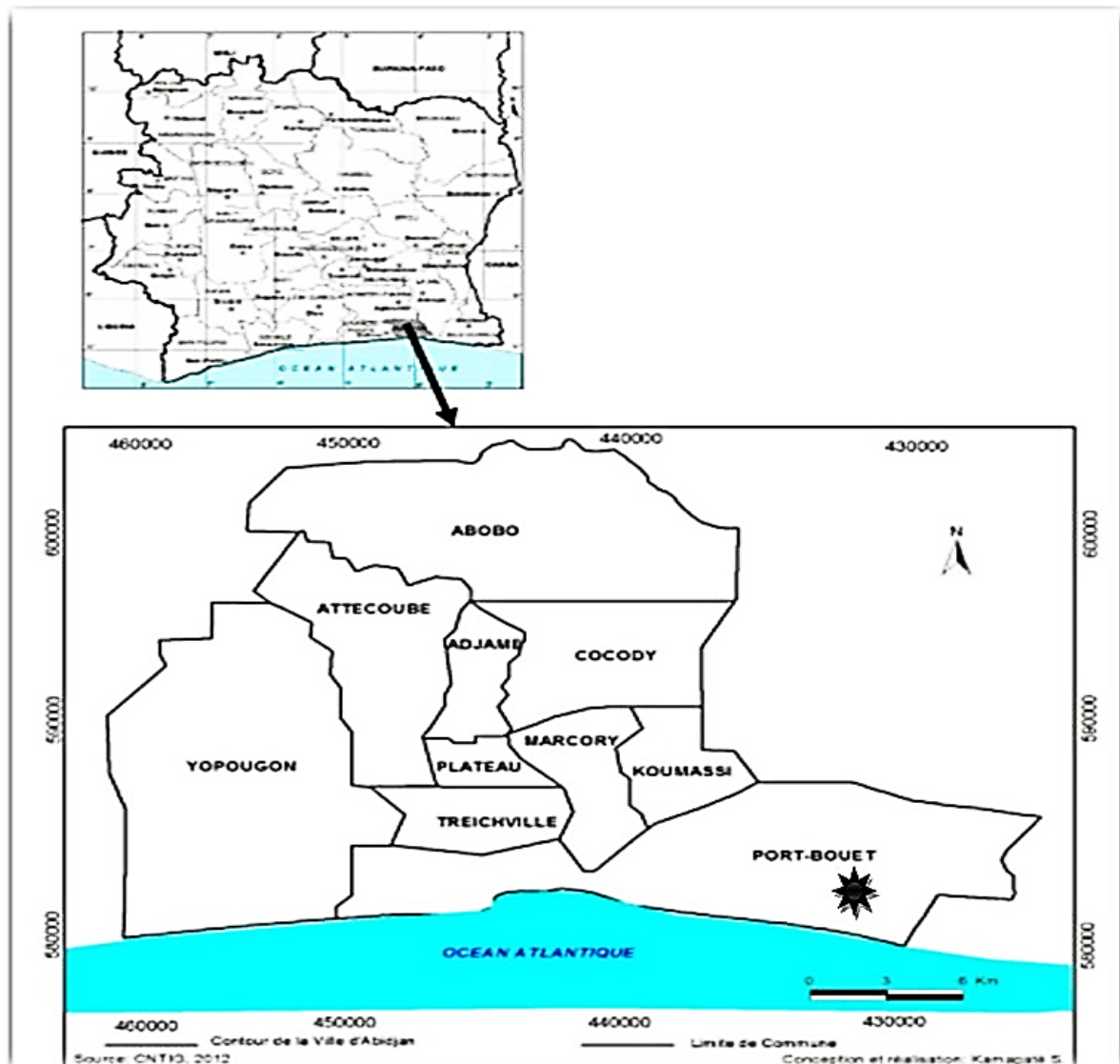


Figure 5: Localisation de la ville d'Abidjan (Kamagaté, 2012)

## 2.2. MATERIEL

### 2.2.1. Matériel biologiques

#### 2.2.1.1. Végétal

Le matériel végétal se composait de tourteau de cajou (figure 6 A), produit à partir d'amandes déclassifiées de cajou, recueillies dans une unité industrielle de transformation de noix de cajou « Eburnie » située à Abidjan zone 3, en Côte d'Ivoire. Il incluait également des tourteaux de soja (figure 6 B) achetés auprès d'une entreprise nommée « KENZ » basée à Abidjan.



A : Tourteaux de cajou



B: Tourteaux de soja

Figure 6: Tourteaux de cajou et de soja

#### 2.2.1.2. Animal

Le matériel animal était constitué de 300 poussins de chair de souche Cobb500 non sexés d'un jour (figure 7) achetés auprès d'une entreprise dénommée « IVOGRAIN » basée à Abidjan. Le poids moyen des poussins était compris entre 89,2 et 91,4 g.



Figure 7: Poussins de chair Cobb 500

## 2.2.2. Bâtiment et matériel d'élevage

### 2.2.2.1. Bâtiment d'élevage

Il s'agissait d'un bâtiment de 15 m sur 2,5 m qui a été aménagé en 5 compartiments séparés par des filets. Chaque compartiment avait une superficie de 6,25 m<sup>2</sup> dans lequel a été installé deux abreuvoirs et deux mangeoires coniques. La ventilation du bâtiment était naturelle avec une orientation Nord-Sud. Le sol a été recouvert de litière faite de copeaux de bois (Annex 1) renouvelée toutes les deux semaines.

### 2.2.2.2. Matériel d'élevage

Le matériel d'élevage était constitué des abreuvoirs d'une capacité de 2 et 4 litres d'eau et des mangeoires coniques d'une capacité de 3 Kg (figure 8) dans lesquelles ont été servis les aliments. Aussi, une balance électronique de marque SEVERIN KW 3667 d'une capacité de 5 Kg et de précision 1 g et une balance automatique de marque CAMRY d'une capacité de 20 Kg (figure 11) ont été utilisées pour la pesée des produits vétérinaires, les rations alimentaires et des poulets en élevage. En suite, du matériel d'entretien notamment un pulvérisateur de marque TROPICA d'une capacité de 15 litres, une pelle, une machette et une houe ont été utilisés. Enfin, un appareil photo numérique de marque CMOS Manua Camcorder avec une définition de 16 Mégapixels et un grossissement de × 16, a servi aux prises d'images.



**Balance électronique (5 Kg)**



**Balance mécanique (20 KG)**



**Abreuvoirs et Mangeoires**



**Pulvérisateur**

Figure 8: Matériel d'élevages

### 2.2.3. Matériel de laboratoire

Le matériel de détermination de la composition chimique des rations alimentaires formulées était constitué d'une étuve (MEMMERT, Allemagne) pour réduire le taux d'humidité, d'une balance (ABT320-4M, Philippines) pour les différentes mesures de masses, d'un extracteur soxhlet pour extraire la matière grasse des échantillons, d'un évaporateur rotatif (HEIDOLPH Laborata 4003 Control, Schwabach, Germany), pour séparer les solvants des extraits, et d'un four à moufle (NABERTHERM) pour les minéraliser. Un spectrophotomètre (UV-1205, Shimadzu) a été utilisé pour la mesure de l'absorbance.

Le matériel de prélèvement sanguin (Figure 9) est constitué de seringues, de tubes de prélèvement sanguin (secs et EDTA), d'une glacière pour la conservation et le transport de sang total et d'une centrifugeuse de marque (SIGMA 3-168, Allemagne) pour l'obtention de sérum et plasma sanguin. Egalement, un automate (URIT-8260) a servi au dosage biochimique, un analyseur d'électrolytes (Analyzer ISE 300) a permis de déterminer l'ionogramme sanguin et la Numération Formule Sanguine (NFS) a été déterminé par l'automate Sysmex XN-550.



Tubes sec, EDTA et des Seringues



URIT-8260



Analyzer ISE 300



Sysmex XN-550 relié à un ordinateur et une imprimante

Figure 9: Matériel de prélèvement et d'analyse sanguin

## 2.3. METHODES

### 2.3.1. Répartition des animaux

Après trois jours de chauffage en bande unique, 300 poussins de chair de souche Cobb500 ont été sélectionnés et repartis en cinq lots de 60 poussins subdivisés en 2 sous groupes de 30 selon le nombre d'aliments expérimentaux formulés (F<sub>0</sub>, F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub>, F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>). Le poids moyen des poussins était compris entre 89,2±3,7 et 91,4±4,63 g. Les poussins ont été disposés selon une densité de 30 sujets/m<sup>2</sup>.

### 2.3.2. Production artisanale de tourteaux de cajou

La production artisanale du tourteau de cajou est présentée sur la figure 11. Les sous-produits (poudre, brisures et amandes déclassées) des amandes de cajou ont été collectés auprès d'une entreprise de transformation de la noix de cajou « Eburnie » basée à Abidjan en Côte d'Ivoire. Les sous-produits d'amandes étaient sous deux formes :

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

La production de tourteaux d'amande de cajou a été faite selon les 8 étapes présentées dans le diagramme (Figure 10) :

- Description des grandes étapes de la production du tourteau de cajou :
  - Collecte des sous-produits et amandes déclassées de cajou :

Les amandes de cajou (sous-produits et amandes déclassées) ont été collectées de septembre 2020 à janvier 2021. Ces déchets se présentaient sous deux formes que sont les amandes déclassées (respectent pas les normes de commercialisation ou qui présentent un ou des défauts visuels impropre à la consommation humaine) et la poudre d'amande (rejets après blanchiment des amandes) produite de façon intentionnelle ou non au cours du procès de transformation.

- Triage des amandes de cajou :

L'objectif était de sélectionner les sous-produits réutilisables. Cette phase a consisté à séparer les amandes des résidus indésirables (coque de cajou, pellicules de cajou, amandes moisies, trop rancies et trop perforées par les charançons) et corps étrangers (des grains de sable, emballage plastique, morceaux métalliques).

- Extrusion (broyage) des amandes de cajou

Les amandes ont été envoyées chez un minotier qui s'est chargé de la réduction en poudre des amandes afin d'obtenir des granulométries adaptées à l'âge et à la préhension des poulets de chair. Les amandes sont réduites en une granulométrie de type démarrage (1,5-2 mm), croissance (3-4 mm) et finition (4-6 mm) facilitant ainsi l'ingestion et le transit digestif des particules alimentaire des poulets de chair.

- Réhydratation à la vapeur

A l'aide d'un couscoussier, la farine préalablement obtenue (12,5 Kg) a été chauffée à la vapeur pendant 15 minutes. L'objectif de cette étape était de ramollir la poudre des amandes afin de faciliter l'extraction de l'huile par pressage.

- Pressage de la poudre hydratée

La poudre d'amandes de cajou hydratée a été mise dans un sac en nylon et à l'aide d'une machine à vis sans fin, la pression a été réalisée par serrage. La durée et l'intensité de la pression ont varié considérablement, en fonction de notre appréciation. Cette machine est couramment utilisée dans le processus de fabrication de l'attiéké (semoule de manioc) en Côte d'Ivoire. L'huile a ainsi été extraite et le bloc de tourteau récupéré.

- Concassage des blocs

Après le pressage de la poudre d'amandes de cajou, des blocs de tourteau de cajou sont obtenus. Ils ont été concassés à chaud manuellement (à la main) afin d'éviter le durcissement des blocs, rendant ainsi son utilisation difficile.

- Séchage du tourteau de cajou

Le tourteau de cajou humide obtenu a été étalé sur une surface propre (bâches et tôles dans notre cas) au soleil pendant 14 heures. Le tourteau a été pesé chaque 3 heures jusqu'à poids constant. L'objectif de cette étape était d'augmenter la durée de conservation du tourteau par abaissement du taux d'humidité. A la fin de cette étape, on obtient le tourteau de cajou sec et prêt à être utilisé.

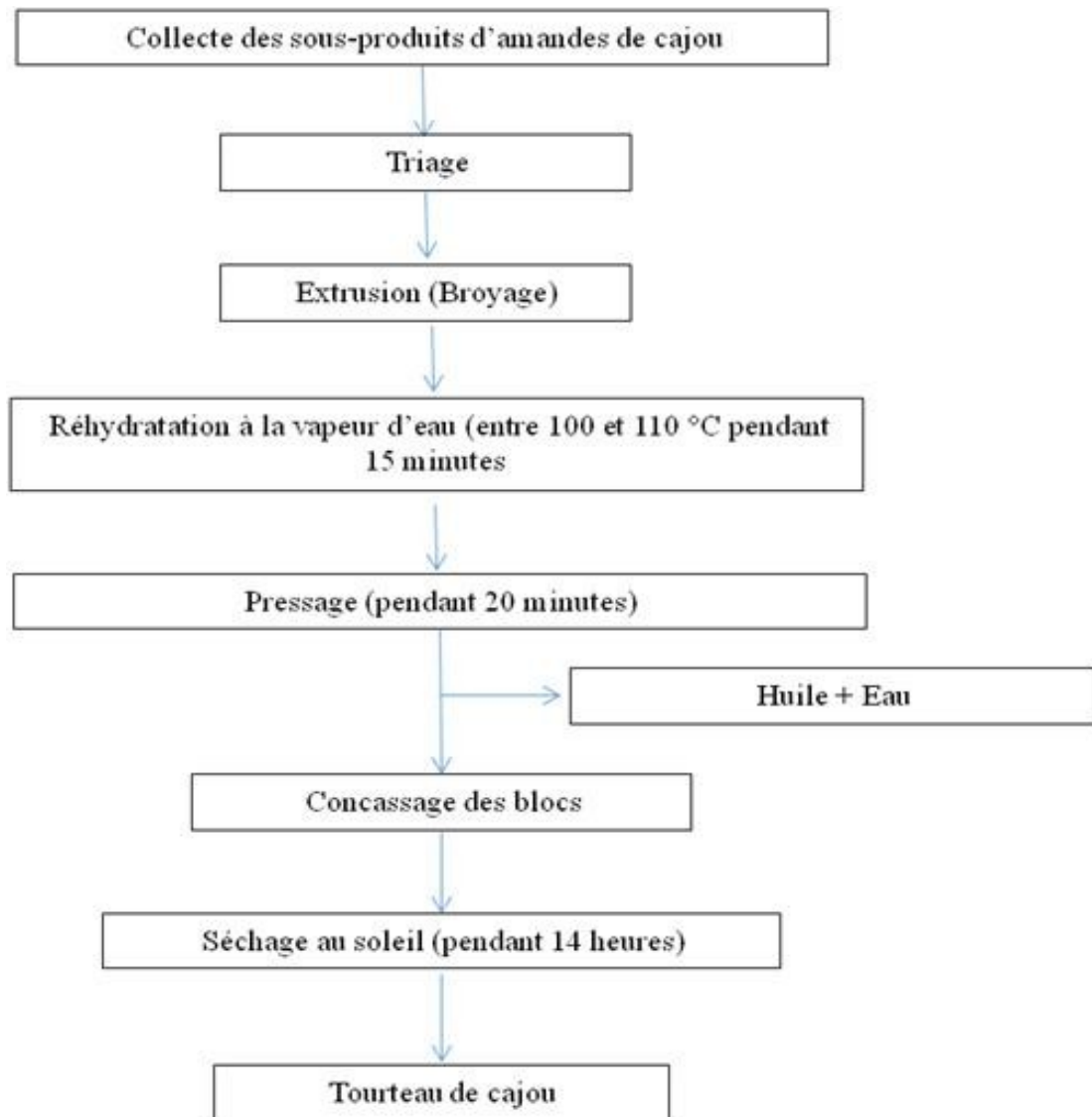


Figure 10: Diagramme de production artisanal de tourteau d'amandes de cajou





Figure 11: Production artisanale de tourteaux de cajou

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

Les impuretés contenues dans les amandes ont été triées et pesées. Le taux d'impureté a été calculé selon la formule de Ouattara *et al.*, 2023 :

$$\text{Impureté (\%)} = \frac{(\text{Masse totale d'amandes} - \text{Masse d'amandes triée})}{\text{Masse totale d'amandes}} \times 100 \quad (1)$$

Le taux de production de tourteau de cajou a été calculé selon la formule de Ouattara *et al.*, 2023:

$$\text{Tourteau de cajou (\%)} = \frac{\text{Masse de tourteau de cajou}}{\text{Masse d'amandes triée}} \times 100 \quad (2)$$

### 2.3.3. Formulation des rations alimentaires à base de tourteaux de cajou et/ou soja

A partir de la formule modifiée de la ration alimentaire standard des poulets de chairs présentée par Fofana *et al.* (2021), cinq (5) rations expérimentales ont été formulées en substituant le tourteau de soja au tourteau de cajou pour leurs phases de démarrage, croissance

et finition. Les rations formulées ont été nommées F<sub>0</sub>, F<sub>25</sub>, F<sub>50</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>100</sub> respectivement pour 0 ; 25 ; 50 ; 75 et 100 % de substitution du soja au cajou.

#### **2.3.3.1. Rations de démarrage**

La ration alimentaire standard de démarrage des poulets de chair a été constituée de 62 % de farine de maïs, 30 % de tourteaux de soja, 5,5 % de farine de poisson, 1 % de complexe vitaminique (TNH), 0,6 % de coquillage, 0,3 % de Fysal-MP, 0,25 % de sel, 0,2 % de toxo-XL et 0,15 % de phosphate bi-calcique. La substitution du soja de 0 ; 25 ; 50 ; 75 et 100 % par le cajou a donnée les 05 rations expérimentales de démarrage (F<sub>0</sub>, F<sub>25</sub>, F<sub>50</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>100</sub>) telles que présentées dans le tableau XIX.

#### **2.3.3.2. Rations de croissance**

La ration alimentaire standard de croissance des poulets de chair a été constituée de 66% de farine de maïs, 28 % de tourteaux de soja, 3 % de farine de poisson, 1 % de complexe vitaminique (TNH), 0,7 % de coquillage, 0,6 % de phosphate bi-calcique, 0,3 % de sel, 0,25 % de Fysal-MP et 0,15 % de toxo-XL. La substitution du soja de 0 ; 25 ; 50 ; 75 et 100 % par le cajou a donnée les 05 rations expérimentales de croissance (F<sub>0</sub>, F<sub>25</sub>, F<sub>50</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>100</sub>) telles que présentées dans le tableau XX.

#### **2.3.3.3. Rations de finition des poulets**

La ration alimentaire standard de finition des poulets de chair a été constituée de 69 % de farine de maïs, 26 % de tourteaux de soja, 3 % de farine de poisson, 1 % de complexe vitaminique (TNH), 0,4 % de coquillage, 0,3 % de sel, 0,2 % Fysal-MP et 0,1 % de toxo-XL. La substitution du soja de 0, 25, 50, 75 et 100 % par le cajou a donnée les 05 rations expérimentales de finition (F<sub>0</sub>, F<sub>25</sub>, F<sub>50</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>100</sub>) telles que présentées dans le tableau XXI.

Tableau 1: Rations de démarrage des poulets de chair

Ingrédients	F <sub>0</sub> (Kg)	F <sub>100</sub> (Kg)	F <sub>75</sub> (Kg)	F <sub>50</sub> (Kg)	F <sub>25</sub> (Kg)
Maïs	62	62	62	62	62
Tourteaux de Soja	30	0	7,5	15	22,5
Tourteaux de Cajou	0	30	22,5	15	7,5
Farine de poisson	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
TNH Chair 1 % <sup>®</sup>	1	1	1	1	1
Coquillage	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Fysal-MP <sup>®</sup>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Sel	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Toxo-XL <sup>®</sup>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Phosphate bi-calcique	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

*TNH Chair = complexe vitaminique ; Fysal-MP = mélanges acides organiques libre et tamponnés ; Toxo-XL = capteur de mycotoxine à large spectre.*

Tableau XX: Rations de croissance des poulets de chair

Ingrédients	F <sub>0</sub> (Kg)	F <sub>100</sub> (Kg)	F <sub>75</sub> (Kg)	F <sub>50</sub> (Kg)	F <sub>25</sub> (Kg)
Maïs	66	66	66	66	66
Tourteaux de Soja	28	0	7	14	21
Tourteaux de Cajou	0	28	21	14	7
Farine de poisson	3	3	3	3	3
TNH Chair 1 % <sup>®</sup>	1	1	1	1	1
Coquillage	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Phosphate bi-calcique	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sel	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fysal-MP <sup>®</sup>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Toxo-XL <sup>®</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

*TNH Chair = complexe vitaminique ; Fysal-MP = mélanges acides organiques libre et tamponnés ; Toxo-XL = capteur de mycotoxine à large spectre.*

Tableau XXI: Rations de finition des poulets de chair

Ingrédients	F <sub>0</sub> (Kg)	F <sub>100</sub> (Kg)	F <sub>75</sub> (Kg)	F <sub>50</sub> (Kg)	F <sub>25</sub> (Kg)
Maïs	69	69	69	69	69
Tourteaux de Soja	26	0	6,5	13	19,5
Tourteaux de Cajou	0	26	19,5	13	6,5
Farine de poisson	3	3	3	3	3
TNH Chair 1 % <sup>®</sup>	1	1	1	1	1
Coquillage	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Sel	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fysal-MP <sup>®</sup>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Toxo-XL <sup>®</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Total	100	100	100	100	100

*TNH Chair = complexe vitaminique ; Fysal-MP = mélanges acides organiques libre et tamponnés ; Toxo-XL = capteur de mycotoxine à large spectre.*

#### 2.3.4. Détermination des taux d'humidité et de matière sèche

Le taux de matière sèche des tourteaux (cajou et soja) et des rations alimentaires formulées a été déterminé selon la méthode AOAC (1990). Dix grammes (10 g) d'échantillon ont été pesés dans une capsule et séchés à l'étuve à  $105 \pm 2$  °C pendant 24 heures. Ensuite, la matière sèche a été refroidie dans un dessiccateur et l'ensemble (échantillon + capsule) a été pesé.

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_e} \times 100 \quad (3)$$

$m_e$ : masse (g) de l'échantillon

$m_1$ : masse (g) de l'ensemble (capsule + échantillon) avant étuvage

$m_2$ : masse (g) de l'ensemble (capsule + échantillon) après étuvage

Ensuite, le taux de matières sèches a été calculé selon la formule suivante :

$$MS = 100 - TH \quad (4) \quad MS : \text{taux de matières sèches} ; TH : \text{taux d'humidité}$$

### 2.3.5. Détermination du taux de cendres

Le taux de cendres des tourteaux (cajou et soja) et des rations formulées a été déterminé selon la méthode AOAC (1990). Dix (10) grammes d'échantillon on été pesés et séchés à l'étuve puis broyés dans une capsule d'incinération. La capsule contenant l'échantillon a été placée dans un four à moufle puis incinérée à  $550 \pm 15$  °C pendant 12 heures puis refroidie dans un dessiccateur. L'ensemble (échantillon + capsule) a été ensuite pesé.

$$\text{Cendres (\%)} = \frac{(m_1 - m_0)}{m_e} \times 100 \quad (5)$$

$m_0$ : masse (g) du creuset vide

$m_e$ : masse (g) de l'échantillon

$m_1$ : masse (g) de l'ensemble (creuset + cendres) après incinération

### 2.3.6. Détermination du taux de lipides

Les lipides contenus dans les tourteaux (cajou et soja) et les rations formulées ont été déterminées selon la méthode AOAC (1990). Dix (10) grammes d'échantillon séchés puis broyés ont été placés dans une capsule de cellulose. L'échantillon est extrait en continu par extraits dans 300 mL d'hexane à ébullition (35 °C) pendant 7 heures à l'aide d'un extracteur de type Soxhlet qui dissout graduellement la matière grasse. Une fois l'extraction terminée, l'hexane a été évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif puis séché à l'étuve à 100 °C pendant 20 min. Le ballon + lipides ont été pesés et le taux de lipide a été déterminé.

$$\text{Lipides (\%)} = \frac{(m_1 - m_0) \times 100}{m_e} \quad (6)$$

$m_0$ : masse (g) du ballon vide ;  $m_e$ : masse (g) de l'échantillon

$m_1$ : masse (g) de l'ensemble (ballon + lipides) après incinération

### 2.3.7. Détermination du taux de protéines

Le taux de protéines des tourteaux (cajou et soja) et des différentes rations formulées à base de tourteaux (cajou et soja) a été déterminé par Kjeldahl selon la méthode AOAC (1995). Dans un tube à minéralisation contenant 1g d'échantillon, une pincée de catalyseur (sélénium + sulfate de potassium (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)) et 20 mL d'acide sulfurique 95-97 % ont été ajoutés

successivement. Le mélange a été porté au digesteur dont la température était de 400 °C pendant 3h pour minéralisation. Après refroidissement, la solution limpide a été transvasée dans une fiole jaugée de 100 mL qui a été ensuite complétée jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

Dix (10) mL du minéralisât obtenu ont été prélevés auxquels ont été ajoutés 10 mL d'hydroxyde de sodium (40 %). L'ensemble a été distillé dans un erlenmeyer contenant 20 ml d'acide borique et un indicateur coloré (indicateur mixte). Après 10 minutes de distillation, l'erlenmeyer a été retiré du distillateur pour titrer l'azote total contenu dans la solution réactionnelle par la solution d'acide chloridrique (0,1N). Le taux d'azote a été déterminé par l'expression suivante :

$$\text{Protéines totales (\%)} = \frac{(V_1 - V_0) \times 14 \times N}{10m_e} \quad (7)$$

$V_0$ : volume (mL) de solution d'acide sulfurique versé pour l'essai à blanc

$V_1$ : volume (mL) de solution d'acide sulfurique versé pour l'essai (échantillon)

$N$ : normalité de la solution d'acide sulfurique : 0,01

$m_e$ : masse (g) de l'échantillon ; 14 : masse molaire de l'azote

### 2.3.8. Détermination de la teneur en cellulose brute

La teneur en cellulose brute des tourteaux (cajou et soja) et des différentes rations formulées a été déterminée par la méthode de Weende qui consiste à effectuer deux hydrolyses successives (Pagot, 1985). La prise d'essai (Pe) d'environ 1 g a été soumise à 2 hydrolyses successives acide (acide sulfurique 0,26 N) et basique (hydroxyde de soude 0,23 N). Après ces hydrolyses, le résidu a été filtré dans un creuset en verre fritté et rincé abondamment à l'eau distillée et à l'acétone. Il est ensuite séché à l'étuve pendant une nuit à 105°C puis refroidi et pesé (P1). Après calcination au four (pendant 8 heures), les cendres obtenues sont à nouveau pesées (P2). La perte de poids résultant de la calcination correspond à la teneur en cellulose brute de la prise d'essai:

$$\text{Cellulose brute (g/Kg brute)} = \frac{P1 - P2}{Pe} \times 100 \quad (8)$$

### 2.3.9. Détermination de la teneur en fibres brutes

La teneur en fibres brutes des tourteaux (cajou et soja) et des différentes rations a été déterminée selon la méthode AOAC (1990). Une quantité de 2 g d'échantillon a été introduite dans un bécher contenant 50 mL d'acide sulfurique 0,25 N. Le mélange a été ensuite porté à ébullition pendant 30 min. Après cela, 50 mL de soude 0,3 N ont été ajoutés au mélange en ébullition pendant 30 min. Le résidu a été filtré sur un filtre whatman, plusieurs fois à l'eau distillée chaude jusqu'à l'élimination complète des alcalis. La fraction insoluble obtenue a été séchée à 150 °C pendant 8 h et pesée ( $m_1$ ). Ce résidu sec a été soumis à une incinération à 550°C pendant 3 h au four à moufle à régulation automatique et les cendres obtenues sont pesées ( $m_2$ ). La teneur en fibres brutes (g/100g) a été donnée par la relation suivante :

$$\text{Fibres brutes (\%)} = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m_e} \quad (9)$$

$m_1$ : masse (g) du résidu séché

$m_2$ : masse (g) des cendres obtenues

$m_e$ : masse (g) de l'échantillon

### 2.3.10. Détermination de la teneur en glucides

La teneur en glucide par rapport à la matière sèche des tourteaux (cajou et soja) et des différentes rations formulées a été déterminée par la méthode AOAC (1995). Le calcul a été fait avec les valeurs déterminées des taux de protéines, de lipides, des cendres et des fibres selon la formule suivante :

$$\text{Glucides (\% MS)} = 100 - [\text{prot (\% MS)} + \text{lip (\% MS)} + \text{fibre (\% MS)} + \text{cendre (\% MS)}] \quad (10)$$

*prot* : protéine

*lip* : lipide

### 2.3.11. Détermination 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 l'énergie métabolisable a été faite par la formule de Sibbald (1980) suivante:

$$EM \text{ (kcal / g MS)} = 3,951 + 0,0544 \text{ MG} - 0,0887 \text{ CB} - 0,0408 \text{ MM} \quad (11)$$

Avec : CB = cellulose brute ; MG = matière grasse brute ;

MM = matière minérale (cendres) ; MS = matière sèche.

NB : Les paramètres utilisés dans ces équations sont en pourcentage de la matière sèche.

### 2.3.12. Détermination de la teneur en vitamines

#### 2.3.12.1. Vitamine A

La vitamine A des tourteaux (cajou et soja) et des différentes rations formulées a été dosée selon la méthode de Billion-Rey *et al* (1993) qui a été modifiée suivant les conditions expérimentales. Pour ce faire, 25 mL d'hexane ont été ajoutés à 5 g d'échantillon en poudre. Les conditions analytiques sont les suivantes : La solution obtenue a été soumise à une extraction par ultrasons pendant 30 minutes, en scellant l'extrémité de l'erlenmeyer contenant le macéré avec du film plastique. Après filtration, 5 mL de filtrat ont été collectés et évaporés dans l'obscurité. Le résidu a été dissous dans 10 mL de méthanol, puis passé au sonicateur pendant 10 minutes pour homogénéisation. La solution méthanolique a ensuite été filtrée à travers un filtre hydrophobe (hydrophobic PTFE FLUOROPOR® filter) et conservée dans des tubes à essai. Vingt microlitres (20 µL) de l'échantillon préparé ont été utilisés pour des analyses chromatographiques. Les conditions analytiques sont les suivantes :

- Phase mobile : méthanol
- Débit : 1 mL/min ;
- longueur d'onde de détection à 313 nm
- Sensibilité des détecteurs : 0,005 aufs.

Une courbe d'étalonnage est tracée dans les conditions ci-dessus à partir d'une solution méthanolique de vitamine A diluée au 1/5, 1/10 et 1/20. La concentration de vitamine est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Vitamine A(\%)} = \frac{[5(\text{vit } 20 \mu\text{l}) \times 10 \text{ mL} \times 100]}{5000 \text{ mg}} \quad (12)$$

NB : vit 20 µl étant la quantité de solution vitaminique injectés dans le chromatographe.



### 2.3.12.2. Vitamine B1

Le dosage de la vitamine B1 des tourteaux (cajou et soja) et des différentes rations formulées a été déterminé selon la méthode décrite par Okwu & Josiah (2006). 5 g d'échantillon ont été broyés puis solubilisés dans 50 mL de solution éthanolique de soude (1 N). Le mélange obtenu a été filtré sur papier filtre Whatman. Ensuite, 10 mL de filtrat ont été prélevés auxquels ont été ajoutés 10 mL de solution de dichromate de potassium à 5 %. La DO a été déterminée par spectrophotomètre à 360 nm selon une gamme d'étalonnage avec la vitamine B1 (0,1 g/L). La concentration de la vitamine B1 a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{Vitamine B1 (mg/100g)} = \frac{DO_{360} \times 5 \times 100}{2,28 \times m_e} \quad (13)$$

*Droite d'étalonnage :  $DO_{360} = 2,28 \cdot \text{Masse (mg) Vit B1}$  ;  $R^2 = 0,955$ .*

*$m_e$ : masse (g) de l'échantillon.*

### 2.3.12.3. Vitamine B2

La vitamine B2 des tourteaux (cajou et soja) et des différentes rations formulées a été dosée selon la méthode décrite par Okwu & Josiah (2006). En effet, 5 g d'échantillon broyé ont été solubilisés dans 100 mL d'éthanol (50 %) puis agités pendant 1 h. Après filtration du mélange obtenu sur du papier filtre Whatman, 10 mL de filtrat ont été introduits dans une fiole de 50 mL auxquels ont été ajoutés 10 mL de solution de  $KMnO_4$  à 5 % et 10 mL de  $H_2O_2$  (30 %). La solution a été chauffée au bain marie bouillant pendant 30 min puis 2 mL de sulfate de sodium à 40 % sont ajoutés et complétée avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. La DO a été lue au spectrophotomètre à 510 nm. Une gamme d'étalonnage avec la vitamine B2 (0,1 g/L) a été également réalisée pour déterminer la concentration de vitamine B2 selon la formule de calcul (11).

### 2.3.12.4. Vitamine C

La vitamine C des tourteaux (cajou et soja) et des différentes rations formulées a été calculée par la méthode décrite par Pongracz *et al.*, (1971). Pour ce faire, 10 g d'échantillon ont été broyés puis solubilisés dans 40 mL d'acide métaphosphorique-acide acétique à 20 % puis centrifugés à 3000 tours/min pendant 20 min. Le surnageant a été recueilli dans une fiole de 50 mL et complété avec de l'eau distillée bouillie et refroidie à l'abri de l'air. Dix millilitres (10 mL) du contenu de la fiole ont été prélevés et titrés avec une solution de 2,6 DCPIP à 0,5

g/L jusqu'au virage au rose persistant. La concentration de vitamine C a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{Vitamine C (mg/100g)} = \frac{(C_{DCPIP} \times V_{eq}) \times 5 \times 100}{m_e} \quad (14)$$

$V_{eq}$ : volume (mL) de 2,6 DCPIP versé à l'équivalence.

$m_e$ : masse (g) de l'échantillon.

$C_{DCPIP}$ : concentration DCPIP (g/L) : 0,5

### 2.3.13. Dosage des minéraux

Les minéraux des tourteaux (cajou et soja) et des rations formulées à base de tourteaux (cajou et soja) ont été dosés selon la méthode AOAC (1990). Ainsi, une quantité de 1 g d'échantillon a été calciné à 550 °C. La cendre obtenue a été transférée dans un bécher auquel ont été ajoutés 10 ml de HNO<sub>3</sub> (1N). Le mélange a été porté à ébullition sur une plaque chauffante pendant 10 min puis filtré dans une fiole jaugée de 50 mL et laissé refroidi. Le filtrat a été ensuite complété avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. La solution obtenue a été utilisée pour le dosage des différents éléments minéraux au spectrophotomètre à absorption atomique suivant les longueurs d'onde de chaque minéral.

Le phosphore a été déterminé par la méthode au phosphomolibdate à l'aide d'un spectrophotomètre (UV-1205, Shimadzu) à 710 nm et couplé à une imprimante (Epson Lx-300). Dans une fiole jaugée de 50 mL, un volume de 1 mL de minéralisât (v) et de 25 mL du réactif ont été ajoutés et laissés réagir pendant 20 min à l'obscurité. Après ce temps, le volume a été complété à 50 mL (V) avec de l'eau distillée. Une gamme d'étalon de 0 à 8 µg/mL a été réalisée dans les mêmes conditions, à partir d'une solution de phosphate 40 µg/mL. La solution de réactif a été préparée à partir de molybdate d'ammonium, de l'acide trichloracétique, du sulfate de sodium anhydre (Acros organics, Geel), de l'hydroquinone (Merck, Darmstadt, Allemagne) et de l'eau.

Le dosage du potassium (K) et du sodium (Na) a été effectué par spectrophotométrie d'émission de flamme (Eppendorf, Hambourg, Allemagne) respectivement à 589 et 766,5 nm. Le tampon spectral était composé de 5 % de chlorure de potassium et de 100 ppm chlorure de sodium. Un volume de 5 mL de tampon spectral a été ajouté puis l'ensemble a été complété à 50 ml pour la réalisation d'une gamme d'étalon de 0 à 20 ppm pour le potassium et de 0 à 10 ppm pour le sodium. Un volume de 5 mL de tampon spectral a été ajouté à 5 mL de

minéralisât puis l'ensemble complété à 50 mL et dosé pour déterminer la concentration du minéral.

Le magnésium (Mg), le calcium (Ca), le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le fer (Fe) et le manganèse ont été analysés à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique (Perkin Elmer 1100B, Norwalk, CT, États-Unis) respectivement à 422,7 ; 285,2 ; 248,3 ; 324,8 ; 213,9 nm. A partir d'une solution standard de multiéléments (Bernd Kraft GmgH, Duisburg, Allemagne) de 1 g/L, une solution de 1000 µg/L a été préparée avec de l'acide nitrique 4 %. Ensuite, une gamme d'étalon de 0 à 1 mg/L a été réalisée. A chaque volume prélevé, 5 mL d'une solution de chlorure de lanthane (2 g/L dans de l'acide nitrique 2 %) ont été ajoutés et complétés à 50 mL par de l'eau acidifiée par 2 % d'acide nitrique. A 5 mL de minéralisât, un volume de 5 mL de la solution de chlorure de lanthane a été ajouté puis complété à 50 mL. Les solutions de la gamme suivies de 500 µL de minéralisât ont été dosés au spectrophotomètre (Perkin 1100B, Norwalk, CT, Etats-Unis).

#### **2.3.14. Acides aminés**

La détermination des acides aminés totaux des tourteaux (cajou et soja) et des rations formulées à base des tourteaux (cajou et soja) a été réalisée selon la méthode utilisant la ninhydrine (ISO 13903, 2005). Le dosage des acides aminés totaux a été effectué après hydrolyse des protéines dans des conditions acide pendant 23h à 110 °C. Le pH de l'hydrolysât a été ramené à 2,2 pour avoir les acides aminés en forme cationique pour l'étape d'échanges. Les acides aminés ont été séparés par échanges ionique sur résine. Les teneurs en acides aminés ont été déterminées après la réaction avec de la ninhydrine à l'aide de la Chromatographie Liquide à Haute Pression (CLHP ou HPLC) à 440 nm pour la proline et à 570 nm pour tous autre acides aminés.

#### **2.3.15. Expérimentation animale**

##### **2.3.15.1. Elevage de poulet de chair**

Les poussins (Cobb 500) vaccinés contre le pseudo peste aviaire ou maladie de Newcastle ont été achetés auprès de l'entreprise dénommée « IVOGRAIN » basée à Abidjan et transportés jusqu'à la ferme expérimentale située à Port-Bouët (Abidjan). A leur arrivée, 300 poussins ont été sélectionnés pour l'expérimentation. Le poids moyen ( $46,16 \pm 3,76$  g) des poussins et l'état des poussins ont été contrôlés. Les poussins ont été disposés selon une densité de 30 sujets/m<sup>2</sup>. Les poussins ont été ensuite nourris avec l'aliment commercial (IVOGRAIN) pendant 3 jours durant le chauffage en bande unique. Au démarrage, cinq (05) lots de 60

poussins scindés en 2 sous lots de 30 avec des poids moyens homogènes ( $89,2 \pm 3,7$  à  $91,4 \pm 4,63$  g) ont été constitués de manière aléatoire. A partir du 4<sup>ème</sup> jour, chaque lot a reçu une ration alimentaire spécifique.

Ainsi, le lot 1 a reçu la formulation F<sub>0</sub>, le lot 2 a reçu la formulation F<sub>100</sub>, le lot 3 a reçu la formulation F<sub>75</sub>, le lot 4 a reçu la formulation F<sub>50</sub> et le lot 5 a reçu la formulation F<sub>25</sub> jusqu'à la 7<sup>ème</sup> semaine. Les quantités d'aliment servies et les refus ont été pesés pour en déduire les consommations hebdomadaires.

### **2.3.15.2. Plan de prophylaxie**

Le plan de prophylaxie a consisté à nettoyer, désinfecter et traiter les poulets en élevage selon un programme bien établi.

En effet, Le bâtiment et le matériel d'élevage (mangeoires, abreuvoirs, filets bâches) ont été lavés au savon et rincés avec une eau contenant du désinfectant (bicarbonate de sodium). Le bâtiment a été laissé au repos avec les bâches celées pendant 2 semaines. Ensuite, une seconde désinfection a été réalisée par pulvérisation de « viroset » sur la surface du sol avant d'étaler la litière faite de copeaux de bois. Par ailleurs, les abreuvoirs ont été nettoyés tous les jours (matin et soir) à l'eau de robinet et la litière a été remplacée chaque 2 semaine. De plus, le site d'élevage a été nettoyé et désinfecté après 3 semaines d'expérimentation. Puis, un bactéricide et un fongicide ont été utilisés pour traiter le bâtiment et ses alentours à l'aide d'un pulvérisateur afin de réduire les foyers de contamination.

En outre, les poulets ont été soumis à la prophylaxie médicale en vigueur à Abidjan (Côte d'Ivoire) et précisément dans la commune de Port-Bouët. Ces traitements sont à titre préventifs ou curatifs ; les produits utilisés et les jours d'applications des produits aux poulets sont consignés dans le tableau en annexe 2.

Les vaccins ont été dilués dans de l'eau minérale et ont été conservés à froid à l'abri de la lumière et administrés les matins après avoir assoiffés les sujets pendant 2 ou 3 heures. Le vaccin a été stabilisé en ajoutant de la poudre de lait (cuillère à soupe par litre d'eau) et mis à la disposition des poulets sous la forme d'eau de boisson dans plusieurs d'abreuvoirs en plastique pour que tous les poussins puissent boire en un temps court.

### 2.3.16. Détermination des performances zootechniques des poulets

#### 2.3.16.1. Poids moyens

Le poids vif des poulets a été déterminé chaque semaine à l'aide d'une balance numérique (figure 15) et la moyenne a été calculée pour chaque lot selon la méthode de Sourokou (2014) présentée par la formule 13.

$$\text{Poids vif (PV)} = \frac{\text{Somme des poids vifs}}{\text{Effectif}} \quad (15)$$

#### 2.3.16.2. Gain moyen quotidien

Le gain moyen quotidien (GMQ) est calculé à partir des poids vifs (PV) des pesées effectuées pendant la période de croissance selon la méthode de Silué *et al.* (2020) présentée par la formule 16 suivante :

$$\text{GMQ} = \frac{(PV_j - PV_i)}{N} \quad (16)$$

**GMQ** : Gain moyen quotidien, **PV<sub>j</sub>** : Poids vif à la fin de l'essai, **PV<sub>i</sub>** : Poids vif en début de l'essai ; **N** : Intervalle de jour *i* et *j*.



Figure 12: Pesée individuelle des sujets

#### 2.3.16.3. Consommations alimentaires individuelles (CAI)

La consommation alimentaire individuelle a été calculée à partir de la quantité d'aliment distribuée et celle refusée sur une période donnée (Diomandé *et al.*, 2008).

(17)

$$CAI = \frac{\text{Quantité d'aliments distribuée (g) par jour} - \text{Quantité d'aliments refusée (g)}}{\text{Nombre de sujets}}$$

#### 2.3.16.4. Indice de consommation (IC)

L'indice de consommation (IC) est le rapport entre la quantité moyenne d'aliment consommée sur une période donnée et le gain de poids moyen correspondant à cette période (Diomandé *et al.*, 2008). L'indice de consommation (IC) a été déterminé selon la formule 16 :

$$IC = \frac{\text{Quantité d'aliments consommée pendant une période (g)}}{\text{Gain de poids durant la période (g)}} \quad (18)$$

#### 2.3.16.5. Rendement de carcasse des poulets de chair (RC)

Après 45 jours d'élevage, les poulets de chair par lot ont été abattus, puis chauffés dans l'eau à 54°C pendant 30 secondes avant plumaison manuelle et pesés. Ensuite les têtes, pattes et viscères des poulets ont été enlevés et lavés, puis égouttés pendant 10 minutes. Les carcasses obtenues ont été pesées. Ainsi, les rendements de carcasse ont été calculés selon la méthode de Sourokou (2014) présentée par la formule 19 :

$$RC = \frac{\text{Masse de carcasse}}{\text{Masse du poulet plumé}} \times 100 \quad (19)$$

#### 2.3.16.6. Taux de graisse abdominale

Pour déterminer le taux de graisse abdominale, cette dernière a été extraite des poulets et pesée. Il a été calculé selon la formule de Sourokou (2014) :

$$\text{Gras abdominal} = \frac{\text{Masse de la graisse abdominale}}{\text{Masse du poulet plumé}} \times 100 \quad (20)$$

**2.3.16.7. Rendements des organes (RO)**

Il a consisté à faire le rapport entre le poids de l'organe (foie, cœur, gésier et poumons) et le poids vif du sujet après l'abattage. Il a été exprimé en pourcentage selon Diomandé *et al.*, (2008).

$$RO = \frac{\text{Masse d'organe}}{\text{Masse du poulet vif}} \times 100 \quad (21)$$

**2.3.16.8. Taux de mortalité (TM)**

Le taux de mortalité (%) correspond au rapport du nombre total de mortalités sur l'effectif initial des animaux exposés. Il a été calculé selon la formule de Diomandé *et al.* (2008).

$$TM = \frac{\text{Nombre de mort au cours d'une période}}{\text{Effectif au début de la période}} \times 100 \quad (22)$$

**2.3.17. Analyse sanguine****2.3.17.1. Prélèvement et conditionnement des échantillons**

Au 45<sup>ème</sup> jour d'élevage, les poulets ont été mis à jeun durant la nuit à partir de 18 h avant le prélèvement de sang dès 8h. A l'aide d'une seringue, le sang de 10 poulets choisis au hasard dans chaque lot a été prélevé au niveau de la veine alaire et recueilli dans des tubes secs et des tubes contenant des anticoagulants (EDTA) préalablement étiquetés et numérotés (figure 13 A). Les échantillons ont été ensuite transportés à l'abri de la lumière dans une glacière (figure 13 B) conditionnée à froid (4 °C) au Laboratoire du CHU de Cocody pour des analyses biochimiques et hématologiques.



A : Prélèvement sanguin

B : Glacière de conditionnement

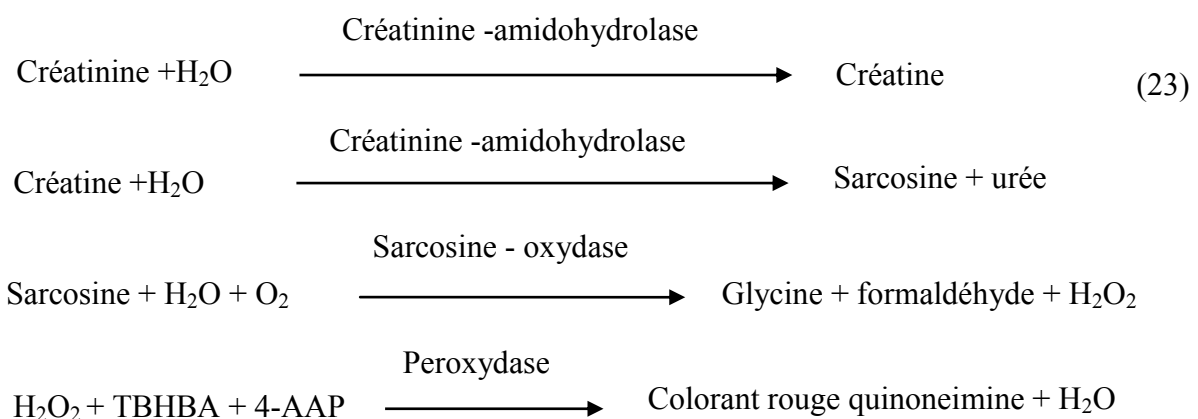
Figure 13: Prélèvement et conditionnement des échantillons sanguins (Source : auteur, 2022)

### 2.3.17.2. Paramètres biochimiques sanguins

#### 2.3.17.2.1. Paramètres rénaux

##### 2.3.17.2.1.1. Dosage de la créatinine

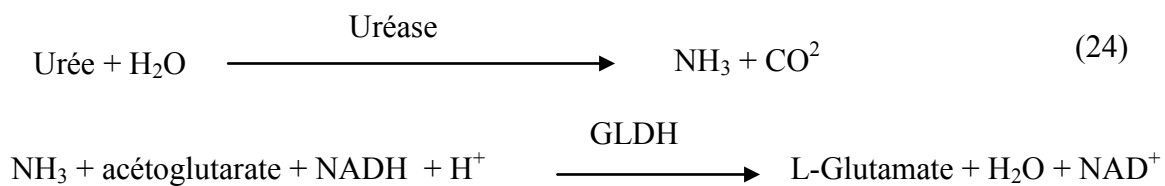
La créatininémie a été fait par la méthode de Jaffé (1886). C'est une méthode cinétique colorimétrique sans déproteinisation (Larsen, 1972). La créatinine forme en milieu alcalin un complexe coloré avec l'acide picrique (Kit SPINREACT). La vitesse de formation de ce complexe rouge (picrate de sodium + picrate de créatinine) et la concentration de créatinine sont proportionnelle à l'intensité de la couleur rouge produite. La réaction au point final a été mesurée comme étant la différence d'absorbance entre 550 nm et 630 nm.





### 2.3.17.2.1.2. Dosage de l'urée

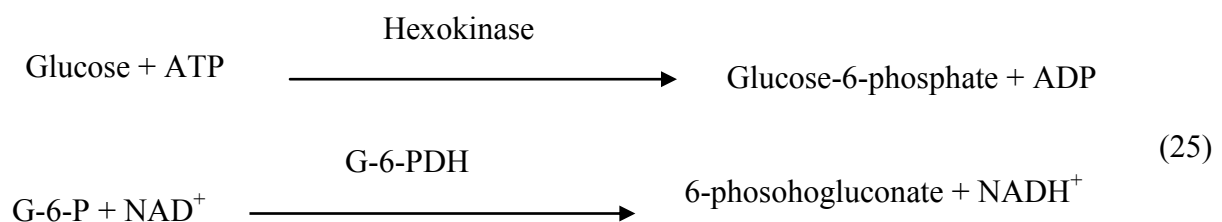
Selon la méthode de Berthelot (1960), l'urée de l'échantillon est hydrolysée par l'uréase en ammoniacque et en dioxyde de carbone. La seconde réaction, catalysée par la glutamate déshydrogénase (GLD), convertit l'ammoniacque et l'acétoglutarate en glutamate et en eau avec oxydation simultanée de la nicotinamide-adénine-dinucléotide réduite (NADH) en nicotinamide-adénine-dinucléotide (NAD<sup>+</sup>) (Kit CHRONOLAB). L'intensité de la coloration a été proportionnelle à la quantité d'urée entrée en réaction et a été mesurée par spectrophotométrie à 580 nm (Tiffany *et al.*, 1972).



### 2.3.17.2.2. Profil lipidique

#### 2.3.17.2.2.1. Dosage du glucose

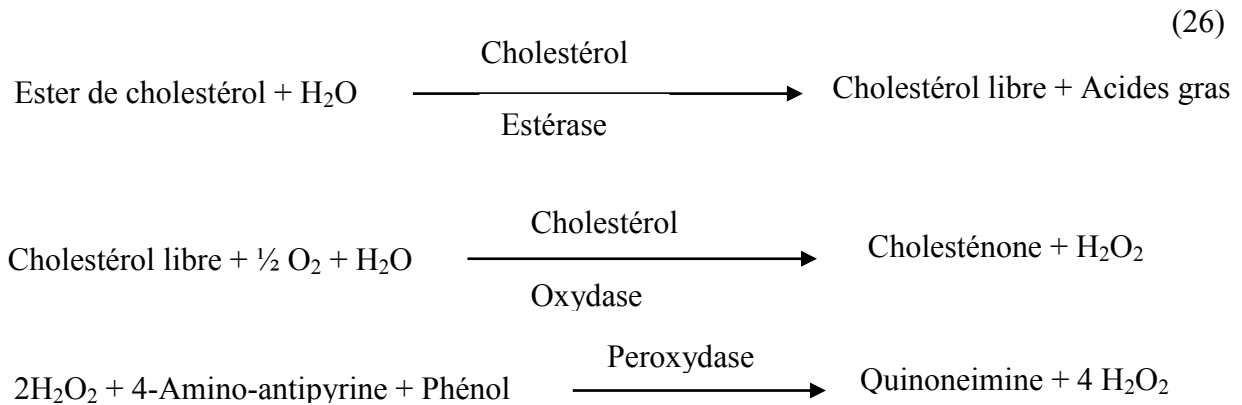
Le glucose réagit avec l'adénosine triphosphate (ATP) sous l'action de l'hexokinase (HK) pour donner du glucose-6-phosphate (G-6-P) et de l'adénosine diphosphate. Le glucose-6-phosphate déshydrogénase convertit le G-6-P en 6-phosphogluconate tout en réduisant en même temps la nicotinamide adénine dinucléotide (NAD<sup>+</sup>) en NADH. Le NADH produit absorbe la lumière à 340 nm et cette augmentation de l'absorbance peut être détectée par spectrophotométrie selon les méthodes de Slein (1963) et Farrance (1987).



#### 2.3.17.2.2.2. Dosage du cholestérol total (CT)

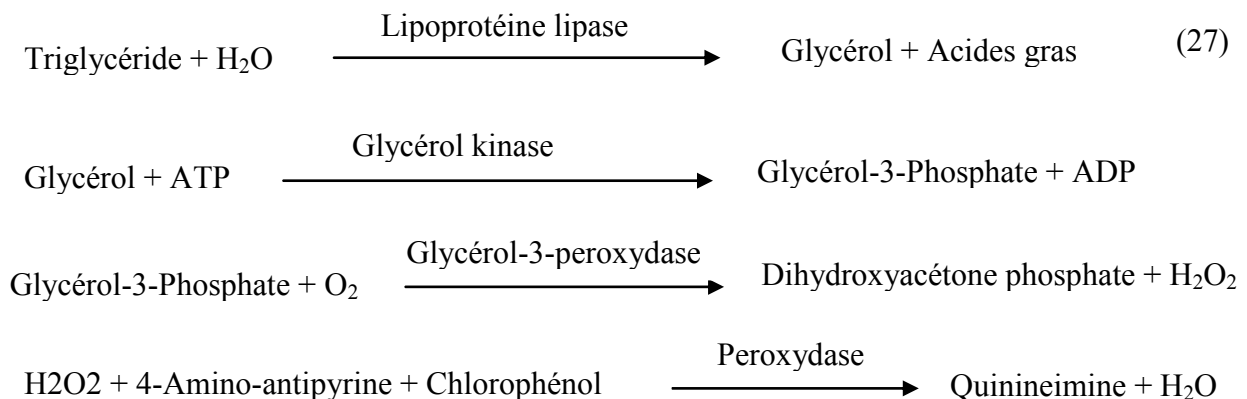
Le dosage du cholestérol total a été fait par la méthode de Fasce (1982). La mesure du cholestérol total a été effectuée suivant une méthode enzymatique colorimétrique (kit SPINREACT). Les esters de cholestérol ont été hydrolysés par l'enzyme cholestérol estérase

en cholestérol libre et des acides gras libres. La concentration en quinonéimine colorée mesurée à 505 nm a été directement proportionnelle à la quantité de cholestérol contenu dans l'échantillon de sérum. Le cholestérol libre a été ensuite transformé selon les réactions suivantes :



#### 2.3.17.2.2.3. Dosage des triglycérides (TG)

La méthode de Fossati et Prencipe (1982) a été utilisée pour le dosage des triglycérides (TG). Par l'action des lipases, les TG ont été hydrolysés en glycérol et en acide gras libre. Le glycérol a été ensuite transformé selon le schéma réactionnel (25) avec le Kit CHRONOLAB et la lecture a été faite au spectrophotomètre à 505 nm.



#### 2.3.17.2.2.4. Dosage des Lipoprotéines de haute densité (HDL)

Les particules de HDL libres ont été solubilisées et le dosage du cholestérol provenant de la fraction HDL a été fait par voie enzymatique en présence de cholestérol oxydase et de cholestérol estérase (Métais *et al.*, 1980).

### 2.3.17.2.2.5. Détermination des Lipoprotéines de basse densité (LDL)

Le cholestérol-LDL a été calculé par la formule de Friedewald (1972) :

$$\text{Chol-LDL}_{\text{calculé}} = \text{Cholestérol total}_{\text{dosé}} - [\text{Cholestérol-HDL}_{\text{dosé}} + \text{Triglycérides}_{\text{dosés}} / 5] \quad (28)$$

### 2.3.16.2.2.6. Détermination de l'indice d'athérogénéicité (I.A)

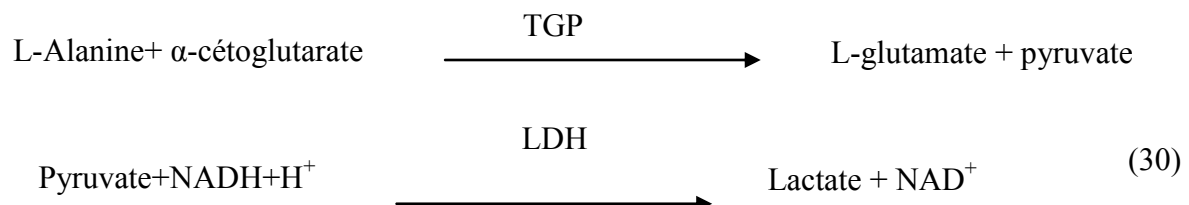
L'indice d'athérogénéicité (I.A) est le rapport du cholestérol total sur le cholestérol-HDL.

$$\text{I.A} = \text{Cholestérol total} / \text{Cholestérol-HDL} \quad (29)$$

### 2.3.17.2.3. Paramètres hépatiques

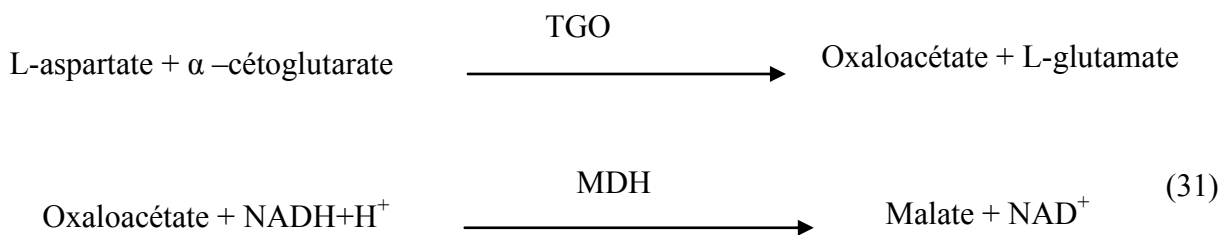
#### 2.3.17.2.3.1. Evaluation de l'activité enzymatique de la Glutamate Pyruvate transaminases (TGP)

La méthode utilisée était une légère modification de la procédure recommandée par la Fédération internationale de chimie clinique. Cette approche impliquait que la TGP catalyse le transfert d'un groupe amine de l'alanine vers l' $\alpha$ -cétoglutarate, donnant lieu à la formation de glutamate et de pyruvate. La lactate déshydrogénase catalyserait ensuite la conversion du pyruvate en lactate. Dans le même temps, le NADH serait oxydé en NAD<sup>+</sup>. Le taux de variation de la différence d'absorbance entre 340 nm et 405 nm résulterait de cette transformation du NADH en NAD<sup>+</sup> et serait directement proportionnel à la quantité de TGP présente dans l'échantillon (Bergmeyer *et al.*, 1986) :



### 2.3.17.2.3.2. Evaluation de l'activité enzymatique de la Glutamate Oxaloacétique transaminase (TGO)

Le lactate déshydrogénase (LDH) a été ajouté à la réaction dans le but de réduire l'interférence causée par le pyruvate endogène. La TGO a catalysé la réaction de L-aspartate et  $\alpha$ -cétoglutarate en oxalate et L-glutamate. L'oxaloacétate a été converti en malate et le NADH a été oxydée en NAD<sup>+</sup> par la malate-déshydrogénase (MDH). Le taux de variation d'absorbance à 340 nm et 405 nm causé par la conversion de NADH en NAD<sup>+</sup> est directement proportionnel à la quantité de la TGO présente dans l'échantillon (Bergmeyer *et al.*, 1978)



### 2.3.18. Analyse sensorielles de la viande

L'analyse sensorielle a consisté à la réalisation du test de préférence et des aversions des consommateurs

#### 2.3.18.1. Composition du jury d'évaluation

Le panel de dégustation était constitué de 64 personnes non entraînées choisies au hasard, composé d'hommes (43) et de femmes (21) dont l'âge est compris entre 14 ans et plus.

#### 2.3.18.2. Préparation des échantillons

Quatre (4) poulets choisis au hasard par lot ont été abattus et les cuisses et poitrines ont été découpées en petits morceaux regroupés par lot. Ces morceaux ont été cuits sans ajout d'ingrédients pendant 60 minutes sur une gazinière à environ 120 °C dans les mêmes conditions.

#### 2.3.18.3. Description de l'évaluation sensorielle

L'évaluation sensorielle a été réalisée selon la méthode hédonique, qui examine les préférences et les aversions des consommateurs, utilisateurs ou clients (Delvaux, 1992). Le but du test sensoriel était de comparer la viande des poulets de chair nourris avec nos

différentes rations formulées à base de tourteaux (cajou et/ou soja). Elle s'est déroulée dans une salle aménagée à cet effet. Les propriétés organoleptiques (goût, la couleur, la texture et l'odeur, etc.) des différents morceaux de poulets prélevés ont été effectuées. Les différents morceaux de viandes ont été présentés simultanément et de manière randomisé à chaque panéliste (échantillons codés) dans des assiettes étiquetées correspondant aux différents lots (Annexe 3). Le groupe a utilisé des fiches (Annexe 3) pour indiquer le numéro correspondant à l'échantillon testé, en utilisant une échelle de 1 à 5 basée sur cinq critères d'évaluation, notamment le goût (très fade, fade, ni juteux ni fade, juteux, très juteux), l'odeur (très désagréable, désagréable, ni désagréable ni agréable, agréable, très agréable), la texture (très ferme, ferme, ni tendre ni ferme, tendre, très tendre), la couleur (très rouge, rouge, ni blanche ni rouge, blanche, très blanche) et l'appréciation globale (très mauvais, mauvais, ni bon ni mauvais, bon, très bon). Ainsi, les panelistes ont marqués, le numéro correspondant à leur appréciation du goût, couleur, texture et odeur des différents morceaux suivant la consigne « Évaluez les échantillons en cochant en dessous de la case correspondante à votre appréciation et n'oubliez pas de vous rincez la bouche avant chaque prise d'échantillon ».

### 2.3.19. Evaluation économique

L'évaluation économique a tenu compte que de la charge des aliments expérimentaux (démarrage, croissance et finition). Elle a été réalisée sur la base d'une part, des frais d'acquisition des matières premières et sous-produits utilisés dans la formulation des aliments expérimentaux et d'autre part, du prix de vente (2 500 FCFA/Poulet et 2 200 FCFA/kg de poids carcasse des poulets abattus). Les coûts alimentaires, le prix de vente de la carcasse, les marges brutes alimentaires (MBA) ont été déterminés et enregistrés par traitement alimentaire de la même façon selon les formules ci-dessous :

- Le coût de la production est calculé selon la formule ci-après :

$$\text{Coût de production} = \text{coût en phase de démarrage} + \text{coût en phase de croissance} + \text{coût en phase de finition} \quad (32)$$

- Coût durant une phase (démarrage, croissance et finition)

$$\text{Prix du Kg de ration} \times \text{quantité d'aliment consommée} / \text{poids total des poulets} \quad (33)$$

- Le coût de l'aliment pour produit 1 Kilogramme de poids vif est déterminé de la manière suivante :

$$C_X (\text{Fcfa}) = IC_X \times P_X (\text{FCFA}) \quad (34)$$

*NB :  $C_X$  : coût du Kg de poids vif (FCFA) ;  $IC_X$  : indice de consommation pour cette période ;  $P_X$  : prix du Kg de la ration ;  $x$  : période considérée.*

– Charge alimentaire par poulet :

$$\text{Charge Alimentaire/poulet (FCFA)} = \text{Charge alimentaire (phase d'essai)} + IC \times \text{Prix du kg d'aliment} \times \text{Gain de poids vif (kg) réalisé pendant l'essai} \quad (35)$$

– Prix de vente par carcasse de poulet :

$$\text{Prix de vente/carcasse de poulet (FCFA)} = \text{Poids carcasse (kg) du poulet} \times \text{Prix de vente/kg poids carcasse} \quad (36)$$

– Marge brute alimentaire par carcasse de poulet :

$$\text{MBA/carcasse de poulet (FCFA)} = (\text{Prix de vente/carcasse de poulet}) - (\text{Charge Alimentaire/poulet}) \quad (37)$$

### 2.3.20. Analyses statistiques des données

Les différents résultats obtenus ont été analysés grâce aux logiciels GraphPad Prism 8.4.3 (686) et STATISTICA 7.1. En effet, les valeurs moyennes par lot issues des paramètres d'études ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA à deux facteurs), suivie d'une comparaison selon le test de Turkey au seuil de significativité de 5 % par le logiciel GraphPad Prism 8.4.3 (686). Et le logiciel STATISTICA 7.1 a servi à l'analyse de classification hiérarchique (ACH) et en composantes principales (ACP) des données.

# **TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION**

## CHAPITRE 1 : CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES TOURTEAUX (SOJA ET CAJOU) ET DES RATIONS EXPERIMENTALES FORMULEES

Ce chapitre présente d'une part, les résultats obtenus sur la production de tourteau d'amandes de cajou, les caractérisations physico-chimiques de ce tourteau d'amandes de cajou et du tourteau de soja acheté dans le commerce ainsi que des rations alimentaires expérimentales formulées à base de ces tourteaux (cajou et/ou soja) et d'autre part, la discussion des résultats obtenus suivi d'une conclusion partielle.

### 1.1. RESULTATS

#### 1.1.1. Production de tourteau de cajou

Le Tableau XXII présente les proportions d'impureté contenues dans l'amande de cajou utilisée pour la production du tourteau de cajou. Dans 285 kg d'amande de cajou déclassée prélevée, la portion de pellicule a été de 2,17 % contre 5,5 % pour les autres impuretés (coque de cajou, amandes moisies, grains de sable, emballage plastique, morceaux métalliques). Pour 263,16 kg d'amande de cajou triée prélevée, la teneur en huile + eau obtenue est de 68,77 kg soit 22,28 %. Quant au tourteau de cajou produit, le taux de production du tourteau de cajou a été estimé à 78,62 % soit 224,06 kg.

Tableau XXII: Proportion de tourteau et impuretés de l'amande de cajou

	Triage des amandes brutes de cajou			Production tourteau de cajou		
	Amandes déclassées	Pellicules	Autres impuretés	Amandes triées	Huile + Eau	Tourteau de cajou
Quantité (kg)	285	6,18	15,67	263,16	68,77	224,06
Proportion (%)	100	2,17	5,5	92,34	22,28	78,62

#### 1.1.2. Caractéristiques physico-chimique des tourteaux de cajou et de soja

L'analyse de la composition physico-chimique des tourteaux de cajou et du soja présentée au Tableau XXIII ne montre pas une grande variabilité d'une source à l'autre hormis le taux de lipide et l'énergie métabolisable (EM), ( $p < 0,05$ ).



Tableau XXIII: Comparaison de la composition chimique des tourteaux de cajou et de soja

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

*Les valeurs sont exprimées en pourcentage de matière sèche (%MS). Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b) au sein d'une même ligne sont significativement différents ( $p < 0,05$ ) ; n=nombre d'essai*

### 1.1.3. Caractéristiques physico-chimique des rations expérimentales

#### 1.1.3.1. Ration de démarrage

Les valeurs nutritives obtenues après analyse des aliments expérimentaux en phase de démarrage sont répertoriées dans le Tableau XXIV. Ainsi, le taux d'humidité des rations F<sub>75</sub> (8,66%) et F<sub>100</sub> (8,25%) est inférieur à celui de la ration F<sub>0</sub> (10,24 %). Le taux de protéine de la ration témoin F<sub>0</sub> (23,32 %) est significativement réduit dans les rations avec substitution du soja par le cajou F<sub>100</sub> (20,45 %), F<sub>25</sub> (20,9 %) et F<sub>50</sub> (21,89 %). Cependant, les taux de matières sèches (89,76 < 91,35 < 91,75) et de lipides (8,34 < 10,23 < 10,52) augmentaient significativement selon le taux d'incorporation du cajou ( $p < 0,05$ ). Egalement, le cajou incorporé augmentait les teneurs en fibres et de cendres des rations ( $p < 0,05$ ). En outre, l'énergie métabolisable des différentes rations formulées à base de tourteaux de cajou était supérieure ( $p < 0,05$ ) à celle de la ration témoin F<sub>0</sub>.

#### 1.1.3.2. Ration de croissance

Le tableau XXV présente la composition chimique des différentes rations formulées durant la phase de croissance. En effet, la teneur en protéine de la ration témoin F<sub>0</sub> (24,04 %) est supérieure à celle des rations avec cajou F<sub>100</sub> (19,9 %), F<sub>75</sub> (20,65 %) et F<sub>50</sub> (21,08 %) ( $p < 0,05$ ). L'incorporation du tourteau de cajou a augmentée la teneur en lipide et l'énergie métabolisable des différentes rations formulées en comparaison de la ration témoin ( $p < 0,05$ ).

Tableau XXIV: Composition chimique des rations de démarrage

<b>Composition chimique</b>					
<b>chimique</b>	<b>F<sub>0</sub> (n=3)</b>	<b>F<sub>100</sub> (n=3)</b>	<b>F<sub>75</sub> (n=3)</b>	<b>F<sub>50</sub> (n=3)</b>	<b>F<sub>25</sub> (n=3)</b>
<b>Protéines (%)</b>	23,32±0,01 <sup>a</sup>	20,45±0,01 <sup>b</sup>	20,9±0,01 <sup>bc</sup>	21,89±0,03 <sup>c</sup>	22,43±0,03 <sup>ac</sup>
<b>Lipides (%)</b>	8,34±0,2 <sup>b</sup>	10,52±0,01 <sup>a</sup>	10,23±0,01 <sup>a</sup>	9,12±0,02 <sup>a</sup>	8,51±0,03 <sup>b</sup>
<b>Fibres (%)</b>	2,46±0,01 <sup>b</sup>	4,19±0,05 <sup>a</sup>	4,06±0,01 <sup>a</sup>	4,02±0,01 <sup>a</sup>	3,86±0,03 <sup>a</sup>
<b>Cendres (%)</b>	5,32±0,02 <sup>b</sup>	8,75±0,02 <sup>a</sup>	7,1±0,03 <sup>a</sup>	8,24±0,01 <sup>a</sup>	4,43±0,03 <sup>b</sup>
<b>Cellulose (%)</b>	2,11±0,01	1,04±0,02	1,08±0,02	1,33±0,02	1,95±0,03
<b>Humidité (%)</b>	10,24±0,02 <sup>a</sup>	8,25±0,03 <sup>b</sup>	8,66±0,02 <sup>bc</sup>	9,14±0,02 <sup>bc</sup>	9,71±0,02 <sup>ac</sup>
<b>MS (%)</b>	89,76±0,02 <sup>a</sup>	91,75±0,03 <sup>b</sup>	91,35±0,02 <sup>bc</sup>	90,86±0,03 <sup>bc</sup>	90,29±0,02 <sup>ac</sup>
<b>Glucides (%)</b>	58,45±0,6 <sup>a</sup>	55,07±0,04 <sup>b</sup>	56,63±0,03 <sup>c</sup>	55,41±0,1 <sup>bc</sup>	58,82±0,08 <sup>a</sup>
<b>EM (Kcal/kg)</b>	4000,01±0,96 <sup>d</sup>	4074,42±1,4 <sup>b</sup>	4121,59±1,49 <sup>a</sup>	3993,14±1,3 <sup>c</sup>	4060,24±2,89 <sup>c</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d) au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p < 0,05) ; F<sub>0</sub>: 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>: 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>: 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>: 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>: 25 % de substitution de tourteau de soja ; MS %=matière sèche ; n=nombre d'essai*

Tableau XXV: Composition chimique des rations de croissance

<b>Composition chimique</b>	<b>F<sub>0</sub> (n=3)</b>	<b>F<sub>100</sub> (n=3)</b>	<b>F<sub>75</sub> (n=3)</b>	<b>F<sub>50</sub> (n=3)</b>	<b>F<sub>25</sub> (n=3)</b>
<b>Protéines (%)</b>	24,04±0,01 <sup>a</sup>	19,9±0,01 <sup>b</sup>	20,65±0,01 <sup>b</sup>	21,08±0,06 <sup>ab</sup>	22,76±0,05 <sup>ab</sup>
<b>Lipides (%)</b>	8,41±0,01 <sup>b</sup>	13,04±0,01 <sup>a</sup>	12,71±0,01 <sup>a</sup>	11,7±0,014 <sup>a</sup>	10,41±0,01 <sup>ab</sup>
<b>Fibres (%)</b>	3,52±0,01 <sup>a</sup>	4,71±0,02 <sup>a</sup>	4,64±0,01 <sup>a</sup>	4,09±0,01 <sup>a</sup>	3,61±0,01 <sup>a</sup>
<b>Cendres (%)</b>	10,06±0,02 <sup>a</sup>	9,12±0,01 <sup>a</sup>	8,59±0,01 <sup>a</sup>	9,66±0,01 <sup>a</sup>	7,33±0,01 <sup>a</sup>
<b>Cellulose (%)</b>	2,55±0,04 <sup>a</sup>	1,39±0,04 <sup>a</sup>	1,46±0,03 <sup>a</sup>	1,86±0,01 <sup>a</sup>	2,03±0,02 <sup>a</sup>
<b>Humidité (%)</b>	10,83±0,03 <sup>a</sup>	9,87±0,04 <sup>a</sup>	9,87±0,02 <sup>a</sup>	10,46±0,05 <sup>a</sup>	10,645±0,04 <sup>a</sup>
<b>MS (%)</b>	89,17±0,03 <sup>a</sup>	90,13±0,02 <sup>a</sup>	90,13±0,02 <sup>a</sup>	89,54±0,05 <sup>a</sup>	89,36±0,04 <sup>a</sup>
<b>Glucides (%)</b>	51,44±0,01 <sup>a</sup>	51,85±0,07 <sup>a</sup>	51,95±0,03 <sup>a</sup>	51,61±0,01 <sup>a</sup>	53,86±0,04 <sup>a</sup>
<b>EM (Kcal/kg)</b>	3772,52±3,04 <sup>d</sup>	4164,72±2,8 <sup>a</sup>	4162,45±2,7 <sup>a</sup>	4028,81±7,74 <sup>c</sup>	4038,18±2,7 <sup>b</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d) au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p < 0,05) ; F<sub>0</sub>: 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>: 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>: 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>: 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>: 25 % de substitution de tourteau de soja MS %=matière sèche ; n=nombre d'essai*

### 1.1.3.3. Ration de finition

La composition chimique des différentes rations formulées en phase de finition est présentée dans le tableau XXVI. Les teneurs en lipide, en fibre, en cendre et l'énergie métabolisable des rations expérimentales avec cajou (F<sub>25</sub>, F<sub>50</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>100</sub>) sont supérieures à celles de la ration témoin F<sub>0</sub> (p <0,05). En revanche, la ration F<sub>0</sub> a la teneur la plus élevée en glucide (57,37 %) et en protéine (22,65 %).

Tableau XXVI: Composition chimique des rations de finition

Composition chimique	F <sub>0</sub> (n=3)	F <sub>100</sub> (n=3)	F <sub>75</sub> (n=3)	F <sub>50</sub> (n=3)	F <sub>25</sub> (n=3)
Protéines (%)	22,65±0,01 <sup>a</sup>	19,97±0,01 <sup>b</sup>	20,39±0,01 <sup>bc</sup>	22,43±0,01 <sup>cd</sup>	22,6±0,01 <sup>ad</sup>
Lipides (%)	8,17±0,01 <sup>c</sup>	12,06±0,02 <sup>a</sup>	11,59±0,01 <sup>a</sup>	11,52±0,01 <sup>a</sup>	10,11±0,01 <sup>b</sup>
Fibres (%)	3,12±0,01 <sup>b</sup>	4,65±0,02 <sup>a</sup>	4,32±0,01 <sup>a</sup>	3,87±0,02 <sup>ab</sup>	3,54±0,02 <sup>ab</sup>
Cendres (%)	5,73±0,01 <sup>b</sup>	8,85±0,03 <sup>a</sup>	8,64±0,01 <sup>a</sup>	7,93±0,01 <sup>a</sup>	9,03±0,01 <sup>a</sup>
Cellulose (%)	2,97±0,02 <sup>a</sup>	2,12±0,01 <sup>a</sup>	2,57±0,04 <sup>a</sup>	2,62±0,01 <sup>a</sup>	2,82±0,01 <sup>a</sup>
Humidité (%)	10,63±0,03 <sup>a</sup>	10,06±0,03 <sup>a</sup>	10,14±0,02 <sup>a</sup>	10,29±0,04 <sup>a</sup>	10,39±0,03 <sup>a</sup>
M.S (%)	89,37±0,03 <sup>a</sup>	89,94±0,03 <sup>a</sup>	89,87±0,02 <sup>a</sup>	89,71±0,04 <sup>a</sup>	89,61±0,03 <sup>a</sup>
Glucides (%)	57,37±0,01 <sup>a</sup>	52,36±0,02 <sup>b</sup>	52,49±0,04 <sup>b</sup>	51,63±0,4 <sup>b</sup>	51,91±0,04 <sup>b</sup>
EM (Kcal/kg)	3899,14±1,98 <sup>a</sup>	4057,67±1,05 <sup>b</sup>	4001,94±0,4 <sup>c</sup>	4021,48±0,29 <sup>d</sup>	3882,63±2,31 <sup>e</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e) au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p <0,05) ; M.S = Matière Sèche en % ; F<sub>0</sub> :0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> :100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> :75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> :50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> :25 % de substitution de tourteau de soja ; n=nombre d'essai*

### 1.1.4. Minéraux contenus dans les tourteaux (cajou et soja) et des rations expérimentales

#### 1.1.4.1. Minéraux contenus dans les tourteaux de cajou et de soja

##### 1.1.4.1.1. Macroéléments des tourteaux de cajou et soja

Le tourteau de soja a une teneur en phosphore, magnésium et en potassium significativement supérieure à celle du tourteau de cajou (p <0,05) (Tableau XXVII).

Tableau XXVII: Comparaison des teneurs en macroéléments des tourteaux de cajou et de soja

<b>Composition chimique</b>	<b>Tourteaux de cajou (n=3)</b>	<b>Tourteaux de soja (n=3)</b>
<b>Calcium (%)</b>	0,046±0,001 <sup>a</sup>	0,0275±0,001 <sup>a</sup>
<b>Phosphore (%)</b>	0,143±0,001 <sup>a</sup>	0,56±0,001 <sup>b</sup>
<b>Magnésium (%)</b>	0,15±0,001 <sup>a</sup>	0,7±0,12 <sup>b</sup>
<b>Potassium (%)</b>	0,0049±0,001 <sup>a</sup>	0,0075±0,014 <sup>b</sup>
<b>Sodium (%)</b>	0,09±0,001 <sup>a</sup>	0,04±0,014 <sup>b</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b) au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p < 0,05) ; n=nombre d'essai*

#### 1.1.4.1.2. Microéléments des tourteaux de cajou et soja

Le tourteau de cajou a une teneur en manganèse significativement inférieur (p < 0,05) à celle du tourteau de soja. Par contre, le taux de zinc, cuivre et de fer des tourteaux ne présentent pas de différence significative (p > 0,05) (Tableau XXVIII).

Tableau XXVIII: Teneur en microéléments des tourteaux de cajou et de soja

<b>Oligoéléments(%MS)</b>	<b>Tourteaux de cajou(n=3)</b>	<b>Tourteaux de soja(n=3)</b>
<b>Manganèse (%)</b>	0,036±0,007 <sup>a</sup>	0,084±0,035 <sup>b</sup>
<b>Zinc (%)</b>	0,061±0,001 <sup>a</sup>	0,055±0,021 <sup>a</sup>
<b>Cuivre (%)</b>	0,079±0,001 <sup>a</sup>	0,083±0,001 <sup>a</sup>
<b>Fer (%)</b>	0,011±0,001 <sup>a</sup>	0,007±0,001 <sup>a</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b) au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p < 0,05) ; n=nombre d'essai*

### 1.1.5. Minéraux contenus dans les différentes rations expérimentales

#### 1.1.5.1. Ration de démarrage

##### 1.1.5.1.1. Macroéléments des rations formulées en phase de démarrage

Les rations formulées contenant du cajou (F<sub>25</sub>, F<sub>50</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>100</sub>) ont des teneurs élevés ( $p < 0,05$ ) en calcium et en sodium que la ration témoin F<sub>0</sub>. Les teneurs en phosphore, en magnésium et en potassium obtenus ont été respectivement faibles ( $p < 0,05$ ) dans les rations formulées avec du tourteau de cajou substitué au soja (tableau XXIX).

Tableau XXIX: Composition en macroéléments des rations expérimentales de démarrage

Macroéléments(%MS)	F <sub>0</sub> (n=3)	F <sub>100</sub> (n=3)	F <sub>75</sub> (n=3)	F <sub>50</sub> (n=3)	F <sub>25</sub> (n=3)
<b>Calcium (%)</b>	1,06±0,001 <sup>e</sup>	1,51±0,001 <sup>a</sup>	1,30±0,001 <sup>b</sup>	1,24±0,001 <sup>c</sup>	1,12±0,001 <sup>d</sup>
<b>Phosphore (%)</b>	1,96±0,001 <sup>a</sup>	0,49±0,001 <sup>e</sup>	0,56±0,001 <sup>d</sup>	0,89±0,001 <sup>c</sup>	1,01±0,001 <sup>b</sup>
<b>Magnésium (%)</b>	1,40±0,001 <sup>a</sup>	0,59±0,001 <sup>e</sup>	0,64±0,001 <sup>d</sup>	0,86±0,001 <sup>c</sup>	1,30±0,001 <sup>b</sup>
<b>Potassium (%)</b>	1,40±0,001 <sup>a</sup>	0,98±0,001 <sup>e</sup>	1,09±0,001 <sup>d</sup>	1,30±0,001 <sup>c</sup>	1,31±0,001 <sup>b</sup>
<b>Sodium (%)</b>	0,52±0,001 <sup>e</sup>	1,40±0,001 <sup>a</sup>	1,24±0,001 <sup>b</sup>	0,98±0,001 <sup>c</sup>	0,66±0,001 <sup>d</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e) au sein d'une même ligne sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; F<sub>0</sub>:0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>:100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>:75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>:50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>:25 % de substitution de tourteau de soja ; n=nombre d'essai*

##### 1.1.5.1.2. Microéléments des rations formulées en phase de démarrage

La substitution du tourteau de soja par le tourteau de cajou dans les rations diminue les teneurs en manganèse, en cuivre et en fer par rapport à la ration témoin F<sub>0</sub> contrairement au zinc dans les formulations expérimentales de la phase de démarrage (Tableau XXX).

Tableau XXX: Composition en microéléments des rations expérimentales de démarrage

Oligoéléments(%MS)	F <sub>0</sub> (n=3)	F <sub>100</sub> (n=3)	F <sub>75</sub> (n=3)	F <sub>50</sub> (n=3)	F <sub>25</sub> (n=3)
<b>Manganèse (%)</b>	1,22±0,001 <sup>a</sup>	0,70±0,001 <sup>d</sup>	0,74±0,001 <sup>c</sup>	0,91±0,001 <sup>b</sup>	0,92±0,001 <sup>b</sup>
<b>Zinc (%)</b>	0,76±0,001 <sup>e</sup>	0,92±0,001 <sup>a</sup>	0,89±0,001 <sup>b</sup>	0,84±0,001 <sup>c</sup>	0,81±0,001 <sup>d</sup>
<b>Cuivre (%)</b>	1,47±0,001 <sup>a</sup>	0,66±0,001 <sup>e</sup>	0,71±0,001 <sup>d</sup>	0,91±0,001 <sup>c</sup>	1,30±0,001 <sup>b</sup>
<b>Fer (%)</b>	0,89±0,001 <sup>a</sup>	0,55±0,001 <sup>e</sup>	0,58±0,001 <sup>d</sup>	0,70±0,001 <sup>c</sup>	0,86±0,001 <sup>b</sup>

Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e) au sein d'une même ligne sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; F<sub>0</sub> :0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> :100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> :75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> :50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> :25 % de substitution de tourteau de soja ; n=nombre d'essai

### 1.1.5.2. Ration de croissance

#### 1.1.5.2.1. Macroéléments des rations formulées en phase de croissance

Les teneurs en calcium et en sodium des rations expérimentales en phase de croissance avec le tourteau de cajou sont supérieurs ( $p < 0,05$ ) à celles de la ration témoin F<sub>0</sub> contrairement aux teneurs en phosphore, en magnésium et en potassium (Tableau XXXI).

Tableau XXXI: Composition en macroéléments des rations expérimentales de croissance

Macroéléments(%MS)	F <sub>0</sub> (n=3)	F <sub>100</sub> (n=3)	F <sub>75</sub> (n=3)	F <sub>50</sub> (n=3)	F <sub>25</sub> (n=3)
<b>Calcium (%)</b>	0,89±0,001 <sup>e</sup>	1,09±0,001 <sup>a</sup>	0,99±0,001 <sup>b</sup>	0,98±0,003 <sup>c</sup>	0,91±0,001 <sup>d</sup>
<b>Phosphore (%)</b>	1,67±0,001 <sup>a</sup>	1,54±0,005 <sup>e</sup>	1,55±0,001 <sup>d</sup>	1,57±0,006 <sup>c</sup>	1,61±0,001 <sup>b</sup>
<b>Magnésium (%)</b>	1,44±0,001 <sup>a</sup>	1,29±0,001 <sup>e</sup>	1,3±0,001 <sup>d</sup>	1,34±0,001 <sup>c</sup>	1,42±0,002 <sup>b</sup>
<b>Potassium (%)</b>	0,82±0,001 <sup>a</sup>	0,65±0,001 <sup>e</sup>	0,66±0,001 <sup>d</sup>	0,68±0,001 <sup>c</sup>	0,81±0,001 <sup>b</sup>
<b>Sodium (%)</b>	1,03±0,001 <sup>d</sup>	1,24±0,001 <sup>a</sup>	1,21±0,001 <sup>b</sup>	1,10±0,001 <sup>c</sup>	1,10±0,001 <sup>c</sup>

Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e) au sein d'une même ligne sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; F<sub>0</sub> :0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> :100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> :75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> :50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> :25 % de substitution de tourteau de soja ; n=nombre d'essai

**1.1.5.2.2. Microéléments des rations formulées en phase de croissance**

Les teneurs en manganèse, cuivre et en fer des rations expérimentales avec le tourteau de cajou ont été faibles ( $p < 0,05$ ) par rapport à celle de la ration témoin  $F_0$  contrairement à la teneur en zinc (Tableau XXXII).

Tableau XXXII: Composition en microéléments des rations expérimentales de croissance

Oligoéléments (%MS)	$F_0$ (n=3)	$F_{100}$ (n=3)	$F_{75}$ (n=3)	$F_{50}$ (n=3)	$F_{25}$ (n=3)
<b>Manganèse (%)</b>	1,20±0,001 <sup>a</sup>	1,09±0,001 <sup>d</sup>	1,11±0,001 <sup>c</sup>	1,12±0,001 <sup>c</sup>	1,17±0,001 <sup>b</sup>
<b>Zinc (%)</b>	0,77±0,004 <sup>d</sup>	0,98±0,001 <sup>a</sup>	0,90±0,001 <sup>b</sup>	0,86±0,001 <sup>c</sup>	0,78±0,001 <sup>d</sup>
<b>Cuivre (%)</b>	1,01±0,001 <sup>a</sup>	0,87±0,001 <sup>d</sup>	0,88±0,001 <sup>d</sup>	0,91±0,001 <sup>c</sup>	0,97±0,001 <sup>b</sup>
<b>Fer (%)</b>	1,40±0,001 <sup>a</sup>	0,77±0,001 <sup>c</sup>	0,78±0,001 <sup>c</sup>	0,81±0,001 <sup>b</sup>	1,39±0,001 <sup>a</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e) au sein d'une même ligne sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ;  $F_0$  : 0 % de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{100}$  : 100 % de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{75}$  : 75 % de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{50}$  : 50 % de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{25}$  : 25 % de substitution de tourteau de soja ; n=nombre d'essai*

**1.1.5.3. Ration de finition**

**1.1.5.3.1. Macroéléments des rations formulées en phase de finition**

L'incorporation de tourteau de cajou a augmenté les teneurs en calcium et en sodium des rations expérimentales par rapport à celle de la ration témoin  $F_0$ . Cependant, cette incorporation a diminuée les teneurs en phosphore, magnésium et potassium des rations en phase de finition (Tableau XXXIII).

Tableau XXXIII: Composition en macroéléments des rations expérimentales de finition

Macroéléments (%MS)	F <sub>0</sub> (n=3)	F <sub>100</sub> (n=3)	F <sub>75</sub> (n=3)	F <sub>50</sub> (n=3)	F <sub>25</sub> (n=3)
<b>Calcium (%)</b>	1,21±0,001 <sup>e</sup>	1,55±0,001 <sup>a</sup>	1,49±0,001 <sup>b</sup>	1,45±0,001 <sup>c</sup>	1,35±0,001 <sup>d</sup>
<b>Phosphore (%)</b>	1,86±0,001 <sup>a</sup>	1,42±0,001 <sup>e</sup>	1,58±0,001 <sup>d</sup>	1,64±0,03 <sup>c</sup>	1,78±0,001 <sup>b</sup>
<b>Magnésium (%)</b>	1,49±0,001 <sup>a</sup>	0,96±0,002 <sup>d</sup>	0,97±0,002 <sup>d</sup>	1,06±0,001 <sup>c</sup>	1,36±0,001 <sup>b</sup>
<b>Potassium (%)</b>	1,36±0,001 <sup>a</sup>	0,68±0,001 <sup>e</sup>	0,75±0,001 <sup>d</sup>	0,95±0,001 <sup>c</sup>	1,01±0,001 <sup>b</sup>
<b>Sodium (%)</b>	0,64±0,001 <sup>e</sup>	1,56±0,001 <sup>a</sup>	1,44±0,001 <sup>b</sup>	1,31±0,002 <sup>c</sup>	1,10±0,001 <sup>d</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e) au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p < 0,05) ; F<sub>0</sub> : 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> : 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> : 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> : 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> : 25 % de substitution de tourteau de soja ; n=nombre d'essai*

### 1.1.5.3.2. Microéléments des rations formulées en phase de finition

Les taux de manganèse, de cuivre et de fer de la ration témoin F<sub>0</sub> sont respectivement élevés par rapport à ceux des rations avec cajou. Seulement, la teneur en zinc a augmenté dans les rations avec cajou (Tableau XXXIV).

Tableau XXXIV: Composition en oligoéléments des rations expérimentales de finition

Microéléments (%MS)	F <sub>0</sub> (n=3)	F <sub>100</sub> (n=3)	F <sub>75</sub> (n=3)	F <sub>50</sub> (n=3)	F <sub>25</sub> (n=3)
<b>Manganèse (%)</b>	1,51±0,001 <sup>a</sup>	0,89±0,001 <sup>b</sup>	0,97±0,001 <sup>c</sup>	1,38±0,001 <sup>d</sup>	1,48±0,14 <sup>a</sup>
<b>Zinc (%)</b>	0,70±0,001 <sup>a</sup>	1,20±0,001 <sup>b</sup>	0,96±0,001 <sup>c</sup>	0,85±0,001 <sup>d</sup>	0,75±0,009 <sup>a</sup>
<b>Cuivre (%)</b>	1,32±0,001 <sup>a</sup>	0,82±0,001 <sup>b</sup>	0,91±0,001 <sup>c</sup>	1,01±0,001 <sup>d</sup>	1,21±0,001 <sup>e</sup>
<b>Fer (%)</b>	0,86±0,001 <sup>a</sup>	0,50±0,001 <sup>b</sup>	0,52±0,001 <sup>b</sup>	0,60±0,001 <sup>c</sup>	0,74±0,001 <sup>d</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e) au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p < 0,05) ; F<sub>0</sub> : 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> : 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> : 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> : 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> : 25 % de substitution de tourteau de soja ; n=nombre d'essai*



### 1.1.6. Acides aminés et vitamines contenus dans les rations formulées à bases de tourteau de cajou et de soja

#### 1.1.6.1. Ration de démarrage

Hormis la teneur en glycine ( $3,15 \pm 0,08$  g/100g de protéines), la composition en acide aminés des rations formulées à bases de tourteaux de cajou a été significativement supérieure à celle de la ration témoin  $F_0$  ( $p < 0,05$ ). En revanche, la teneur en vitamine des rations formulées à base de tourteaux de cajou hormis la teneur en vitamine A ( $0,83 \pm 0,03$  à  $1,88 \pm 0,04$  mg/100g de rations) est significativement inférieure à celle de la ration témoin  $F_0$  ( $p < 0,05$ ) (Tableau XXXV).

Tableau XXXV: Composition en acides aminés et vitamines des rations expérimentales de démarrage

<b>Acides Aminés</b>					
<b>(g/100g de protéines)</b>	<b>F<sub>0</sub></b>	<b>F<sub>100</sub></b>	<b>F<sub>75</sub></b>	<b>F<sub>50</sub></b>	<b>F<sub>25</sub></b>
<b>Alanine</b>	$4,30 \pm 0,02^c$	$8,89 \pm 0,06^a$	$6,96 \pm 0,07^b$	$5,89 \pm 0,04^c$	$4,61 \pm 0,02^d$
<b>Arginine</b>	$1,78 \pm 0,06^e$	$3,08 \pm 0,01^a$	$2,78 \pm 0,02^b$	$2,49 \pm 0,03^c$	$2,25 \pm 0,02^d$
<b>Glycine</b>	$3,15 \pm 0,08^a$	$0,58 \pm 0,05^e$	$0,84 \pm 0,03^d$	$1,32 \pm 0,02^c$	$2,88 \pm 0,03^b$
<b>Lysine</b>	$2,74 \pm 0,07^e$	$3,65 \pm 0,03^a$	$3,43 \pm 0,04^b$	$3,15 \pm 0,02^c$	$2,81 \pm 0,03^d$
<b>Méthionine</b>	$0,47 \pm 0,01^b$	$1,1 \pm 0,01^a$	$0,9 \pm 0,01^a$	$0,8 \pm 0,01^a$	$0,5 \pm 0,02^b$
<b>Proline</b>	$2,12 \pm 0,04^e$	$5,05 \pm 0,02^a$	$4,89 \pm 0,02^b$	$3,75 \pm 0,03^c$	$2,58 \pm 0,02^d$
<b>Tyrosine</b>	$0,48 \pm 0,05^a$	$1,63 \pm 0,03^a$	$1,21 \pm 0,02^b$	$0,89 \pm 0,03^c$	$0,58 \pm 0,03^d$
<b>Tryptophane</b>	$0,48 \pm 0,05^d$	$1,52 \pm 0,02^a$	$1,27 \pm 0,02^b$	$0,62 \pm 0,01^c$	$0,58 \pm 0,01^c$
<b>Valine</b>	$0,48 \pm 0,03^e$	$2,19 \pm 0,04^a$	$1,75 \pm 0,03^b$	$1,39 \pm 0,03^c$	$0,62 \pm 0,03^d$
<b>Vitamines</b>					
<b>(mg/100g de rations)</b>					
<b>Vit A</b>	$0,79 \pm 0,03^d$	$1,88 \pm 0,04^a$	$1,53 \pm 0,01^b$	$1,42 \pm 0,02^c$	$0,83 \pm 0,03^d$
<b>Vit B1</b>	$6,63 \pm 0,03^a$	$4,80 \pm 0,09^d$	$4,83 \pm 0,01^d$	$4,98 \pm 0,02^c$	$5,68 \pm 0,03^b$
<b>Vit B2</b>	$5,33 \pm 0,01^a$	$4,19 \pm 0,04^e$	$4,39 \pm 0,05^d$	$4,67 \pm 0,05^c$	$4,84 \pm 0,02^b$
<b>Vit C</b>	$0,11 \pm 0,02^a$	$0,078 \pm 0,04^a$	$0,078 \pm 0,04^a$	$0,083 \pm 0,03^a$	$0,089 \pm 0,02^a$

Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e) au sein d'une même ligne sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ;  $F_0$  : 0 % de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{100}$  : 100 % de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{75}$  : 75 % de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{50}$  : 50 % de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{25}$  : 25 % de substitution de tourteau de soja ;  $n$  = nombre d'essai

### 1.1.6.2. Ration de croissance

La composition en acides aminés des rations formulées à bases de tourteaux de cajou hormis la teneur en glycine (3,27±0,02 g/100g de protéines) et en tryptophane (2,157±0,02 g/100g de protéines) est significativement supérieure à celle de la ration témoin F<sub>0</sub> (p < 0,05). A l’opposé, exceptée la teneur en vitamine A (0,92±0,06 à 1,59±0,03 mg/100g de rations), la composition en vitamine de la ration témoin F<sub>0</sub> a été significativement supérieure à celles des rations formulées à bases de tourteaux de cajou (p < 0,05) (Tableau XXXVI).

Tableau XXXVI: Composition en acides aminés et vitamines des rations de croissance

<b>Acides Aminés</b>					
<b>(g/100g de protéines)</b>	<b>F<sub>0</sub></b>	<b>F<sub>100</sub></b>	<b>F<sub>75</sub></b>	<b>F<sub>50</sub></b>	<b>F<sub>25</sub></b>
<b>Alanine</b>	1,35±0,01 <sup>e</sup>	4,54±0,02 <sup>a</sup>	4,08±0,01 <sup>b</sup>	2,99±0,02 <sup>c</sup>	1,79±0,02 <sup>d</sup>
<b>Arginine</b>	0,52±0,02 <sup>d</sup>	1,03±0,03 <sup>a</sup>	0,95±0,02 <sup>b</sup>	0,95±0,01 <sup>b</sup>	0,59±0,02 <sup>c</sup>
<b>Glycine</b>	3,27±0,02 <sup>a</sup>	0,73±0,02 <sup>e</sup>	0,83±0,01 <sup>d</sup>	1,43±0,02 <sup>c</sup>	2,62±0,02 <sup>b</sup>
<b>Lysine</b>	2,11±0,05 <sup>c</sup>	3,71±0,01 <sup>a</sup>	3,49±0,04 <sup>b</sup>	3,03±0,04 <sup>c</sup>	2,67±0,04 <sup>d</sup>
<b>Méthionine</b>	0,48±0,02 <sup>d</sup>	0,82±0,01 <sup>a</sup>	0,75±0,04 <sup>b</sup>	0,68±0,04 <sup>c</sup>	0,53±0,02 <sup>d</sup>
<b>Proline</b>	1,19±0,02 <sup>c</sup>	2,88±0,04 <sup>a</sup>	2,06±0,02 <sup>b</sup>	1,88±0,02 <sup>c</sup>	1,59±0,02 <sup>d</sup>
<b>Tyrosine</b>	0,24±0,02 <sup>c</sup>	0,49±0,01 <sup>a</sup>	0,36±0,02 <sup>b</sup>	0,31±0,02 <sup>bd</sup>	0,28±0,02 <sup>cd</sup>
<b>Tryptophane</b>	2,16±0,02 <sup>a</sup>	0,87±0,02 <sup>e</sup>	1,11±0,02 <sup>d</sup>	1,3±0,02 <sup>c</sup>	1,69±0,02 <sup>b</sup>
<b>Valine</b>	0,79±0,02 <sup>e</sup>	1,99±0,02 <sup>a</sup>	1,5±0,03 <sup>b</sup>	1,14±0,03 <sup>c</sup>	0,92±0,02 <sup>d</sup>
<b>Vitamines</b>					
<b>(mg/100g de rations)</b>					
<b>Vit A</b>	0,82±0,06 <sup>c</sup>	1,59±0,03 <sup>a</sup>	1,39±0,01 <sup>b</sup>	1,29±0,08 <sup>c</sup>	0,92±0,06 <sup>d</sup>
<b>Vit B1</b>	5,19±0,09 <sup>a</sup>	4,31±0,02 <sup>e</sup>	4,54±0,03 <sup>d</sup>	4,72±0,01 <sup>c</sup>	4,85±0,01 <sup>b</sup>
<b>Vit B2</b>	2,34±0,02 <sup>a</sup>	2,07±0,02 <sup>c</sup>	2,13±0,03 <sup>c</sup>	2,21±0,02 <sup>b</sup>	2,29±0,04 <sup>a</sup>
<b>Vit C</b>	0,28±0,02 <sup>a</sup>	0,09±0,01 <sup>de</sup>	0,13±0,01 <sup>cd</sup>	0,17±0,05 <sup>bc</sup>	0,20±0,05 <sup>b</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e) au sein d’une même ligne sont significativement différentes (p < 0,05) ; F<sub>0</sub> : 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> : 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> : 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> : 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> : 25 % de substitution de tourteau de soja ; n=nombre d’essai*

### 1.1.6.3. Ration de finition

À part la teneur en glycine (0,38±0,01 à 0,79±0,02 g/100g de protéines), la composition en acides aminés des rations à bases de tourteaux de cajou a été significativement supérieure à celle de la ration témoin F<sub>0</sub> (p < 0,05). Toutefois, les teneurs en vitamine B1 (4,757±0,04

mg/100g) et en vitamine C (0,169±0,02 mg/100g) sont restées significativement supérieures à celles des rations formulées à bases de tourteaux de cajou (p <0,05) (tableau XXXVII).

Tableau XXXVII : Composition en acides aminés et vitamines des rations de finition

<b>Acides Aminés</b>					
<b>(g/100g de protéines)</b>	<b>F<sub>0</sub></b>	<b>F<sub>100</sub></b>	<b>F<sub>75</sub></b>	<b>F<sub>50</sub></b>	<b>F<sub>25</sub></b>
<b>Alanine</b>	3,05±0,02 <sup>e</sup>	6,28±0,02 <sup>a</sup>	5,63±0,01 <sup>b</sup>	4,95±0,03 <sup>c</sup>	3,98±0,05 <sup>d</sup>
<b>Arginine</b>	0,26±0,02 <sup>c</sup>	1,51±0,02 <sup>a</sup>	1,14±0,02 <sup>b</sup>	0,78±0,02 <sup>c</sup>	0,47±0,02 <sup>d</sup>
<b>Glycine</b>	0,93±0,02 <sup>a</sup>	0,38±0,01 <sup>e</sup>	0,55±0,02 <sup>d</sup>	0,57±0,02 <sup>c</sup>	0,79±0,02 <sup>b</sup>
<b>Lysine</b>	2,19±0,02 <sup>c</sup>	3,38±0,01 <sup>a</sup>	3,21±0,03 <sup>b</sup>	2,88±0,02 <sup>c</sup>	2,62±0,03 <sup>d</sup>
<b>Méthionine</b>	0,41±0,02 <sup>c</sup>	0,73±0,02 <sup>a</sup>	0,65±0,02 <sup>b</sup>	0,57±0,02 <sup>c</sup>	0,49±0,02 <sup>d</sup>
<b>Proline</b>	0,98±0,02 <sup>c</sup>	3,17±0,02 <sup>a</sup>	2,23±0,02 <sup>b</sup>	1,87±0,02 <sup>c</sup>	1,24±0,02 <sup>d</sup>
<b>Tyrosine</b>	0,18±0,02 <sup>c</sup>	0,52±0,02 <sup>a</sup>	0,39±0,02 <sup>b</sup>	0,22±0,02 <sup>c</sup>	0,16±0,02 <sup>c</sup>
<b>Tryptophane</b>	0,66±0,02 <sup>c</sup>	3,09±0,04 <sup>a</sup>	2,81±0,02 <sup>b</sup>	1,18±0,02 <sup>c</sup>	0,89±0,02 <sup>d</sup>
<b>Valine</b>	0,87±0,02 <sup>c</sup>	2,03±0,02 <sup>a</sup>	1,73±0,02 <sup>b</sup>	1,26±0,02 <sup>c</sup>	1,03±0,02 <sup>d</sup>
<b>Vitamines</b>					
<b>(mg/100g de rations)</b>					
<b>Vit A</b>	0,37±0,02 <sup>e</sup>	1,38±0,08 <sup>a</sup>	1,01±0,06 <sup>b</sup>	0,89±0,05 <sup>c</sup>	0,53±0,04 <sup>d</sup>
<b>Vit B1</b>	4,76±0,04 <sup>a</sup>	3,30±0,03 <sup>c</sup>	3,68±0,05 <sup>d</sup>	3,86±0,03 <sup>c</sup>	4,59±0,04 <sup>b</sup>
<b>Vit B2</b>	1,17±0,06 <sup>e</sup>	1,96±0,02 <sup>a</sup>	1,80±0,05 <sup>b</sup>	1,59±0,03 <sup>c</sup>	1,42±0,03 <sup>d</sup>
<b>Vit C</b>	0,169±0,02 <sup>a</sup>	0,088±0,01 <sup>b</sup>	0,092±0,02 <sup>b</sup>	0,096±0,03 <sup>b</sup>	0,10±0,04 <sup>b</sup>

*Les moyennes suivies de lettres différentes (a, b, c, d, e) au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p <0,05) ; F<sub>0</sub> :0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> :100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> :75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> :50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> :25 % de substitution de tourteau de soja ; n=nombre d'essai*

## 1.2. DISCUSSION

La production de tourteau de cajou à partir des sous-produits industriels des entreprises impliquées dans la transformation de la noix de cajou a permis leur réutilisation à plus de 92,34 % dans la présente étude. Ainsi, le triage a permis de séparer les amandes de cajou réutilisables des corps étrangers et des pellicules. La quantité de pellicules contenues dans notre amande de cajou a été de 2,17 %, ce qui est plus faible comparativement à celle des autres impuretés qui est de 5,5 %. La valorisation des sous-produits de l'industrie de cajou permet de rejeter un taux relativement faible de déchets (7,67 %) à faible valeur biologique en alimentation des poulets de chair. Le taux de sous-produits réutilisable de notre étude est

inférieur à celui de Hervé & Tiphaine (2013). Ces auteurs évaluent à 99 % le taux de valorisation des coproduits de la filière « fruits et légumes » de leurs études qui a portée sur la valorisation des coproduits d'industries agroalimentaires bretonnes.

Les tourteaux sont les coproduits de la trituration, procédé de fabrication de l'huile. Ce sont les résidus solides de l'extraction de l'huile des graines ou des fruits oléagineux. Pour 263,16 kg d'amande triées de cajou prélevée, nous avons extrait 22,28 % d'un mélange huile + eau. Ces résultats s'expliquent par le fait que la pression est réalisée par serrage manuel, donc dépendant de la durée et de la puissance exercée sur la machine au cours du procédé. Ce qui entraîne des compositions variées en huile et en énergie métabolisable du tourteau d'amandes de cajou et des rations formulées à base de ce tourteau. Le taux d'extraction de la présente étude est inférieur à celui obtenu par Koné *et al.*, 2016 qui ont recueillis de 3 litres d'extrait lipidique avec une presse artisanale « presse à manioc » pour 10 kg d'homogénat (amandes de cajou+eau). Soit 30 % au cours de leurs travaux sur l'étude préliminaire de la valorisation des tourteaux d'hévéa, d'anacarde et de pourghère chez les porcs durant la gestation et la lactation.

Les tourteaux sont utilisés en alimentation animale. Ils constituent la deuxième classe d'aliments la plus importante après les céréales. La valorisation des sous-produits des amandes de noix de cajou a permis d'obtenir un taux de transformation de 78,62 %. Ce taux élevé de transformation des amandes de cajou réutilisables est une plus-value et pourrait contribuer à la création d'une chaîne de valeur dans la filière cajou et la production animale (poulet de chair). Notre résultat est proche de celui obtenu par Koné *et al.*, 2016 qui est de 80,5 % de taux de transformation des amandes de cajou en tourteau au cours de leur travaux sur l'étude préliminaire de la valorisation des tourteaux d'hévéa, d'anacarde et de pourghère chez les porcs durant la gestation et la lactation.

L'étude physicochimique des tourteaux de cajou et de soja utilisés dans la présente étude a montré que les deux types de tourteaux ont des compositions chimiques et valeur nutritive présentant des différences significatives ( $p < 0,05$ ), notamment au niveau de l'énergie métabolisable (EM). Les tourteaux de cajou ont une énergie métabolisable (EM) de  $4931,45 \pm 0,86$  Kcal/kg de MS significativement supérieure à celle des tourteaux de soja ( $3809,77 \pm 60,35$  Kcal/kg de MS). Ce qui est dû au procédé de trituration utilisé pour récupérer l'huile. En effet, le procédé utilisé dans cette étude est manuel et dépendant de la durée et de la puissance exercée sur la machine d'où son impact sur l'énergie brute contenue dans le tourteau. Compte tenu de la dépendance en lipides résiduels de l'énergie métabolisable, le

taux de lipide élevé des tourteaux entraîne une augmentation de son énergie métabolisable (Lessire, 2009). Ces résultats suggèrent que des formulations d'aliments à base de tourteau d'amande de cajou seraient idéales pour la croissance des poulets de chair car ces aliments seraient très énergétiques et riches en lipide. La valeur de l'énergie métabolisable (EM) des tourteaux de cajou de la présente étude est similaire à celle de la noix de cajou trouvée par Lacroix (2003) qui était de 4883 Kcal/kg de MS. Par contre, d'autres travaux portant sur les noix de cajou ont trouvé une valeur de l'énergie métabolisable de 5516 Kcal/kg, significativement supérieure à celle de la présente étude (Kouakou *et al.*, 2018).

La comparaison de la composition minéralogique des tourteaux de cajou et de soja a montré des différences significatives ( $p < 0,05$ ) en micro-éléments tel que le taux de manganèse et en macroéléments que sont le phosphore, le magnésium et le potassium. En effet, la teneur en manganèse du tourteau de cajou de la présente étude est inférieure à celle du tourteau de soja. Une faible concentration en manganèse dans les aliments des poulets de chair n'a pas d'influence sur le poids corporel, l'ingestion d'aliment, l'indice de consommation ou la quantité de cendres osseuses des poulets de chair (Smith *et al.*, 1995). La formulation des aliments pour les poulets de chair à base de tourteau d'amandes de cajou ne perturbera pas la croissance et la santé des animaux. Les taux de phosphore, de magnésium et de potassium des tourteaux de cajou étaient significativement inférieurs ( $p < 0,05$ ) à ceux des tourteaux de soja. Ces variations pourraient avoir un impact sur leurs effets biologiques chez les poulets de chair qui en consomment. Un déficit de ces macroéléments dans leurs aliments pourrait entraîner un ralentissement de l'activité de la lysine-alfa-keto-glutaratréductase dans le foie, en ralentissant le métabolisme de la lysine dans la carcasse. En plus, cela pourrait entraîner un mauvais indice de conversion des aliments et de rendement à l'abattage. Ces différents minéraux doivent être apportés dans les proportions optimales à travers d'autres sources lors de la formulation des aliments de poulets de chair à base de tourteau d'amandes de cajou.

L'analyse des paramètres physico-chimiques des rations expérimentales formulées en phase de démarrage présentent des différences significatives ( $p < 0,05$ ) en comparaison à la ration témoin  $F_0$ . Le taux de protéines des rations  $F_{100}$  ( $20,32 \pm 0,01$  %),  $F_{75}$  ( $20,9 \pm 0,01$  %) et  $F_{50}$  ( $21,89 \pm 0,01$  %) était significativement inférieur à celui de  $F_0$  ( $23,32 \pm 0,01$  %). Ces variations du taux de protéines peuvent être dues à la pression exercée lors de l'extraction des lipides au cours de la production du tourteau de cajou. Selon Cuq (2006), une pression supérieure à 50 kPa lors de l'extraction de l'huile peut dénaturer les protéines. Les taux de protéine étaient en dessous des valeurs recommandées selon les normes INRA (1989) qui est de 22 % en phase

de démarrage. Ces faibles taux de protéines n'ont pas d'incidence majeure sur la croissance des poussins. Selon Relandeau & Lebellego (2005), une faible teneur en protéines et une supplémentation adéquate en acides aminés essentiels chez les jeunes poulets de 3 semaines d'âge ne modifient pas les performances de croissance.

Le taux de lipide des rations F<sub>100</sub> (10,52±0,01 %) et F<sub>75</sub> (10,23±0,01) étaient significativement supérieur comparativement au témoin F<sub>0</sub> (8,34±0,2 %). Ce qui pourrait entraîner une baisse de consommation alimentaire dans ces lots. Toute élévation de la teneur énergétique d'un aliment se traduit par une réduction de la consommation alimentaire (Sanofi, 1996). les effets sur la croissance du poulet de chair varient suivant les auteurs et les conditions expérimentales; les uns trouvant qu'en augmentant la teneur lipidique des aliments, la croissance s'en trouve améliorée (Akiwande, 1981 ; Brown & Mc Cartney, 1982) , les autres montrant plutôt le contraire, c'est à dire des conséquences néfastes des rations riches en lipides (Cherry, 1982), un dernier groupe se situant entre les deux, rapporte que les lipides apportés à l'alimentation des volailles n'ont aucun effet sur le gain de poids (Olumu & Offuong, 1980 ; Kamar *et al.*, 1986). Selon INRA (1989), le taux lipidique idéal des aliments pour poulets de chair est de 5 %. Par contre selon Ferrando (1969), il est compris entre 6 et 12 %.

Le taux d'humidité des rations F<sub>100</sub> et F<sub>75</sub> était significativement bas (P < 0,05) en comparaison de la ration témoin F<sub>0</sub>. Cela pourrait être dû à un séchage adéquat des tourteaux d'amandes de cajou. Ce qui a un effet positif sur la conservation de ces aliments formulés à base de tourteau d'amandes de cajou. Toutefois, la teneur en humidité des aliments expérimentaux étudiés sont en dessous de 12 %, la limite à ne pas dépasser pour une meilleure conservation des aliments (Choct *et al.*, 2005).

La teneur en cellulose brute des aliments formulés ne présente pas de différence significative (P > 0,05) en comparaison au témoin. Ces valeurs comprises entre 1,04 et 2,11 % sont inférieures au seuil recommandé (5 %) à ne pas excéder (Anselme, 1987). La faible teneur en cellulose des aliments destinés aux poulets de chair permettra d'éviter une accélération du transit favorable à une mauvaise utilisation de la ration (Anselme, 1987). Les valeurs de la présente étude sont inférieures à celles de Sourokou (2014) qui sont comprises entre 4,674 et 5,157 % au cours de ses travaux sur les performances zootechnico-économiques des poulets de chair (Cobb 500) nourris aux rations à base de la farine des grains de la variété verte de Bissap (*Hibiscus sabdarifa*, linn.) au Sénégal.

L'énergie métabolisable (EM) des différents aliments était supérieure à celle de la ration témoin. L'énergie métabolisable (EM) des rations expérimentales pourrait être modifiée par la quantité d'huile contenue dans les tourteaux due au processus d'extraction. En effet, si le processus d'extraction est incomplet, la quantité d'huile résiduelle sera élevée. L'huile accroît la valeur énergétique qui influence l'énergie métabolisable (EM) (Bonsi & Osuji, 1997). Ce qui pourrait être bénéfique aux poulets pour leurs besoins énergétique de croissance d'une part et à couvrir les besoins énergétiques d'entretien que sont le métabolisme de base, la thermogénèse adaptative, l'extra-chaleur et l'activité physique d'autre part (INRA, 1989).

Le développement corporel du poulet est d'autant plus rapide que la consommation quotidienne d'énergie métabolisable est élevée. Selon Hubbard (2022), la recommandation nutritionnelle pour les poulets de chair en phase de démarrage est comprise entre 2850 et 3000 kcal/kg.

Les valeurs obtenues après l'analyse bromatologique des rations expérimentales formulées en phase de croissance montrent que la teneur en protéines des rations contenant les tourteaux d'amande de cajou hormis F<sub>25</sub> est significativement inférieure à celle de la ration témoin F<sub>0</sub> (24,04±0,01 %) (p < 0,05). Toutefois, les rations expérimentales formulées respectent le taux de protéine recommandé en alimentation chez le poulet de chair en phase de croissance qui est compris entre 20 et 25 % (Anselme, 1987). Ce qui pourrait avoir un impact positive sur la croissance des volailles. Les valeurs de la présente étude sont similaires à celles de Diouf (2013) qui a obtenu des valeurs comprises entre 21,868 et 21,903 % au cours de ses travaux sur les performances zootechnico-économiques permises par l'incorporation de la farine de graines de bissap (*Hibiscus sabdariffa*) de la variété rouge dans l'alimentation des poulets de chair au Sénégal.

La teneur en lipide des rations F<sub>100</sub> (13,04±0,01 %), F<sub>75</sub> (12,71±0,01 %) et F<sub>50</sub> (11,7±0,01 %) étaient significativement supérieures à celle de la ration témoin F<sub>0</sub> (8,41±0,01 %). Ces taux élevés de lipides des rations seraient dus au procédé de trituration utilisé pour récupérer l'huile (Lessire, 2009). Selon Andela (2008), la limite technologique exigée au niveau des usines de fabrication d'aliment de volaille est généralement de 6 % dans le régime. Par contre selon Ferrando (1969), le taux lipidique idéal des aliments pour poulets de chair est compris entre 6 et 12 %. Le taux élevé en lipide des aliments formulés pourraient entraîner une baisse de la consommation et un impact sur la croissance des poulets (Sanofi, 1996). Nos valeurs sont supérieures à celles de Diouf (2013), qui a obtenu : 6,327 ; 6,57 ; 7,097 et 7,625 % avec des aliments faits à base de variété rouge de bissap au Sénégal destinés aux poulets de chair.

L'énergie métabolisable des rations formulées à base de tourteaux de cajou en phase de croissance a été significativement supérieure à celle de la ration témoin F<sub>0</sub> (3772,52±3,04 Kcal/kg). Cela pourrait être dû au taux élevé de lipide des tourteaux de cajou incorporé dans les aliments car la valeur énergétique augmente lorsque le taux de lipide augmente. Ce qui serait bénéfique aux poulets pour leurs besoins énergétiques d'entretien et de croissance (INRA, 1989). Selon Hubbard (2022), les valeurs recommandées pour les poulets de chair en phase de croissance sont comprises entre 2850 et 3100 Kcal/kg. Nos valeurs sont supérieures à celles de Sourokou (2014) (3255,203 ; 3260,561 ; 3279,275 et 3296,691) qui a travaillé sur les aliments à base de farine des graines de la variété verte de bissap dans l'alimentation des poulets de chair au Sénégal.

Concernant la composition chimique des rations expérimentales de finition, les teneurs protéiques des rations F<sub>100</sub> (19,97±0,01 %) et F<sub>75</sub> (20,39±0,01 %) ont été inférieures à celle de la ration témoin F<sub>0</sub> (22,65±0,01 %). Toutefois, les rations formulées respectent les recommandations alimentaires en protéine chez le poulet de chair qui est de 18 à 25 % en phase de finition (Anselme, 1987). Ce qui permettra d'obtenir de meilleur gain de poids chez les différents lots. Nos résultats sont en accord avec ceux de Andela (2008) (21,59 ; 20,59 et 20,73 %) et de Sourokou (2014) (21,868 ; 21,897 ; 21,901 et 21,903 %) aux cours de leurs travaux respectifs sur l'étude comparative des performances de croissance de poulets de chair permises par trois aliments chair sur le marché de Dakar et la performance zootechnico-économiques des poulets de chair (Cobb500) nourris aux rations à base de la farine des graines de la variété verte de bissap au Sénégal.

La teneur en lipide des rations formulées à base de tourteau d'amande de cajou a été supérieure ( $p < 0,05$ ) à celle de la ration témoin F<sub>0</sub>. Cette forte teneur en lipide des rations alimentaires en phase de finition pourrait favoriser un engraissement excessif à l'origine de la dépréciation de la carcasse, surtout lorsque les dépôts de gras visibles sont importants (gras abdominal et sous cutané) (Lessire, 2001). Cette teneur élevée des rations en lipide pourrait être due à la composition élevée des tourteaux de cajou en lipide. Selon Andela (2008), la limite technologique exigée dans la fabrication des rations alimentaires pour les poulets de chair est de 6 %. Nos valeurs sont supérieures à celles de Diouf (2013), qui a obtenu des valeurs comprises entre 6,327 et 7,625 % au cours de ses travaux sur les performances zootechnico-économiques permises par l'incorporation de la farine de graines de bissap (*Hibiscus sabdariffa*) de la variété rouge dans l'alimentation des poulets de chair au Sénégal.



Hormis la ration F<sub>25</sub> (3882,63±2,31 Kcal/kg), l'énergie métabolisable des rations formulées à bases de tourteaux de cajou est significativement supérieure à celle de la ration témoin F<sub>0</sub> (3899,14±1,98 Kcal/kg). Selon Hubbard (2022), les recommandations nutritionnelles pour les poulets de chair en phase de finition sont comprises entre 2850 et 3250 Kcal/kg. Cette élévation de l'énergie métabolisable (EM) des rations pourrait être due à la quantité importante de lipides contenue dans les tourteaux de cajou. En effet, 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 (Lessire, 2009). La valeur de l'énergie métabolisable augmente quand le taux de lipide augmente également. Nos valeurs sont supérieures à celles de Kouadio *et al.*, (2022) qui ont obtenu des valeurs comprises entre 3104,20 et 3141,05 Kcal/kg au cours de leurs travaux sur l'effet de la poudre de pomme de cajou dans l'aliment sur les performances zootechniques et économiques du poulet de chair en phase de finition.

La composition en macroéléments des aliments de démarrage formulés à base de tourteaux de cajou a montré que la teneur en calcium (1,51 à 1,12 %) et en sodium (1,4 à 0,66 %) ont été significativement supérieures à celles de la ration témoin F<sub>0</sub> respectivement 1,06 % et 0,52 %. Selon INRA (1992), les teneurs en calcium et sodium recommandées en alimentations chez les poulets de chair en phase de démarrage sont respectivement de 1 % et 0,15-0,18 %. Par contre, selon Smith (1992), la recommandation en sodium de la ration des poulets de chair est de 0,5 %. Cette concentration élevée des rations en calcium permettra une bonne formation des os, d'éviter le rachitisme et réduire les taux de mortalité des poussins. Tandis que, le sodium les préservera contre la survenue du goitre et l'hypertrophie de la glande thyroïde. En outre, la teneur en phosphore (0,49 à 1,01 %), magnésium (0,59 à 1,3 %) et potassium (0,98 à 1,31 %) des rations à bases de tourteaux de cajou ont été significativement inférieures à celles de la ration témoin F<sub>0</sub> respectivement 1,96 %, 1,4 % et 1,40 %. Ces résultats sont similaires aux recommandations alimentaires chez le poulet de chair en phase de démarrage respectivement 0,40 %, 0,045 % et 0,63 % (Anselme, 1987). Ce qui favoriserait une bonne formation des os et éviterait les retards de croissance des poussins.

La composition en micro-éléments des rations formulées à bases de tourteaux de cajou en phase de démarrage était telle que hormis la teneur en zinc (0,81 % à 0,92 %), les teneurs en manganèse (0,70 à 0,92 %), en cuivre (0,66 % à 1,30 %) et en fer (0,55 à 0,86 %) ont été significativement inférieures à celles de la ration témoin F<sub>0</sub> respectivement 1,22 %, 1,47 % et 0,89 %. Excepté la teneur en cuivre, celles du manganèse, du zinc et du fer sont inférieures aux recommandations alimentaires chez le poulet de chair en phase de démarrage

respectivement 6 %, 4 %, 0,3 % et 2,5 % (Anselme, 1987). Une carence en manganèse dans le régime alimentaire des poulets accroît le risque de luxation du tendon et une malformation des os. Le zinc et le fer sont des éléments essentiels pour le bon fonctionnement du système immunitaire chez les poulets. La carence en zinc est clairement associée à une détérioration de la fonction immunitaire (Kidd *et al.*, 1996). Le fer étant indispensables pour la formation de l'hémoglobine, un aliment pauvre en fer pourrait créer des cas d'anémie chez les poulets.

Quant aux rations de croissance et de finition, la teneur en macroéléments des rations à base de tourteau d'amandes de cajou telle que le calcium et le sodium ont été significativement supérieures ( $P < 0,05$ ) à celles des ration témoin. Par contre, la teneur en phosphore, magnésium et potassium de ces rations sont significativement inférieures ( $P < 0,05$ ) à celles des rations témoin. Ces valeurs des macroéléments sont supérieures aux recommandations alimentaires chez les poulets de chair en phase de croissance et de finition (Anselme, 1987). Nos valeurs sont supérieures à celles de Ghasemi *et al.* (2020) qui au cours de leurs travaux sur l'effet des oligo-éléments basés sur la technologie avancée des chélates sur la performance de croissance, la digestibilité des minéraux, les caractéristiques du tibia et l'état des antioxydants chez les poulets de chair ont obtenus respectivement en phase de croissance pour le calcium et le sodium : 0,87 et 0,16 % ainsi que 0,44 % pour le phosphore; 0,17 % pour le magnésium et 0,90 % pour le potassium. Par contre pour la phase de finition : ils ont obtenues 0,79 % pour le calcium ; 0,16 % pour le sodium ; 0,40 % pour le phosphore ; 0,16 % pour le magnésium et 0,85 % pour le potassium. Les volailles ont besoin de minéraux en quantités optimales notamment de sel. Elles ont également besoin de calcium et de phosphore en quantités relativement plus importantes que les autres minéraux, car ils contribuent à la formation de leurs os. Cependant, un excès de phosphore peut entraîner le glissement des tendons et la déformation des os. Par contre, un excès de magnésium à partir de 0,6 % provoquerait une diminution du gain de poids et affecterait la minéralisation du squelette des poulets (Ferrando, 1969). Selon Smith (1992) la concentration en sel recommandée est de 0,5 % de la ration. Un excès de sodium entraînerait une grande consommation d'eau et serait à l'origine de diarrhée.

En revanche, hormis la teneur en zinc, la composition en micro-éléments (Manganèse, Cuivre et Fer) des rations formulées à bases de tourteaux de cajou au cours de la phase de croissance et de finition est inférieure ( $P < 0,05$ ) à celle des rations témoins. Toutefois, excepté la teneur en cuivre, les valeurs obtenues sont inférieures aux recommandations alimentaires chez le poulet de chair en phase de croissance qui est de 6 % pour le manganèse, 4 % pour le zinc, 0,3

% pour le cuivre et 2,5 % pour le fer. Puis en phase de finition de 6 % pour le manganèse, 2 % pour le zinc, 0,2 % pour le cuivre et 1,5 % pour le fer (Anselme, 1987). Une carence en manganèse, en zinc et en fer dans le régime alimentaire des poulets entraînerait une luxation du tendon, une involution du thymus (jusqu'à 50 %) et de la rate (jusqu'à 60 %), une augmentation de la fréquence des infections bactériennes et virales et voir des cas d'anémies (Fletcher *et al.*, 1988). A l'inverse, selon Cook (1991), des poussins alimentés avec un aliment déficient en cuivre n'ont pas montré de diminution de la réaction d'immunité humorale.

Les acides aminés jouent un rôle crucial dans la structure, le métabolisme et la physiologie des cellules de tous les êtres vivants connus, en tant que constituants des peptides et des protéines. Ils sont essentiels pour maximiser les performances de production et la qualité de la carcasse chez les poules en croissance (Sterling *et al.*, 2006) et leur disponibilité dans la ration affecte la composition en acides aminés des protéines corporelles (Martin-Venegas *et al.*, 2006; Conde-Aguilera *et al.*, 2011). Par ailleurs, la méthionine, l'histidine, lysine, thréonine, tryptophane, leucine, isoleucine, valine, serine, arginine, et phénylalanine sont essentiels chez le poulet de chair (Quentin *et al.*, 2004). Selon Lachapelle (1995), la lysine et la méthionine sont les plus importants souvent déficitaires dans la ration et sont de ce fait dits acides aminés limitant. La teneur des rations à base de tourteau d'amandes de cajou en phase de démarrage, de croissance et de finition en acides aminés essentiels limitant chez les poulets de chair que sont la lysine et la méthionine a été significativement supérieure ( $P < 0,05$ ) à celle des rations témoins. Selon Dayon & Arbelot (1997) les apports recommandés pour ces acides aminés varient de 1,15 à 1,3 g/100g et 0,65 à 0,75 g/100 g d'aliment respectivement pour la lysine et la méthionine. En revanche, Fomekong *et al.* (2018) préconise pour la phase de démarrage 1,2 % de lysine et 0,4 % de méthionine nécessaires pour un meilleur indice de consommation (IC) et en phase de croissance, 0,3 et 0,5 % de méthionine permettent respectivement avec un taux constant de lysine (0,7 %) d'obtenir les meilleurs taux de croissance chez le coq et la poule Barrée camerounaise. Nos valeurs restent supérieures à celles de Sourokou (2014) et de Diouf (2013) au cours de leurs travaux respectifs sur les performances de zootechnico-économiques des poulets de chair nourris avec des aliments à base de la variété verte et rouge de la farine de graines de bissap au Sénégal. Néanmoins, un excès de lysine par rapport à la méthionine pourrait provoquer des ampoules du bréchet (dermatite).

Les vitamines sont des substances de nature organique, indispensables à la croissance et au bon fonctionnement de l'organisme vivant (Calini & Sirri, 2007). Les besoins quotidiens en vitamines ne sont que de quelques fractions de microgrammes à quelques milligrammes (El

hajhouj, 2014). Dans la formulation des rations, leurs quantités sont généralement au dessus des besoins propres de l'animal dans le but de prévenir d'éventuelles déficiences (Jaovelo, 2007).

Exceptée la teneur en vitamine A, les teneurs en vitamines B1, B2 et C des rations expérimentales formulées à base de tourteau d'amandes de cajou en phase de démarrage, croissance et finition ont été significativement inférieures ( $P < 0,05$ ) à celles des rations témoins. Cette variation de la teneur des aliments en vitamines pourrait être due aux conditions de production des tourteaux de cajou qu'ils contiennent ou encore à la présence des antagonistes et des anti-métabolites qui inactivent les vitamines dans l'aliment (Sagna, 2010). Nos résultats sont différents des recommandations alimentaires pour les poulets de chair présenté Anselme (1987). En effet, nos valeurs de la vitamine A et C sont inférieures à celles de Anselme (1987) qui est de 2 000 000 (UI/100 kg) pour la vitamine A et 3 000 (mg/100 kg) pour la vitamine C. En revanche, nos valeurs de la vitamine B1 et B2 sont supérieures à ladite recommandation. Cependant, un régime très insuffisant en vitamine A pourrait laisser apparaître des symptômes d'avitaminose A au bout de trois semaines, une diminution de la résistance aux infections et un retardement de la croissance des poussins (Jaovelo, 2007). En outre, la vitamine C est synthétisée par les poulets à partir du glucose. De ce fait les apports par l'alimentation ne sont pas nécessaires dans le cas d'une alimentation variée apportant le glucose (Bender, 2000).

### **CONCLUSION PARTIELLE**

Les tourteaux sont utilisés en alimentation animale. Ils constituent la deuxième classe d'aliments la plus importante après les céréales. La production de tourteau de cajou à partir des sous-produits industriels de la noix de cajou a permis leur réutilisation à plus de 92,34 % dans la présente étude. La valorisation des sous-produits des amandes de noix de cajou en tourteau de cajou a permis d'obtenir un taux de transformation de 78,62 %.

L'étude physicochimique des tourteaux de cajou et de soja utilisés dans la présente étude a montré que les deux types de tourteaux ont des compositions chimiques et valeur nutritive présentant des différences significatives ( $p < 0,05$ ). Les tourteaux de cajou ont une teneur en lipide et en énergie métabolisable (EM) significativement supérieure à celles des tourteaux de soja. D'où, des formulations d'aliments à base de tourteau d'amande de cajou seraient idéales pour la croissance des poulets de chair.

Les rations expérimentales formulées en phase de démarrage ont montrées que le taux de protéines des rations F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>50</sub> est significativement inférieur à celui de la ration témoin F<sub>0</sub>. Par contre, le taux de lipide des rations F<sub>100</sub> (10,52±0,01 %) et F<sub>75</sub> (10,23±0,01) sont significativement supérieurs comparativement au témoin F<sub>0</sub> (8,34±0,2 %). Ce qui pourrait entraîner une baisse de consommation alimentaire dans ces lots. Le taux d'humidité des rations expérimentales est significativement ( $p < 0,05$ ) bas et la teneur en cellulose est inférieure au seuil recommandé (5 %) à ne pas excéder. L'énergie métabolisable (EM) des aliments à base de tourteau d'amande de cajou a été supérieure à celle de la ration témoin.

Les rations expérimentales formulées en phase de croissance et de finition respectent le taux de protéine recommandé en alimentation chez le poulet de chair. Par contre leurs teneurs en lipide et en énergie métabolisable sont élevées. Ce qui permettrait aux poulets de couvrir leurs besoins énergétiques d'entretien et de croissance. La teneur élevée en lipide et en énergie métabolisable des rations en phase de finition pourrait conduit à un engraissement des poulets. La composition en macroéléments des aliments de démarrage formulés à base de tourteaux de cajou a montré que la teneur en calcium et en sodium est significativement supérieure à celles de la ration témoin. Cette concentration élevée des rations en calcium permettra une bonne formation des os, d'éviter le rachitisme et réduire les taux de mortalité des poussins. Tandis que, le sodium les préservera contre la survenue du goitre et l'hypertrophie de la glande thyroïde. En outre, la teneur en phosphore, magnésium et potassium des rations à bases de tourteaux de cajou ont été significativement inférieures à celles de la ration témoin.

La composition en micro-éléments des rations formulées à bases de tourteaux de cajou en phase de démarrage est telle que hormis la teneur en zinc, les teneurs en manganèse, en cuivre et en fer ont été significativement inférieures à celles de la ration témoin. Quant aux rations de croissance et de finition, la teneur en macroéléments (calcium et sodium) des rations à base de tourteau d'amandes de cajou a été significativement supérieure ( $P < 0,05$ ) à celle des rations témoins. Par contre, la teneur en phosphore, magnésium et potassium de ces rations sont significativement inférieures ( $P < 0,05$ ) à celles des rations témoins.

En revanche, hormis la teneur en zinc, la composition en micro-éléments (manganèse, cuivre et fer) des rations formulées à bases de tourteaux de cajou au cours de la phase de croissance et de finition a été inférieure ( $P < 0,05$ ) à celle des rations témoins. Toutefois, excepté la teneur en cuivre, les valeurs obtenues sont inférieures aux recommandations alimentaires chez le poulet de chair.

Par ailleurs, la teneur des rations à base de tourteau d'amandes de cajou en phase de démarrage, de croissance et de finition en acides aminés essentiels limitant chez les poulets de chair que sont la lysine et la méthionine est significativement supérieure ( $P < 0,05$ ) à celle des rations témoins.

Les aliments expérimentaux à base de tourteau d'amandes de cajou ont des teneurs faibles en vitamine A et B par rapport à la recommandation en élevage de poulets de chair. En revanche, nos valeurs de la vitamine B1 et B2 sont supérieures à ladite recommandation. Cependant, un régime très insuffisant en vitamine A pourrait laisser apparaître des symptômes d'avitaminose A au bout de trois semaines, une diminution de la résistance aux infections et un retardement de la croissance des poussins.

## **CHAPITRE 2 : EFFETS CLINIQUE ET ORGANOLEPTIQUE DES RATIONS A BASE DE TOURTEAUX DE CAJOU CHEZ LES POULETS DE CHAIR**

Dans ce chapitre est présenté dans un premier temps les résultats sur l'effet clinique des aliments à base de tourteaux de cajou et/ou de soja chez les poulets de chair et l'impact de ces aliments sur le profil organoleptique de la viande de ces volailles. Dans un second temps, la discussion des résultats obtenus suivi d'une conclusion partielle.

### **2.1. RESULTATS**

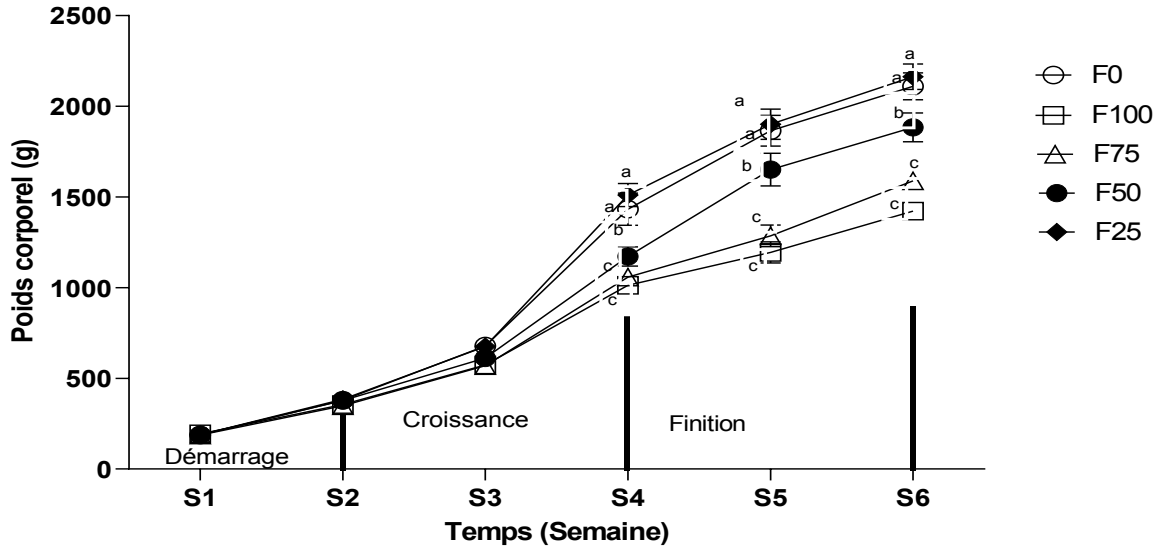
#### **2.1.1. Effet des rations à base de tourteaux de cajou sur les performances de croissance des poulets de chair**

##### **2.1.1.1. Effet sur le poids vif**

La consommation quotidienne de rations à base de tourteaux de cajou pendant 45 jours a entraîné une augmentation pondérale chez les poulets de chair. En effet, de la 1<sup>ère</sup> semaine de la phase de démarrage jusqu'à la 3<sup>ème</sup> semaines de la phase de croissance, aucune différence significative n'est notée entre les poids vifs moyens des poussins des différents groupes de traitements alimentaires F<sub>0</sub> (677,8±33,28 %), F<sub>100</sub> (574,3±23,68 %), F<sub>75</sub> (569,9±19,97 %), F<sub>50</sub> (611,6±33,57 %) et F<sub>25</sub> (676,2±32,43 %). A partir de la 4<sup>ème</sup> semaine, les poids moyen des poulets du lot témoin F<sub>0</sub> (1433,2±88,62 %) et du lot F<sub>25</sub> (1510,5±64,26 %) ont été similaires, mais supérieurs à ceux des lots F<sub>100</sub> (1012,8±37,35 %), F<sub>75</sub> (1058,4±42,06 %) et F<sub>50</sub> (1171,3±52,92 %). A la 6<sup>ème</sup> semaine de la phase de finition, les volailles nourris aux rations à base de cajou F<sub>100</sub> (1422,5±24,63 %), F<sub>75</sub> (1588,8±36,59 %) et F<sub>50</sub> (1884,2±79,72 %) ont eu des poids moyen inférieurs à ceux du témoin F<sub>0</sub> (2110,4±74,54 %). En outre, le poids des volailles du lot témoin F<sub>0</sub> (2110,4±74,54 %) et du lot F<sub>25</sub> (2162,8±70,10 %) ont été similaires (figure 14).

##### **2.1.1.2. Effets sur le Gain Moyen Quotidien (GMQ)**

Les gains moyens quotidiens (GMQ) des poulets nourris aux rations à base de cajou ne sont pas statistiquement différent entre les groupes au cours des trois phases du démarrage à la finition (P>0,05) (figure 15).



Les points suivis des lettres (a, b et c) différentes au sein de la même semaine sont significativement différents ( $p < 0,05$ )

Figure 14: Evolution du poids vif des poulets nourris aux rations à base de tourteaux de cajou et/ou de soja en fonction du temps

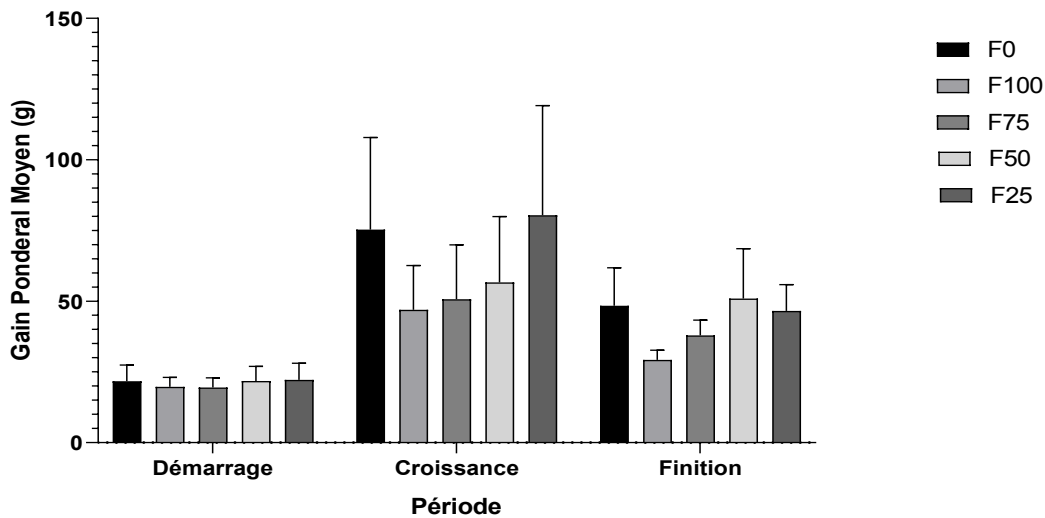


Figure 15: Gain moyen quotidien (GMQ) des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de cajou et/ou de soja

### 2.1.1.3. Effet sur la Consommation Alimentaire Individuelle (CAI)

L'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des poulets de chair, n'a pas eu d'effet significatif ( $P > 0,05$ ) sur la consommation des volailles au cours des trois (3) premières semaines d'élevage. A partir de la 4<sup>ème</sup> semaine, la consommation d'aliment individuelle



(CAI) des poulets F<sub>75</sub> (79,5±5,23 g/jr) et celle du témoin F<sub>0</sub> (100,47±4,84 g/jr) est significativement différente (P<0,05). Au cours de la 5<sup>ème</sup> semaine, la consommation alimentaire du lot témoin F<sub>0</sub> (138±5,42 g/jr) est la plus élevée, tandis que celle du lot F<sub>75</sub> (97,37±4,89 g/jr) est la plus faible. Enfin, à la 6<sup>ème</sup> semaine d'élevage, le lot témoin F<sub>0</sub> (173,95 g/jr) a une CAI plus importante que tous les lots nourris aux rations expérimentales, la plus faible était celle du lot F<sub>75</sub> (116,15±6,05 g/jr) (Tableau XXXVIII).

Tableau XXXVIII: Effet des tourteaux de cajou sur la Consommation Alimentaire Individuelle (CAI)

CAI (g/jr)	semaine 1	semaine 2	semaine 3	semaine 4	semaine 5	semaine 6
<b>F<sub>0</sub> (n=60)</b>	40,66±3,72 <sup>a</sup>	74,17±6,82 <sup>a</sup>	87,58±4,11 <sup>a</sup>	100,47±4,84 <sup>a</sup>	138±5,42 <sup>a</sup>	173,95±5,11 <sup>a</sup>
<b>F<sub>100</sub> (n=60)</b>	39,17±3,65 <sup>a</sup>	63,41±5,48 <sup>a</sup>	82,27±5,92 <sup>a</sup>	85,63±1,58 <sup>ab</sup>	101,53±4,66 <sup>c</sup>	116,25±5,65 <sup>d</sup>
<b>F<sub>75</sub> (n=60)</b>	40,17±3,87 <sup>a</sup>	64,87±6,29 <sup>a</sup>	83,43±6,63 <sup>a</sup>	79,5±5,23 <sup>b</sup>	97,37±4,89 <sup>c</sup>	116,15±6,05 <sup>d</sup>
<b>F<sub>50</sub> (n=60)</b>	40,33±3,23 <sup>a</sup>	72,9±6,53 <sup>a</sup>	91,93±5,94 <sup>a</sup>	96,37±2,01 <sup>a</sup>	119,91±4,74 <sup>b</sup>	139,97±8,15 <sup>c</sup>
<b>F<sub>25</sub> (n=60)</b>	39,13±3,44 <sup>a</sup>	74,86±6,51 <sup>a</sup>	89,08±4,89 <sup>a</sup>	107,01±2,15 <sup>a</sup>	134,36±4,29 <sup>a</sup>	154,75±9,06 <sup>b</sup>

*Les moyennes suivies de lettres (a, b, c et d) différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes (p < 0,05) ; F<sub>0</sub> : 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> : 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> : 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> : 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> : 25 % de substitution de tourteau de soja*

#### 2.1.1.4. Effet sur l'indice de consommation (IC) alimentaire

Les indices de consommation alimentaire des différents groupes de poulets nourris aux rations expérimentales ne présentent pas de différence significative au cours des différentes phases. Ces valeurs sont comprises entre 2,343±0,859 et 2,453±1,086 (Tableau XXXIX).

Tableau XXXIX: Effet des tourteaux sur l'indice de consommation (IC) alimentaire

IC	Traitements				
	F <sub>0</sub> (n=60)	F <sub>100</sub> (n=60)	F <sub>75</sub> (n=60)	F <sub>50</sub> (n=60)	F <sub>25</sub> (n=60)
<b>Démarrage</b>	2,618±0,122	2,564±0,260	2,667±0,225	2,561±0,198	2,531±0,174
<b>Croissance</b>	1,491±0,793	1,995±0,888	1,887±1,095	1,979±1,095	1,519±0,879
<b>Finition</b>	3,251±1,441	3,487±0,615	2,649±0,498	2,677±1,314	2,978±0,809
<b>Essai</b>	2,453±1,086	2,682±0,837	2,401±0,665	2,406±0,839	2,343±0,859

*F<sub>0</sub>:0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>:100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>:75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>:50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>:25 % de substitution de tourteau de soja*

### 2.1.1.5. Effet sur les organes et la caractéristique de la carcasse

Après six (6) semaines d'élevage, le poids de la carcasse des poulets du lot F<sub>25</sub> (86,66±1,24 %) a été supérieur aux autres lots. Par contre, les masses relatives des différents organes notamment les poumons, le foie, le gésier, le cœur et le gras abdominal ont été similaires dans tous les lots des poulets. En outre, le rendement en intestin des lots F<sub>100</sub> et F<sub>50</sub> a présenté des différences significatives (P<0,05) (Tableau XL).

Tableau XL: Effet des tourteaux de cajou sur les organes et la carcasse des poulets de chair

Rendement (%)	Traitements				
	F <sub>0</sub> (n=10)	F <sub>100</sub> (n=10)	F <sub>75</sub> (n=10)	F <sub>50</sub> (n=10)	F <sub>25</sub> (n=10)
<b>Carcasse</b>	84,01±0,91 <sup>b</sup>	73,43±1,90 <sup>d</sup>	77,03±3,67 <sup>c</sup>	78,65±6,66 <sup>c</sup>	86,66±1,24 <sup>a</sup>
<b>Poumons</b>	0,62±0,18 <sup>a</sup>	0,51±0,05 <sup>a</sup>	0,48±0,11 <sup>a</sup>	0,50±0,13 <sup>a</sup>	0,38±0,004 <sup>a</sup>
<b>Foie</b>	2,21±0,27 <sup>a</sup>	2,24±0,19 <sup>a</sup>	2,04±0,49 <sup>a</sup>	1,98±0,01 <sup>a</sup>	1,88±0,25 <sup>a</sup>
<b>Gésier</b>	3,27±0,09 <sup>a</sup>	4,50±0,82 <sup>a</sup>	3,91±0,48 <sup>a</sup>	3,39±0,33 <sup>a</sup>	3,56±0,74 <sup>a</sup>
<b>Cœur</b>	0,6±0,04 <sup>a</sup>	0,64±0,08 <sup>a</sup>	0,53±0,06 <sup>a</sup>	0,49±0,11 <sup>a</sup>	0,55±0,07 <sup>a</sup>
<b>Gras abdominal</b>	0,79±0,11 <sup>a</sup>	1,63±0,19 <sup>a</sup>	1,33±0,46 <sup>a</sup>	1,15±0,28 <sup>a</sup>	0,84±0,03 <sup>a</sup>
<b>Intestin</b>	5,64±0,48 <sup>ab</sup>	7,39±1,34 <sup>a</sup>	5,92±1,99 <sup>ab</sup>	4,84±0,78 <sup>b</sup>	5,99±0,31 <sup>ab</sup>

*Les moyennes suivies de lettres (a, b, c et d) différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes (p < 0,05) ; F<sub>0</sub>:0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>:100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>:75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>:50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>:25 % de substitution de tourteau de soja*

### 2.1.1.6. Effet des tourteaux (cajou et/ou soja) sur le taux de mortalité

La mortalité globale des poulets de chair dans cette étude a variée entre 1 et 3 au cours de l'essai dans les différents lots en élevage (Tableau XLI).

### 2.1.2. Impact des rations à base de tourteaux de cajou sur la qualité sensoriel de la viande des poulets

L'évaluation sensorielle des viandes des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de cajou a révélé un effet significatif sur les paramètres évalués (tableau XLII). En effet, l'intensité de la coloration des viandes issues des lots F<sub>100</sub> (2,58) et F<sub>75</sub> (3,23) a été jugée par le panel comme étant moins blanche par rapport au témoin F<sub>0</sub> (3,94) mais leur texture a été jugée ni tendre-ni ferme respectivement 2,77 et 3,35. Cependant, les viandes issues du lot F<sub>25</sub> ont été jugées plus tendres (4,48) avec une meilleure saveur (4,71) en comparaison au témoin F<sub>0</sub>. En outre, les viandes issues du lot F<sub>100</sub> (4) ont été jugées par le panel comme ayant le meilleur goût. En somme, les viandes issues des lots des poulets ayant consommé les rations contenant les tourteaux de cajou ont été plus préférées en comparaison à celles du lot témoin.

Tableau XLI: Effet des rations à base de tourteaux de cajou sur le taux de mortalité

TAUX DE MORTALITE					
TRAITEMENTS	F <sub>0</sub> (n=60)	F <sub>100</sub> (n=60)	F <sub>75</sub> (n=60)	F <sub>50</sub> (n=60)	F <sub>25</sub> (n=60)
Démarrage	3	2	1	2	1
Croissance	1	0	0	0	0
Finition	0	0	0	0	0
Total	3	2	1	2	1
Taux de mortalité (%)	5	3,33	1,67	3,33	1,67

*F<sub>0</sub> : 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> : 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> : 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> : 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> : 25 % de substitution de tourteau de soja*

Tableau XLII: Evaluation sensorielle de la viande des poulets de chair nourris aux rations expérimentales

Traitements	Couleur	Texture	Odeur	Goût	Appréciation globale
F 0 %	3,94±0,09 <sup>a</sup>	3,81±0,07 <sup>a</sup>	4,13±0,06 <sup>a</sup>	3,19±0,12 <sup>a</sup>	3,61±0,1 <sup>a</sup>
F 100 %	2,58±0,09 <sup>b</sup>	2,77±0,15 <sup>b</sup>	3,42±0,1 <sup>b</sup>	4±0,05 <sup>b</sup>	4±0,05 <sup>b</sup>
F 75 %	3,23±0,14 <sup>c</sup>	3,35±0,11 <sup>c</sup>	3,77±0,08 <sup>c</sup>	3,90±0,05 <sup>b</sup>	4±0 <sup>b</sup>
F 50 %	3,81±0,11 <sup>a</sup>	3,97±0,06 <sup>a</sup>	4,06±0,04 <sup>ac</sup>	3,55±0,09 <sup>c</sup>	4,03±0,03 <sup>b</sup>
F 25 %	4±0,05 <sup>a</sup>	4,48±0,10 <sup>d</sup>	4,71±0,09 <sup>d</sup>	3,74±0,10 <sup>bc</sup>	4,26±0,09 <sup>b</sup>

*Les moyennes suivies de lettres (a, b, c et d) différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; F<sub>0</sub>: 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>: 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>: 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>: 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>: 25 % de substitution de tourteau de soja*

### 2.1.3. Effets sur les paramètres zootechniques

Une analyse de classification hiérarchique (ACH) réalisée à partir des données zootechniques a permis de regrouper les lots expérimentaux selon leurs similarités évolutives. Ainsi, quatre (4) groupes ont été distingués (figure 16) :

- le groupe GI regroupe tous les poulets de chair nourris aux rations F<sub>0</sub> et F<sub>25</sub> ;
- le groupe GII comprend les poulets nourris avec la ration F<sub>50</sub> ;
- le groupe GIII est constitué des poulets nourris avec la ration F<sub>75</sub> ;
- le groupe GIV est composé des poulets nourris avec la ration F<sub>100</sub>.

Le regroupement des paramètres zootechniques en fonction de leurs similarités de performance de croissance est réalisé grâce à l'Analyse en Composantes Principales (ACP) (figure 17). Ce regroupement est effectué sur la base des valeurs moyennes de chaque variable zootechnique. Les deux axes (F1 : 73,26 % et F2 : 26,20 %) sont retenus car ils expriment 98,13 % de l'information contenue dans la matrice des données. Le cercle de corrélation présente une forte corrélation négative de l'indice de consommation (IC) sur l'axe factoriel F1 et une forte corrélation positive entre le gain moyen quotidien (GMQ) et la consommation alimentaire individuelle (CAI) sur l'axe factoriel F2 (figure 17). La carte factorielle présente une distribution des cinq (5) lots expérimentaux selon les caractéristiques de performances de croissance. L'analyse comparative des figures 17 A et 17 B ont révélées que les lots du groupe GI (F<sub>0</sub> et F<sub>25</sub>) sont caractérisés par leurs consommations alimentaires individuelles (CAI) et leurs gains moyens quotidiens (GMQ) élevés suivi du groupe GII (F<sub>50</sub>) et celui du groupe GIII (F<sub>100</sub>) est caractérisé par son indice de consommation (IC) élevé.

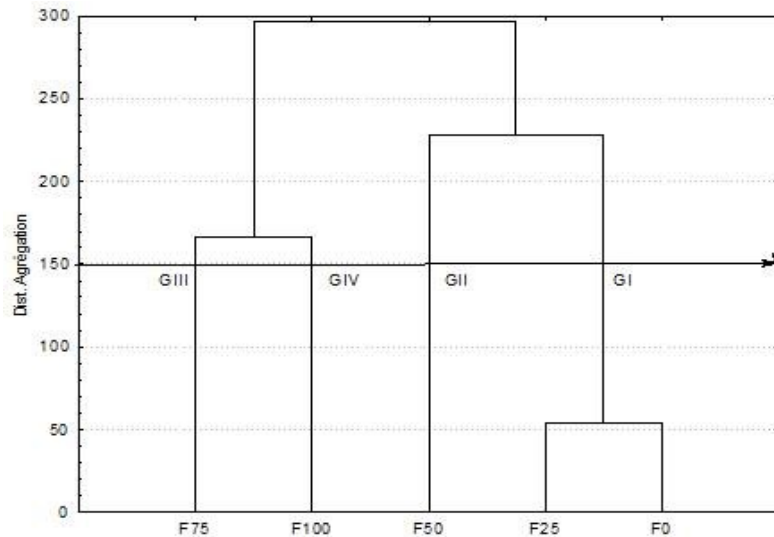


Figure 16: Classification Hiérarchique des lots expérimentaux à partir des valeurs moyennes des paramètres de croissance des poulets de chair nourris aux tourteaux de cajou

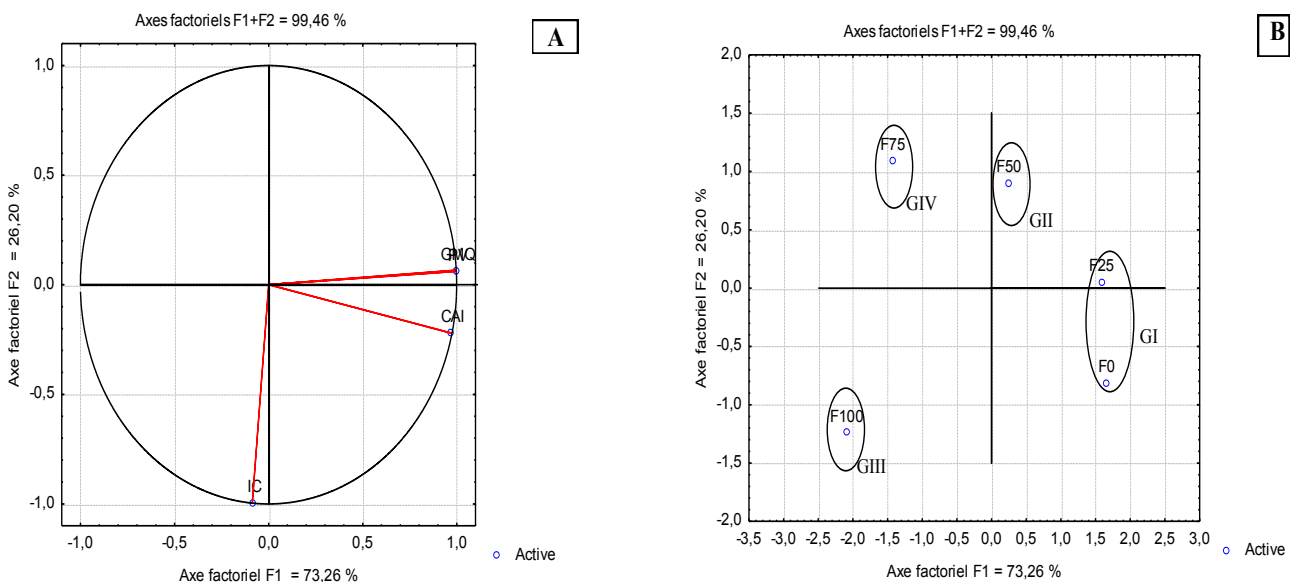


Figure 17 : Analyse en composantes principales réalisée sur la base des caractéristiques de croissance des poulets de chair nourris aux différentes rations à bases de tourteaux de cajou

**A** = Cercle de corrélation des paramètres de croissance projetés sur les axes factoriels ; IC = indice de consommation ; CAI = consommation alimentaire individuelle ; GMQ = gain moyen quotidien ;

**B** = Carte factoriel présentant la distribution des cinq lots expérimentaux formulés selon les caractéristiques de croissance ; F<sub>0</sub> :0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> :100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> :75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> :50% de

substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> :25% de substitution de tourteau de soja ; GI, GII, GIII et GIV = groupes observés.

## 2.2. DISCUSSION

La consommation des rations formulées à base de tourteaux de cajou a entraîné une prise de poids vif (PV) des poulets de chair en élevage pendant 6 semaines. Ces observations sont similaires à celles de Mukhtar (2007), qui en ajoutant des graines de bissap à des taux de 0 %, 7,5 %, 15 % et 22 % dans l'alimentation des poulets de chair, avait constaté une diminution proportionnelle des poids vifs des volailles (respectivement 1396,4 g, 1139,8 g, 874,8 g et 898,8 g) par rapport aux témoins. Les gains de poids vifs obtenus dans la présente étude après les six (6) semaines d'expérimentation sont meilleurs que ceux obtenus par Yo *et al.* (1994) (1424 g) en Côte d'Ivoire sur l'alimentation séparée (céréales graines entières + aliment complémentaire granulé) chez les poulets de chair en climat chaud. De pareils résultats ont été obtenus par Koné (2010) au Sénégal et Atakoun (2012) chez les poulets de chair au Soudan, les poulets ont pesé respectivement à ces mêmes âges : 1648,26 g et 1780,64 g. Cette différence du poids vif pourrait s'expliquer par des facteurs intrinsèques notamment, la composition physicochimique des rations alimentaires expérimentales formulées aux cours de ces essais. Ceci est en accord avec Tesseraud & Temim (1999), qui suggèrent que la distribution de régime riche en protéines augmente significativement le gain de poids des poulets. Cette amélioration des performances en est confirmée dans une expérience récente où le taux protéique du régime est augmenté de 10 à 33 % (Tesseraud *et al.*, 2000).

Le gain moyen quotidien (GMQ) des animaux n'a pas présenté au cours des phases de démarrage, de croissance et de finition des différences significatives ( $P > 0,05$ ). Les GMQ obtenus après consommation des rations F<sub>0</sub>, F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub>, F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub> étaient respectivement de 48,46 ; 32 ; 36,02 ; 43,13 et 49,71 g/jour. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Dongmo *et al.*, (2000) au Cameroun qui ont trouvé, au cours de leurs essais de farine de sang, de poisson et sang combinés dans la nutrition de poulet de chair, des GMQ variant entre 19 et 27 g/jr. Sourokou (2014) a trouvé dans son étude sur les 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*) au Sénégal des GMQ variant de 26,74 g/jr à 35,92 g/jr). Cependant, nos résultats sont similaires à ceux de Mukhtar (2007) au Soudan qui est de 32,30 g/jr pour des poulets de chairs âgés de 42 jours. Par contre, les GMQ de la présente étude sont inférieurs aux normes algériennes (Yazid, 2017) ainsi qu'aux chiffres

enregistrés en France (ITAVI, 2013) qui sont respectivement de 46,8 g/jour et 51,2 g/jour. Aussi, Sagna (2010) a rapporté au Sénégal des GMQ de 77,39 g/jr à 6 semaines d'âge. Egalement, Atakoun (2012) au Soudan a trouvé un GMQ de  $50,77 \pm 6,69$  entre 3 et 6 semaines d'âge chez les poulets de chair. Ces GMQ de la présente étude sont liés à la teneur en protéines et en minéraux des aliments expérimentaux. En effet, Lui (2015) a signifié qu'avec des teneurs en protéine de 120 à 180 g/kg, le GMQ augmentait de 65,82 à 69,38 g/jr chez le poulet de chair après 84 jours d'âge. Etant donné que les protéines sont des composants structurels de l'organisme, jouant un rôle crucial dans le renouvellement tissulaire et la croissance des poulets de chair, une carence en protéines peut affecter les indices de consommation et le gain moyen quotidien des volailles (Beski *et al.*, 2015).

L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair a modifié significativement la consommation alimentaire individuelle (CAI). Dès la 4<sup>ème</sup> semaine de la phase de croissance expérimentale, le lot F<sub>75</sub> (79,5 g/jr) a présenté le taux le plus bas significativement en comparaison aux poulets nourris à la ration témoin F<sub>0</sub> (100,47 g/jr). En phase de finition, les sujets ayant consommés les rations à base de tourteaux de cajou (F<sub>100</sub>; F<sub>75</sub>; F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>) ont des taux de consommation alimentaire plus faible respectivement : 116,25 ; 116,15 ; 139,97 et 154,75 g/jr en comparaison à ceux du lot témoin F<sub>0</sub> (173,95 g/jr). La baisse de la consommation alimentaire est d'autant plus marquée que le taux d'incorporation est élevé. Missohou *et al.*, (1996), ont enregistré une consommation alimentaire de 42,1 g/jr en phase de croissance et 116,1 g/j en phase de finition chez les poulets de chair (Cobb 500). Les valeurs de la consommation alimentaire (CAI) sont similaires à celles trouvés par divers auteurs chez les poulets de chair de 3 à 6 semaines d'âge variant de 82,51 à 158,4 g/jr (Sourokou, 2014). Ces variations de la CAI s'expliqueraient d'une part par la composition en lipide des rations expérimentales formulées à base de tourteau d'amandes de cajou. Selon Sanofi (1996), le taux élevé en lipide des aliments formulés pourrait entraîner une baisse de la consommation chez les poulets de chair. Ce comportement alimentaire dû à une consommation alimentaire quotidienne plus faible, pourrait entraîner des gains de poids corporel plus faibles (Tykałowski *et al.* 2023). D'autre part, par le comportement alimentaire des volailles qui se traduit par une vitesse et des rythmes de consommation différents, des choix ou un tri particulière variable et par l'acceptation plus ou moins rapide d'un nouvel aliment par les poulets (Picard *et al.*, 1997). Des poulets de chair ayant depuis l'âge de 15 jours un choix libre entre du maïs et un aliment complémentaire consomme une proportion de

ce dernier qui varie de 27 à 37 % selon la forme physique respective des deux aliments (Yo *et al.*, 1997).

Les tourteaux de cajou en substitution des tourteaux de soja dans l'alimentation des poulets de chair n'ont pas eu d'effet significatif sur l'indice de consommation (IC) en comparaison au témoin. Les IC obtenus dans la présente étude varient entre 2,34 et 2,68. Ces indices sont similaires à ceux obtenus par Diomandé *et al.*, (2008) qui ont obtenus des indices variant de 2,3 à 2,4 chez des poulets de chair nourris à la farine animales et légèrement supérieurs à ceux de Javid *et al.* (2012) qui ont rapportés chez la souche Arbor Acres un IC de 2,17 avoisinant celui de la souche Isa 15. Ouedraogo *et al.* (2015) et Atakoun (2012) ont obtenus respectivement des indices de consommation variant de 2,3 à 2,7 pour des essais de farines animales et végétales dans les rations de poulet de chair. Sourokou (2014) a trouvé des IC variant de 2,7 à 3,5 chez les poulets de chair. Ces IC sont variables d'une étude à l'autre. En fait, l'indice de consommation diminue avec l'augmentation de la teneur en protéines de la ration de finition (Relandeau & Lebellego, 2005). Ces variations de l'IC seraient dues à la composition en protéines et en lipide des rations formulées. Les éléments qui interfèrent sur l'indice de consommation sont : la souche du poussin, la qualité de l'aliment, les conditions d'élevage et la qualité du suivi vétérinaire (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2012).

L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des volailles a modifié significativement le taux de rendement carcasse des poulets de chair. Les poulets nourris à la ration F<sub>25</sub> ont le meilleur rendement avec 86,66 % suivi de ceux du lot témoin F<sub>0</sub> (84,01 %), ensuite du lot F<sub>50</sub> (78,65 %), du lot F<sub>75</sub> (77,03 %) et enfin le lot F<sub>100</sub> (73,43 %). Les rendements carcasses obtenus à l'issue de la présente étude sont meilleurs à ceux obtenus par Kana *et al.* (2011) qui sont compris entre 70,95 et 73,51 % au cours de leurs travaux sur les performances zootechniques de poulet de chair soumis à un régime à base de résidus de semoules de manioc supplémentés par la spiruline (*Spirulina platensis*). Nos valeurs sont similaires à ceux obtenus par Diomandé *et al.* (2008) qui ont obtenus entre 64 et 94 %, ces auteurs ont travaillé sur l'incorporation de la farine d'escargot (*Achatina fulica*) dans les rations de poulet de chair. Cette variabilité des rendements carcasse pourrait être liée au taux variable de l'énergie métabolisable, aux acides aminés et aux minéraux (calcium et méthionine) des différentes rations utilisées au cours de différentes expériences. En effet, selon Kheri & Alibeyghi (2017), une supplémentation alimentaire en lysine et/ou en thréonine



peut permettre d'obtenir des poids de carcasse et des rendements optimaux en composants de carcasse (poitrine, cuisse, foie et cœur).

Quant aux masses relatives des organes (foie, gésier, cœur, poumons et intestin) et du gras abdominal des poulets soumis aux différents régimes alimentaires formulés à base de tourteaux de cajou, aucune différence significative n'est constatée en comparaison au lot témoin. Le même constat a été fait par Zhang *et al.* (2021), qui n'ont pas eu d'effet significatif ( $P > 0,05$ ) sur l'indice de ces différents organes au cours de leurs travaux sur les effets du concentré de protéines de soja dans l'alimentation en phase de démarrage des poulets de chair. L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'aliment des volailles n'a donc pas eu d'effets dépressifs sur le développement des poulets. La similitude de poids des organes des lots de poulets ayant consommé les rations au cajou et celui du lot témoin montre que les tourteaux de cajou utilisés ne présenteraient pas de danger sur la santé des poulets. Selon Raharimalala *et al.* (2005), l'augmentation du poids du foie peut être liée à la nécessité de cet organe d'augmenter son efficacité pour la détoxification des dérivés toxiques. Le foie est en général l'organe le plus touché lors d'une attaque toxique et cela s'accompagne d'une hépatomégalie (Raharimalala *et al.*, 2005).

Globalement, le taux de mortalité au cours de l'essai a été faible. Il est de 3,33 % dans le lot F<sub>100</sub>, de 1,67 % pour le lot F<sub>75</sub>, de 3,33 % pour le lot F<sub>50</sub>, de 1,67 dans le lot F<sub>25</sub> et 5 % pour le lot témoin F<sub>0</sub>. Ces taux de mortalités obtenus sont dans la fourchette (5 à 8 %) acceptable (mémento de l'agronome, 2002). Les mortalités ont été notées durant la phase de démarrage de l'élevage. Ces mortalités restent inférieures à celles de Sourokou (2014) au Sénégal obtenues chez les poulets de chair (5,79 à 14,49 %) et celle obtenue par Abdellaoui & Bachir (2018) en Algérie qui est de 8,33 % chez les poulets de chair. En outre, ces résultats restent similaires au chiffre obtenu par l'ITAVI (2014) en France qui est de 3,03 % et ceux de Kere *et al.* (2020) compris entre 1,76 et 3,46 % au Burkina-Faso sur des poulets de chair. De tels résultats s'expliqueraient par la bonne maîtrise des conditions d'élevage durant toute l'expérience, à la composition des aliments et à la période de l'étude qui a été conduite pendant une période favorable pour l'élevage du poulet de chair. Cela concorde avec Betene (2006) qui constate que le taux de mortalité des poulets de chair est faible en saison froide (8 %) par rapport à la saison chaude (12 %). Par contre, les résultats de la présente étude sont différents de celui de Sagna (2010) qui a enregistré un taux de 1 % au cours des essais au Sénégal sur des poulets de chair. Cela se justifie par le fait que la phase de démarrage est considérée comme une phase délicate, puisque la sensibilité aux agents pathogènes des

poussins est élevée. En plus, leur système immunitaire est encore non développé. Selon Kere *et al.* (2020), le poussin d'un jour est très fragile, il n'a pas sa mère pour le réchauffer ni encore suffisamment de possibilité de défense contre le froid. Il est donc primordial que l'éleveur fasse un chauffage approprié.

Par ailleurs sur le plan organoleptique, le test sensoriel de la viande des poulets de chair effectué par le panel a révélé que la couleur de la viande des lots F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub> est blanche de même que celle du lot témoin F<sub>0</sub>. Contrairement au lot témoin F<sub>0</sub>, la viande des sujets des lots F<sub>75</sub> et F<sub>100</sub> a été jugée par les panelistes comme étant respectivement ni rouge-ni blanche et rouge. Cela signifie que les tourteaux de cajou modifieraient la couleur des viandes de poulet de chair qui sont classées parmi les viandes blanches. Cette coloration est d'autant plus accentuée avec le degré d'incorporation du tourteau de cajou dans la ration. Ces résultats sont contraires à ceux de Diomandé *et al.* (2008) qui n'ont montrés aucun impact de la farine d'escargot sur la couleur des viandes de poulets de chair. Le même constat a été fait par Livingston *et al.* (2019), qui ont obtenus une apparence de couleur similaire des différents échantillons de viande au cours de leurs travaux sur un régime riche en arachides et en acide oléique. Cette modification de la couleur des viandes pourrait être due au pH des tourteaux d'amandes de cajou. Le pH qui est un des paramètres les plus importants pour la qualité de la viande a une corrélation positive avec la capacité de rétention d'eau, ainsi que la rougeur de la viande (Bihan-Duval *et al.*, 2008). En effet, la coque entourant l'amande de cajou contient un liquide appelé baume qui est très acide pouvant ainsi influencer le degré d'acidité des tourteaux (Soro, 2012).

La jutosité ou succulence caractérise la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation. Elle est le facteur essentiel qui influence le pouvoir de rétention en eau du muscle (Lameloise *et al.*, 1994). La capacité de rétention de l'eau influence la jutosité de la viande (Hocquette *et al.*, 2005). Il traduit la force de liaison entre l'eau et les protéines de la fibre musculaire. La rétention d'eau dépend de la structure spatiale des protéines des fibres musculaires. Les résultats obtenus lors des évaluations sensorielles ont montrés que la viande des poulets nourris avec les rations F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>25</sub> ont été plus succulente respectivement avec une note de 4/5 ; 3,9/5 et 3,74/5 en comparaison au témoin F<sub>0</sub> (3,19/5). Nos résultats sont différents de ceux de Amir *et al.* (2021). Ces derniers ont obtenus des scores de jutosité élevés avec l'échantillon témoin au cours de leurs travaux sur l'attributs sensoriels et qualité de la viande des poulets de chair nourris au ver de farine (*Tenebrio molitor*). L'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration modifierait donc la jutosité de la viande des poulets de chair.

Selon Chougui (2015), la jutosité ou impression de libération de jus au cours de la mastication est liée à la quantité d'eau libre subsistante dans la viande et à la sécrétion de salive stimulée essentiellement par les lipides et elle varie avec le pouvoir de rétention d'eau de la viande.

La texture de la viande est représentée par sa tendreté ou par sa fermeté, la tendreté de la volaille est considérée comme d'une grande importance dans la qualité de la volaille cuite (Lee *et al.*, 2008). La tendreté est la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher et mastiquer ; le contraire d'une viande dure ou ferme et difficiles à mastiquer. Plusieurs auteurs ont montré que la tendreté est la qualité sensorielle la plus déterminante pour le consommateur de viande (Touraille, 1994). Le panel a jugé la viande des lots F<sub>100</sub> et F<sub>75</sub> moins tendre avec des notes respectives : 2,77/5 et 3,35/5 comparativement au lot témoin F<sub>0</sub> (3,81/5). En outre, la viande des volailles issue des lots F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub> a été jugée plus tendre en comparaison du lot témoin F<sub>0</sub>. Ces valeurs d'appréciation sont supérieures à celles obtenues par Gnakri *et al.* (2007) dans leur étude sur la croissance corporelle et la qualité organoleptique de la viande du poulet de chair et du poulet africain et leur croisement. L'incorporation des tourteaux de cajou modifierait la texture de la viande de poulet comme décrit par Diomandé *et al.* (2008) qui ont indiqués que la farine d'escargot augmenterait la fermeté des viandes de poulets. La texture de la viande cuite est généralement associée à des modifications induites par la chaleur dans le tissu conjonctif, les protéines solubles et les protéines myofibrillaires (Murphy & Marks, 2000). De plus, la tendreté et le moelleux de la viande sont directement affectés par la perte à la cuisson, due à l'évaporation de l'eau et dépendante de la méthode de cuisson (Kumar & Aalbersberg, 2006).

La saveur qui est l'ensemble des perceptions olfactives et gustatives perçues en consommant un produit (Fortin & Durad, 2004). Elle est déterminée par la composition chimique et les changements apportés à la viande lors de la maturation et ensuite la cuisson (Monin, 1991). La saveur des viandes issues des lots F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub> a été jugée agréable et celle du lot F<sub>100</sub> et F<sub>75</sub> jugée ni agréable – ni désagréable en comparaison au lot témoin. Les tourteaux de cajou contiendraient des composés aromatiques transmis à la viande de poulet pendant leur métabolisme, ce qui est corroboré par les travaux de Diomandé *et al.* (2008) qui ont montrés que l'odeur des farines animales se retrouve dans la viande des animaux les ayant consommées. En effet, les arômes de viande de volaille proviennent des interactions qui se produisent pendant la cuisson entre les protéines, les acides nucléiques, les lipides et d'autres composants de la viande pour former des composés volatils et non volatils (Küçüközet & Uslu, 2018).

De façon globale, la viande issue des cinq (5) lots a été jugée bonne par l'ensemble des consommateurs. Cependant, la viande issue des lots de poulets ayant consommé les rations à base de tourteaux de cajou a été beaucoup plus appréciée, notamment le lot F<sub>25</sub> par les dégustateurs. Contrairement à Amir *et al.* (2021), c'est l'échantillon témoin qui a présenté l'acceptabilité la plus élevée des traitements. Les différentes appréciations du panel de dégustateurs sont sans doute fonction de leurs habitudes alimentaires (Beugré, 2007).

## CONCLUSION PARTIELLE

L'étude a montrée que la substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair a augmentée leur croissance surtout en phase de croissance. Le lot expérimental F<sub>25</sub> a présenté le meilleur poids vif au cours des six (6) semaines d'expériences en comparaison au lot témoin. Les gains moyens quotidiens (GMQ) et l'indice de consommation (IC) ne sont pas significativement différents au cours des trois phases (démarrage, croissance et finition). Aussi, la ration F<sub>25</sub> a entraînée une meilleure CAI dès la 4<sup>ème</sup> semaine d'âge (phase de croissance). En revanche, la ration témoin F<sub>0</sub> a été la plus consommée en phase de finition contrairement aux rations à base de cajou (F<sub>100</sub> ; F<sub>75</sub> ; F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>). L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des volailles a modifié significativement le taux de rendement carcasse des poulets de chair. Quant aux masses relatives des organes (foie, gésier, cœur, poumons et intestin) et du gras abdominal des poulets soumis aux différents régimes alimentaires formulés à base de tourteaux de cajou, aucune différence significative n'est constatée en comparaison au lot témoin. L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'aliment des volailles n'a donc pas eu d'effets dépressifs sur le développement des poulets. Le taux de mortalité au cours de l'essai est faible et compris entre 1,67 et 5 %. Ces taux de mortalités obtenus sont dans la fourchette (5 à 8 %) acceptable. Par ailleurs sur le plan organoleptique, le test sensoriel de la viande des poulets de chair issue des cinq (5) lots a été jugé bon par l'ensemble des consommateurs. En somme, les tourteaux de cajou peuvent substitués aux tourteaux de soja à plus de 25 % dans la ration des poulets de chair. Ceci pourrait ajouter de la valeur à la filière tout en réduisant le coût de production des aliments de poulets en Côte d'Ivoire.

### CHAPITRE 3 : EFFETS BIOLOGIQUES DES RATIONS A BASE DE TOURTEAUX DE CAJOU CHEZ LES POULETS DE CHAIR

Ce chapitre met en relief les résultats obtenus sur les paramètres biologiques, notamment les paramètres biochimiques et hématologiques des poulets de chair ayant consommés les aliments à base de tourteaux de cajou et/ou de soja. Puis, la discussion des résultats obtenus suivi d'une conclusion partielle.

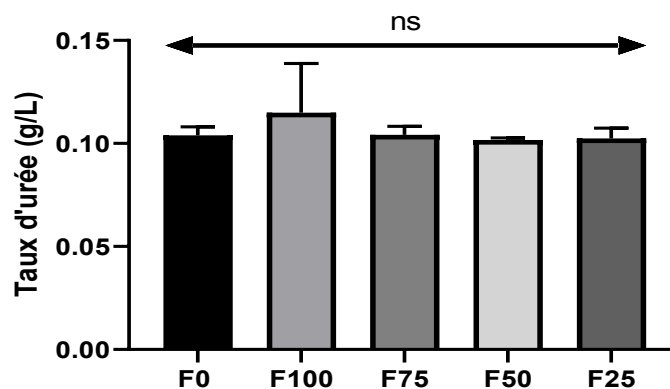
#### 3.1. RESULTATS

##### 3.1.1. Effets sur les paramètres biochimiques sanguins des poulets de chair

###### 3.1.1.1. Effet sur la fonction rénale

###### 3.1.1.1.1. Urée

L'urémie des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou présentée sur la figure 18 a été similaire ( $P > 0,05$ ) au cours de l'expérience. L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair n'a donc pas eu d'effet significatif sur le taux d'urée des poulets.

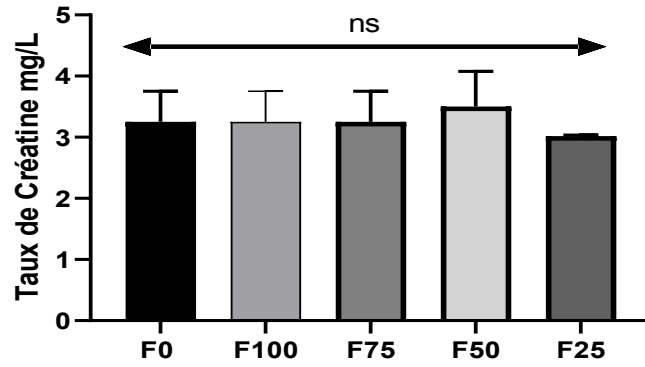


ns = non significative ( $p > 0,05$ )

Figure 18: Taux d'urée des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou

###### 3.1.1.1.2. Créatinine

La créatinémie des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou n'a présentée aucune différence significative entre les lots expérimentaux en comparaison au témoin ( $P > 0,05$ ) présentée sur la figure 19.



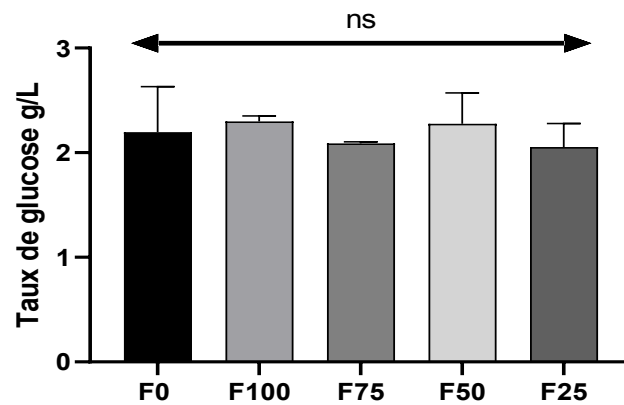
ns = non significative ( $P > 0,05$ )

Figure 19: Taux de créatinine des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou

### 3.1.1.2. Effets sur le profil lipidique

#### 3.1.1.2.1. Glycémie

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 présenté sur la Figure 20.



ns = non significative ( $p > 0,05$ )

Figure 20: Taux du glucose des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou

### 3.1.1.2.2. Cholestérol total (CT)

Le taux de cholestérol total des poulets de chair nourris aux différentes rations à base de tourteaux de cajou est similaire à celui des poulets nourris à la ration à base de soja ( $P < 0,05$ ) présenté sur la figure 21.

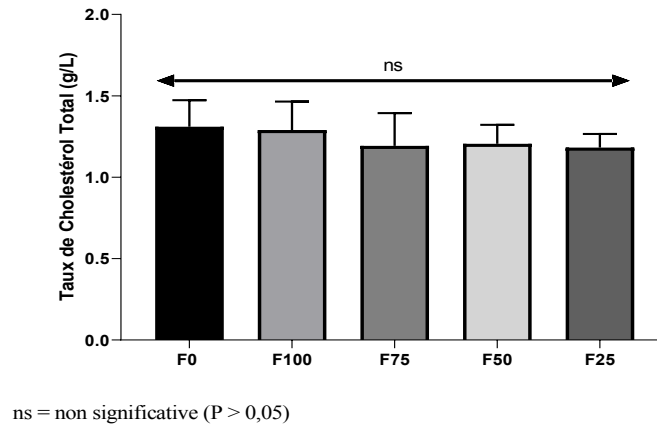
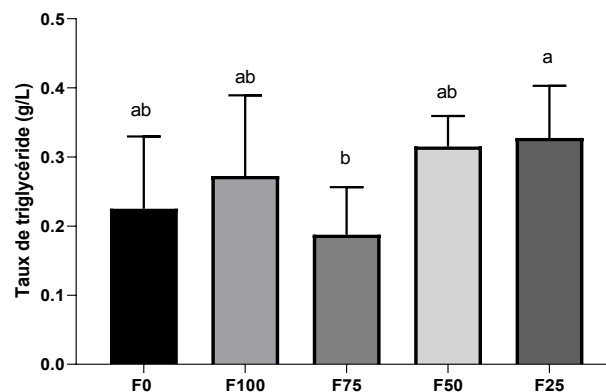


Figure 21: Taux de Cholestérol Total (CT) des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou

### 3.1.1.2.3. Triglycérides (TG)

La teneur en triglycérides des poulets de chair nourris aux différentes rations à base de tourteaux de cajou a présentée des différences significatives entre elles et aussi en comparaison aux poulets témoin nourris à base de tourteau de soja ( $P < 0,05$ ) (Figure 22).



NB : Les bandes avec les lettres différentes (a, b et ab) sont significativement différentes ( $p < 0,05$ )

Figure 22: Taux de triglycérides (TG) des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou

### 3.1.1.2.4. Lipoprotéines de haute densité (HDL)

L'alimentation des poulets de chair aux différentes rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou n'a pas modifié de façon significative ( $P>0,05$ ) leurs taux de HDL présenté sur la figure 23.

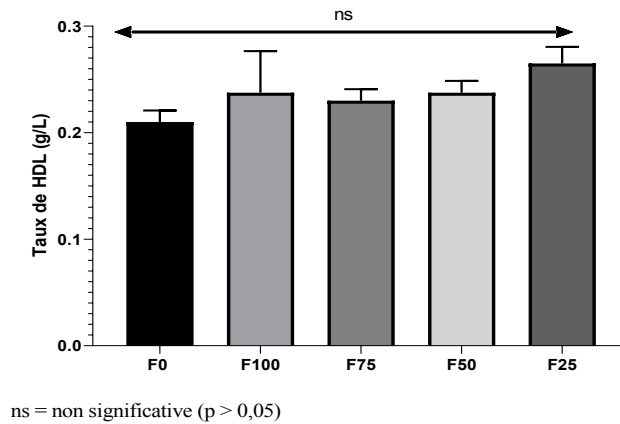
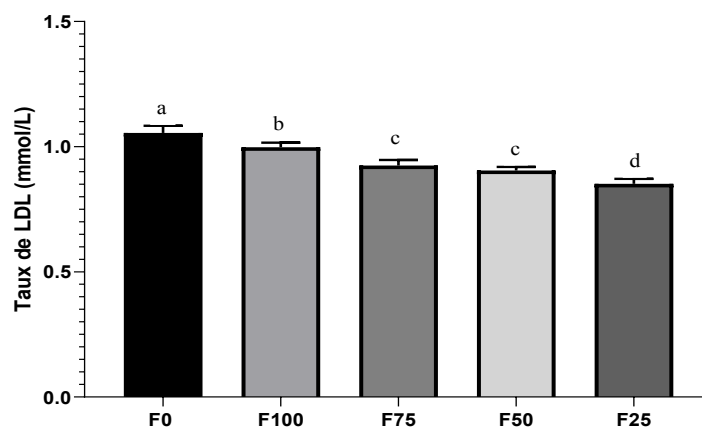


Figure 23: Taux de HDL des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou

### 3.1.1.1.5. Lipoprotéines de basse densité (LDL)

Le taux de LDL des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteau de cajou compris entre  $0,852\pm 0,04$  et  $0,998\pm 0,10$  mmol/L est inférieur à celui des poulets nourris à la ration témoin à base de tourteau de soja ( $1,055\pm 0,06$  mmol/L) ( $P<0,05$ ) (Figure 24).



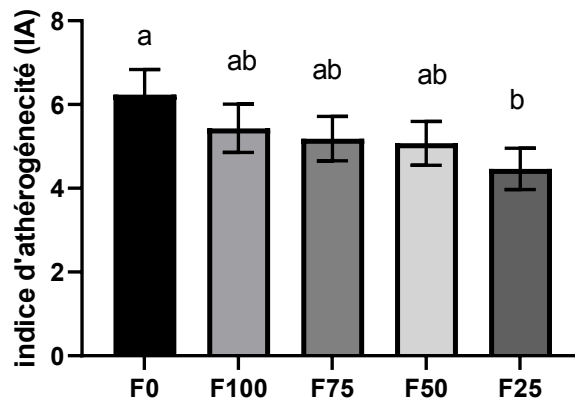
NB : Les bandes avec les lettres différentes (a, b, c, d) sont significativement différentes ( $p<0,05$ )

Figure 24: Taux de LDL des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou



### 3.1.1.1.6. Effet sur l'indice d'athérogénéité (IA)

La figure 25 présente l'effet des tourteaux (cajou et soja) sur l'indice d'athérogénéité (IA) des poulets de chair. Excepté le lot F<sub>25</sub>, L'indice d'athérogénéité des poulets de chair ayant consommés les rations expérimentales formulées à bases de tourteaux de cajou n'a pas présenté de différence significative en comparaison ( $p > 0,05$ ) à celui de la ration témoin F<sub>0</sub>.



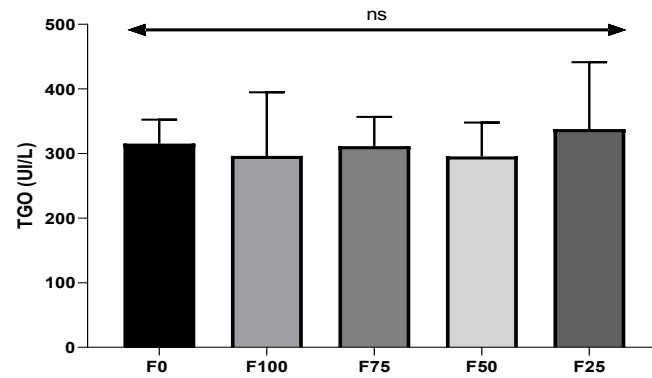
NB : Les bandes avec les lettres différentes (a, b et ab) sont significativement différentes ( $p < 0,05$ )

Figure 25: Taux de l'indice d'athérogénéité (IA) des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou

### 3.1.1.3. Effets sur la fonction hépatique

#### 3.1.1.2.1. Glutamate Oxaloacétique Transaminases (TGO)

L'effet des tourteaux (cajou et soja) sur l'activité de la Glutamate Oxaloacétique Transaminases (TGO) des poulets est présenté sur la figure 26. L'activité enzymatique de la TGO des poulets de chair nourris aux différentes rations à base de tourteaux de cajou a été similaire à celle des poulets nourris à la ration témoin à base de soja ( $P > 0,05$ ). L'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des poulets de chair ne modifie pas significativement l'activité de la TGO.

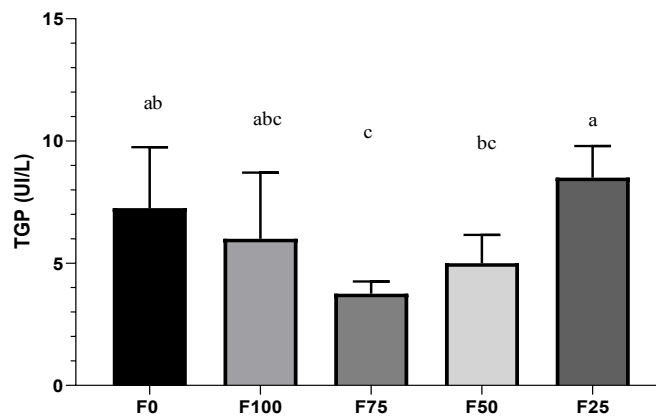


ns = non significative ( $p > 0,05$ )

Figure 26: Glutamate Oxaloacétique Transaminases (TGO) des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou

### 3.1.1.2.2. Glutamate Pyruvate Transaminases (TGP)

L'effet des tourteaux (cajou et soja) sur l'activité de la Glutamate Pyruvate Transaminase (TGP) des poulets de chair est présenté sur la figure 27. L'activité enzymatique de la TGP des poulets de chair nourris aux différentes rations à base de tourteaux de cajou est significativement différente de celle des poulets nourris à la ration témoin à base de soja ( $P < 0,05$ ).



NB : Les bandes avec les lettres différentes (a, b, et c) sont significativement différentes ( $p < 0,05$ )

Figure 27: Glutamate Pyruvate Transaminases (TGP) des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou

### 3.1.1.5. Effets sur l'ionogramme sanguin

L'ionogramme des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou consigné dans le tableau XLIII est significativement différent ( $P < 0,05$ ).

Tableau XLIII: Effet de l'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration alimentaire des poulets de chair sur l'ionogramme sanguin

Traitements	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	P <sup>+</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mEq/L)	K <sup>+</sup> (mEq/L)	Cl <sup>-</sup> (mEq/L)
F <sub>0</sub> (n=10)	97±2,38 <sup>a</sup>	21,25±1,31 <sup>a</sup>	67,75±9,56 <sup>a</sup>	146,25±1,31 <sup>a</sup>	7,72±1,34 <sup>a</sup>	103,75±3,04 <sup>a</sup>
F <sub>100</sub> (n=10)	97,75±0,85 <sup>a</sup>	21±0,71 <sup>a</sup>	46,5±2,72 <sup>bce</sup>	144,25±1,7 <sup>a</sup>	7,97±0,85 <sup>a</sup>	105,75±3,03 <sup>a</sup>
F <sub>75</sub> (n=10)	90,75±3,68 <sup>bcd</sup>	20,5±0,5 <sup>a</sup>	49,25±2,32 <sup>cd</sup>	145±1,78 <sup>a</sup>	7,12±0,8 <sup>a</sup>	103,25±1,65 <sup>ac</sup>
F <sub>50</sub> (n=10)	91,25±1,55 <sup>c</sup>	20,75±0,63 <sup>a</sup>	51,5±1,26 <sup>d</sup>	146,5±1,32 <sup>a</sup>	6,8±0,78 <sup>a</sup>	93,75±2,21 <sup>b</sup>
F <sub>25</sub> (n=10)	87,75±4,25 <sup>d</sup>	19±0,41 <sup>a</sup>	45±2,34 <sup>be</sup>	144,5±1,04 <sup>a</sup>	7,17±1,19 <sup>a</sup>	100,25±1,93 <sup>c</sup>

Les moyennes suivies de lettres (a, b, c et d) différentes au sein d'une même colonne sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; F<sub>0</sub>: 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>: 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>: 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>: 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>: 25 % de substitution de tourteau de soja

### 3.1.2. Effet sur les paramètres hématologiques des poulets de chair

#### 3.1.2.1. Hémogramme

##### 3.1.2.1.1. Paramètres érythrocytaires

L'effet des tourteaux de cajou sur les paramètres érythrocytaires des poulets de chair est consigné dans le tableau XLIV. Le lot F<sub>100</sub> (43,04 %) a enregistré le taux d'hématocrite (HT) le plus élevé contrairement aux lots F<sub>75</sub>, F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub> qui ont enregistrés respectivement 28,12±3,31 % ; 20,72±1,39 % et 23,82±4,7 % de taux d'hématocrite significativement ( $p < 0,05$ ) faible en comparaison à celui du témoin F<sub>0</sub> (34,06 %). Le volume globulaire moyen (VGM) du lot F<sub>100</sub> (118,5 g/dL) et F<sub>75</sub> (122,26±2,32 g/dL) est significativement différent ( $p < 0,05$ ) en comparaison du lot témoin F<sub>0</sub> (129,54 g/dL). La teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH) et la Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) du lot F<sub>100</sub> respectivement 25,87±4,13 pg et 21,98±3,65 g/dL sont significativement ( $p < 0,05$ ) faible en comparaison du témoin (32,71±0,84 pg).

Tableau XLIV: Effet de l'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair sur les paramètres érythrocytaires

Paramètres	F <sub>0</sub>	F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
GR (10 <sup>6</sup> /uL)	2,66±0,73 <sup>a</sup>	3,66±1,4 <sup>a</sup>	2,3±0,30 <sup>a</sup>	1,63±0,11 <sup>a</sup>	1,91±0,38 <sup>a</sup>
HB (g/dL)	8,7±2,28 <sup>a</sup>	9,46±3,71 <sup>a</sup>	7,07±0,7 <sup>a</sup>	5,34±0,48 <sup>a</sup>	6,4±1,24 <sup>a</sup>
HT (%)	34,06±9,25 <sup>a</sup>	43,04±16,77 <sup>b</sup>	28,12±3,31 <sup>ce</sup>	20,72±1,39 <sup>d</sup>	23,82±4,7 <sup>de</sup>
VGM (fL)	128,05±2,54 <sup>a</sup>	117,72±1,1 <sup>b</sup>	122,26±2,32 <sup>bc</sup>	127,12±0,54 <sup>ac</sup>	124,71±0,68 <sup>ac</sup>
TCMH (pg)	32,71±0,84 <sup>a</sup>	25,87±4,13 <sup>b</sup>	30,74±1,28 <sup>ab</sup>	32,76±0,89 <sup>a</sup>	33,51±0,51 <sup>a</sup>
CCMH (g/dL)	25,54±0,56 <sup>a</sup>	21,98±3,65 <sup>a</sup>	25,14±0,59 <sup>a</sup>	25,77±0,75 <sup>a</sup>	26,87±0,51 <sup>a</sup>

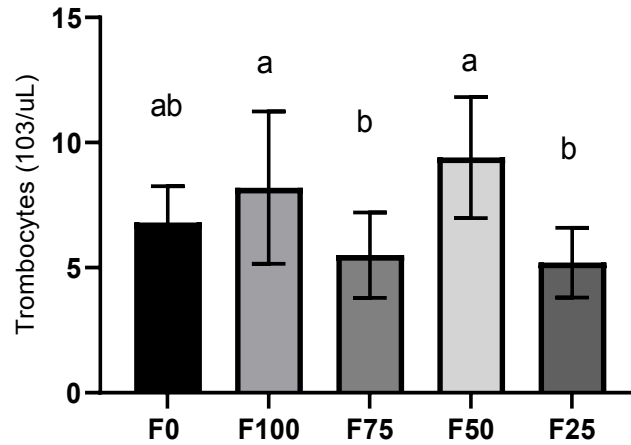
Les moyennes suivies de lettres (a, b, c, d et e) différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; F<sub>0</sub>: 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>: 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>: 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>: 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>: 25 % de substitution de tourteau de soja. HT=Hématocrite ; HB=Hémoglobine ; TCMH=Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine ; CCMH=Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine ; VGM=Volume globulaire moyen ; GR=Nombre de globules rouges ; GB=Nombre de globules blancs.

### 3.1.2.2. Paramètres leucocytaires

Les taux de globules blancs (GB) du lot F<sub>50</sub> (11,38 .10<sup>3</sup>/uL) et du lot F<sub>25</sub> (13,66 .10<sup>3</sup>/uL) sont significativement ( $p < 0,05$ ) bas en comparaison du lot témoin F<sub>0</sub> (20,17.10<sup>3</sup>/uL). Hormis les taux des neutrophiles du lot F<sub>100</sub>, les leucocytes des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de cajou sont statistiquement faibles ( $p < 0,05$ ) par rapport à ceux du lot témoin F<sub>0</sub> présentés dans le tableau XLV.

### 3.1.2.3. Trombocytes

Les taux de trombocytes des poulets de chair nourris au tourteau d'amandes de cajou présentés sur la figure 28 ne présentent pas de différence significative ( $p > 0,05$ ) en comparaison du témoin.



NB : Les bandes avec les lettres différentes (a, b) sont significativement différentes ( $p < 0,05$ )

Figure 28: Trombocytes des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou

Tableau XLV: Effet de l'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair sur les paramètres leucocytaires

Paramètres	F <sub>0</sub>	F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
GB (10 <sup>3</sup> /uL)	20,17±8,5 <sup>a</sup>	19,16±6,84 <sup>a</sup>	16,62±4,18 <sup>abc</sup>	11,38±6,36 <sup>bc</sup>	13,66±2,19 <sup>bc</sup>
Neutrophile (10 <sup>3</sup> /uL)	15,35±6,35 <sup>a</sup>	17,27±6,25 <sup>a</sup>	11,02±2,65 <sup>b</sup>	9,54±6,43 <sup>b</sup>	9,93±2,03 <sup>b</sup>
Lymphocyte (10 <sup>3</sup> /uL)	1,51±0,61 <sup>a</sup>	0,94±0,44 <sup>a</sup>	3,38±1,34 <sup>a</sup>	1,19±0,53 <sup>a</sup>	1,86±0,15 <sup>a</sup>
Monocyte (10 <sup>3</sup> /uL)	1,24±0,73 <sup>a</sup>	0,51±0,24 <sup>a</sup>	0,45±0,06 <sup>a</sup>	0,23±0,04 <sup>a</sup>	0,6±0,19 <sup>a</sup>
Eosinophile (10 <sup>3</sup> /uL)	0,012±0,01 <sup>a</sup>	0,02±0,01 <sup>a</sup>	0,01±0,01 <sup>a</sup>	0,02±0,02 <sup>a</sup>	0,03±0,2 <sup>a</sup>
Basophile (10 <sup>3</sup> /uL)	2,05±1,09 <sup>a</sup>	0,42±0,19 <sup>a</sup>	1,76±0,52 <sup>a</sup>	0,39±0,19 <sup>a</sup>	1,09±0,28 <sup>a</sup>

Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne (a, b, c) sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; F<sub>0</sub> : 0 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> : 100 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> : 75 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> : 50 % de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> : 25 % de substitution de tourteau de soja.

### 3.2. DISCUSSION

Le profil lipidique sérique des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou a présenté des différences significatives ( $p < 0,05$ ). Le taux de cholestérol total est compris entre 1,18 et 1,31 g/L. La cholestérolémie est supérieure à celle trouvée par Chafai (2006) qui est de 1.09 g/L au cours de ses travaux sur l'effet de l'addition des probiotiques dans les régimes alimentaires sur les performances zootechniques du poulet de chair. L'élévation de la lipidémie chez les poulets de chair de la présente étude serait due à une richesse en lipides des rations à base de cajou (Lakehal, 2013). Toutefois, les valeurs de la lipidémie de la présente étude restent conformes aux valeurs usuelles du taux de cholestérol chez le poulet de chair présentées par Fontaine (1992) et par Hochleithner (2013) qui est respectivement de 0,52 - 1,52 et de 0,86 - 2,1 g/L.

Le taux de triglycéridémie des poulets compris entre 0,187 et 0,327 g/L a été significativement différent. Ces valeurs sont inférieures à celles de Messabhia (2016) qui a trouvé des valeurs de triglycérides allant de 0,365 à 0,52 g/L au cours de ses travaux sur la caractérisation phénotypique et profil biochimique de quelques souches locales de poules. Lakehal (2013) a aussi enregistré des valeurs supérieures à nos résultats. Ce dernier a trouvé une valeur de 0,66 g/L pour la souche Isa et 0,56 g/L pour la souche Arbor Acres lors de ses travaux sur les normes et interprétations des dosages des paramètres biochimiques sanguins chez le poulet de chair. Nos résultats restent néanmoins, similaires à ceux de Kwiecien *et al.* (2015) qui ont enregistré des valeurs comprises entre 0,307 et 0,353 g/L chez des poulets de chair recevant des mélanges d'aliments supplémentés en fer inorganique ou organique à différentes doses respectivement : 20 mg/kg de FeSO<sub>4</sub> et 10 mg/kg de Fe-Gly. Ces résultats restent toutefois, conformes à la valeur de référence ( $< 2$  g/L) présentée par Hochleithner (2013) sur les poulets de chair. L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation réduirait le taux des triglycérides chez les poulets de chair. Cette baisse des triglycérides peut être due, à l'influence hormonale et/ou à l'alimentation (Hochleithner, 2013).

Le HDL est la principale fraction du cholestérol dans le sang des oiseaux, selon certains auteurs, la part du cholestérol HDL se situerait entre 62 % et 72 % de la teneur totale en cholestérol (Peebles *et al.*, 1997).

Le taux de cholestérol de haute densité (HDL) des volailles nourris aux rations à base de cajou n'a présenté aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) en comparaison du lot témoin. Le taux de HDL enregistré est compris entre 0,21 et 0,265 g/L. Ces résultats sont inférieurs à

ceux de Sahraoui *et al.* (2018) qui ont enregistré un taux compris entre 1,14 et 1,50 g/L au cours de leurs expériences sur l'impact de *yucca schidigera* sur les paramètres lipidiques et le rendement du poulet de chair. Le taux de HDL trouvé par Kwiecien *et al.* (2015) a varié de 2,5 à 2,78 g/L au cours de leurs travaux sur des poulets de chair recevant des mélanges d'aliments supplémentés en fer inorganique ou organique à différentes doses respectivement : 20 mg/kg de FeSO<sub>4</sub> et 10 mg/kg de Fe-Gly. Par contre, Boontiam *et al.* (2019) ont enregistré des valeurs comprises entre 92,17 et 100,67 (mg/dL) au cours de leur étude sur les effets de la supplémentation en lysophospholipides d'un régime à énergie réduite sur les profils sanguins chez les poulets de chair. La diminution observée du taux de HDL peut être due à un métabolisme intensif suite à l'incorporation des tourteaux de cajou, induisant ainsi une diminution de l'anabolisme du cholestérol (Leveille *et al.*, 1975).

Le taux de cholestérol de faible densité (LDL) enregistré est significativement différent ( $p < 0,05$ ) en comparaison au témoin. Les valeurs 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.* (2018) 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, elles sont inférieures à celles de Kwiecien *et al.* (2015) qui ont enregistré des valeurs statistiquement non significatives allant de 1,09 à 1,36 mmol/L. Fan-Zhang *et al.* (2022), quant à eux ont enregistré des valeurs de LDL comprises entre 7,275 et 28,52 mg/dL au cours de leurs travaux sur les effets de l'acide tannique de la noix de galle chinoise sur les paramètres sanguins des poulets de chair exposés à l'aflatoxine B1. Les tourteaux de cajou auraient un impact significatif sur la variation de LDL. 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 (Leveille *et al.*, 1975).

Excepté le lot F<sub>25</sub> ( $4,46 \pm 0,49$ ), l'indice d'athérogénéité (IA) des poulets de chair nourris à la ration à base de tourteaux de cajou (compris entre  $5,07 \pm 0,52$  et  $5,43 \pm 0,58$ ) est similaire à celui du témoin F<sub>0</sub> ( $6,24 \pm 0,6$ ). Hormis le lot F<sub>100</sub> (5,43), l'IA des autres lots expérimentaux enregistrés est inférieur à la valeur usuelle ( $< 5,2$ ). Nos valeurs sont supérieures à ceux trouvés par Kwiecien *et al.* (2015), qui sont comprises entre 1,42 et 1,66. Ces résultats montrent que l'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des volailles aurait une influence positive sur le profil lipidique des poulets de chair. Ceci serait en faveur de la non athérogénéité des lipides des tourteaux de cajou contrairement aux tourteaux de soja.

En outre, pour les paramètres rénaux des poulets de chair, notamment 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 (2013) qui a enregistré 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 présentées par Fontaine (1992) et par Campbell (2004) qui est respectivement de 0,01 g/L et < 0,01 g/L. Cette augmentation de l'urée pourrait provenir d'une obstruction urétrale bilatérale ou d'une augmentation du catabolisme protéique et d'une déshydratation ou diminution de l'excrétion urinaire (Lumeij, 1987 ; Harr, 2002).

La créatinine est un indicateur important du métabolisme des protéines. La créatinémie 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 (2013) 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 (1992) (9,09-18,18 mg/L) et Hochleithner (2013) (9-18 mg/L). Ce résultat pourrait s'expliquer par l'âge des poulets. En effet, Lakehal et al. (2015) ont constatés une diminution des concentrations de la créatinine pendant les premières semaines de vie chez les poulets de chair, puis une augmentation de façon significative entre le 35<sup>ème</sup> jour et la fin de la période d'engraissement.

L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair n'a eu d'effet notable sur la glycémie des volailles. En effet, la glycémie n'a pas présentée de différence significative en comparaison des sujets témoins, les valeurs enregistrées varient de 2,05 à 2,3 g/L ( $p < 0,05$ ). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Lakehal (2013) en Algérie qui sont compris entre 2,13 et 2,37 g/L chez les poulets de chair. Ces valeurs sont supérieures à la valeur usuelle (1,52-1,82 g/L) présentée par Fontaine (1992). Par contre, les valeurs de la présente étude respectent les valeurs usuelles proposées par Campbell (2004) qui sont de 2- 5 g/L et par Hochleithner (2013) qui est de 2,27 à 3 g/L. Ces variations de la glycémie pourraient être dues aux aliments assez énergétiques formulés au cours de l'essai. Selon Lakehal (2013), l'âge des poulets aurait une influence sur la variation de la glycémie. En effet, ce dernier a trouvé des concentrations du glucose qui augmentaient significativement ( $p < 0,05$ ) entre les 35<sup>ème</sup> jours et l'abattage des poulets de chair (Isa 15 et Arbor Acres). Par contre, Scanes (2009), qui a rapporté des valeurs de la glycémie comprises entre 1,56 et 3,30 g/L chez les poulets de chair (pour la production de viande) a démontré que ces variations ne sont pas liées à l'âge des poulets ou à la méthode de mesure de la glycémie.



En ce qui concerne la fonction hépatique, la Glutamate Pyruvate Transaminases (TGP) et la Glutamate Oxaloacétique Transaminases (TGO) sont utilisées couramment comme des biomarqueurs efficaces pour identifier les lésions tissulaires, des maladies, en particulier dans le foie et des troubles du cœur (Wu, 2013 ; Nobakht & Fard, 2016).

L'activité enzymatique du Glutamate Pyruvate Transaminase (TGP) des poulets de chair expérimentaux présente des différences significatives ( $p < 0,05$ ) et est comprise entre 3,75 et 8,5 UI/L. Ces valeurs sont inférieures à celles de Cheikhaoui *et al.* (2022) 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 hématologiques chez le poulet de chair durant la vie postnatale. Par contre, Kwiecien *et al.* (2015) ont enregistré la valeur de 13 UI/L chez les poulets de chair. Alleman *et al.* (1999), quant à eux ont enregistré des valeurs comprises entre 7,8 et 21,8 UI/L au cours de leurs travaux sur les activités d'enzymes hépatiques en comparaison chez des poulets de chair dans deux états nutritionnels. Les résultats de la présente étude sont conformes à la valeur usuelle proposée par Campbell (2004) ( $< 50$  UI/L) chez les poulets de chair.

En outre, l'activité enzymatique du Glutamate Oxaloacétique transaminase (TGO) des poulets nourris aux rations expérimentales ne présentent pas de différence significative ( $p > 0,05$ ) en comparaison des sujets témoins. En effet, les valeurs enregistrées comprises entre 295 et 338 UI/L étaient inférieures à celles de Cheikhaoui *et al.* (2022) en Algérie comprises entre 359,07 et 365,15 UI/L chez des poulets de chair. Ces résultats sont similaires à ceux de Kwiecien *et al.* (2015) qui ont enregistré des valeurs comprises entre 306 et 398 UI/L chez des poulets de chair. Par contre, les valeurs de la présente étude sont supérieures à celles de Lakehal (2013) trouvées chez les poulets de chair de souche Isa 15 (224,60 UI/L) et chez la souche Arbor Acres (220,95 UI/L). Ces valeurs sont supérieures à la valeur usuelle de l'activité de la TGO chez le poulet de chair proposée par Campbell (2004) ( $< 275$  UI/L) et Hochleithner (2013) ( $< 230$  UI/L). Ces variations de l'activité enzymatique des TGP et TGO pourraient être dues à une maladie cardiaque ou à une lyse musculaire liée à la densité élevée des poulets de chaire (Lakehal, 2013). En effet, étant donné que les poulets de chair élevés à des densités de peuplement élevées subissent une compétition accrue pour la nourriture et l'eau, le risque de blessures musculaires est élevé (Thema *et al.*, 2022).

A propos de l'ionogramme sanguin, la natrémie ( $\text{Na}^+$ ) des volailles nourris aux rations expérimentales n'a pas présentée de différence significative ( $p > 0,05$ ) en comparaison aux sujets témoins. La concentration sanguine en  $\text{Na}^+$  enregistrée au cours de la présente étude est

comprise entre 144,25 et 146,5 mEq/L est inférieure à celle de Lakehal (2013) 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 valeurs obtenues sont conformes à la valeur usuelle pour le sodium chez le poulet de chair proposée par Campbell (2004) (130-160 mEq/L) et par Hochleitner (2013) (131-171 mEq/L). D'une part, les tourteaux de cajou n'entraîneraient pas de perte excessive de  $\text{Na}^+$  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'entraîneraient pas non plus une augmentation anormale de la natrémie par apport à une alimentation excessive chez la volaille (Carlson & Bruss, 2008).

La kaliémie ( $\text{K}^+$ ) des poulets de chair nourris aux rations expérimentales est similaire ( $p > 0,05$ ) à celle des sujets témoins. La kaliémie enregistrée est comprise entre 6,85 et 7,97 mEq/L. Ces valeurs sont supérieures à celles de Lakehal (2013) enregistrées 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 (1992) (4,6 - 6,5 mEq/L) et par Campbell (2004) (2-4 mEq/L). Par contre, ces valeurs sont similaires à la valeur usuelle proposée par Hochleitner (2013) (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.

Les valeurs de la chlorémie enregistrée sont significativement différentes en comparaisons du témoin et varient de 93,75 à 105,75 mEq/L. Ces valeurs sont inférieures à celles obtenues par Lakehal (2013) enregistrées 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 (1992) (116-140 mEq/L) et par Campbell (2004) (100-120 mEq/L). Ces taux de chlorémie pourraient s'expliquer par le taux élevé en sodium des aliments formulés au cours de l'essai.

La calcémie des différents lots de poulets nourris aux rations expérimentales à base de cajou est significativement différente ( $p < 0,05$ ) en comparaison aux sujets du lot témoin. Les différentes valeurs de la calcémie enregistrée comprises entre 87,75 et 97,75 mg/L sont similaires à celles de Lakehal (2013) 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 Messabhia (2016) qui à enregistré des valeurs comprises entre 76 et 101,5 mg/L chez la volaille. Les valeurs de la

calcémie obtenues sont inférieures à la valeur usuelle qui est de 132-237 mg/L présentée par (Hochleithner, 2013). Par contre, elles sont conformes aux valeurs usuelles proposées par Fontaine (1992) (88-240 mg/L) et par Campbell (2004) (80-110 mg/L). Les tourteaux de cajou ne provoqueraient pas de gain excessif, de défaut d'élimination par diminution de l'excrétion urinaire du calcium ou un défaut d'absorption intestinale du calcium (Braun & Lefebvre, 2008).

Le taux de magnésémie sanguin des volailles nourris aux rations expérimentales était comparable ( $p > 0,05$ ) à celui des sujets témoins. Elle était comprise entre 19 et 21,25 mg/L et similaires à celles obtenues par Lakehal (2013) 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 étaient conforme à la valeur usuelle de 12,15-36,45 mg/L pour le magnésium chez le poulet (Fontaine, 1992) ; ce qui signifierait que le tourteau de cajou dans la ration de la volaille ne provoquerait pas d'hypermagnésémie signe d'une atteinte rénale ou une fatigue musculaire (Carlson et Bruss, 2008). Il ne provoquerait pas non plus une hypomagnésémie qui pourrait s'expliquer par une carence alimentaire (Meij & Mol, 2008).

La phosphatémie des différents lots de poulets nourris aux rations expérimentales est similaire ( $p < 0,05$ ) à celle du lot des sujets témoins. Elle est comprise entre 46,5 et 67,75 mg/L et égale à celles de Messabhia (2016) comprises entre 52,7 et 69,05 mg/L et de Lakehal (2013) 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 ont été similaires aux valeurs usuelles pour le phosphore chez le poulet de chair proposés par Fontaine (1992) (62 - 77,5 mg/L), Campbell (2004) (50 - 70 mg/L) et Hochleithner (2013) (62 - 79 mg/L). Le taux légèrement 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 (Rosol & Capen, 1997).

Concernant le profil hématologique, le nombre de globules blancs (GB) des volailles du lot expérimental F<sub>50</sub> ( $11,38 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ) a présenté une diminution significative en comparaison des sujets témoins F<sub>0</sub> ( $20,17 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ). Cette valeur est en dessous de la valeur normale comprise entre 12 et  $30 \cdot 10^3/\mu\text{L}$  chez les poulets de chair. Les valeurs obtenues sont similaires à celles de Msaid (2017). Ce dernier a enregistré au cours de ses travaux sur l'effet du stress thermique sur certains paramètres sanguins chez les poules locales (*Gallus gallus domesticus*) des valeurs de GB de  $11,06 \cdot 10^3/\mu\text{L}$  chez des poulets mâles et  $11,42 \cdot 10^3/\mu\text{L}$  chez les poules femelles en température normale. Toutefois, les résultats de la présente étude restent inférieurs à ceux de Kiki (2013) qui a enregistré des valeurs de GB allant de 22,78 à

25,22.10<sup>3</sup>/μL au cours de ses travaux sur les effets de la poudre de piment (*Capsicum frutescens*) sur les paramètres hématologiques et biochimiques du poulet de chair Hubbard, ainsi qu'aux valeurs de Msaid (2017) qui sont de 19,93.10<sup>3</sup>/μL chez des poulets mâles et 20,50.10<sup>3</sup>/μL chez les poules femelles en condition de stress thermique chronique. Ces variations du taux de GB pourraient signaler l'existence potentielle d'une infection bactérienne, parasitaire ou un syndrome inflammatoire ou encore une réaction allergique médicamenteuse (Lakehal, 2013).

Le taux d'hématocrite (HT) des volailles des lots F<sub>75</sub> (28,12 %), F<sub>50</sub> (20,72 %) et F<sub>25</sub> (23,82 %) sont significativement bas en comparaison à ceux des volailles témoins F<sub>0</sub> (34,06 %). Ces valeurs, hormis celle du lot F<sub>75</sub> (28,12 %) sont inférieures à celles de Mingoas (2017) qui a enregistré des valeurs comprises entre 26,52 et 28,00 % chez les poulets de chair en fonction de l'âge et du système d'élevage. Kiki (2013) a trouvé des valeurs de HT comprises entre 37,42 et 38,30 % chez des poulets de chair Hubbard dont la ration est supplémentée à la poudre *Capsicum frutescens*. Ces valeurs sont également en dessous de la valeur normale (27-55 %) du taux d'hématocrite chez les poulets de chair ; ce qui signifierait la présence d'une anémie microcytaire chez ces volailles. En revanche, le taux d'hématocrite (HT) des volailles du lot expérimental F<sub>100</sub> (43,04 %) est supérieur à ceux des auteurs précités et conforme à la norme (27-55 %).

De manière générale, le volume globulaire moyen (VGM) des volailles ayant consommées les rations à bases de tourteaux de cajou sont plus bas en particulier ceux des lots F<sub>100</sub> (118,5 mm<sup>3</sup>) et F<sub>75</sub> (122,26 mm<sup>3</sup>). Ces valeurs sont inférieures à celles de Kiki (2013) qui a enregistré des valeurs comprises entre 127,85 et 130,30 mm<sup>3</sup>. Kamagaté (2016) a trouvé des valeurs de VGM comprises entre 129,82 et 131,88 mm<sup>3</sup> au cours de ses travaux sur l'effet du traitement antibiotique « BIOFOR » sur le profil hématologique des poulets de chair en Côte d'Ivoire. Néanmoins, les résultats de la présente étude sont conformes à la valeur normale (90 - 140 mm<sup>3</sup>) de VGM chez le poulet de chair.

En outre, excepté les volailles du lot F<sub>100</sub> (25,87±4,13 pg), la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH) des poulets nourris au tourteau d'amandes de cajou est similaire à celle du lot témoin (32,71±0,84 pg). Toutefois, ces valeurs sont conformes à la norme (25-48 pg) chez les poulets de chair (Hawkins *et al.*, 2013). Par contre, la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) des poulets nourris à base de tourteaux de cajou ne présente pas de différence significative en comparaison du témoin. Les valeurs de la présente

étude en CCMH sont conformes aux valeurs normales (20-34 g/dL) chez les poulets de chair (Hawkins *et al.*, 2013).

Enfin, la numération différentielle des leucocytes a permis d'apprécier le nombre de chaque population des globules blancs. Ainsi, excepté le nombre des polynucléaires neutrophiles les autres paramètres leucocytaires ont été similaires à ceux du témoin. Les valeurs des polynucléaires neutrophiles de la présente étude sont supérieures à celles de Escobar *et al.* (2022) ( $5,20-6,85 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ), obtenues chez des poulets de chair après 42 jours de supplémentation alimentaire en phosphatase alcaline d'origine microbienne. Les neutrophiles étant des médiateurs importants de la résistance naturelle aux infections bactériennes chez les volailles (Powell, 1987), le taux élevé des polynucléaires neutrophiles enregistré pourrait supposer une infection bactérienne (Goldman & Schafer, 2012). En outre, la valeur des lymphocytes était similaire à celle de Thema, (2022) ( $1,5-2,79 \cdot 10^3/\mu\text{L}$ ), au cours de ses travaux sur les paramètres sanguins des poulets de chair Ross 308 suite à l'augmentation de la densité de leur peuplement. Par contre, le taux des monocytes et des éosinophiles sont conformes d'une part à la norme ( $0,15-2 \cdot 10^9/\text{L}$ ) sur les monocytes et d'autre part sur les éosinophiles ( $0-1 \cdot 10^9/\text{L}$ ) présentée par Wakenell (2010). En revanche, les basophiles de la présente étude sont supérieurs à ceux enregistrés par Escobar *et al.* (2022) qui sont compris entre 0,8 et  $0,99 \cdot 10^9/\text{L}$  chez les poulets de chair après 42 jours de supplémentation alimentaire en phosphatase alcaline d'origine microbienne.

Le nombre de thrombocytes des poulets nourris au tourteau d'amandes de cajou était significativement différent ( $p < 0,05$ ). Les valeurs de la présente étude étaient basses en comparaison de celles de Thema *et al.* (2022) ( $35,74-47,26 \cdot 10^9/\text{L}$ ) sur les paramètres sanguins des poulets de chair Ross 308 et de Escobar *et al.* (2022) ( $21,33-30,33 \cdot 10^9/\text{L}$ ) sur la supplémentation orale en phosphatase alcaline chez les poulets des chair. Les thrombocytes jouant un rôle important dans la coagulation du sang (Guérin *et al.*, 2011), un nombre peu élevé de thrombocyte accroîtrait le risque de saignement chez les poules.

## CONCLUSION PARTIELLE

L'évaluation des paramètres biochimiques sanguins des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou a présentée des différences significatives ( $p > 0,05$ ). Le profil lipidique sérique des poulets, notamment la cholestérolémie et le taux des triglycérides des poulets nourris à base de tourteau de cajou sont conformes aux valeurs de références chez les poulets de chair. Le taux de cholestérol de haute densité (HDL) des

volailles nourris aux rations à base de cajou n'a présenté aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) en comparaison du lot témoin contrairement au taux de cholestérol de faible densité (LDL). Plus les taux d'incorporation des tourteaux de cajou sont élevés dans la ration, plus le taux de LDL est bas. Excepté le lot F<sub>25</sub> ( $4,46 \pm 0,49$ ), l'indice d'athérogénéité (IA) des poulets de chair nourris à la ration à base de tourteaux de cajou est similaire à celui du témoin F<sub>0</sub> ( $6,24 \pm 0,6$ ). En outre, les paramètres rénaux des poulets de chair, notamment le taux d'urée enregistré au cours de l'essai est supérieur aux valeurs usuelles des poulets de chair. Par contre, le taux de créatinémie enregistré au cours de notre essai est conforme aux valeurs usuelles. L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair n'a eu d'effet notable sur la glycémie des volailles. L'activité enzymatique du Glutamate Pyruvate Transaminase (TGP) des poulets de chair expérimentaux a présentée des différences significatives ( $p < 0,05$ ) en comparaison au témoin mais ces valeurs restent conformes à la valeur usuelle. En revanche, l'activité enzymatique du Glutamate Oxaloacétique transaminase (TGO) des poulets nourris aux rations expérimentales ne présentent pas de différence significative ( $p > 0,05$ ) en comparaison des sujets témoins. En outre, l'ionogramme sanguin notamment, la phosphatémie, la chlorémie et la calcémie des poulets nourris aux rations expérimentales a été significativement différent ( $p < 0,05$ ) en comparaison aux sujets témoins. Par contre, la kaliémie, la magnésémie et la natrémie des poulets de chair nourris aux rations expérimentales sont similaire ( $p > 0,05$ ) à celles des sujets témoins. Concernant le profil hématologique, hormis le lot F<sub>50</sub> ( $11,38.10^3/\mu\text{L}$ ) le nombre de globules blancs (GB) des volailles expérimentales est similaire à celui des sujets témoins F<sub>0</sub> ( $20,17.10^3/\mu\text{L}$ ). Excepté le lot F<sub>100</sub> (43,04 %), le taux d'hématocrite (HT) des poulets nourris aux rations à base de tourteau de cajou est significativement bas en comparaison à ceux des volailles témoins F<sub>0</sub> (34,06 %). De manière générale, le volume globulaire moyen (VGM) et la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH) des volailles sont conformes aux valeurs normales chez les poulets de chair. Par contre, la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) des poulets nourris à base de tourteaux de cajou ne présente pas de différence significative en comparaison du témoin. Enfin, la numération différentielle des leucocytes a permis d'apprécier le nombre de chaque population des globules blancs. Ainsi, excepté le nombre des polynucléaires neutrophiles les autres paramètres leucocytaires sont similaires à ceux du témoin.

En somme, l'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des volailles n'a eu aucun effet néfaste sur la santé des poulets de chair au cours de cette étude. 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 des poulets de chair.

## CHAPITRE 4 : EVALUATION ECONOMIQUE

Ce chapitre présente d'une part les résultats sur l'étude financière, notamment le coût de production et la marge bénéficiaire générée au cours de l'essai et d'autre part la discussion des résultats obtenus suivi d'une conclusion partielle.

### 4.1. RESULTATS

#### 4.1.1. Effets économiques de l'incorporation des tourteaux (cajou et/ou soja) dans la ration des poulets de chair en Côte d'Ivoire

##### 4.1.1.1. Coût des rations expérimentales formulées

Les prix de production par kilogramme (kg) de rations expérimentales calculés sur la base des prix d'acquisition des diverses matières premières sur le marché ivoirien pendant la période d'étude sont présentés dans le Tableau XLVI pour la phase de démarrage, le Tableau XLVII pour la phase de croissance et le Tableau XLVIII pour la phase de finition. Il ressort de cette étude que le prix du kg des aliments contenant les tourteaux de cajou sont moins élevés que celui de l'aliment témoin.

##### 4.1.1.2. Charges liées aux poussins, aux produits vétérinaires et autres produits

Le coût d'acquisition des poussins, des produits vétérinaires et autres produits sont consignés dans le tableau XLIX. Il en ressort que les coûts de ces différents matériels utilisés sont similaires pour tous les lots.

##### 4.1.1.3. Coût de l'aliment pour produire 1 kilogramme de poids vif

La ration témoin  $F_0$  (907,34 FCFA) a présentée le coût le plus élevé et la ration  $F_{100}$  (796,32 FCFA) le coût le plus bas durant la phase de démarrage. Ensuite, hormis la ration  $F_{25}$  (491,65 FCFA) les autres rations formulées à bases de cajou ont présentées un coût plus élevé en comparaison au témoin  $F_0$  (495,11 FCFA) durant la phase de croissance. Enfin, le coût d'aliment formulé à bases de tourteaux de cajou pour produire 1 kilogramme de poids vif au cours de la phase de finition est inférieur à celui du témoin  $F_0$  respectivement 1055,77 FCFA et 819,41 FCFA (Tableau L).



Tableau XLVI: Coût des poussins, des produits vétérinaires et autres produits

Matières Premières	Tarif Commercial (fcfa)	Rations				
		F <sub>0</sub>	F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
Poussins	495	495	495	495	495	495
Alfaceryl <sup>®</sup>	18000	18000	18000	18000	18000	18000
Amin 'total <sup>®</sup>	15000	15000	15000	15000	15000	15000
HB1+H120 <sup>®</sup>	2000	2000	2000	2000	2000	2000
HypraGumboro <sup>®</sup>	3000	3000	3000	3000	3000	3000
La Sota <sup>®</sup>	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Sucre	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tylodox <sup>®</sup>	30000	30000	30000	30000	30000	30000
Vétacox <sup>®</sup>	28000	28000	28000	28000	28000	28000
<b>Total</b>	<b>99095</b>	<b>99095</b>	<b>99095</b>	<b>99095</b>	<b>99095</b>	<b>99095</b>

*F<sub>0</sub> :0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>:100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>:75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>:50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>:25% de substitution de tourteau de soja*

Tableau XLVII: Coût total de l'aliment consommé pour produire un kilogramme de poids vif

Phases	Rations				
	F <sub>0</sub>	F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
Démarrage (fcfa)	907,34	796,32	851,65	841,49	854,41
Croissance (fcfa)	495,11	595,44	578,49	623,91	491,65
Finition (fcfa)	1055,77	1023,61	797,48	827,59	943,88
Essai (fcfa)	819,41	805,12	742,54	764,33	763,31

*F<sub>0</sub> :0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>:100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>:75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>:50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>:25% de substitution de tourteau de soja*

#### 4.1.2. Marges bénéficiaires en élevage de poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de cajou en Côte d'Ivoire

L'amortissement du bâtiment, le matériel d'élevage, l'eau et l'électricité, ainsi que la main d'œuvre, n'ont pas été pris en compte (tableau LI). Le coût de l'alimentation au cours de

l'essai des rations formulées à bases de tourteaux de cajou est inférieur à celui du témoin. Plus le taux d'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration sont élevés, moins l'aliment est cher. Le coût de l'alimentation des rations à bases de tourteaux de cajou est compris entre 17718,81 FCFA et 25336,32 FCFA contre 27219,42 FCFA pour la ration témoin  $F_0$ . Hormis le lot  $F_{25}$  qui est fait un bénéfice supplémentaire de 15 787,1 FCFA en comparaison du lot témoin  $F_0$ , les autres lots expérimentaux ont plutôt enregistrés des bénéfices inférieurs à celui du lot témoin  $F_0$ .

## RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau XLVIII: Evaluation économique des rations expérimentales en phase de démarrage

Matières Premières(Kg)	Tarif (fcfa/Kg)	Indicatif									
		<b>F<sub>0</sub></b>		<b>F<sub>100</sub></b>		<b>F<sub>75</sub></b>		<b>F<sub>50</sub></b>		<b>F<sub>25</sub></b>	
		Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)
Tourteau de soja	420	300	126000	0	0	75	31500	150	63000	225	94500
Tourteau de cajou	300	0	0	300	90000	225	67500	150	45000	75	22500
Phosphate bi- calcique	800	1,5	1200	1,5	1200	1,5	1200	1,5	1200	1,5	1200
Maïs	270	620	167400	620	167400	620	167400	620	167400	620	167400
farine de poissons	300	55	16500	55	16500	55	16500	55	16500	55	16500
Premix TNH®	2480	10	24800	10	24800	10	24800	10	24800	10	24800
FYSAL-MP®	1800	3	5400	3	5400	3	5400	3	5400	3	5400
TOXO-XL®	2400	2	4800	2	4800	2	4800	2	4800	2	4800
Coquillage d'huitre	38	6	228	6	228	6	228	6	228	6	228
Sel	100	2,5	250	2,5	250	2,5	250	2,5	250	2,5	250
<b>TOTAL</b>		1000	<b>346578</b>	1000	<b>310578</b>	1000	<b>319578</b>	1000	<b>328578</b>	1000	<b>337578</b>
Prix du Sac de 50 KG		50	<b>17328,9</b>	50	<b>15528,9</b>	50	<b>15966,4</b>	50	<b>16428,9</b>	50	<b>16878,9</b>
Prix du KG		1	<b>346,578</b>	1	<b>310,578</b>	1	<b>319,328</b>	1	<b>328,578</b>	1	<b>337,578</b>

*F<sub>0</sub> :0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>:100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>:75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>:50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>:25% de substitution de tourteau de soja*

## RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau XLIX: Evaluation économique des rations expérimentales en phase de croissance

Matières Premières(Kg)	Tarif (fcfa/Kg)	Indicatif									
		F <sub>0</sub>		F <sub>100</sub>		F <sub>75</sub>		F <sub>50</sub>		F <sub>25</sub>	
		Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)
Tourteau de soja	420	280	117600	0	0	70	29400	140	58800	210	88200
Tourteau de cajou	300	0	0	280	84000	210	63000	140	42000	70	21000
Farine de poissons	300	30	9000	30	9000	30	9000	30	9000	30	9000
Maïs	270	660	178200	660	178200	660	178200	660	178200	660	178200
Phosphate bi- calcique	800	6	4800	6	4800	6	4800	6	4800	6	4800
Premix TNH <sup>®</sup>	1380	10	13800	10	13800	10	13800	10	13800	10	13800
FYSAL-MP <sup>®</sup>	1800	2,5	4500	2,5	4500	2,5	4500	2,5	4500	2,5	4500
TOXO-XL <sup>®</sup>	2400	1,5	3600	1,5	3600	1,5	3600	1,5	3600	1,5	3600
Coquillage d'huitre	38	7	266	7	266	7	266	7	266	7	266
Sel	100	3	300	3	300	3	300	3	300	3	300
<b>TOTAL</b>		<b>1000</b>	<b>332066</b>	<b>1000</b>	<b>298466</b>	<b>1000</b>	<b>306566</b>	<b>1000</b>	<b>315266</b>	<b>1000</b>	<b>323666</b>
Prix du Sac de 50 KG		50	<b>16603,3</b>	50	<b>14923,3</b>	50	<b>15328,3</b>	50	<b>15763,3</b>	50	<b>16183,3</b>
Prix du KG		1	<b>332,066</b>	1	<b>298,466</b>	1	<b>306,566</b>	1	<b>315,266</b>	1	<b>323,666</b>

*F<sub>0</sub> :0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>:100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>:75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>:50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>:25% de substitution de tourteau de soja*

## RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau L: Evaluation économique des rations expérimentales en phase de finition

Matières Premières (Kg)	Tarif (fcfa/Kg)	Indicatif									
		F <sub>0</sub>		F <sub>100</sub>		F <sub>75</sub>		F <sub>50</sub>		F <sub>25</sub>	
		Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)	Quantité (Kg)	prix (FCFA)
Tourteau de soja	420	260	109200	0	0	65	27300	130	54600	195	81900
Tourteau de cajou	300	0	0	260	78000	195	58500	130	39000	65	19500
Maïs	270	690	186300	690	186300	690	186300	690	186300	690	186300
Farine de poisson	300	30	9000	30	9000	30	9000	30	9000	30	9000
Premix TNH <sup>®</sup>	1380	10	13800	10	13800	10	13800	10	13800	10	13800
FYSAL MP <sup>®</sup>	1800	2	3600	2	3600	2	3600	2	3600	2	3600
TOXO XL <sup>®</sup>	2400	1	2400	1	2400	1	2400	1	2400	1	2400
Coquillage d'huitre	38	4	152	4	152	4	152	4	152	4	152
Sel	100	3	300	3	300	3	300	3	300	3	300
<b>TOTAL</b>		<b>1000</b>	<b>324752</b>	<b>1000</b>	<b>293552</b>	<b>1000</b>	<b>301052</b>	<b>1000</b>	<b>309152</b>	<b>1000</b>	<b>316952</b>
Prix du Sac de 50 KG		50	<b>16237,6</b>	50	<b>14677,6</b>	50	<b>15052,6</b>	50	<b>15457,6</b>	50	<b>15847,6</b>
Prix du KG		1	<b>324,752</b>	1	<b>293,552</b>	1	<b>301,052</b>	1	<b>309,152</b>	1	<b>316,952</b>

*F<sub>0</sub>:0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>:100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>:75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>:50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>:25% de substitution de tourteau de soja*

Tableau LI: Rentabilité des poulets de chair

Paramètres	Rations				
	F0	F100	F75	F50	F25
Prix de l'aliment au kg (fcfa)					
(démarrage)	5792,98	4156,02	4498,73	5134,31	5442,67
Prix de l'aliment au kg (fcfa)					
(croissance)	8709,39	6281,88	6431,24	7860,57	8628,22
Prix de l'aliment au kg (fcfa)					
(finition)	12717,04	7280,91	7496,19	9629,37	11265,42
Coût de l'alimentation au					
cours de l'essai (fcfa)	27219,42	17718,81	18426,16	22624,25	25336,32
Nombre total de poulets à					
l'abattage	57	58	59	58	59
Prix des (60) poussins (fcfa)	29 700	29 700	29 700	29 700	29 700
Poids moyen des carcasses					
en kg	1,744	0,926	1,068	1,3243	1,792
Prix du kg de carcasse (fcfa)	2200	2200	2200	2200	2200
Prix de vente/kg de carcasse					
(fcfa)	218697,6	118157,6	138626,4	168980,68	232601,6
Marge bénéficiaire (fcfa)	161 778,18	70 738,79	90 500,24	116 656,43	177 565,28

*F<sub>0</sub>:0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub>:100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub>:75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub>:50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub>:25% de substitution de tourteau de soja*

#### 4.2. DISCUSSION

L'étude financière a montrée que le prix du kilogramme des rations alimentaires formulées à base de tourteaux de cajou était inférieur à celui de la ration témoin faite à base de soja. Plus le taux d'incorporation des tourteaux de cajou sont élevé, moins l'aliment est cher. Le prix du kilogramme des aliments à base de cajou est compris entre 310,578 FCFA et 337,578 FCFA contre 346,58 FCFA pour la ration témoin en phase de démarrage, de 298,46 FCFA à 323,67 FCFA contre 332,066 FCFA pour le témoin en phase de croissance et de 293,552 FCFA à 316,952 FCFA contre 324,752 FCFA pour le témoin en phase de finition. Les résultats obtenus sont en accord avec ceux de Kwari *et al.* (2011) et de Sourokou (2014), qui ont

incorporés respectivement les graines crues ou traitées et la farine de graines de bissap dans la ration de la volaille et ont enregistré une diminution du coût de l'aliment chez les poules pondeuses et les poulets de chair. La réduction du prix du kg d'aliment avec l'inclusion des tourteaux de cajou est due au prix d'acquisition moins coûteux des amandes déclassées auprès des entreprises de transformation de la noix de cajou. En suite, la vente des poulets par tête avait montée que les lots nourris avec les rations faites à base tourteau de cajou ont réalisés un bénéfice de 2 500 à 5 000 FCFA par lot en comparaison au témoin. Cela est dû au taux faible de mortalité dans ces lots et au nombre de poulet vendu. En somme, l'analyse économique nous montre que les volailles du lot F<sub>25</sub> ont donné les meilleurs résultats car en plus d'avoir un coût d'aliment bas (25 336,32 FCFA) il enregistre une marge nette supplémentaire de 15 787,1 FCFA (Prix de vente/kg de carcasse) en comparaison du lot témoin. Cependant, le bénéfice réalisé sur le prix de vente/kg de carcasse des lots F<sub>50</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>100</sub> est plutôt inférieur à celui du témoin F<sub>0</sub> respectivement : 116 656,43 ; 90 500,24 et 70 738,79 FCFA par lot en comparaison du lot témoin F<sub>0</sub> (161 778,18). Le prix de vente et les marges bénéficières élevés obtenus avec le traitement témoin (F<sub>0</sub>) en comparaison des traitements à base de tourteaux de cajou (F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>50</sub>) peuvent être expliqués par le fait que les sujets de ces traitements avaient les poids vifs et carcasse significativement plus faible que ceux du traitement témoin.

### CONCLUSION PARTIELLE

Le prix du kilogramme des rations alimentaires formulées à base de tourteaux de cajou est inférieur à celui de la ration témoins, plus le taux d'incorporation des tourteaux de cajou est élevé, moins l'aliment est cher. Le prix du kilogramme des aliments à base de cajou est compris entre 310,578 FCFA et 337,578 FCFA contre 346,58 FCFA pour la ration témoin en phase de démarrage, de 298,46 FCFA à 323,67 FCFA contre 332,066 FCFA pour le témoin en phase de croissance et de 293,552 FCFA à 316,952 FCFA contre 324,752 FCFA pour le témoin en phase de finition. L'analyse économique a montrée que le lot F<sub>25</sub> donne les meilleurs résultats car en plus d'avoir un coût d'aliment bas (25336,32 FCFA), il a enregistré une marge nette supplémentaire de 15787,11 FCFA (Prix de vente/kg de carcasse) en comparaison du lot témoin. Le tourteau de cajou, incorporé à 25 % dans l'aliment, se positionne donc comme le meilleur taux de substitution du tourteau de soja dans la formulation des rations chez les poulets de chair.

# **CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES**



Les tourteaux sont utilisés en alimentation animale. Ils constituent la deuxième classe d'aliments la plus importante après les céréales. La production de tourteau de cajou à partir des sous-produits industriels de la noix de cajou a permis leur réutilisation à plus de 92,34 % dans la présente étude. La valorisation des sous-produits des amandes de noix de cajou en tourteau de cajou a permis d'obtenir un taux de transformation de 78,62 %.

L'étude physicochimique des tourteaux de cajou et de soja utilisés dans la présente étude a montrée que les deux types de tourteaux ont des compositions chimiques et valeur nutritive présentant des différences significatives ( $p < 0,05$ ). Les tourteaux de cajou ont une teneur en lipide et en énergie métabolisable (EM) significativement supérieure à celles des tourteaux de soja. Les rations expérimentales formulées en phase de démarrage ont montrées que le taux de protéines des rations  $F_{100}$ ,  $F_{75}$  et  $F_{50}$  est significativement inférieur à celui de la ration témoin  $F_0$ . Par contre, le taux de lipide des rations  $F_{100}$  et  $F_{75}$  sont significativement supérieur comparativement au témoin  $F_0$ . Ce qui a pu entraîner une baisse de consommation alimentaire dans ces lots. L'énergie métabolisable (EM) des aliments à base de tourteau d'amande de cajou est supérieure à celle de la ration témoin. Les rations expérimentales formulées en phase de croissance et de finition respectent le taux de protéines recommandé en alimentation chez le poulet de chair. Par contre leurs teneurs en lipide et en énergie métabolisable sont élevées. Ce qui a permis aux poulets de couvrir leurs besoins énergétiques d'entretien et de croissance. La composition en macroéléments des aliments de démarrage formulés à base de tourteaux de cajou a montrée que la teneur en calcium et en sodium sont significativement supérieures à celles de la ration témoin. Cette concentration élevée des rations en calcium a permis une bonne formation des os, d'éviter le rachitisme et réduire les taux de mortalité des poussins. Tandis que, le sodium les a préservés contre la survenue du goitre et l'hypertrophie de la glande thyroïde. En outre, la teneur en phosphore, magnésium et potassium des rations à bases de tourteaux de cajou ont été significativement inférieures à celles de la ration témoin. La composition en micro-éléments des rations formulées à bases de tourteaux de cajou en phase de démarrage est telle que hormis la teneur en zinc, les teneurs en manganèse, en cuivre et en fer ont été significativement inférieures à celles de la ration témoin. Quant aux rations de croissance et de finition, la teneur en macroéléments (calcium et sodium) des rations à base de tourteau d'amandes de cajou a été significativement supérieure ( $P < 0,05$ ) à celle des rations témoins. Par contre, la teneur en phosphore, magnésium et potassium de ces rations sont significativement inférieures ( $P < 0,05$ ) à celles des rations témoins.

En revanche, hormis la teneur en zinc, la composition en micro-éléments (manganèse, cuivre et fer) des rations formulées à bases de tourteaux de cajou au cours de la phase de croissance et de finition est inférieure ( $P < 0,05$ ) à celle des rations témoins. Toutefois, excepté la teneur en cuivre, les valeurs obtenues sont inférieures aux recommandations alimentaires chez le poulet de chair. Par ailleurs, la teneur des rations à base de tourteau d'amandes de cajou en phase de démarrage, de croissance et de finition en acides aminés essentiels limitant (lysine et méthionine) est significativement supérieure ( $P < 0,05$ ) à celle des rations témoins. Les aliments expérimentaux à base de tourteau d'amandes de cajou ont des teneurs faibles en vitamine A et B par rapport à la recommandation en élevage de poulets de chair. En revanche, nos valeurs de la vitamine B1 et B2 sont supérieures à ladite recommandation.

La substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair a augmenté leur croissance surtout en phase de croissance. Le lot expérimental F<sub>25</sub> a présenté le meilleur poids vif au cours des six (6) semaines d'expériences en comparaison au lot témoin. Les gains moyens quotidiens (GMQ) et l'indice de consommation (IC) n'ont pas été significativement différents au cours des trois phases (démarrage, croissance et finition). Aussi, la ration F<sub>25</sub> a entraînée une meilleure CAI dès la 4<sup>ème</sup> semaine d'âge (phase de croissance). En revanche, la ration témoin F<sub>0</sub> a été la plus consommée en phase de finition contrairement aux rations à base de cajou (F<sub>100</sub> ; F<sub>75</sub> ; F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>). L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des volailles a modifiée significativement le taux de rendement carcasse des poulets de chair. Quant aux masses relatives des organes (foie, gésier, cœur, poumons et intestin) et du gras abdominal des poulets soumis aux différents régimes alimentaires formulés à base de tourteaux de cajou, aucune différence significative n'est constatée en comparaison au lot témoin. L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'aliment des volailles n'a donc pas eu d'effets dépressifs sur le développement des poulets. Le taux de mortalité au cours de l'essai a été faible et compris entre 1,67 et 5 %. Par ailleurs sur le plan organoleptique, le test sensoriel de la viande des poulets de chair issue des cinq (5) lots a été jugé bon par l'ensemble des consommateurs. L'évaluation des paramètres biochimiques sanguins des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de soja et/ou de cajou a présentée des différences significatives ( $p > 0,05$ ). Le profil lipidique sérique des poulets, notamment la cholestérolémie et le taux des triglycérides des poulets nourris à base de tourteau de cajou sont conformes aux valeurs de références chez les poulets de chair. Le taux de cholestérol de haute densité (HDL) des volailles nourris aux rations à base de cajou n'a présenté aucune différence significative ( $p >$

0,05) en comparaison du lot témoin contrairement au taux de cholestérol de faible densité (LDL). Plus les taux d'incorporation des tourteaux de cajou sont élevés dans la ration, plus le taux de LDL est bas. Excepté le lot F<sub>25</sub>, l'indice d'athérogénéité (IA) des poulets de chair nourris à la ration à base de tourteaux de cajou a été similaire à celui du témoin F<sub>0</sub>. En outre, les paramètres rénaux des poulets de chair, notamment le taux d'urée enregistré au cours de l'essai a été supérieur aux valeurs usuelles chez le poulet de chair. Par contre, le taux de créatinémie enregistré au cours de notre essai est conforme aux valeurs usuelles. L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair n'a eu d'effet notable sur la glycémie des volailles. L'activité enzymatique du Glutamate Pyruvate Transaminase (TGP) des poulets de chair expérimentaux a présentée des différences significatives ( $p < 0,05$ ) en comparaison au témoin mais ces valeurs restent conformes à la valeur usuelle. En revanche, l'activité enzymatique du Glutamate Oxaloacétique transaminase (TGO) des poulets nourris aux rations expérimentales ne présentent pas de différence significative ( $p > 0,05$ ) en comparaison des sujets témoins. En outre, l'ionogramme sanguin notamment, la natrémie, la chlorémie et la calcémie des poulets nourris aux rations expérimentales n'a pas présentées de différence significative ( $p > 0,05$ ) en comparaison aux sujets témoins. Par contre, La kaliémie, la magnésémie et la phosphatémie des poulets de chair nourris aux rations expérimentales ont été similaire ( $p > 0,05$ ) à celles des sujets témoins. Concernant le profil hématologique, hormis le lot F<sub>50</sub> ( $11,38.10^3/\mu\text{L}$ ) le nombre de globules blancs (GB) des volailles expérimentales a été similaire à celui des sujets témoins F<sub>0</sub> ( $20,17.10^3/\mu\text{L}$ ). Excepté le lot F<sub>100</sub> (43,04 %), le taux d'hématocrite (HT) des poulets nourris aux rations à base de tourteau de cajou est significativement bas en comparaison à celui des volailles témoins F<sub>0</sub> (34,06 %). De manière générale, le volume globulaire moyen (VGM) et la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH) des volailles sont conformes aux valeurs normales chez les poulets de chair. Par contre, la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) des poulets nourris à base de tourteaux de cajou ne présente pas de différence significative en comparaison du témoin. Enfin, la numération différentielle des leucocytes a permis d'apprécier le nombre de chaque population des globules blancs. Ainsi, excepté le nombre des polynucléaires neutrophiles les autres paramètres leucocytaires ont été similaires à ceux du témoin. Le prix du kilogramme des rations alimentaires formulées à base de tourteaux de cajou est inférieur à celui de la ration témoins, plus le taux d'incorporation des tourteaux de cajou est élevé, moins l'aliment est cher. L'analyse économique a montré que le lot F<sub>25</sub> donne les meilleurs résultats car en plus d'avoir eu un coût d'aliment bas (25336,32 FCFA), il a enregistré une marge nette

supplémentaire de 15787,1 FCFA (Prix de vente/kg de carcasse) en comparaison du lot témoin.

En somme, les tourteaux de cajou peuvent substitués aux tourteaux de soja à plus de 25 % dans la ration des poulets de chair. L'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des volailles n'a eu aucun effet néfaste sur la santé des poulets de chair au cours de cette étude. Ils ont eu des effets similaires à ceux des tourteaux de soja sur les paramètres hématologiques des poulets de chair. Les tourteaux de cajou peuvent de ce fait remplacer valablement les tourteaux de soja dans la ration de la volaille. Ceci pourrait ajouter de la valeur à la filière tout en réduisant le coût de production des aliments de poulet en Côte d'Ivoire.

En perspectives, des études complémentaires seraient menées concernant la conservation des aliments formulés a base de tourteaux de cajou, l'impact des tourteaux de cajou sur les paramètres histologiques des poulets de chair ainsi que l'effet de la granulométrie des aliments formulés à bases de tourteau de cajou sur les performances de croissance des poulets de chair.

## **REFERENCES**

- Abbott J. C. (1987). L'amélioration de la commercialisation dans le monde en développement : Situation et expériences vécues. *Collection : Développement économique et social* N°37, FAO, Rome (Italie), 252 p.
- Abdellaoui N. & Bachir S. (2018). Abattage du poulet de chair dans la wilaya de Tizi-Ouzou : Etude de quelques caractéristiques. Mémoire de Master en Agronomie, Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Spécialité: Production et Nutrition Animale, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Algérie), 80 p.
- Abdulla N., Loh T.C., Akit H., Sazili A.Q., Foo H.L., Kareem K.Y., Mohamad R. & Rahim R.A. (2017). Effets des sources d'huile alimentaire, des niveaux de calcium et de phosphore sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et la qualité osseuse des poulets de chair. *Journal Applied Animal Research*, 45 : 423–429.
- Adeola O. & Orban J.I. (1995). Composition chimique et digestibilité des nutriments du millet perlé (*Pennisetum glaucum*) donné aux porcs en croissance. *Journal of Cereal Science*, 22 : 177–184.
- Adjilé O.M.A. (2012). Les acquisitions massives de terres agricoles, entre opportunités et menaces pour la paysannerie familiale: étude de cas au Sud et Centre Bénin. Rapport d'étude pour le CTFD, CebedesXudodo ONG, Paris (France), 167 p.
- Agbede G.B., Tegua A. & Manjeli Y. (1995). Enquête sur l'élevage traditionnel des volailles au Cameroun. Notes techniques, *Tropicultura*, 13(1): 22 – 24.
- Agidew M.G., Dubale A.A., Atlabachew M. & Abebe W. (2021). Fatty acid composition, total phenolic contents and antioxidant activity of white and black sesame seed varieties from different localities of Ethiopia. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8:1–10.
- Ahamet M. (2004). Incidence économique de la maladie de Gumboro sur les performances des poules pondeuses : Cas des poules élevées en cage dans la région de Dakar (Sénégal). Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 114 p.

- Akiwande A.I. (1981). Influence of dietary fat on growth and Livertipid content, Glucose - 6 - phosphate and 6 - phosphogluconate deshydrogenase and aldolase activities in the chicks. *Poultry science*, 60: 1259 – 1263.
- Alagawany M., Farag M.R., El-Hack M.E.A. & Dhama K. (2015). L'application pratique de la farine de tournesol dans la nutrition des volailles. *Advances Animal and Veterinary Sciences*, 3: 634–648.
- Al-Busadah K. A. (2007). Some biochemical and hematological indices in different breeds of camels in Saudi Arabia. *Scientific Journal of King Faisal university (Basic and applied sciences)*, 8(1):131– 142.
- Alexander J. (2008). Avis scientifique du groupe scientifique sur les contaminants de la chaîne alimentaire à la demande de la Commission européenne concernant le gossypol en tant que substance indésirable dans les aliments pour animaux. *EFSA Journal*, 908 : 1–55.
- Alleman F., Bordas A., Caffin J-P., Daval S., Diot C., Douaire M., Fraslin J.-M., Lagarrigue S. & Leclercq B. (1999). L'engraissement chez le poulet : aspects métaboliques et génétiques, *INRA Production Animale*, 12 (4) : 257-264.
- Alloui N. (2006). Polycopie de zootechnie aviaire, Département vétérinaire, faculté des sciences vétérinaires, université de Batna (Algérie), 60 p.
- Amir R.S., Amir H. A-G. & Seyed A. H. (2021). Attributs sensoriels et qualité de la viande des poulets de chair nourris au ver de farine (*Tenebrio molitor*). *Journal of Food Science and Technology*, 58 (12): 4587-4597.
- Anadón H. L. S. (2002). Facteurs biologiques, nutritionnels et de transformation affectant la qualité de la viande de poitrine des poulets de chair. Thèse de Doctorat, faculté de l'Institut polytechnique et de l'Université d'État de Virginie, Blacksburg, USA, 181 p.
- Anagha, K.K (2023). Millets: Nutritional importance, health benefits, and bioavailability: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 12(8): 223-227.
- Andela A. C. M. (2008). Etude comparative des performances de croissance de poulet de chair permises par trois aliments chair sur le marché de Dakar. Thèse de doctorat,

- UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 67 p.
- Anjum F.M., Khan M.R., Din A., Saeed M., Pasha I. & Arshad M.U. (2007). Gluten de blé : sous-unités de gluténine de poids moléculaire élevé - structure, génétique et relation avec l'élasticité de la pâte. *Journal of Food Science*, 72 : 56–63.
- Anselme B. (1987). L'aliment composé pour la volaille au Sénégal : situation actuelle, contribution à son amélioration par une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales. Thèse de Doctorat, Médecine Vétérinaire, Université de Toulouse (France), 87 p.
- AOAC (1990). Official methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemistry, 15<sup>th</sup> Edition, Washington DC (Etats Unis): 200 – 210.
- AOAC (1995). Official Methods of Analysis of AOAC International (16<sup>th</sup> edition), AOAC International Arlington (Etats Unis), 250 p.
- Aogou S.A. (1996). L'anacardier (*Anacardium occidentale*), famille des anacardiacees. *Le Flamboyant*, 38 : 7–11.
- Aremu M.O., Olonisakin A., Bako D.A. & Madu P.C. (2006). Compositional studies and physicochemical characteristics of cashew nut (*Anacardium occidentale*) flour. *Pakistan journal of Nutrition*, 5(4):328-333.
- Atakoun D. F. (2012). Performances zootechnico-economiques des poulets de chair nourris aux rations a base de farine de graines d'*hibiscus sabdariffa l.* (bissap) au Senegal. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 103 p.
- Awika J. M., Yang L., Browning J. D. & Faraj A. (2009). Comparative antioxidant, antiproliferative and phase II enzyme inducing potential of sorghum (*Sorghum bicolor*) varieties. *Food Science and Technology*, 42 (6): 1041-1046.
- Awika J.M. & Rooney L.W. (2004). Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, 65(9):1199-1221.
- Ayessou A.C., Miatta R. & Missohou A. (2009). Effets de la substitution du tourteau d'arachide par le tourteau de neem (*Azadirachta indica*) sur les performances



- zootechniques du poulet de chair, *Revue Africaine de Santé et de Production Animales (Dakar)*, 7 (5) : 21-24.
- Azzouz H. (1997). Alimentation du poulet de chair. *Institut technique des petits élevages (ITPE)*, 7 (9), 2 p.
- Bastianelli D. & Rudeau F. (2003). L'alimentation du poulet de chair en climat chaud. *In : La production de poulets de chair en climat chaud, Paris (France) : ITAVI, (70-76)*, 109 p.
- Bebay C. E. (2006). Biosécurité dans les élevages avicoles à petite échelle : Analyse et conditions d'amélioration au Cameroun et au Togo. *Rapport de mission, Rome : FAO (Italie)*, 40 p.
- Belaiche Z. (2018). Etude de la variabilité de la forme du bec chez deux souches de poulet de chair (Cobb500 et Arbor-Acres) par la technique de morphométrie géométrique. Mémoire, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie ; Département d'Agronomie, Option : Génétique et Reproduction Animale, Université Abdel Hamid Ibn Badis de Mostaganem, Algérie, 79 p.
- Bender D. A. (2000). The vitamins. In: Nutritional biochemistry of vitamins. *Second edition Cambridge university Press (Angland)*: 1-29 p.
- Bera S. K., Kamdar J. H., Kasundra S.V., Patel S.V., Jasani M. D., Maurya A. K., Dash P., Chandrashekar A. B., Rani K., Manivannan N., Janila P., Pandey M. K., Vasanthi R. P., Dobariya K. L., Radhakrishnan T., Varshney R. K. & Prasad M. (2019). Expression stable d'acide oléique élevé dans les arachides sélectionnées par rétrocroisement assisté par marqueurs pour les allèles mutants de désaturase des acides gras et son effet sur la germination des graines ainsi que sur d'autres caractéristiques des plantules. *PLoS ONE*, 14 (12): e0226-252.
- Bergmeyer H.U., Horder M. & Rej R. (1986). Approved recommendation on IFCC methods for the measurement of catalytic concentrations of enzymes. Part 3, IFCC recommendations for alanine aminotransferase, *Journal of chemistry clinical and of biochemistry Clinical*, 24:58-73.
- Bergmeyer H.U., Scheibe P. & Wahlefeld A.W. (1978). Optimisation of methods for aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase. *Clinical Chimistry*, 24: 481-495.

- Berthelot M. (1860). Chimie organique fondée sur la synthèse. Tome Premier, Mallet-Bachelier, Paris, Bibliothèque nationale de France, 842 p.
- Beski S.S.M., Swick R.A & Iji P.A. (2015). Specialized protein products in broiler chicken nutrition. *A review Animal Nutrition*, 1(2) : 47-53.
- Betene A. D. C. L. (2006). Evaluation des performances zootechniques et économiques en période post réforme d'élevage de poulets de chair (souches cobb-500 et jupiter) dans la région de Dakar. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 114 p.
- Beugré M. (2007). Aliment substitué à base de manioc, performances zootechniques et qualités organoleptiques des variétés de poulet local, de poulet de chair et des hybrides issus de leurs croisements génétiques. Thèse de Doctorat unique, Sciences et Technologies des Aliments, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan (Côte d'Ivoire), 200 p.
- Biagui C. (2002), Utilisation des médicaments vétérinaires dans la région de Dakar à travers la recherche de résidus de substance à action antimicrobienne (antibiotique). Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 120 p.
- Bigot K., Tesseraud S., Taouis M. & Picard M. (2001). Alimentation néonatale et développement précoce du poulet de chair, *INRA Production animal*, 14 : 219-230.
- Bihan-Duval E.L., Debut M., Berri C.M., Sellier N. & Beaumont C. (2008). Chicken meat quality: Genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genet.*, 9 : 1–6.
- Billion-Rey F., Guillaumont M., Frederich A.Y. & Aulagner G. (1993). Stability of fat-soluble vitamins A (retinol palmitate), E (tocopherol acetate), and K1 (phylloquinone) in total parenteral nutrition at home. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 17(1): 56-60.
- Bitty Z. B. A. (2013). Contribution à l'amélioration de la gestion sanitaire et des pratiques médicales en élevage avicole moderne dans la zone péri-urbaine d'Abidjan

- (COTE D'IVOIRE). Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 120 p.
- Bonsi M. L. K. & Osuji P. O. (1997). The effect of feeding cottonseed cake, sesbania or leucaena with crushed maize as supplement to teff straw. *Livestock Production Science*, 51 (1/3): 173-181.
- Boontiam W., Hyun Y.K., Jung B. & Kim Y.Y. (2019). Effets de la supplémentation en lysophospholipides d'un régime à énergie réduite, à protéines brutes et à acides aminés sur la performance de croissance, la digestibilité des nutriments et les profils sanguins chez les poulets de chair. *Poultry Science*, 98: 6693–6701.
- Bouvarel I., Barrier-Guillot B., Larroude P., Boutten B., Leterrier C., Merlet F., Vilarino M., Roffidal L., Tesseraud S., Castaing J. & Picard M. (2004). Sequential feeding programs for broiler chickens: twenty-four- and forty-eight-hour cycles. *Poultry Science*, 83(1): 49-60.
- Bowes V.A., Julian R.J. & Stirtzinger T. (1989). Comparison of serum biochemical profiles of male broilers with female broilers and White Leghorn chickens. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 53:7- 11.
- Braun J.P. & Lefebvre 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.
- Bres P., Leclercq P. & Pagot J. (1983). Manuel d'aviculture en zone tropicale 2eme édition, *Institut d'Élevage et de Médecine Veterinaire des pays Tropicaux /MRECD*, Paris (France), 183 p.
- Brown A. T., Lee J., Adhikari R., Haydon K. & Wamsley K.G.S. (2022). Determining the optimum digestible isoleucine to lysine ratio for Ross 708 x Ross YP male broilers from 0 to 18 d of age. *Journal of Applied Poultry Research*, 31(1):1-15.
- Bruinsma J. (2003). *Agriculture mondiale: vers 2015/2030. Un point de vue de la FAO*, Rome : FAO et Londres : Earthscan, 432 p.

- Buldgen A. (1996). Aviculture semi industriel en climat subtropical : guide pratique. Élevage de volaille, zone subtropicale Maladie des volailles, Edition Gembloux, *Presses agronomiques de Gembloux* (Belgique), 121 p.
- Buldgen A., Detimmerman F., SALL B. & Compere R. (1992). Étude des paramètres démographiques et, zootechniques de la poule locale du bassin arachidien sénégalais. *Revue, Elevage et Médecine vétérinaire de Pays tropical*, 45 (3-4) : 341-347.
- Buldgen A., Parent R., Steyaert P. & Legrand D. (1996). Aviculture semi-industrielle en climat subtropical : Guide pratique, Edition Gembloux : *Les presses agronomiques de Gembloux* (Belgique), 121 p.
- Calini F.S. (2007). Breeder Nutrition and Offspring Performance. *Brazilian Journal of Poultry Science Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 9 (2): 77 – 83.
- Campbell T.W. (2004). Blood chemistry of lower vertebrates. In: *55<sup>th</sup> Annual meeting of the American College of Veterinary Pathologists (ACVP), and the 39<sup>th</sup> Annual Meeting of the American Society of Clinical Pathology (ASVCP)*, New York, USA, 5 p.
- Carlson G.P. & Bruss M. (2008). Fluid, electrolytes, and acid base balance. In: *Kaneko, Harvey, Bruss, editors. Clinical biochemistry of domestic animals*, 6<sup>th</sup> edition, San Diego Academic press, Californi, USA: 529-559.
- Carr T. P., Weller C. L., Schlegel, V. L., Cuppett, S. L., Guderian, D. M. & Johnson K. R. (2005). Grain Sorghum Lipid Extract Reduces Cholesterol Absorption and Plasma Non-HDL Cholesterol Concentration in Hamsters. *Journal of Nutrition, Bethesda*, 135 (9): 2236-2240.
- Casimir D. (2021). Filière avicole : La Côte d'Ivoire vise une production de 200 000 Tonnes de viande de poulet et 3,37 milliards d'unités d'œufs à l'horizon 2030. *Journal Fratmat.info* du 11/06/2021, <https://www.fratmat.info/article/213397>, (consulté le 28/02/2023).
- Chafai S. (2006). Effet de l'addition des probiotiques dans les régimes alimentaires sur les performances zootechniques du poulet de chair. Mémoire de Magister en Sciences Vétérinaires, Option : Nutrition, Université El-Hadj Lakhdar-Batna (Algéri), 97p.

- Cheikhaoui Y., Mokhtari S. & Zoubiri A. (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, département de microbiologie et biochimie. Université Mohamad Boudiaf-M'Sila (Algérie), 59 p.
- Cherry J. A. (1982). No caloric effect of dietary fat and cellulose on the voluntary feed consumption of white Leghorn chickens. *Poultry science*, 61: 345 – 350.
- Choct M., Dersjant-Li Y., McLeish J. & Peisker M. (2010). Soy Oligosaccharides and Soluble Non-starch Polysaccharides: A Review of Digestion, Nutritive and Anti-nutritive Effects in Pigs and Poultry. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(10): 1386-1398.
- Chorfi Y. & Venne D. (2015). Chapitre 11 : Biochimie sanguine chez les oiseaux. In : *PICOUX, Jeanne-Brugère, VAILLANCOURT, Jean-Pierre, SHIVAPRASAD, H.L., VENNE, D. et BOUZOUAIA, Moncef, Manuel de pathologie aviaire. S.l. : AFAS, Paris (France), 81-85.*
- Chougui N. (2015). Technologie et qualité des viandes. Mémoire de master, Département des Sciences Alimentaires, Université Abderrahmane Mira BEJAIA (Algérie), 63 p.
- CIRAD & GRET. (2002). Mémento de l'agronome, Ministère Français des Affaires Étrangères, 5ème édition, Montpellier (France), 1691 p.
- CNRA (2017). Programme Productions d'élevage. Activités de recherche, Côte d'Ivoire. *CTA, 2008, Dossier Mini-élevage, Spore 133*, 20 p.
- Conde-Aguilera J.A, Aguinaga M.A, Lara L., Aguilera J.F & Nieto R. (2011). Carcass Traits and Organ Weights of 10-25-kg Body Weight Iberian Pigs Fed Diets with Different Protein-to-Energy Ratio. *Animal Feed Science and Technology*, 164: 116-124.
- Cook M.E. (1991). Nutrition and the immune response of the domestic fowl. *Critical Reviews Poultry Biology*, 3: 167-186.
- Cordain L. (1999). Cereal grains: Humanity's double-edged sword. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 84: 19-73.

- Cothenet G. & Bastianelli D. (2003). Les matières premières disponibles pour l'alimentation des volailles en zones chaudes. *In : La production de poulets de chair en climat chaud : Edition ITAVI (France) : 60- 69.*
- Coulibaly A.Y., Konate K., Youl E.N.H., Sombie P.A.E.D., Kiendrebeogo M., Meda N-T. R., Lamien A., Zeba B. & Nacoulma O.G. (2012) Effet antiprolifératif de *Scoparia dulcis* L. contre les souches bactériennes et fongiques. *International Journal of Brain and Cognitive Sciences*, 6 (6):3055–3063.
- Cowieson A.J., M. Bedford (2009). L'effet de la phytase et de la carbohydrase sur la digestibilité des acides aminés iléaux dans les régimes monogastriques : mode d'action complémentaire ? *World Poultry Science Journal*, 65 : 609 – 624.
- Crespo R. & Shivaprasad H.L. (2015). Chapter 19: Interpretation of laboratory results and values. *In: Backyard poultry medicine and surgery. A guide for veterinary practitioners. Ames, Iowa: Wiley Blackwell, Tennessee (USA): 283-296.*
- Cromwell, G. L. (2012). Soybean meal - An exceptional protein source. *Soybean Meal Info Center*, Ankeny, IA
- Cruz J.F., Béavogui F. & Dramé D. (2011). Le fonio, une céréale africaine. Collection Agricultures tropicales en Poche, Quæ, *Presses Agronomiques de Gembloux*, CTA, Versailles, Gembloux, Wageningen, 175 p.
- Cuq J-L. (2006). Technologie des Protéines Végétales : Cours ISIM STIA 3, Université de Montpellier (France), 289 p.
- Davis J. P. & Dean L.L. (2016). Chapitre 11 - Composition, saveur et nutrition des arachides. HT Stalker , RF Wilson (éd.) , Peanuts , *AOCS Press, Elsevier Inc.*, New York , 289 - 345.
- Dayon F.J. & Arbelot B. (1997). Guide d'élevage des volailles au Sénégal. *CIRAD EMVT* Montpellier, France – DIREL Dakar, Sénégal, 113 p.
- De Logu A.M. & Haeusler G. (1994). The world cashew economy. Inchiostrobru, Bologne, Italy.
- Deffan K.P., Akanvou L., Akanvou R., Nemlin G. J. & Kouame P.L. (2015). Evaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorés de maïs (*Zea*

- mays L.) produites en côte d'Ivoire. *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 11(3) 181-196.
- Delvaux A. (1992). Les épreuves sensorielles. Edition Gembloux 98 : *Presses agronomiques de Gembloux* (Belgique), 2 :105–115.
- Descat F (2002). Hématologie du rat : hémogramme et myélogramme. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (France), 105 p.
- Diomandé M., Kouame K. B & Koko A. C. (2017). Comparaison des propriétés chimiques de l'huile et tourteaux d'arachide et de noix de cajou vendus sur les marchés de Daloa, Côte d'Ivoire. *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)*, 4 (11): 28-32.
- Diomandé M., Koussemon M., Allou K.V. & Kamenan A. (2008). Effet de la farine d'escargot (*Achatina fulica*) sur la production de poulets de chair et la qualité sensorielle de la viande. *Volume 20, article n° 192*. Consulté le 18 novembre 2022 sur <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/diom20192.htm>.
- Diouf A. B. K. (2013). Performances zootechnicoéconomiques permises par l'incorporation de la farine de graines de Bissap (*Hibiscus Sabdariffa*) de la variété rouge dans l'alimentation des poulets de chair au Sénégal. Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 121 p.
- Diouf M. (2002). L'Afrique dans la mondialisation. Collection Forum du Tiers monde, Harmattan, Paris (France), 244 p.
- Dogo N.N., N'Guetta M. & Neves E. (1999). L'anacardier, valorisation du faux fruit et du fruit, Dossier thématique, École nationale supérieure des Industries alimentaires, Section Industries alimentaires régions chaudes (Ensia-Siarc), Montpellier, France, 243 p.
- Dongmo T., Ngou N.J.D. & Pouille D.M.J. (2000). Utilisation de quelques farines animales locales dans l'alimentation du poulet de chair. *Tropicultura*, 18 (3) : 122-125.
- 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 (Côte d'Ivoire), 81 p.

- Dongo K. (2006). Analyse des déficiences dans la gestion du drainage urbain et des déchets solides et liquides dans les quartiers précaires de Yopougon (Abidjan Cote d'Ivoire) : Approche cartographie-SIG, Modelisation et Socio-Anthropologie. Thèse Environnement & Assainissement Urbains, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire), 287 p.
- Dossa K., Diouf D., Wang L., Wei X., Zhang Y., Niang M., Fonceka D., Yu J., Mmadi M.A, Yehouessi L.W. (2017). La nouvelle culture oléagineuse *Sesamum indicum* entre dans l'ère des « omiques ». *Frontiers in Plant Science*, 8 : 1154-1169.
- Dotas V., Bampidis V.A., Sinapis E., Hatzipanagiotou A. & Papanikolaou K. (2014). Effet de la supplémentation alimentaire en pois des champs (*Pisum sativum L.*) sur les performances de croissance et la qualité de la carcasse et de la viande des poulets de chair. *Livestock Science*, 164 : 135–143.
- Doumbia F. (2002). L'approvisionnement en intrants de la filière avicole moderne au Sénégal. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 75 p.
- Drogoul C., Raymond G., Marie-Maeleine J., Roland J., Marie-Jacqueline L., Brigitte M., Louis M. & Tarrit A. (2004). Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Deuxième édition, *Educaagri Edition*, Dijon (France), 356 p.
- El hajhouj F.Z. (2014). Les vitamines chez l'enfant carences et excès. Thèse, faculté de médecine et de pharmacie, Université Mohamed Khamesssouissi, Rabat (Maroc), 61 p.
- Escobar J., Dobbs M., Ellenberger C., Parker A., Latorre J. D. & Gabor L. (2022). Oral supplementation of alkaline phosphatase in poultry and swine. *Translational Animal Science*, 6: 1–10 p.
- Essoh A.F. (2006). Les importations de viandes de volaille et la filière avicole en Côte d'Ivoire de 1999 à 2003. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 153 p.



- Etienne F. (2002). Stratégies de prévention de la maladie de Gumboro dans les élevages semi-industriels de la région de Dakar, Sénégal. Thèse : Médecine Vétérinaire, Toulouse, France, 118 p.
- Fan-Zhang Z., Xi Y., Wang S.T., Zheng L.Y., Qi Y., Guo S.S. & Ding B.Y. (2022). Effets de l'acide tannique de la noix de galle chinoise sur la performance de croissance, les paramètres sanguins, l'état antioxydant, l'histomorphologie intestinale et l'excrétion microbienne cœcale chez les poulets de chair exposés à l'aflatoxine B1. *Journal of Animal Science*, 100: 1–8.
- FAO & IFIF. (2013). Bonnes pratiques pour l'industrie de l'alimentation animale – Mise en oeuvre du Code d'usages pour une bonne alimentation animale du Codex Alimentarius. Manuels FAO: Production et santé animales, Rome, Italie, (9)120 p.
- Fardet A., Bonny S., Marion D. & Valérie L-P. (2017). Chapitre III : Transformation, qualités nutritionnelles et consommation des produits céréaliers. In Agriculture et Alimentation Durables, 99-136.
- Farrance I. (1987): Plasma glucose methods. *Clinical Biochemistry Review*, 8:55-68.
- Fasce C F. (1982). Serum Cholesterol determined calorimetrically with enzyme, *Clinical Chemistry*, 18: 884-901.
- Feng Y., Wang L., Khan A., Zhao R., Wei S. & Jing X. (2020). Le son de blé fermenté par *Bacillus cereus* producteur de xylanase stimule la microflore intestinale des poulets de chair. *Poultry Science*, 99 : 263–271.
- Ferrando R. (1964). Les bases de l'alimentation 2<sup>nd</sup> édition, Paris : *Vigot et frères*, 388 p.
- Ferrando R. (1969). Alimentation du poulet et de la poule pondeuse. Bases et applications, Paris : *Vigot Frères*, 197 p.
- FIRCA (2014). Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles. Rapport annuel 2014, Abidjan, Côte d'Ivoire, 56 p.
- FIRCA (2018). La maison des filières. Rapport annuel, 2018 Abidjan, Côte d'Ivoire, du 2ème trimestre. <http://www.firca.ci>, 64 p, Consulté le 11/04/2023.
- Fletcher D.L. (1999). Color Variation in Commercially Packaged Broiler Breast Fillets. *Journal of Applied Poultry Research*, 8 (1): 67 – 69.

- Fletcher M.P., Gershwin M.E., Keen C.L. & Hurley L. (1988). Trace element deficiencies and immune responsiveness in humans and animal models. In : R.K. Chandra (ed), *Nutrition and Immunology*, 215-239.
- Fofana D., Diomande M., Koulibaly A. V., Koko A. C. & Bohoua L. G. (2021). Qualité sensorielle de la viande des poulets de chair nourris aux pellicules de cajou (*Anacardium occidentale* L.) comme substitut du son de blé en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine Sp.*, 33 (2) :217 – 226.
- Fomekong T.A.M., Kana J.R., Ngouana T.R., Mube K.H. & Tegua A. (2018). Effets du taux de la lysine et de la méthionine de la ration sur les performances de croissance de la poule Barrée du Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(2): 927-939.
- Fontaine M. (1992). Chapitre II : Normes biologiques et zootechniques éléments de propédeutique. In : *Vade-mecum du vétérinaire*, 15<sup>ème</sup> édition France Agricole, Lyon (France), 763-1024.
- Fortin J. & Durand N. (2004). De la perception à la mesure sensorielle. *La fondation des Gouverneurs*, Saint-Hyacinthe, Québec : 1 – 9.
- Fossati P. & Prencipe L. (1982). Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clinical chemistry*, 28: 2077-2080.
- Fourrie L., Butler F., Castillon P., Hanocq D., Fougère M., Levasseur P., Gascuel C., Dorioz J.M., Morel C., Raison C. & Aubert C. (2011). Le phosphore d'origine agricole : diagnostics et solutions pour limiter les transferts vers le milieu aquatique. *Innovations Agronomiques*, 17: 15-32.
- Friedewald W T., Levy R.I. & Fredrickson D.S. (1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18: 499-502.
- Frølich W., Åman P. & Tetens I. (2013). Les aliments à base de céréales complètes et la santé : une perspective scandinave. *Food & Nutrition Research*, 57 : 1–8.
- Gbaguidi I. (2020). Commerce et chaînes de valeur dans les activités porteuses d'emplois (TRAVERA): Cas de l'anacarde au Bénin. Première édition, Document de travail,

- Organisation internationale du Travail (OIT) et Union Européenne, Genève (Suisse), 80 p.
- Gboko K. C. (2021). Étude sur l'état des lieux de la prise en compte des transitions agroécologiques dans la fourniture des services de conseil agricole en Côte d'Ivoire. Rapport final- Ministère de l'Europe et des affaires étrangères/cirad/Inter Réseaux Développements/Iram/R<sup>e</sup>SCAR-AOC, Abidjan (Côte d'Ivoire), 102 p.
- Ghasemi H. A., Hajkhodadadi I., Hafzi M., Taherpour K. & Nazaran M. H. (2020). Effect of advanced chelate technology based trace minerals on growth performance, mineral digestibility, tibia characteristics, and antioxidant status in broiler chickens. *Nutrition & Metabolism (London)*, 17: 82-94.
- Gnakri D., Beugré G. A. M. & Agbo A. E. (2007). Croissance corporelle et qualité organoleptique de la viande du poulet de chair et du poulet africain et leur croisement en Côte d'Ivoire. *Livestock Research for Rural Development*, 19 (5):1-7.
- Goldman L. & Schafer A.I (2012). Goldman's Cecil Medicine. 24<sup>th</sup> edition, Elsevier/Saunders, Philadelphie (PA), Etats Unis, 2565 p.
- Gongnet G.P., Hane M.B., Parigi-Bini R. & Sakande S. (1995). Influence des niveaux de protéines alimentaires sur les performances de croissance et le rendement des carcasses de la pintade commune (*Numidia meleagris*) et du poulet de chair (*Gallus domesticus*) en milieu tropical sec. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 146 (3):199-208.
- Guérin J.L., Balloy D., Facon C. & Villate D. (2011). Maladies des volailles, Editions Frances Agricole 3<sup>ème</sup> édition, *Collection AgriProduction*, Paris (France), 582 p.
- Guèye E. (2002). The role of family poultry in poverty alleviation, food security and the promotion of gender equality in rural Africa. *Outlook on Agriculture*, 29 (2): 129-136.
- Guèye E.F. (1998). Village egg and fowl meat production in Africa. *World Poultry Science Journal*, 54 (1): 73-86.

- Gull A., Jan R., Nayik G.A., Prasad K. & Kumar P. (2014). Significance of Finger Millet in Nutrition, Health and Value added Products: A Review. *Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology*, 3 (3): 1601-1608.
- Habamenshi P.E. (1994). Contribution à l'étude des circuits de commercialisation du poulet de chair au Sénégal : Cas de la région de Dakar. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 72 p.
- Habyarimana F. (1994). Elevage de poulets de chair dans la région de Dakar : structure et productivité. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 109 p.
- Haoua Z. & Mohamed M. (2019). Vers des Bâtiments Intelligents pour l'élevage de volailles, Mémoire de Master en Informatique, Option : systèmes d'informatiques et réseaux, Université Saad Dahleb de Blida (Algérie), 97 p.
- Harr K. E. (2006). Chapitre 23: Clinical avian medicine. Diagnostic value of biochemistry. In: HARRISON, Greg J. et LIGHTFOOT, Teresa L. (edition.), Palm Beach, FL: *Spix Publishing, Floride (USA)*: 611-630.
- Harr K.E. (2002). Chimie clinique des espèces aviaires compagnes. *A Clinical Veterinary Pathology*, 31 (3): 140-151.
- Hassan H.E., Elamin K.M., Elhashmi Y.H.A., Tameem E.A.A., Elbushra M.E. & Mohammed M.D. (2013). Effets de l'alimentation à différents niveaux de tourteaux de sésame (*Sesamum indicum* L.) sur les performances et les caractéristiques des carcasses de moutons du désert du Soudan. *Journal of Animal Science Advances*, 3: 91–96.
- Hawkins M. G., Barron H. W., Speer B. L., Pollock C. & Carpenter J. W. (2013). Birds. In: Carpenter, J. W. *Exotic animal formulary*, 4<sup>th</sup> edition Elsevier, St. Louis, Missouri (USA): 183 – 437.
- Hemery Y., Rouau X., Lullien-Pellerin V., Barron C. & Abecassis J. (2007). Procédés secs pour élaborer des fractions et des produits à base de blé à qualité nutritionnelle améliorée. *Journal of Cereal Science*, 46: 327–347.

- Henry M.H., Pesti G.M. & Brown T.P. (2001). Pathologie et histopathologie de la toxicité du gossypol chez les poussins de chair. *Avian Diseases*, 45 : 598–604.
- Hervé R. & Tiphaine D. (2013). Valorisation des coproduits d'industries agroalimentaires bretonnes. Rapport d'études. Chambre d'agriculture de Bretagne (France), 8p.
- Hessler T.G, Thomson M.J, Bensch D., Nachit M.M & Sorrells M.E. (2002). Association d'un locus de lipoxygénase, Lpx-B1, avec variation de l'activité lipoxygénase dans les graines de blé dur. *Crop Science Journal*, 42: 1695–1700.
- Hochleithner M. (2013). Chapter 11: Biochemistries. *In: Avian medicine online*, by Harrison's bird foods, Tennessee (USA): 223-245.
- Hocquette J.F., Cassar-Malek I., Listrat A., Jurie C., Jailler R. & Picard B. (2005). Evolution des recherches sur le muscle des bovins et la qualité sensorielle de leur viande. *Cahiers Agricultures*, 14 (4) : 365-372.
- Huart A. (2004). Les ingrédients qui composent l'aliment des volailles. Plate forme numérique de l'économie numérique du Congo, 5 p.
- Hubbard (2015). Reproducteur. Manuel d'Élevage Reproducteur, Hubbard Quintin (France), 23 p.
- Hubbard (2018). Poulet de chair. Manuel d'Élevage : Gamme Conventiionnelle, Hubbard Quintin (France), 11 p.
- Hubbard (2022). Poulet de chair : Guide et Recommandations nutritionnelles. In : Guide du poulet de chair efficiency plus, Hubbard Breeders USA, 12 p.
- Hurkman W.J., McCue K.F., Altenbach S.B., Korn A., Tanaka C.K., Kothari K.M., Johnson E.L, Bechtel D.B., Wilson J.D., Anderson O.D. & (2003). Effet de la température sur l'expression des gènes codant les enzymes de la biosynthèse de l'amidon dans l'endosperme du blé en développement. *Plant Science Journal*, 164 : 873–881.
- INRA (1989). L'alimentation des animaux monogastriques : Porc, lapin, volailles. 2ème édition, Paris : INRA France, 282 p.
- INRA (1992). Alimentation des volailles : le poulet de chair -5ème édition, Versailles, INRA France, 25 p.

- IPRAVI (2009). La filière avicole ivoirienne. Journée technique avicole Dakar 2009, du 16-18 juin 2009, [En ligne]. Accès Internet : [http://fr.scribd.com/doc/54610596/Presentation de la Filière avicole de la Cote d'Ivoire](http://fr.scribd.com/doc/54610596/Presentation-de-la-Filiere-avicole-de-la-Cote-d'Ivoire), IPRAVI (page consultée le 20 Décembre 2013), 16 p.
- Isaac L. J., Abah G., Akpan B. & Ekaette I. U. (2013). Haematological properties of different breeds and sexes of rabbits. Proceedings of the 18th Annual Conference of Animal Science Association of Nigeria, 24-27.
- ISO 13903 (2005). Aliments des animaux : Dosage de la teneur en acides aminés. *Première édition*, ISO copyright office, Genève (Suisse), 22 p.
- ITAVI & SCEES (2000). Etude de l'impact des coproduits animaux des aliments pour volailles. *La semaine vétérinaire*, 994 : 54 – 56.
- ITAVI (2003). Le marché mondial des viandes de volailles. In : La production de poulets de chair en climat chaud, 2<sup>ème</sup> édition, Rennes, *ITAVI (France)*, 110 p.
- ITAVI (2003). Le marché mondial des viandes de volailles. In : La production de poulets de chair en climat chaud, 2ème édition, Rennes, ITAVI France, 110 p.
- ITAVI (2014). Performances techniques et coûts de production. En volailles de chair, poulettes et poules pondeuses, résultats 2014, *ITAVI (Paris) - Service Économie*, France, 64 p.
- ITAVI (2020). Situation du marché des volailles de chair, Edition novembre 2020, *Service économique ITAVI (France)*, 17 p.
- ITAVI (2013). Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre et zinc par les élevages avicoles. Mise à jour des références CORPEN 2006, *ITAVI (France)*, 63 p.
- Jaovelo F.N. (2007). Effet de la supplementation en volihot sur les performances zootechniques de poulet de chair en période de stress thermique. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Veterinaires. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 115 p.
- Javid I., Ashgar A. M., Tanveer A., Shamsul H. & Sohail H. K. (2012). Comparative performance of different economic traits of four imported broiler strains under

- local conditions of Pakistan. *Pakistan Journal Agricultural Research*, 25 (1): 76-82.
- Jayasena D.D., Jung S., Kim H.J., Bae Y.S., Yong H.I., Lee J.H., Kim G.J. & Jo C. (2013). Comparaison des caractéristiques de qualité de la viande de poulets et de poulets de chair indigènes coréens utilisés dans deux cuisines traditionnelles coréennes différentes. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 26: 1038–1046.
- Jeff G., Kebba J. & Jo A.Y.S. (2011). Les bases de la filière cajou : Projet d'amélioration de la chaîne de valeurs du cajou dans le Bassin du fleuve Gambie (CEP). N°2 Dan Fodio Street, *International Relief & Development, Kris Powers, Bakau (Gambia)*: 36 p.
- Kamagaté A. (2016). BIOFOR : Régulateur de Santé. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17 (4): 1286-1293.
- Kamagate S. (2018). Radioscopy of a macrocephalous city in Côte d'Ivoire: Abidjan. *Geography Journal Focusing Specifically on the Planning and Development of the South*, numéro Special: 5-20.
- Kamar G.A.R., Kicica M.A., Riad S.A., Eltan-Lawry S.M.T. & Desaky A.A. (1986). Different Jictory fat types affecting carcass characteristics and composition of Hubbard Broilers at right week age. *Egyptian journal of animal production*, 26 (2): 149-159.
- Kana J.R., Gnonlonfin B.G.J., Harvey J., Wainaina J., Wanjuki I., Skilton R.A. & Teguaia A. (2013). Évaluation de la contamination par les aflatoxines des mélanges de maïs, de farine d'arachide et d'aliments pour volailles de différentes zones agroécologiques au Cameroun. *Toxines*, 5 (5):884–894.
- Kana J.R., Teguaia A., Mungfu B.M. & Tchoumboue J. (2011). Growth performance and carcass characteristics of broiler chickens fed diets supplemented with graded levels of charcoal from maize cob or seed of *Canarium schweinfurthii* Engl. *Tropical animal health and production*, 43 (1):51- 56.
- Kandel, M., Dhami, N. & Shrestha, J. (2019). Diversité phénotypique des génotypes du mil (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn .). *Revue malaisienne d'agriculture durable* , 3 ( 2 ): 20–26.

- Karcher D. (2015). Basic housing and management. *In: Backyard poultry medicine and surgery: A guide for veterinary practitioners. Ames, Iowa, Wiley Blackwell, Tennessee (USA): 27-33.*
- Kere M., Traoré B., Belem A., Hien O. C., Bougouma Y. & Valérie M. C. (2020). Assessment of the Profitability Window of Broiler Chickens Farming in Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR)*, 6 (10): 24-33.
- Kheiri F. & Alibeyghi M. (2017). Effet de différents niveaux de lysine et de thréonine sur les caractéristiques des carcasses, la microflore intestinale et les performances de croissance des poussins de chair. *Int. Journal Animal Science*, 16: 580-587.
- Kidd M.T., Kerr B.J. & Anthony N.B. (1997). Interactions alimentaires entre la lysine et la thréonine chez les poulets de chair. *Poultry Science*, 76 : 608-614.
- Kiki P. S. (2013). Effets de la poudre de piment (*Capsicum frutescens*) sur les paramètres zootechniques, hématologiques, biochimiques et la carcasse du poulet de chair Hubbard. Mémoire de Master, Département de Production et Santé Animales (D/PSA), Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 79 p.
- Koffi A R. (2015). Evaluation de la sécurité sanitaire a salmonella dans la filière avicole et de l'implication de souches aviaires dans les diarrhées humaines à Abidjan, côte d'ivoire. Thèse de Doctorat en Sciences et Technologies des Aliments de l'Université Nangui Abrogoua, Abidjan (Côte d'Ivoire), 199 p.
- Koffi-Koumi M., Mamadou T.T. & Bakar B.M. (2001). L'élevage en Côte d'Ivoire: poids économique, développement et enjeu du secteur. Quelles politiques pour améliorer la compétitivité des petits éleveurs dans le corridor central de l'Afrique de l'ouest: Implications pour le commerce et l'intégration régionale : Proceedings of a workshop held in Abidjan, Côte d'Ivoire 17–18 September 2001. *CIRES, Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques, ILRI*, Nairobi (Kenya) :58-63.
- Kombate F.B. (2012). Attitude des paysans face à l'innovation liée a la pomme de cajou dans la région centrale du Togo. Mémoire de Master Professionnel, UFR des Sciences Humaines, Université de Ouagadougou (Burkina Faso), 72 p.



- Konan R. V. (2013). Système de financement de l'élevage en Cote d'Ivoire: Cas des chaînes de valeur aviaire et bovine dans la zone de Toumodi. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 94 p.
- Kone A. (2010). Effets de l'incorporation du tourteau de neem (*azadirachta indica a. juss*) a faibles doses dans l'aliment et dans la litière sur les performances zootechniques et l'état sanitaire du poulet de chair. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 94 p.
- Koné G. A., Kouakou N'G. D. V., Angbo-Kouakou C. E. M., Kouamé K. B., Yeboue F. de P. & Kouba M. (2016). Etude préliminaire de La valorisation des tourteaux d'hévéa, d'anacarde et de pourghère chez les porcs durant la gestation et la lactation. *European Scientific Journal*, 12 (30): 11-22.
- Korbel R. & König H. E. (2016). Medication and blood collection techniques. *Avian anatomy, Textbook and colour atlas*, 2<sup>nd</sup> edition, *Sheffield, 5<sup>m</sup> Publishing*: 289-303.
- Kornsteiner M., Wagner K.H. & Elmadfa I. (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types, *Food Chemistry*, 98: 381–387.
- Koropatkin N.M., Cameron E.A. & Martens E.C. (2012). Comment le métabolisme des glycanes façonne le microbiote intestinal humain. *Nature Reviews Microbiology*, 10: 323–335.
- Kouadio K. E., Kreman K., Kouadja G. S. & Bamba L. K. (2022). Effet de la poudre de pomme de cajou dans l'aliment sur les performances zootechniques et économiques du poulet de chair en phase finition. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 36 (2): 545-552.
- 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. *Revue Elevage Medecine Vétérinaire Pays Tropicaux*, 71 (1 – 2) : 81-85.
- Kouassi K. N. (2018). Détermination du coût de production et de la période optimale de mise en vente de 1100 poulets de chair : cas de la ferme de Mr Clément dans la région

- d'Agnibilekro. Mémoire de Licence, Institut de Gestion Agropastorale, Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo (Côte d'Ivoire), 43 p.
- Küçüközet A.O. & Uslu M.K. (2018). Perte à la cuisson, tendreté et évaluation sensorielle de la viande de poulet rôtie après emballage avec des films comestibles. *Science alimentaire Technologie Internationale*, 24: 576-584.
- Kudair I. M. & Al-Hussary N. A. J. (2010). Effect of vaccination on some biochemical parameters in broiler chickens. *Iraqi journal of veterinary science*, 24 (2): 59-64.
- Kumar S. & Aalbersberg B. (2006). Rétention des nutriments dans les aliments après cuisson au four en terre par rapport à d'autres formes de cuisson domestique. *Journal Compost alimentaire Analyse*, 19 : 302-310.
- Kwari I. D., Igwebuiké J. U., Mohammrd I. D. & Diarra S. S. (2011). Growth hematology and serum chemistry of broiler chickens raw or differently processed sorrel (*Hibiscus sabdariffa*) seed meal in a semi-arid environment. *International Journal poultry Science*, 2 (1) : 22-27.
- Kwiecien M., Samolinska W. & Bujanowicz-Hara B. (2015). Effets du chélate de fer glycine sur la croissance, les caractéristiques de la carcasse, concentrations minérales dans le foie et les paramètres hématologiques et biochimiques chez les poulets de chair. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99: 1184–1196.
- Ky I., Parkouda C., Somda K.M., Diawara B. & Dicko H.M. (2020). Caractéristiques physicochimiques de quelques matières premières utilisées dans la formulation des aliments pour volaille au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 151 : 15598 – 15604.
- Lachapelle G. (1995). Manuel d'aviculture moderne. A l'intention des futurs entrepreneurs en aviculture.- *Repertoire Des Memoires De l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA) de Thiès (Sénégal)*, 105 p.
- Lacroix E. (2003). Les anacardiés, les noix de cajou et la filière anacarde à Bassila et au Bénin, Projet Restauration des Ressources Forestières de Bassila. *Financement GTZ/GFA, Bénin*, 75 p.

- Lakehal N. (2013). Normes et interprétations des dosages des paramètres biochimiques sanguins chez le poulet de chair. Institut des sciences vétérinaires, Université de Constantine 1 (Algérie), 214 p.
- Lakehall N. A., Boudebza A., Benlatrèche C. & Siliart B. (2015). Effet de l'âge et de la souche sur les concentrations plasmatiques de quelques paramètres biochimiques sanguins chez le poulet de chair. Onzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours (France), les 25 et 26 mars, 241-245.
- Lameloise P., Roussel-ciquard N. & Rosset R. (1994). Evolution des qualités organoleptiques des viandes : hygiène, technologie. *Info Technologies Services Vétérinaires*, 88 (91) :121-125.
- Larbier M. & Leclercq B. (1992). Nutrition et alimentation des volailles. 1<sup>ère</sup> édition, Paris : *INRA, France*, 358 p.
- Larsen K. (1972). Dosage de la créatinine par un principe réaction-cinétique. *Clinique Chimique Acta*, 41 : 209-217.
- Laudadio V. & Tufarelli V. (2010). Croissance et qualité de la carcasse et de la viande de poulets de chair nourris avec des régimes contenant des pois décortiqués micronisés (*Pisum sativum* cv. spirale) en remplacement de la farine de soja. *Poultry Science*, 89 : 1537–1543.
- Lautié E. (2000). Valorisation de la pomme de cajou par déshydratation osmotique sous vide, Mémoire de Thèse de Master, Section Industries alimentaires régions chaudes, École nationale supérieure des Industries alimentaires (Ensia-Siarc) Montpellier (France), 200 p.
- Lautié E., Dornier M., De Souza F. M. & Reynes M. (2001). Les produits de l'anacardier: caractéristiques, voies de valorisation et marchés. *Fruits*, 56: 235-248.
- Lee Y.S., Saha A., Xiong R., Owens C.M. & Meullenet J.F. (2008). Modifications de la tendreté, de la capacité de rétention d'eau et des attributs de couleur des filets de poitrine de poulet de chair lors d'un entreposage congelé à long terme. *Journal of Food Science*, 73: E162 - E168.

- Leo S., Frankie P., Kathryn O. & Jenny W. (2012). Son de blé : sa composition et ses bienfaits pour la santé, une perspective européenne. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(8): 1001–1013.
- Lessire M. (2001). Matières grasses alimentaires et composition lipidique des volailles. INRA, *Production Animal*, 14 (5) : 365-370.
- Lessire M., Hallouis J-M., Quinsac A., Peyronnet C. & Bouvarel I. (2009). Metabolizable energy and protein value of new expeller rapeseed meals: comparison between adult cockerels and young chickens. *World Poultry Association (WPSA), Proceedings of the 8<sup>th</sup> Avian French Research Days*, 25 – 26 March, St Malo (France), 25 p.
- Leveille G.A., Romsos D.R., Yeh Y. & O’Hea E.K. (1975). Lipid biosynthesis in the chick: A consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulatory mechanisms. *Poultry Science*, 54 : 1075-1093.
- Lezzar N. (2018). Manuel d’autopsie et de pathologie aviaires. Département de Médecine et de Chirurgie, Institut des Sciences Vétérinaires, Université des frères Mentouri Constantine (Algérie), 149 p.
- Li C., Geng F., Huang X., Ma M. & Zhang X. (2014). Le phosphore phosphite est impliqué dans la formation osseuse des embryons de poulet par déphosphorylation. *Poultry Science*, 93: 3065 – 3072.
- Liu S.K., Niu Z.Y., Min Y.N., Wang Z.P. & Zhang J. (2015). Effects of dietary crude protein on the growth performance, carcass characteristics and serum biochemical indexes of Lueyang black-boned chickens from seven to twelve weeks of age. *Brazilian Journal Poultry Science*, 17 (1): 103- 108.
- Livingston M.L., Mur B., Sanders E., Vu T.C., Malheiros R.D., Livingston K.A., Carvalho L.V. & Ferket P.R. (2019). Qualité de la viande et attributs sensoriels de la viande produite à partir de poulets de chair nourris avec un régime riche en arachides et en acide oléique. *Science de la volaille*, 98 (10) : 5188-5197.
- Lorient D. (1999). Chimie et qualité des aliments. *Alimentation : Lettre des sciences chimiques du CNRS/ L'actualité chimique*, 11 : 24 – 28.

- Loul S. (1998). Alimentation discontinue ou séparée en céréales chez les poulets de chair en zone tropicale. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 69 p.
- Lumeij J.T. & Westerhof I. (1987). Blood chemistry for the diagnosis of hepatobiliary disease in birds. *Review Veterinary Quarterly*, 9 (3): 255-261.
- Lumeij J.T. (1987). A contribution to clinical investigative methods for birds, with special reference to the racing pigeon (*Columba livia domestica*). *Utrecht*, 186 p.
- M'Bari K. B. (2000). Contribution à l'identification des contraintes au développement de l'aviculture moderne en Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 123 p.
- MacLeod P. & Strigler F. (2009). Métrologie sensorielle, Évaluation sensorielle: manuel méthodologique. *International Journal of Poultry Science*, 5 (7) : 693-697.
- Maliboungou J.C., Lessire M. & Hallouis J.M. (1998). Composition chimique et teneur en énergie métabolisable des matières premières produites en République centrafricaine et utilisables chez les volailles. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 51 (1) : 55-61.
- Mankor A. (2009). Evolution du secteur de l'élevage ouest africain. Consommation urbaine de viandes en Afrique de l'Ouest : l'exemple de Dakar, *Grain de Sel*: 16-17.
- Marchewka J., Sztandarski P., Solka M., Louton H., Rath K., Vogt L., Rauch E., Ruijter D., De-Jong I. C. & Horbańczuk. J. O. (2023). Relier les facteurs clés de l'élevage à la qualité intrinsèque de la viande de poulet de chair. *Poultry Science*, 102 (2): 1-17.
- Marin S., Ramos A.J., Cano-Sancho G. & Sanchis V. (2013). Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food Chemical Toxicology*, 60: 218-237.
- Marono S., Loponte R., Lombardi P., Vassalotti G., Pero M.E., Russo F., Gasco L., Parisi G., Piccolo G., Nizza S., Di Meo C., Attia Y.A. & Bovera F. (2017). Performance productive et profils sanguins de poules pondeuses nourries avec de la farine de

- larves d'*Hermetia illucens* en remplacement total de la farine de soja âgées de 24 à 45 semaines. *Poultry Science*, 96: 1783-1790.
- Martin-Venegas R., Geraert P.A. & Ferrer R. (2006). Conversion of the Methionine Hydroxy analogue DL-2hydroxy-(4- methylthio) Butanoic Acid to SulfurContaining Amino Acids in the Chicken Small Intestine. *Poultry Science*, 85: 1932-1938.
- McNab J.M. & Boorman K.N. (2002). Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value. *Poultry Science Symposium Series 26, CAB International Publishing, and Oxford (England)*: 438 p.
- Meij B.P. & Mol J.A. (2008). Adrenocortical function. In: Kaneko, Harvey, Bruss, editors. *Clinical biochemistry of domestic animals. 6<sup>th</sup> edition. San Diego Academic press, Californie (USA)*: 351-378.
- Melo D., Álvarez-Ortí M., Nunes M.A, Costa A.S.G., Machado S., Alves R.C, Pardo J.E. & Oliveira M.B.P.P. (2021). Graines de sésame entières ou dégraissées (*Sesamum indicum* L.) ? L'effet de la pression à froid sur la qualité de l'huile et du tourteau. *Foods*, 10 : 1-15.
- Mémento de l'Agronome (2002). Cirad / Ministère Français des Affaires Etrangères, Edition du GREC, Paris(France). 1692 p.
- Messabhia M. (2016). Caractérisation phénotypique et profil biochimique de quelques souches locales de poules. Thèse de magistère, Institut des Sciences Vétérinaires Université des Frères Mentouri Constantine (Algérie), 249 p.
- Métais P., Agneray J., Feraro G., Fruchart J.C., Jardillier J.C., Revol A., Siest G. & Stahl A. (1980). Biochimie clinique, 2<sup>ème</sup> édition. *Simep : Paris, France*, 192 p.
- Mingoas K.J.P., Awah-Ndukum J., Mampom B.J., Mfopit M.Y. & Zoli P. A. (2017). Effets du système d'élevage sur les performances zootechniques et les paramètres sanguins et biochimiques chez les poulets de chair en zone péri-urbaine de Ngaoundéré, Cameroun. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 32 (1): 5079-5094.
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (2012). Avant-projet d'une charte de qualité et pacte de croissance encadrant et engageant les activités des professionnels de la filière avicole pour la structuration et la modernisation de l'aviculture nationale. [www.miniagri.dz](http://www.miniagri.dz) (site visité le 19/04/2013).

- Mir N.A, Rafiq A., Kumar F., Singh V. & Shukla V. (2017). Déterminants de la qualité de la viande de poulet de chair et facteurs qui les affectent : une revue. *Journal of Food Science and Technology*, 54: 2997–3009.
- Miranda R., Mundim A., Costa A., Guimaraes R. & Silva F. (2008): Serum biochemistry of 4-day old ostriches (*Struthio camelus*). *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 28 (9): 423-426.
- Missohou A., Ndiaye S. & Assane M. (1996). Growth performance and carcass traits in broilers: comparison among commercial strains in Senegal. *Actes Institut Agronomic Veterinary*, 16 (3) : 5 – 9.
- Moerman M. & Rondia A. (2019). L'élevage des volailles en agriculture biologique - Le parcours aménagé - Un outil au service d'un élevage performant. Centre wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W), Rue de Liroux, Gembloux (Belgique), 55 p.
- Monin (1991). Facteurs biologiques des qualités de la viande des bovines. *INRA Productions Animales*, 4 (2): 151-160.
- Morishita T.Y., Porter J.R. & Robert E. (2015). Gastrointestinal and hepatic diseases. *In: Backyard poultry medicine and surgery: A guide for veterinary practitioners. Ames, Iowa: Wiley Blackwell, Tennessee (USA) : 181- 203.*
- Msaid O. (2017). Effet du stress thermique sur certain paramètres sanguins chez les poules locales (*Gallus gallus domesticus*). Mémoire, Science agronomique, Génétique et reproduction animale, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Algérie, 68 p.
- Mukhtar A. M. (2007). The Effect of feeding rosella (*Hibiscus sabdariffa*) seed on broiler chick's performance. *Research Journal of Animal and Veterinary Science*, 2: 21-23.
- Murakami A., Akiba Y. & Horiguchi M. (1992). Growth and utilization of nutrients in newly-hatched chicks with or without removal of residual yolk. *Growth Development Aging*, 56 (2): 75-84.

- Murphy R.Y. & Marque B.P. (2000). Effet de la température de la viande sur les protéines, la texture et la perte de cuisson des galettes de poitrine de poulet hachée. *Poultry Science*, 79: 99-104.
- Nakamura R., Sekoguchi S. & Sato Y. (1975). The contribution of intramuscular collagen to the tenderness of meat from chickens with different ages. *Poultry science*, 54 : 1604-1612.
- Nang Thu T.T., Bodin N., Saeger S., Larondelle Y. & Rollin X. (2011). Substitution de la farine de poisson par du tourteau de sésame (*Sesamum indicum* L.) dans l'alimentation de la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss* W.). *Aquaculture Nutrition*, 17 : 80–89.
- Natarajan S., Luthria D., Bae H., Lakshman D. & Mitra A. (2013). Soja transgénique et analyse des protéines de soja : un aperçu. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 : 11736–11743.
- Ndiaye N. M. (2010). Influence de la qualité de l'eau distribuée dans les élevages de la région périurbaine de Dakar sur les performances de croissance du poulet de chair. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 106 p.
- Nir Y. (2003). Cours international sur la production avicole intensive. *Alimentation et nutrition des volailles*, 124 p.
- Nobakht A. & Fard B.H. (2016). Les effets de l'utilisation du son de riz, des enzymes et des probiotiques sur les performances, les caractéristiques de qualité des œufs et les métabolites sanguins chez les poules pondeuses. *Journal iranien des sciences animales*, 4 : 417-427.
- Nolte T., Jansen S., Weigend S., Moerlein D., Halle I., Simianer H. & Sharifi A.R. (2021). Effets génotypiques et alimentaires sur la qualité des œufs de races de poulet locales et de leurs croisements nourris avec des fèves. *Animals*, 11 (7) : 1-17.
- Northcutt J.K. (2009). Facteurs affectant la qualité de la viande de volaille. Bulletin 1157. Université de Géorgie, Cooperative Extension, College of Agriculture Science and Environmental Science & Family and Consumer Sciences.



- Nuss T. E. & Tanumihardjo S. A. (2011). Quality Protein of Maize Africa: Closing the protein inadequacy gap in vulnerable populations. *Advances in Nutrition*, 2 : 217–224.
- Nyiramafaranga P. (2012). Effets d'un traitement chimiques par un des fines d'attapulгите calcinées sur la pollution physico-chimique et microbiologique de la litière de coque d'arachide, et les performances de croissance du poulet de chair. Thèse de docteur en médecine vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 96 p.
- O'Brien R.D., Jones L.A., King C.C., Wakelyn P.J. & Wan P.J. (2005). Huile de coton: chapitre 5. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, sixième édition, volume 1: Chemistry, Properties, and Health Effects, John Wiley & Sons, Inc, 3616 p.
- OCDE/FAO (2016). Viande, dans perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025, Éditions OCDE, Paris (France) 2016: 115-135.
- OCDE/FAO (2017). Chapitre 1 : Vue d'ensemble des Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2017-2026. In : Statistiques agricoles de l'OCDE (base de données), <http://dx.doi.org/10.1787/agr-data-fr>, édition OCDE, Paris (France) : 19-65.
- OIA ANACARDE CI (2024). Organisation Interprofessionnelle Agricole de la Filière Anacarde de Côte d'Ivoire, [www.oia-anacarde.ci](http://www.oia-anacarde.ci), consultée le 28/08/2024.
- Oil World (2015). Oil World Annual 2015. ISTA Mielke GmbH, Hamburg (Allemagne), <https://www.oilworld.biz/>, consulté le 25/03/2023.
- Okwu D. E. & Josiah C. (2006). Evaluation of the chemical composition of two Nigerian medicinal plants. Department of Chemistry, Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, P.M.B. 7267 Umuahia, Abia State, *Nigeria African Journal of Biotechnology*, 5 (4): 357-361.
- Olukosi O.A & Adeola O. (2008). Accrétion de nutriments dans l'ensemble du corps, performances de croissance et réponses de rétention totale de nutriments dans le tractus gastro-intestinal des poulets de chair à la supplémentation en xylanase et en phytase, individuellement ou en combinaison, dans les régimes à base de farine de blé et de soja. *Journal of Poultry Science*, 45: 192–198.

- Olumu J. M. & Offiung S. A. (1980). The effects of different protein and energy levels and time of change from starter to finisher ration on the performance of broiler chickens in the Tropics. *Poultry science*, 59: 828 – 835.
- Omer S.A., Koughali S.M.E., Agab H. & Samad H.A. (2006). Studies on some biochemical and hematological indices of Sudanese camels. *Sudanese Journal Veterinary Sciences Animal Husb*, 45 (1- 2): 8-14.
- Onipe O.O., Jideani A.I.O. & Beswa D. (2015). Composition and Functionality of Wheat Bran and Its Application in Some Cereal Food Products. *International Journal of Food Science & Technol*, 50:2509–2518.
- Ordre des Chimistes du QUÉBEC (2018). Guide sur les gaz sanguins, le pH et les paramètres connexes. OPTMQ et OCQ, *Bibliothèque et Archives nationales du Québec* (Canada), 71 p.
- Ouattara A., Fofana D., Diomandé M., Beugré G.A.M., Konaté I., Bouatene D. & Beugré G.A.M. (2023). Production et caractérisation biochimique du tourteau de cajou (*Anacardium occidentale* L). *International Journal of current Advanced Research*, 12 (04): 1899 – 1908.
- Ouedraogo B., Gnanda I.B., Sanfo R., Zoundi S. I. & Bayala B. (2015). Etude comparative des performances réalisées avec l'incorporation de la farine de co-produits de volaille et la farine des asticots dans des rations de poulets de chair au Burkina-Faso, *Revue. Ivoirienne Sciences Technologiques*, 25 : 148-161.
- Oviedo-Rondon E. (2014). Dans : *Modélisation nutritionnelle pour les porcs et la volaille*. Sakomura NK, Gous R., Kyriazakis I., Hauschild L., éditeurs. CABI ; Wallingford, Oxfordshire : *Applications de modèles à la production et à la nutrition de la volaille*, 125–140.
- Pagot J. (1985). L'élevage en pays tropicaux, Paris, *Maisonneuve et Larose*, France, 526 p.
- Panaite T.D., Turcu R.P., Soica C. & Visinescu P. (2020). Paramètres nutritionnels des œufs de poules pondeuses nourries avec de la farine de lin ou un mélange avec de la farine de colza ou du son de riz. *Journal of Applied Animal Research*, 48 (1):566–574.

- Parigi-bini R. (1986). Les bases de l'alimentation du bétail. *Nella litographia felici spartaco Padoue*, 278-292.
- Peebles E. D., Cheaney J. D., Brake J. D., Boyle C. R. & Latour M. A. (1997). Effects of added dietary lard on body weight and serum glucose and low density lipoprotein cholesterol in randombred broiler chickens. *Poultry Sciences*, 76: 29–36.
- Periquet J-C. (2017). Le grand guide des poules et des coqs. *Edition du 8 mars, France Agricole*, Paris, France, 270.
- Picard M., Melcion J.P., Bouchot C. & Faure J.M. (1997). Picorage et préhensibilité des particules alimentaires chez les volailles. *INRA Production Animal*, 10 : 403-414.
- Piccioni M. (1965). Dictionnaire des aliments pour les animaux. Traduction de la 3<sup>e</sup> édition italienne, *Edagricole*, Bologne (Itali), 638 p.
- Piva G., Galvano F., Pietri A., Piva A. (1995). Méthodes de détoxification des aflatoxines. Une revue. *Nutrition Research*, 15 (5):767–776.
- Pongracz G. (1971). Neue potentiometrische Bestimmungsmethoden für Ascorbinsäure und dessen Verbindungen Fresenius Z. *Analytische Chemie*, 253: 271–274.
- Powell P. C. (1987). Immune mechanisms in infections of poultry. *Veterinary Immunology Immunopathology*, 15: 87-113.
- Quentin M., Bouvarel I., Bastianelli D. & Picard M. (2004). Quels besoins du poulet de chair en acides aminés essentiels. *INRA Production Animal*, 17 (1): 19-34.
- Quintavalla F., Bigliardi E. & Bertoni P. (2001). Blood biochemical baseline values in the ostrich (*Struthio camelus*). *Universita degli studi di Parma Annali della facolta di Medecine Veterinaire*, 21 : 61-71.
- Raharimalala V. (2005). Contribution à l'étude des effets de l'incorporation de la graine de kapok en alimentation des poulets de chair. Mémoire d'ingénieur agronome, Spécialisation: Elevage, Université d'Antananarivo, Madagascar, 62 p.
- Ramashia S.E., Anyasi T.A., Gwata E.T., Meddows-Taylor S. & Jideani A.I.O. (2019). Transformation, composition nutritionnelle et bienfaits pour la santé du mil en Afrique subsaharienne. *Science et technologie alimentaires*, 39 (2) : 253–266.

- Ravindran V. & Blair R. (1993). Feed resources for poultry production in Asia and Pacific region: Animal protein source. *World's Poultry Science Journal*, 49: 219-235.
- Rékhis J. (2002). Nutrition avicole en Afrique du sud. *SPESFEED (Pty) Ltd, 1994-2002; Version française produite en coopération avec American Soybean Association (ASA) et United Soybean Board (USB), Rivonia, Afrique du Sud*, 342 p.
- Relandeau C. & Le Bellego. (2005). Besoin du poulet de chair en acide aminés : revue sur la lysine, la thréonine et les autres acides aminés, *Revue numéro 27, AJINOMOTO EUROLYSINE INFORMATION*, France, 31 p.
- Rey J.Y. (1998). La noix de cajou en Côte d'Ivoire en forte progression. *Fruits tropicaux*, 51: 12-13.
- Reynes M. (1998). Valorisation de la pomme de cajou, Compte rendu de mission effectuée au Brésil 4–18 mai, Rapport interne, Centre de coopération international en recherche agronomique pour le Développement (Cirad), Montpellier (France), 11 p.
- Rose N., Beaudreau F., Drouin N. P., Toux J. Y., Rose V. & Colin P. (2000). Risk factors for *Salmonella* persistence after cleansing and disinfection in French broiler-chicken houses. *Preventive Veterinary Medicine*, 44 (1): 9-20.
- 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, 5<sup>th</sup> edition*. San Diego Academic press, Californie (USA) : 61-702.
- Rossi B., Toschi A., Piva A. & Grilli E (2020). Composants simples de plantes et de composés identiques à la nature comme stratégie non antibiotique pour améliorer l'état de santé et les performances des volailles et des porcs. *Nutrition Research Reviews*, 33 : 218–234.
- Rudeaux F., & Bastianelli D. (2003): L'alimentation du poulet de chair en climat chaud. In : La production de poulets de chair en climat chaud. Edition *ITAVI-Paris (France)*: 70 – 76.

- Ryan E. & Galvin K. (2006). Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of Brazil pecan, pine, pistachio and cashew nuts. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* May, 57 (3-4): 219-28.
- Sagna R. F. (2010). Essai de substitution du tourteau d'arachide par le tourteau de neem (*Azadirachta indica A. Juss*) sur les performances en vif et en carcasse du poulet de chair. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 85 p.
- Sahraoui N., Djezzar R., Khoubi A., Guetarni D., Hornick J.L. & 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.
- Saleh A.A, El-Awady A., Amber K., Eid Y.Z., Alzawqari M.H., Selim S., Soliman M.M. & Shukry M. (2021). Effets de la supplémentation en tourteau de tournesol comme source complémentaire de protéines dans l'alimentation des poules pondeuses sur les performances productives, la qualité des œufs et la digestibilité des nutriments. *Sustainability*, 13 (6): 35-57.
- Saliou N. (2004). Ebauche d'un référentiel sur la composition chimique et valeur nutritive des matières premières utilisables en alimentation des volailles au Sénégal. Doctorat de troisième cycle de chimie et Biochimie des produits naturels. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 158 p.
- Samour J. (2007). Chap. 22: Diagnostic value of hematology. *In: Clinical Avian Medicine*. 2<sup>nd</sup> Edition, Mosby, *Elsevier Boston (USA)*: 587-676.
- SANOFI (1996). Santé Animale. Guide de l'Aviculture Tropicale. Libourne (France), 117 p.
- Santé V. Fernandez X., Monin G. & Renou J-P. (2001). Nouvelles méthodes de mesure de la qualité des viandes de volaille. *INRA Productions Animales*, 14 (4) : 247- 254.
- Sarbaz E., Navidshad B. & Aghjeshlagh F.M. (2018). L'effet des gousses d'arachide sur les performances, le pH de l'intestin grêle et la population bactérienne de l'iléon chez les poulets de chair. *South African Journal of Animal Science*, 48 (3) : 435–444.

- Sauveur B. (1989). Phosphore phytique et phytases dans l'alimentation des volailles. *INRA Productions Animales*, 2 : 343-351.
- Sauveur B. (1992). Adaptation des apports alimentaires aux variations journalières des besoins en calcium et phosphore de la poule. *INRA Productions Animales*, 5 (1): 19-28.
- Scanes C.G. (2009). Perspectives on the endocrinology of poultry growth and metabolism. *Genral Comparative Endocrinology*, 163: 24- 32.
- Schlegel P. & Menzi H. (2013). Teneurs en azote et en minéraux des poulets de chair. *Recherche Agronomique Suisse*, 4 (2): 92- 95.
- Selle P.H. & Ravindran V. (2007). Phytase microbienne dans la nutrition des volailles. *Animal Feed Science and Technology*, 135: 1- 41.
- Serna-Saldivar S. & Rooney L. W. (1995). Structure and Chemistry of sorghum and millets. *In: Sorghum and millets: Chemistry and technology, (édité par Dendy D.A.V.), St Paul: American Association of Cereal Chemists, Minnesot (États-Unis): 69-124.*
- Serrapica F., Masucci F., Raffrenato E., Sannino M., Vastolo A., Barone C.M.A., Di Francia A. (2019). Tourteaux riches en fibres issus d'oléagineux polyvalents méditerranéens comme sources de protéines pour les ruminants. *Animaux*, 9 : 918 p.
- Shapa M., Trojer L. & Machuve D. (2021). Système d'aide à la décision basé sur le mobile pour les éleveurs de volailles : le cas de la Tanzanie. *International Journal Advanced Computer and Science Applications*, 12 : 584–590.
- Sharma L., Singh C. & Sharma H.K. (2016). Évaluation de la fonctionnalité de la farine de sésame et de l'isolat de protéines de sésame provenant de cultivars indiens. *Journal of Food Measurement Characterization*, 10: 520–526.
- Shen X., Zhiming Z., Bin J., Ya T. & Yongzhi T. (2008): Blood cell morphology, some hematological and serum biochemistry values of common kestrel (*Falco tinnunculus*). *Journal of sustainable development*, 1 (2): 123-128.
- Shu Z., Liu L., Geng P., Liu J., Shen W. & Tu M. (2019). Les hydrolysats de gâteau au sésame améliorent l'apprentissage spatial et la mémoire des souris. *Food Bioscience*, 31 :1-6.

- Shweta M. (2015). Valeur nutritionnelle et utilisations médicinales du millet perlé. *IJARIE Perr Review*, 1 (3):2395–4396.
- 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 Science*, 59 (4) : 836-844.
- Silué F. E., Ouattara H., Meité A., N’Goran K. D. V., Véronique C. & Kati C. S. (2020). Performances zootechniques, économiques et qualité physique des oeufs des poules soumises à des régimes alimentaires apportant différentes concentrations de tourteau d’amandes de noix de cajou (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*, 16 (3):17.
- Singh, E. (2016). Implications fonctionnelles potentielles du mil à doigts (*Eleusine coracana*) dans les bienfaits nutritionnels, la transformation, la santé et les maladies : une revue. *Revue internationale des sciences domestiques*, 2 (21) : 151–155.
- Slein M.W. (1963). D-Glucose. Determination with hexokinase and glucose-6-phosphate dehydrogenase. In: *Methods of Enzymatic Analysis (Bergmeyer HU, ed)*, New York, Academic Press (États-Unis):117-123.
- Smith A.J. (1992). L'élevage de la volaille. *Premier volume le technicien d'agriculture tropicale, Editions Maisonneuve et Larose*, Paris (France), 347 p.
- Smith A.J. (1997). L'élevage de la volaille. Volume 1 et 2. Editeur : Maisonneuve et Larose, Paris (France) : 327 – 328.
- Smith M.O., Sherman I.L., Miller L.C. & Robbins K.R. (1995). Relative biological availability of manganese from manganese proteinate, manganese sulfate and manganese monooxide in broilers reared at elevated temperature. *Poultry Science*, 74: 702-707.
- Sonaiya B. E. & Gueye E. H. F. (1998). Réseau international pour le développement de l'aviculture familiale. *Bulletin RIDAF*, 10 (1-2) : 17 p.
- Soro D. (2002). Optimisation de la production des amandes entières blanches de cajou. Mémoire d'ingénieur des Industries AgroAlimentaires, Département Génie

- Chimique et Agroalimentaire. Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire), 62 p.
- Soro D. (2008). Concentration par microfiltration tangentielle et caractérisation d'extraits caroténoïdiques de pomme de cajou. Master Recherche Naval, Institut des régions chaudes, SupAgro, Montpellier (France), 67 p.
- Soro D. (2012). Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou : performances et impacts sur la qualité des produits. Thèse : Génie des procédés, Institut des régions chaudes, SupAgro, Montpellier (France), 156 p.
- 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. Thèse de doctorat, UFR : Sciences et Médecine Vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 140 p.
- Sterling K.G., Pesti G.M. & Bakalli R.I. (2006). Performance of different broiler genotypes fed diets with varying levels of dietary crude protein and lysine. *Poultry Science*, 85:1045-1054.
- Swiatkiewicz S., Arczewska-Włosek A. & Jozefiak D. (2016). L'utilisation de la farine de coton comme source de protéines pour la volaille : une revue mise à jour. *Worlds Poultry Science Journal*, 72 : 473–484.
- Tacher G. & Letenneur L. (2000). Le secteur des productions animales en Afrique subsaharienne, des indépendances à 2020 : Approche des échanges par zones sous-régionales. *Revue Elevage Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 52 (1) : 27–36.
- Tandjiékpon A. M. (2005). Caractérisation du système agroforestier à base d'anacardier (*Anacardium occidentale* Linnaeus) en zone de savane au Bénin. Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 122 p.
- Taylor J.R.N. (2004). Dans : *Millet : dans l'encyclopédie de la science des céréales*. Wrigley C, Corke H, Walker CE, éditeurs. Londres : Elsevier : 253–261.



- Tendonkeng F., Boukila B., Beguidé A. & Pamo T. E. (2008). Essai de substitution du tourteau de soja par la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans la ration finition des poulets de chair. *Revue Africaine de Santé et de Production Animales (Dakar)*, 7 : 47-52.
- Tesseraud S. & Temim S. (1999). Modification métaboliques chez le poulet de chair en climat chaud : conséquences nutritionnelles, *INRA productions animales*, 12 (5) : 353-363.
- Tesseraud S., Temim S., Chagneau A.M., Guillaumin S., Michel J. & Peresson R. (2000). Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens. *Poultry Science*, 79: 312-317.
- Thema K.K., Mnisi C.M. & Mlambo V. (2022) Stocking density-induced changes in growth performance, blood parameters, meat quality traits, and welfare of broiler chickens reared under semiarid subtropical conditions. *PLoS ONE* 17(10): 1-13 p.
- Tiffany T.O., Jansen J.M., Burtis C.A., Overton J.B. & Scott C.D. (1972). Enzymatic kinetic rate and end-point analysis of substrate by use a GEMSAEC analyzer. *Clinical Chemistry*, 18 : 829-840.
- Touraille C. (1994). Incidence des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. *Rencontres Recherches Ruminants*, 1 : 169-176.
- Traore E. (2006). Première évaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l'Ouest. Rapport du Sénégal, *Revue du secteur avicole, version du 1<sup>er</sup> décembre 2008*, 23 p. (page consultée le 27 octobre 2010).
- Tykałowski B., Koncicki A., Kowalczyk J., Śmiałek M., Bakula T., Murawska D., Sobotka W. & Stenzel T. (2023). L'impact de la farine de larves d'*Hermetia illucens* riche en matières grasses sur la santé et le fonctionnement du système immunitaire des poulets de chair. *Journal of Veterinary Reserch*, 67: 197-207.
- Udeh H.O., Duodu K.G. & Jideani A.I.O. (2018). Effet de la période de maltage sur les propriétés physicochimiques, les minéraux et l'acide phytique des variétés de farine de mil (*Eleusine coracana*). *Food Science and Nutrition*, 6 (7): 1858–1869.

- USDA (2020). *Grain: World Markets and Trade*. Washington, DC : USDA (2020). Disponible en ligne à l'adresse suivante : <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>, consulté le 28/02/2023.
- USDA (2023). Poultry Voluntary Report, Cote d'Ivoire. Global Agricultural Information Network, *Poultry and Products: IV2023-0001*, February 10 / 2023, Côte d'Ivoire, 8 p.
- Vierling É. (2008). Aliments et boissons: filières et produits. 3<sup>ème</sup> édition, DOIN Editeurs, Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine (France), 277 p.
- Wakenell P.S. (2010). Hematology of Chickens and Turkeys. In: Schalm's veterinary hematology, Weiss DJ, Wardrop KJ. 6<sup>th</sup> edition. Ed Wiley-Blackwell, Ames. Iowa, Tennessee (U.S.A): 962-963.
- Wardowski W.F. & Ahrens M.J. (1990). Cashew Apple and Nut. In: Nagy S., Shaw P.E., Wardowski W.F. (Eds), *Fruits of tropical and subtropical origin, Florida Science Source, Lake Alfred (USA)*: 67-87.
- Wei P., Zhao F., Wang Z., Wang Q., Chai X., Hou G., Meng Q. (2022). Sesame (*Sesamum indicum* L.): A comprehensive review of nutritional value, phytochemical composition, health benefits, development of food, and industrial applications. *Nutrients*, 14 (4079): 1-26.
- Wise T.L., Tillman P.B., Soto J., Touchette K.J. & Dozier W.A. (2021). Determination of the optimum digestible isoleucine to lysine ratios for male Yield Plus £ Ross 708 broilers between 1.0 and 4.0 kg body weight utilizing growth performance and carcass characteristics. *Poultry Science*, 100(101307):1-12.
- Wu G. (2013). Acides aminés fonctionnels dans la nutrition et la santé. *Acides aminés*, 45: 407-411.
- Yang G. D., Zhou Y. F., Huang R. D., Lin F., Hu Z. Y., Hao Z. Y., Liang C. B., Wang Q., Meng X. X. & Dong L. D. (2019). Identification of differentially expressed genes of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Moench seedlings under nitrogen stress by RNA-seq. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(5):11525-11536.

- Yao I. & Nicely R. (2023). Poultry Voluntary Report. Poultry and Products, Voluntary Report - Voluntary - Public Distribution, Report Number: IV2023-0001, February 10, Côte d'Ivoire, 8 p.
- Yazid M. (2017). Indicateurs technico-économiques de la production du poulet de chair dans la région d'Ain touta. *Journal of Industrial Economics*, 12 (3):17- 40.
- Yeya N. (2021). Étude sur la diversification du cacao et de la noix de cajou Rapport final, version de novembre 2020. 96 p. [https://www.kakaoforum.de/fileadmin/Redaktion/Studien/Rapport\\_final\\_revise\\_sur\\_la\\_diversification\\_cacao-anacarde\\_28\\_01\\_2021.pdf](https://www.kakaoforum.de/fileadmin/Redaktion/Studien/Rapport_final_revise_sur_la_diversification_cacao-anacarde_28_01_2021.pdf). Consulté le 02-05-2023
- Yo T., Picard M., Guerin H. & Dauvilliers P. (1994). Alimentation séparée (céréales graines entières + aliment complémentaire granulé) chez les poulets de chair en climat chaud ; *Revue Élevage, Médecine vétérinaire, Pays tropicaux*, 47 (3) : 319-327.
- Yo T., Vilariño M., Faure J.M. & Picard M. (1997). Pecking in young chickens: New techniques of evaluation. *Physiologique & Behavior*, 61(6): 803-810.
- Youssef I.M., Beineke A., Rohn K., Kamphues J. (2011). Effets de niveaux alimentaires élevés de tourteau de soja et de ses constituants (potassium, oligosaccharides) sur la dermatite des coussinets plantaires chez les dindes en croissance logées sur litière sèche et humide. *Archives of Animal Nutrition*. ; 65 : 148–162.
- Zeitz J.O., Kading S.C., Niewalda I.R., Most E., Dorigam J.C.P. & Eder K. (2019). The influence of dietary leucine above recommendations and fixed ratios to isoleucine and valine on muscle protein synthesis and degradation pathways in broilers. *Poultry Science*, 98:6772–6786.
- Zhang Q., Zhang S., Cong G., Zhang Y., Madsen M.H., Tan B. & Shi S. (2021). Effects of Soy Protein Concentrate in Starter Phase Diet on Growth Performance, Blood Biochemical Indices, Carcass Traits, Immune Organ Indices and Meat Quality of Broilers. *Animals*, 11 (281):1-12.
- Zhang Y. (1996). Parsons CM Effets du surtraitement sur la qualité nutritionnelle de la farine d'arachide. *Poultry Science*, 75 (4):514–518.

- Zhu Y.W., Pan Z.Y., Qin J.F., Zhong W.J., Wang W.C. & Yang L. (2017). Toxicité relative de la concentration de gossypol libre dans l'alimentation des canetons âgés de 1 à 21 jours. *Animal Feed Science and Technology*, 228: 32–38.
- Zuidhof M., Schneider B., Carney V., Korver D. & Robinson F. (2014). Croissance, efficacité et rendement des poulets de chair commerciaux de 1957, 1978 et 2005. *Poultry Science*, 93 : 2970–2982.

## Résumé

Cette étude vise la valorisation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair. Pour ce fait, à partir de la formule de la ration alimentaire standard des poulets de chairs, cinq (5) rations expérimentales sont formulées en substituant le tourteau de soja au tourteau de cajou pour leurs phases de démarrage, croissance et finition. Les rations formulées sont nommées F<sub>0</sub>, F<sub>25</sub>, F<sub>50</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>100</sub> respectivement pour 0, 25, 50, 75 et 100 % de substitution du soja au cajou. Cinq (5) lots de 60 poussins (Cobb 500) (subdivisés en 2 lots de 30 poussins) de 5 jours d'âge ont été nourris à l'aide de ces 5 régimes alimentaires durant six (6) semaines. Les résultats obtenus montrent que les performances zootechniques des poulets de chair notamment le poids vif des poulets du lot F<sub>25</sub> (2162,8 g) a présenté le meilleur poids vif et l'indice de consommation (IC) était relativement bas dans l'ensemble des lots au cours de l'essai (2,34 - 2,68). Le bilan lipidique sanguin des volailles était conforme aux normes usuelles chez les poulets de chair. Le taux de cholestérol total (CT) est compris entre 1,18 et 1,31 g/L, le taux de triglycérides (TG) est compris entre 0,187 à 0,327 g/L, le taux de HDL est compris entre 0,21 et 0,265 g/L et le taux de LDL est compris entre 0,903 à 0,982 mmol/L. L'indice d'athérogénéité (IA) des poulets de chair nourris à la ration à base de tourteaux de cajou (compris entre 4,46 et 5,43) est significativement inférieur à celui du témoin F<sub>0</sub> (6,24). Les paramètres rénaux et l'ionogramme sanguin ne présentent pas de différence significative ( $p < 0,05$ ) en comparaison du témoin. Ensuite, L'étude financière a montrée que le prix du kilogramme des rations alimentaires formulées à base de tourteaux de cajou était inférieur à celui de la ration témoins. Le faible taux de mortalité des poulets nourris avec les rations faites à base de tourteau de cajou a permis de réaliser un bénéfice (2 500 à 5 000 fca/lot) au cours de la vente par tête des poulets en comparaison du témoin. En somme, le tourteau de cajou n'a pas eu d'effet grave sur la santé des poulets. D'où, l'utilisation du tourteau de cajou dans la ration des volailles serait sans danger pour le consommateur et permettra de réduire le coût des productions avicoles.

**Mots clés :** Anacarde, Poulet de chair, tourteau de cajou, Paramètres biochimiques et hématologiques, Zootechnique, Organoleptique, Afrique de l'Ouest.

## Abstract

The aim of this study is to develop the use of cashew meal in broiler feed. To this end, based on the standard broiler feed ration formula, five (5) experimental rations were formulated, substituting soybean meal for cashew meal during the start-up, growth and finishing phases. The formulated rations are named F<sub>0</sub>, F<sub>25</sub>, F<sub>50</sub>, F<sub>75</sub> and F<sub>100</sub> respectively for 0, 25, 50, 75 and 100% substitution of soybean for cashew. Five (5) batches of 60 chicks (Cobb 500) (subdivided into 2 batches of 30 chicks) 5 days old were fed these 5 diets for six (6) weeks. The results obtained show that the zootechnical performance of the broilers, in particular the live weight of the chickens in batch F<sub>25</sub> (2162.8 g) showed the best live weight and the feed conversion ratio (FCR) was relatively low in all batches during the trial (2.34 - 2.68). The blood lipid levels of the birds were in line with the usual standards for broilers. Total cholesterol (TC) levels ranged from 1.18 to 1.31 g/L, triglyceride (TG) levels from 0.187 to 0.327 g/L, HDL levels from 0.21 to 0.265 g/L and LDL levels from 0.903 to 0.982 mmol/L. The atherogenicity index (AI) of broilers fed a cashew cake-based ration (between 4.46 and 5.43) was significantly lower than that of the F<sub>0</sub> control (6.24). The kidney parameters and blood ionogram did not show any significant difference ( $p < 0.05$ ) compared with the control. Secondly, the financial study showed that the price per kilogram of feed rations formulated with cashew oilcake was lower than that of the control ration. The low mortality rate of chickens fed on rations based on cashew meal enabled a profit (2,500 to 5,000 CFA francs/lot) to be made on the sale of chickens per head compared with the control. In short, cashew meal had no serious effect on the chickens' health. Hence, the use of cashew meal in poultry rations would be safe for consumers and would reduce the cost of poultry production.

**Keywords:** Cashew nut, Broiler, Cashew meal, Biochemical and haematological parameters, Zootechnics, Organoleptics, West Africa.

# **ANNEXES**

**ANNEXE 1 : Bâtiment d'élevage**



Bâtiment d'expérimentation

## ANNEXE 2 : Tableau du plan de prophylaxie médicale

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



## ANNEXE 3 : Echantillons et fiche de degustation de la viande des poulets de chair



Figure 29: Echantillons de viande de poulets de chair évalués

Tableau XXVII: Fiche de degustation de la viande des poulets de chair

**Indication** : Evaluez les échantillons en cochant en dessous de la case correspondante à votre appréciation et n'oubliez pas de vous rincez la bouche avant chaque prise d'échantillon.

<b>Age :</b>	14 – 18	19 – 30	31 - 40	40 et +	<b>SEXE</b>	<b>CODE:</b>
Cochez						
<b>Description</b>	<b>Intensité de la couleur</b>					
	(1)Très rouge	(2)Rouge	(3)Ni rouge - ni blanche	(4)Blanche	(5)Très blanche	
Cochez						
<b>Description</b>	<b>La texture</b>					
	(1)Très ferme	(2) ferme	(3)Ni tendre - ni ferme	(4)Tendre	(5)Très tendre	
Cochez						
<b>Description</b>	<b>Le goût</b>					
	(1)Très fade	(2)Fade	(3)Ni juteux - ni fade	(4)Juteux	(5)Très juteux	
Cochez						
<b>Description</b>	<b>L'odeur</b>					
	(1)Très désagréable	(2)Désagréable	(3)Ni agréable - ni désagréable	(4)Agréable	(5)Très agréable	
Cochez						
<b>Description</b>	<b>L'appréciation globale</b>					
Cochez	(1)Très mauvais	(2)Mauvais	(3)Ni bon - ni mauvais	(4)Bon	(5)Très bon	

**ANNEXE 4 : Fiche de suivie des poulets de chair**

Nombre de poussins : 300 / Heure de réception : 7h20min / Provenance : Sam

N°	Dates	Mortalité	Traitements	Total
1	09/08/22	0	Eau sucrée	300
2	11/08/22	0	Alfaceryl <sup>®</sup>	300
3	12/08/22	0	Alfaceryl <sup>®</sup>	300
4	13/08/22	0	Alfaceryl <sup>®</sup>	300
5	14/08/22	4	Alfaceryl <sup>®</sup> / Vaccin	296
6	15/08/22	0	Anticoc Super <sup>®</sup> ; All Acide Aminé <sup>®</sup>	296
7	16/08/22	0	Anticoc Super <sup>®</sup> ; All Acide Aminé <sup>®</sup>	296
8	17/08/22	0	Anticoc Super <sup>®</sup> ; All Acide Aminé <sup>®</sup>	296
9	18/08/22	3	Anticoc Super <sup>®</sup> ; All Acide Aminé <sup>®</sup>	293
10	19/08/22	0	Eau simple	293
11	20/08/22	0	Vaccin (Lasota+IBDL)	293
12	21/08/22	1	Vitamine+AnticocSuper <sup>®</sup>	292
13	22/08/22	0	AnticocSuper <sup>®</sup>	292
14	23/08/22	1	AnticocSuper <sup>®</sup>	291
15	24/08/22	0	AnticocSuper <sup>®</sup>	291
16	25/08/22	0	Vitamine	291
17	26/08/22	0	Vitamine	291
18	27/08/22	0	Vitamine	291
19	28/08/22	0	Eau simple	291
20	29/08/22	0	Vaccin (GM 37 + Lasota+ H120)	291
21	30/08/22	0	Vitamine	291
22	31/08/22	0	Vitamine+ Désinfectant	291
23	01/09/22	0	GomboStop <sup>®</sup>	291
24	02/09/22	1	Alfaceryl <sup>®</sup>	290
25	03/09/22	0	Alfaceryl <sup>®</sup>	290
26	04/09/22	0	Alfaceryl <sup>®</sup>	290
27	05/09/22	0	Vitamine	290
28	06/09/22	0	Vitamine	290
29	07/09/22	0	Vitamine+ AnticocSuper <sup>®</sup>	290

30	08/09/22	0	AnticocSuper <sup>®</sup>	290
31	09/09/22	0	AnticocSuper <sup>®</sup>	290
32	10/09/22	0	GomboStop <sup>®</sup>	290
33	11/09/22	0	GomboStop <sup>®</sup>	290
34	12/09/22	0	Eau	290
35	13/09/22	0	Eau	290
36	14/09/22	0	Désinfectant	290
37	15/09/22	0	Désinfectant	290
38	16/09/22	0	Désinfectant+ Vitamine	290
39	17/09/22	0	Eau	290
40	18/09/22	0	Vitamine	290
41	19/09/22	0	Eau	290
42	20/09/22	0	Vitamine	290
43	21/09/22	0	Eau	290
44	22/09/22	0	Eau	290
45	23/08/22	0	Eau	290





**ANNEXE 6 : Photos de quelques activités de terrain**



Chauffage des poussins



Décorticage des amandes de cajou



Prélèvement sanguin



Prélèvement d'organes

# **PUBLICATIONS**

### **Publications (04) issues de la thèse :**

Publication 1 : Fofana Daouda, Ouattara Abdoulaye, Diomande Masse, Ouattara Adama, Beugre Grah Avit Maxwell, Konate Ibrahim, Bouatene Djakalia & Bohoua Louis Guichard (2023). Effet des tourteaux de cajou (*Anacardium occidentale*) sur les performances de croissance de poulet de chair Cobb 500 en Côte d'Ivoire. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR - JA VS) e - ISSN: 2319 - 2380, p - ISSN: 2319 - 2372. Volume 16, Issue 2 Ser. II (February. 2023), PP 31 – 46, [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org)

Publication 2: Fofana Daouda, Ouattara Abdoulaye and Diomande Masse (2023). Effect of cashew meal (*Anacardium occidental*) on organ yields and organoleptic characteristics of broiler meat in Côte d'Ivoire. International Journal of Science and Technology Research Archive, 2023, 04(01), 244–254. DOI: <https://doi.org/10.53771/ijstra.2023.4.1.0045>

Publication 3: Diomande Masse, Fofana Daouda, Koffi Camille, Kouame Mathieu & Kamagate Mamadou (2023). Effet des tourteaux de cajou (*Anacardium occidentale*) sur les paramètres biochimiques sanguins de poulet de chair en Côte d'Ivoire. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 14, Issue 3, March-2023, ISSN 2229-5518

Publication 4 : Camille Koffi1, Daouda Fofana, Masse Diomandé, Kanga Sita N'Zoué, N'Goran Mathieu Kouamé & Mamadou Kamagaté (2024). Beneficial Effects of Cashew Oilcake (*Anacardium occidentale*) on Haematological Parameters in Gallus Broilers. *Biomedicine and Biotechnology*, 9 (1): 15-20. DOI: 10.12691/bb-9-1-2



## Effet des tourteaux de cajou (*Anacardium occidentale*) sur les performances de croissance de poulet de chair Cobb 500 en Côte d'Ivoire

Fofana Daouda<sup>1</sup>, Ouattara Abdoulaye<sup>1</sup>, Diomande Masse<sup>1\*</sup>, Ouattara Adama<sup>3</sup>,  
Beugre Grah Avit Maxwell<sup>1</sup>, Konate Ibrahim<sup>1</sup>, Bouatene Djakalia<sup>2</sup>, Bohoua  
Louis Guichard<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie et Microbiologie, UFR Agroforesterie,  
Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire ;

<sup>2</sup>UFR Sciences et Technologie des Aliments, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire;

<sup>3</sup>Soil Microbiologist/Plant Pathologist in Rice Program, Research Associate in National Center for Agricultural  
Research (CNRA), Research Station of Man, Côte d'Ivoire

### Résumé

Cette étude vise la valorisation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair et la réduction des coûts de production avicole. Pour ce fait, des tourteaux de cajou ont été ainsi utilisés comme substituts aux tourteaux de soja dans cinq (5) rations alimentaires ; F<sub>0</sub> (avec 0 % de tourteaux de cajou et 100 % de tourteaux de soja) ; F<sub>100</sub> (avec 100 % de tourteaux de cajou et 0 % de tourteaux de soja) ; F<sub>75</sub> (avec 75 % de tourteaux de cajou et 25 % de tourteaux de soja) ; F<sub>50</sub> (avec 50 % de tourteaux de cajou et 50 % de tourteaux de soja) ; F<sub>25</sub> (avec 25 % de tourteaux de cajou et 75 % de tourteaux de soja). Cinq (5) lots de 60 poussins (Cobb 500) de 5 jours d'âge ont été nourris à l'aide de ces 5 régimes (F<sub>0</sub>, F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub>, F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>) durant 6 semaines. Les performances de croissance (le poids vif, le gain moyen quotidien, la consommation alimentaire individuelle et l'indice de consommation) des poulets de chair ont été évaluées. Les résultats obtenus montrent que les performances zootechniques des poulets de chair notamment le poids vifs du lot F<sub>25</sub> (2162,8 g) a présenté le meilleur poids vif au cours des six (6) semaines d'essai. Ensuite, les gains moyens quotidiens (GMQ) obtenus pour chaque lot (F<sub>0</sub>, F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub>, F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>) ne sont pas significativement différents (P<0,05), ces valeurs étaient respectivement de : 48,46 ; 32 ; 36,02 ; 43,13 et 49,71 g/jour et des indice de consommation (IC) relativement bas comprise entre 2,34 et 2,68. En outre, la ration F<sub>25</sub> a été la plus consommée au cours de la phase de démarrage et de croissance avec respectivement une consommation alimentaire individuelle (CAI) de 74,86 et 107,01 g/jr contre 74,17 et 100,47 g/jr pour la ration témoin. En revanche, la ration témoin F<sub>0</sub> (173,95 g/jr) a été la plus consommée en phase de finition contrairement aux rations à base de cajou (F<sub>100</sub> ; F<sub>75</sub> ; F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>) qui ont enregistrés respectivement : 116,25 ; 116,15 ; 139,97 et 154,75 g/jr. En somme, les tourteaux de soja peuvent de ce fait substitués aux tourteaux de cajou à plus de 25 % dans la ration des poulets de chair. Ceci pourrait ajouter de la valeur à la filière mais aussi réduire le coût de production des aliments de poulet en Côte d'Ivoire.

**Mots clés :** anacarde, tourteau, poulet de chair, noix de cajou, aviculture

### Effect of cashew meal (*Anacardium occidentale*) on the growth performance of Cobb 500 broiler chickens in Côte d'Ivoire

#### Abstract

This study aims to valorise cashew oilcake in broiler feeds and to reduce poultry production costs. To this end, cashew meal was used as a substitute for soybean meal in five (5) feed rations; F<sub>0</sub> (with 0% cashew meal and 100% soybean meal); F<sub>100</sub> (with 100% cashew meal and 0% soybean meal); F<sub>75</sub> (with 75% cashew meal and 25% soybean meal); F<sub>50</sub> (with 50% cashew meal and 50% soybean meal); F<sub>25</sub> (with 25% cashew meal and 75% soybean meal). Five (5) batches of 60 chicks (Cobb 500) of 5 days of age were fed these 5 diets (F<sub>0</sub>, F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub>, F<sub>50</sub> and F<sub>25</sub>) for 6 weeks. The growth performance (live weight, average daily gain, individual feed intake and feed conversion ratio) of the broilers was evaluated. The results obtained show that the zootechnical performance of the broilers, especially the live weight of lot F<sub>25</sub> (2162.8 g), presented the best live weight during the six (6) week trial. Subsequently, the average daily gains (ADG) obtained for each batch (F<sub>0</sub>, F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub>, F<sub>50</sub> and F<sub>25</sub>) were not significantly different (P<0.05), these values were respectively 48.46; 32; 36.02; 43.13 and 49.71 g/day and relatively low feed conversion ratios (FCR) between 2.34 and 2.68. In addition, the F<sub>25</sub> ration was the most consumed during the start-up and growth phase with individual feed intake (IFA) of 74.86 and 107.01 g/d compared to 74.17 and 100.47 g/d for the control ration. On the other hand, the F<sub>0</sub>

control ration (173.95 g/dr) was the most consumed in the finishing phase in contrast to the cashew-based rations (F100; F75; F50 and F25) which recorded respectively: 116.25; 116.15; 139.97 and 154.75 g/dr. In sum, soybean meal can thus substitute for cashew meal at more than 25% in the broiler ration. This could add value to the sector but also reduce the production cost of chicken feed in Côte d'Ivoire.

**Keywords:** cashew nut, cashew cake, broiler, poultry, cashew meal

Date of Submission: 24-02-2023

Date of Acceptance: 05-03-2023

## I. INTRODUCTION

Les productions avicoles représentent une part de plus en plus importante dans l'approvisionnement des populations en protéines animales, particulièrement en zone tropicale. Elle occupe une place de choix dans les stratégies de développement et de lutte contre la pauvreté dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne [1]. Associée à l'agriculture, il contribue de manière significative à la lutte contre la pauvreté dans les pays en voie de développement [2] où il détient plus de 30 % du PIB (Produit Intérieur Brut) agricole [3]. La demande mondiale de viande de volaille demeure en forte croissance, ce qui explique un marché mondial très dynamique. Et du fait de la poussée démographique que connaît l'Afrique occidentale, les productions animales demeurent insuffisantes pour satisfaire les besoins des populations en protéines animales [4]. D'ici 2050, la demande alimentaire augmentera de 70 % pour nourrir la population mondiale [5]. Malgré les efforts et la légère augmentation de 7 % de la production de volaille, les pays de l'Afrique sub-saharienne souffrent d'un réel manque de protéines animales dans leur alimentation [6]. En effet, ces dernières décennies, l'écart entre l'offre et la demande des populations ne cesse de croître, au point où les importations en viande de volaille en Afrique sub-saharienne se sont multipliées par 110 en 30 ans [7]. Pour faire face à ces déficits, des efforts ont été déployés par la plupart des états en faveur du développement du secteur avicole, notamment industriel [4]. Ainsi, l'Etat de Côte d'Ivoire a initié dès les années 1960, divers programmes de développement de ressources animales. Pour le secteur avicole, les premiers programmes ont porté essentiellement sur la création de centres d'élevage avicole dans certaines villes du pays (Bingerville, Bouaké, Daloa...) [8]. Ce qui conduira à l'installation de nombreux éleveurs autour des grandes métropoles comme Abidjan [9]. L'aviculture ivoirienne couvre environ 44 % de la production totale nationale en viande [10]. Malheureusement, cette production n'arrive toujours pas à couvrir la demande sans cesse croissante. D'où les importations de viande de volaille [9]. Pour contribuer véritablement à la lutte contre la pauvreté et à la réduction des problèmes de déficit en protéines d'origine animale, il urge de promouvoir l'élevage par une production avicole moderne et compétitive au plan mondial [9]. Cependant, l'aviculture industrielle est très dépendante de l'approvisionnement extérieur en poussins et en intrants d'élevage, entraînant progressivement une hausse du prix des matières premières que sont le maïs, le soja, le blé, la farine de poisson ... et des sous-produits agro-industriels [11]. 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 [12]. En effet, l'équilibre protéique de l'aliment coûte cher alors qu'il est l'un des principaux déterminants du résultat technico- économique en production avicole [11]. Cela suggère la nécessité de rechercher de nouvelles sources alimentaires, notamment protéiques facilement accessibles et non concurrentiels avec les besoins de consommation humaine, qui permettent d'enrichir l'alimentation de la volaille locale. Parmi ces ressources alternatives, figurent en bonne place les tourteaux de cajou issus de la noix d'anacardier (*Anacardium occidentale*). En effet, ces tourteaux d'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 [13]; [14]. Depuis 2017, le pays occupe le 1er rang mondial de producteur de noix de cajou brute avec environ 720.000 tonnes. Malheureusement, seuls 10 % de cette importante production est transformée au niveau local le reste étant exporté sous forme brute en Asie, en Europe et en Amérique. Il est donc impérieux d'encourager la transformation et la valorisation des noix de cajou et de ses sous-produits dont les tourteaux de cajou en Côte d'Ivoire. C'est dans cette dynamique que s'inscrit la présente étude qui vise à valoriser les tourteaux de cajou dans l'alimentation des volailles en Côte d'Ivoire. Et, vue le peu de travaux de recherche existant sur ces sous-produits en Côte d'Ivoire, la présente étude se propose de trouver des voies alternatives de réduction des charges de production des poulets de chair par la valorisation des tourteaux de cajou dans leur alimentation. De manière spécifiques, il s'agira 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) Evaluer les performances de croissances des poulets de chair nourris aux rations à base de tourteaux de cajou.

## II. MATERIEL ET METHODES

### 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 [15]. La zone d'étude est soumise au climat équatorial humide à faciès littoral [16]. Il est caractérisé par un climat de transition (climat Attéen) qui se subdivise en quatre saisons essentielles dans le cycle annuel [17].

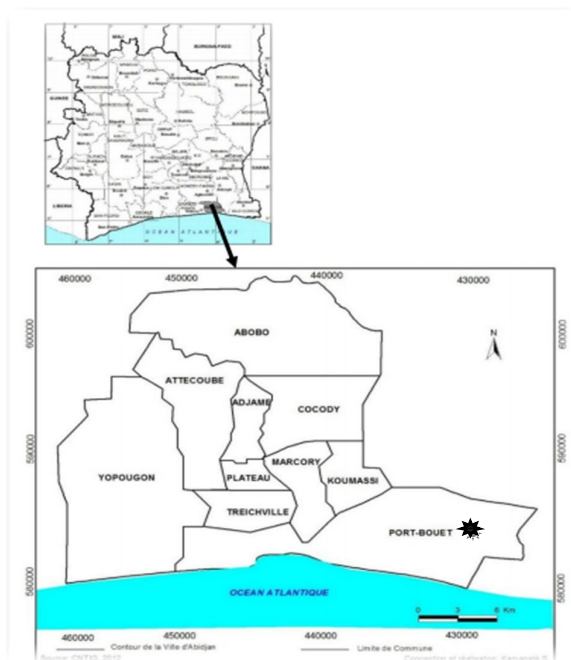


Figure 1 : localisation de la zone d'étude, ville d'Abidjan (source : CNTIC, 2012)

### 2. Matériel biologiques

#### 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 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.

### III. Méthodes

#### 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 F<sub>0</sub> ; 0 % de tourteaux de soja et 30 % de tourteaux de cajou pour F<sub>100</sub> ; 7,5 % de tourteaux de soja et 22,5 % de tourteaux de cajou pour F<sub>75</sub> ; 15 % de tourteaux de soja et 15 % de tourteaux de cajou pour F<sub>50</sub> et 22,5 % de tourteaux de soja puis 7,5 % de tourteaux de cajou pour F<sub>25</sub> tels que présentées dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1 Formulation des rations de démarrage des poulets

Ingrédients	Ration de démarrage				
	F <sub>0</sub>	F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
Maïs	62	62	62	62	62
Tourteaux de Soja	30	0	7,5	15	22,5
Tourteaux de Cajou	0	30	22,5	15	7,5
Poisson	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
TNH Chair 1 %	1	1	1	1	1
Coquillage	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Phosphate bicalcique	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Sel	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Fysal-MP	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Toxo-XL	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Total	100	100	100	100	100

*% : pourcentage de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou, TNH Chair = complexe vitaminique ; Fysal-MP = mélanges acides organiques libre et tamponnés ; Toxo-XL = capteur de mycotoxine à large spectre.*

#### 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 F<sub>0</sub> ; 0 % de tourteaux de soja et 28 % de tourteaux de cajou pour F<sub>100</sub> ; 7 % de tourteaux de soja et 21 % de tourteaux de cajou pour F<sub>75</sub> ; 14 % de tourteaux de soja et 14 % de tourteaux de cajou pour F<sub>50</sub> puis 21 % de tourteaux de soja et 7 % de tourteaux de cajou pour F<sub>25</sub> tels que présentées dans le tableau 2 suivant.

Tableau 2 Formulation des rations de croissance des poulets

Ingrédients	Ration de croissance				
	F <sub>0</sub>	F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
Maïs	66	66	66	66	66
Tourteaux de Soja	28	0	7	14	21
Tourteaux de Cajou	0	28	21	14	7
Farine de poisson	3	3	3	3	3
TNH Chair 1 %	1	1	1	1	1
Coquillage	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Phosphate bicalcique	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sel	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fysal-MP	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Toxo-XL	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Total	100	100	100	100	100

*% : pourcentage de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou, TNH Chair = complexe vitaminique ; Fysal-MP = mélanges acides organiques libre et tamponnés ; Toxo-XL = capteur de mycotoxine à large spectre.*

### 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 F<sub>0</sub> ; 0 % de tourteaux de soja et 26 % de tourteaux de cajou pour F<sub>100</sub> ; 6,5 % de tourteaux de soja et 19,5 % de tourteaux de cajou pour F<sub>75</sub> ; 13 % de tourteaux de soja et 13 % de tourteaux de cajou pour F<sub>50</sub> puis 19,5 % de tourteaux de soja et 6,5 % de tourteaux de cajou pour F<sub>25</sub> tels que présentées dans le tableau 3 suivant :

Tableau 3 Formulation des rations de finition des poulets

Ingrédients	Ration de finition				
	F <sub>0</sub>	F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
Maïs	69	69	69	69	69
Tourteaux de Soja	26	0	6,5	13	19,5
Tourteaux de Cajou	0	26	19,5	13	6,5
Farine de poisson	3	3	3	3	3
TNH Chair 1 %	1	1	1	1	1
Coquillage	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Sel	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fysal-MP	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Toxo-XL	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Total	100	100	100	100	100

*% : pourcentage de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou, TNH Chair = complexe vitaminique ; Fysal-MP = mélanges acides organiques libre et tamponnés ; Toxo-XL = capteur de mycotoxine à large spectre.*

### 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 [18]. 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 [18]. La méthode décrite par Dufour *et al.* [19] 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 déterminés selon la méthode [20]. 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 [20]. La teneur en cellulose brute a été déterminée par la méthode de Weende qui consiste à effectuer deux hydrolyses successives [21]. 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 [18].

### 3.5 Calcul des taux de Glucides

La teneur en glucide par rapport à la matière sèche est déterminée par la méthode [22]. 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*

### 3.6 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

[23] et [24] à partir des paramètres analytiques du produit. Dans ce travail, nous avons utilisé la formule de Sibbald [23] pour les mélanges et celle de Janssen [24] pour les matières premières, Ces formules sont les suivantes:

**Mélange :**

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

**Matières premières**

- tourteau de cajou / soja

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

Les paramètres utilisés dans ces équations sont en pourcentage de la matière sèche.

**3.7 Détermination de la composition des tourteaux et rations alimentaires en minéraux**

Les minéraux des tourteaux (cajou et soja) et des rations formulées à base de tourteaux (cajou et soja) ont été dosés selon la méthode [18]. Le phosphore a été déterminé par la méthode au phosphomolibdate à l'aide d'un spectrophotomètre (UV-1205, Shimadzu), à 710 nm, couplé à une imprimante (Epson Lx-300). Le dosage du potassium (K) et du sodium (Na) a été effectué par spectrophotométrie d'émission de flamme (Eppendorf, Hambourg, Allemagne) respectivement à 589 et 766,5 nm. Le magnésium (Mg), le calcium (Ca), le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le fer (Fe) et le manganèse ont été analysés séparément en utilisant un spectrophotomètre d'absorption atomique (Perkin Elmer 1100B, Norwalk, CT, Etats-Unis), respectivement à 422,7 ; 285,2 ; 248,3 ; 324,8 ; 213,9 nm. Les solutions de la gamme ont été passées, chacune au spectrophotomètre (Perkin 1100B, Norwalk, CT, Etats-Unis) par ordre croissant de concentration du minéral, suivies de 500 uL de minéralisat.

**3.8 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/m<sup>2</sup>. 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<sup>ème</sup> jour, chaque groupe de poussins sera nourri avec les rations expérimentales (F0, F1, F2, F3 et F4) jusqu'à la 7<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> semaine. Le suivi vétérinaire des volailles est consigné dans le tableau 4.

Tableau 4 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)

**3.9 Détermination des performances zootechniques des poulets Poids moyens**

La croissance constitue l'ensemble des manifestations qui se produisent entre la fécondation et l'épanouissement complet de l'oiseau. Elle comporte le processus de multiplication et d'extension des cellules, qui se traduit du point de vue macroscopique par une augmentation de la taille et du poids de l'animal, dédoublée d'une différenciation des éléments de l'organisme [25].

Le poids vif (PV) moyen est le rapport de la somme des poids des individus d'un même lot par leur effectif [2].

$$\text{Poids vif (PV)} = \frac{\text{Somme des poids vifs}}{\text{Effectif}}$$

### **Gains moyens quotidiens (GMQ)**

Les mesures hebdomadaires des poids répertoriés permettent de calculer le gain moyen quotidien en faisant le rapport du gain pondéral pendant une période sur la durée correspondante [26].

$$\text{GMQ} = \frac{\text{Gain de poids (g) pendant une période}}{\text{Durée de la période (jours)}}$$

### **Consommations alimentaires individuelles (CAI)**

La consommation alimentaire constitue un élément clé dans la réussite de tout élevage. En aviculture, l'aliment influence par sa quantité sur les performances de croissance du poulet de chair. L'efficacité alimentaire est l'aptitude de la volaille à transformer les aliments en production (croit, œufs) [2]. La consommation alimentaire individuelle permet d'évaluer les quantités d'aliments consommés par animal sur une période de temps déterminée. Elle se calcule à partir de la quantité d'aliment distribuée et celle refusée [27].

$$\text{CAI} = \frac{\text{Quantité d'aliments distribuée (g) par jour} - \text{Quantité d'aliments refusée (g)}}{\text{Nombre de sujets}}$$

### **Indice de consommation (IC)**

C'est le rapport entre la quantité moyenne d'aliment consommée sur une période donnée et le gain de poids moyen correspondant à cette période [27].

$$\text{IC} = \frac{\text{Quantité d'aliments consommée pendant une période (g)}}{\text{Gain de poids durant la période (g)}}$$

## **3.10 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.

## **IV. Résultats**

### **4.1 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 5). 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 5 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 <sub>a</sub>	3809,77±60,35 <sub>b</sub>

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

### **4.2 Composition physico-chimique des rations de démarrage**

Les valeurs nutritives obtenues après analyse des différents aliments expérimentaux en phase de démarrage sont répertoriées dans le tableau 6. Les différents paramètres évalués présentaient des variations d'une ration à l'autre. Ainsi, le taux d'humidité, de la matière sèche et du lipide de la ration témoin  $F_0$  respectivement 10,24 % ; 89,76 % et 8,34 % étaient très significativement différents ( $p < 0,05$ ) en comparaison des rations  $F_{100}$  (8,25 % ; 91,75 et 10,52 %) et  $F_{75}$  (8,66 % ; 91,35 et 10,23 %). Le taux de protéine de la ration témoin  $F_0$  (23,32 %) est significativement différent ( $p < 0,05$ ) de celui des rations  $F_{100}$  (20,45 %),  $F_2$  (20,9 %) et  $F_{50}$  (21,89 %) ; par contre sa teneur en fibre (2,46 %) est significativement ( $p < 0,05$ ) faible en comparaison des autres rations expérimentales formulées. Enfin, le taux de cendre et de glucide de la ration témoin  $F_0$  respectivement 5,32 % et

58,45 % étaient très significativement différentes ( $p < 0,05$ ) de ceux des rations  $F_{100}$  (8,75 % et 55,07 %),  $F_{75}$  (7,1 % et 56,63 %) et  $F_{50}$  (8,24 % et 55,41 %). En outre, l'énergie métabolisable des différentes rations formulées à base de tourteaux de cajou est supérieur et hautement différent significativement ( $p < 0,05$ ) de celle de la ration témoin.

Tableau 6 Composition chimique des rations de démarrage contenant des tourteaux de cajou

Variables	$F_0$ (n=3)	$F_{100}$ (n=3)	$F_{75}$ (n=3)	$F_{50}$ (n=3)	$F_{25}$ (n=3)
Protéines (%)	23,32±0,01 <sub>a</sub>	20,45±0,01 <sub>b</sub>	20,9±0,01 <sub>c</sub>	21,89±0,03 <sub>d</sub>	22,43±0,03 <sub>a</sub>
Lipides (%)	8,34±0,2 <sub>a</sub>	10,52±0,01 <sub>b</sub>	10,23±0,01 <sub>c</sub>	9,12±0,02 <sub>a</sub>	8,51±0,03 <sub>a</sub>
Fibres (%)	2,46±0,01 <sub>a</sub>	4,19±0,05 <sub>b</sub>	4,06±0,01 <sub>b</sub>	4,02±0,01 <sub>c</sub>	3,86±0,03 <sub>c</sub>
Cendres (%)	5,32±0,02 <sub>a</sub>	8,75±0,02 <sub>b</sub>	7,1±0,03 <sub>c</sub>	8,24±0,01 <sub>b</sub>	4,43±0,03 <sub>a</sub>
Cellulose (%)	2,11±0,01	1,04±0,02	1,08±0,02	1,33±0,02	1,95±0,03
Humidité(%)	10,24±0,02 <sub>a</sub>	8,25±0,03 <sub>b</sub>	8,66±0,02 <sub>b</sub>	9,14±0,02 <sub>a</sub>	9,71±0,02 <sub>a</sub>
MS (%)	89,76±0,02 <sub>a</sub>	91,75±0,03 <sub>b</sub>	91,35±0,02 <sub>b</sub>	90,86±0,03 <sub>a</sub>	90,29±0,02 <sub>a</sub>
Glucides (%)	58,45±0,6 <sub>a</sub>	55,07±0,04 <sub>b</sub>	56,63±0,03 <sub>c</sub>	55,41±0,1 <sub>b</sub>	58,82±0,08 <sub>a</sub>
EM (Kcal/kg)	4000,01±0,96 <sub>a</sub>	4074,42±1,4 <sub>b</sub>	4121,59±1,49 <sub>b</sub>	3993,14±1,3 <sub>b</sub>	4060,24±2,89 <sub>b</sub>

*Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différents ( $p < 0,05$ ) ;  $F_0$  :0% de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{100}$  :100% de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{75}$  :75% de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{50}$  :50% de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{25}$  :25% de substitution de tourteau de soja*

#### 4.3 Composition physico-chimique des rations de croissance

Le tableau 7 nous présente la composition chimique des différentes rations formulées durant la phase de croissance. Le traitement statistique des données révèle des variations significatives sur quelques paramètres évalués. En effet, la teneur en protéine de la ration témoin  $F_0$  (24,04 %) était supérieure significativement différente ( $p < 0,05$ ) des rations  $F_1$  (19,9 %),  $F_{75}$  (20,65 %) et  $F_{50}$  (21,08 %). De même que sa teneur en lipide (8,41 %) est significativement ( $p < 0,05$ ). En outre, l'énergie métabolisable des différentes rations formulées présente une différence significative ( $p < 0,05$ ) en comparaison de la ration témoin.

Tableau 7 Composition chimique des rations de croissance contenant des tourteaux de cajou

Variables	$F_0$ (n=3)	$F_{100}$ (n=3)	$F_{75}$ (n=3)	$F_{50}$ (n=3)	$F_{25}$ (n=3)
Protéines (%)	24,04±0,01 <sub>a</sub>	19,9±0,01 <sub>b</sub>	20,65±0,01 <sub>c</sub>	21,08±0,06 <sub>c</sub>	22,76±0,05 <sub>a</sub>
Lipides (%)	8,41±0,01 <sub>a</sub>	13,04±0,01 <sub>b</sub>	12,71±0,01 <sub>b</sub>	11,7±0,014 <sub>c</sub>	10,41±0,01 <sub>a</sub>
Fibres (%)	3,52±0,01	4,71±0,02	4,64±0,01	4,09±0,01	3,61±0,01
Cendres (%)	10,06±0,02	9,12±0,01	8,59±0,01	9,66±0,01	7,33±0,01
Cellulose (%)	2,55±0,04	1,39±0,04	1,46±0,03	1,86±0,01	2,03±0,02
Humidité(%)	10,83±0,03	9,87±0,04	9,87±0,02	10,46±0,05	10,645±0,04
MS (%)	89,17±0,03	90,13±0,02	90,13±0,02	89,54±0,05	89,36±0,04
Glucides (%)	51,44±0,01	51,85±0,07	51,95±0,03	51,61±0,01	53,86±0,04
EM (Kcal/kg)	3772,52±3,04 <sub>a</sub>	4164,72±2,8 <sub>b</sub>	4162,45±2,7 <sub>b</sub>	4028,81±7,74 <sub>b</sub>	4038,18±2,7 <sub>b</sub>

*Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différents ( $p < 0,05$ ) ;  $F_0$  :0% de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{100}$  :100% de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{75}$  :75% de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{50}$  :50% de substitution de tourteaux de soja ;  $F_{25}$  :25% de substitution de tourteau de soja*

#### 4.4 Composition physico-chimique des rations de finition

On observe dans le tableau 8 une grande variation des composés chimiques des différentes rations en phase de finition. Ainsi, la teneur en lipide, en glucide, en cendre et l'énergie métabolisable des rations expérimentales présente des différences hautement significatives ( $p > 0, 05$ ) en comparaison de la ration témoin  $F_0$ . En effet, la ration  $F_0$  a la teneur la plus élevée en glucide (57,37 %) et la plus faible en lipide, en cendre et en énergie métabolisable respectivement : 8,17 % ; 5,73 % et 3899,14 (Kcal/kg). Par contre, la teneur en protéine de la ration  $F_0$  (22,65 %) qui est la plus élevée présente une différence très significative en comparaison des lots  $F_{100}$  (19,975 %) et  $F_{75}$  (20,395 %). En outre, la teneur en fibre de la ration  $F_{100}$  (4,65 %) est significativement différente de la ration  $F_0$  (3,12 %).



Tableau 8 Composition chimique des rations de finition contenant des tourteaux de cajou

Variables	F <sub>0</sub> (n=3)	F <sub>100</sub> (n=3)	F <sub>75</sub> (n=3)	F <sub>50</sub> (n=3)	F <sub>25</sub> (n=3)
Protéines (%)	22,65±0,01 <sub>a</sub>	19,975±0,01 <sub>b</sub>	20,395±0,01 <sub>c</sub>	22,435±0,01 <sub>a</sub>	22,6±0,01 <sub>a</sub>
Lipides (%)	8,17±0,01 <sub>a</sub>	12,06±0,02 <sub>b</sub>	11,59±0,01 <sub>b</sub>	11,52±0,01 <sub>b</sub>	10,11±0,01 <sub>b</sub>
Fibres (%)	3,12±0,01 <sub>a</sub>	4,65±0,02 <sub>b</sub>	4,32±0,01 <sub>a</sub>	3,87±0,02 <sub>a</sub>	3,54±0,02 <sub>a</sub>
Cendres (%)	5,73±0,01 <sub>a</sub>	8,85±0,03 <sub>b</sub>	8,64±0,01 <sub>b</sub>	7,93±0,01 <sub>c</sub>	9,03±0,01 <sub>d</sub>
Cellulose (%)	2,97±0,02	2,12±0,01	2,57±0,04	2,62±0,01	2,82±0,01
Humidité(%)	10,63±0,03	10,06±0,03	10,14±0,02	10,29±0,04	10,39±0,03
Matière sèche(%)	89,37±0,03	89,94±0,03	89,87±0,02	89,71±0,04	89,61±0,03
Glucides (%)	57,37±0,01 <sub>a</sub>	52,36±0,02 <sub>b</sub>	52,49±0,04 <sub>b</sub>	51,63±0,4 <sub>b</sub>	51,91±0,04 <sub>b</sub>
EM (Kcal/kg)	3899,14±1,98 <sub>a</sub>	4057,67±1,05 <sub>b</sub>	4001,94±0,4 <sub>b</sub>	4021,48±0,29 <sub>b</sub>	3882,63±2,31 <sub>c</sub>

*Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différents (p <0,05) ;F<sub>0</sub> :0% de substitution de tourteaux de soja ;F<sub>100</sub> :100% de substitution de tourteaux de soja ;F<sub>75</sub> :75% de substitution de tourteaux de soja ;F<sub>50</sub> :50% de substitution de tourteaux de soja ;F<sub>25</sub> :25% de substitution de tourteau de soja*

#### 4.5 Composition en macroéléments et oligoéléments des tourteaux de cajou et de soja

La composition en macroéléments ou éléments majeurs des tourteaux de cajou et de soja sont présentés dans le Tableau 9. Le traitement statistique des données présente des différences significatives entre les éléments minéralogiques présentés. En effet, le tourteau de soja avait une teneur en phosphore et magnésium supérieur et hautement différente significativement de ceux du tourteau de cajou. Le tableau VI présente la composition en microéléments ou oligoéléments contenus dans les tourteaux de cajou et de soja. La teneur en oligoéléments des tourteaux de cajou et de soja ne présente aucune différence significative, le tourteau de cajou et de soja étaient des sous-produits comparables en oligoéléments.

Tableau 9 Composition en macroéléments et oligoéléments des tourteaux de cajou et de soja

Variables	Tourteaux de cajou (n=3)	Tourteaux de soja (n=3)	
macroéléments ou éléments majeurs	Calcium (%)	0,046±0,001	0,0275±0,001
	Phosphore (%)	0,143±0,001 <sub>a</sub>	0,56±0,001 <sub>b</sub>
	Magnésium (%)	0,15±0,001 <sub>a</sub>	0,7±0,12 <sub>b</sub>
	Potassium (%)	0,0049±0,001	0,0075±0,014
	Sodium (%)	0,09±0,001	0,04±0,014
oligoéléments ou microéléments	Manganèse (%)	0,036±0,007	0,084±0,035
	Zinc (%)	0,061±0,001	0,055±0,021
	Cuivre (%)	0,079±0,001	0,083±0,001
	Fer (%)	0,011±0,001	0,007±0,001

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

#### 4.6 Caractérisation des minéraux contenus dans les différentes rations expérimentales formulées

La composition minéralogique en macroéléments des différentes rations expérimentales en phase de démarrage est consignée dans le tableau 10. On note une différence hautement significative de la teneur en macroéléments des différents régimes alimentaires formulés entre eux. Ainsi la ration témoin F<sub>0</sub> enregistre les teneurs les plus élevées en phosphore, en magnésium et en potassium respectivement 1,96 ; 1,40 et 1,40 %. Tandis que la ration F<sub>100</sub> enregistre également le taux le plus élevé en calcium et en sodium respectivement 1,51 et 1,40 %. Le Tableau VIII, nous montre la composition en oligoéléments des différentes rations expérimentales formulées. On observe une grande variation hautement significative des différents oligoéléments d'une ration à l'autre. En effet, la plus forte teneur en manganèse, en cuivre et en fer est enregistrée dans la ration témoin F<sub>0</sub> respectivement 1,22 ; 1,47 et 0,89 %. Alors que le taux de zinc le plus élevé est enregistré dans la ration F<sub>100</sub> (0,92 %).

Tableau 10 Composition minéralogique en macroéléments des différentes rations alimentaires expérimentales en phase de démarrage

	F <sub>0</sub> (n=3)	F <sub>100</sub> (n=3)	F <sub>75</sub> (n=3)	F <sub>50</sub> (n=3)	F <sub>25</sub> (n=3)
<b>Macroéléments (%MS)</b>					
Calcium (%)	1,06±0,001 <sub>a</sub>	1,51±0,001 <sub>b</sub>	1,30±0,001 <sub>c</sub>	1,24±0,001 <sub>d</sub>	1,12±0,001 <sub>e</sub>
Phosphore (%)	1,96±0,001 <sub>a</sub>	0,49±0,001 <sub>b</sub>	0,56±0,001 <sub>c</sub>	0,89±0,001 <sub>d</sub>	1,01±0,001 <sub>e</sub>
Magnésium (%)	1,40±0,001 <sub>a</sub>	0,59±0,001 <sub>b</sub>	0,64±0,001 <sub>c</sub>	0,86±0,001 <sub>d</sub>	1,30±0,001 <sub>e</sub>
Potassium (%)	1,40±0,001 <sub>a</sub>	0,98±0,001 <sub>b</sub>	1,09±0,001 <sub>c</sub>	1,30±0,001 <sub>d</sub>	1,31±0,001 <sub>d</sub>
Sodium (%)	0,52±0,001 <sub>a</sub>	1,40±0,001 <sub>b</sub>	1,24±0,001 <sub>c</sub>	0,98±0,001 <sub>d</sub>	0,66±0,001 <sub>e</sub>
<b>Oligoéléments (%MS)</b>					
Manganèse (%)	1,22±0,001 <sub>a</sub>	0,70±0,001 <sub>b</sub>	0,74±0,001 <sub>b</sub>	0,91±0,001 <sub>c</sub>	0,92±0,001 <sub>d</sub>
Zinc (%)	0,76±0,001 <sub>a</sub>	0,92±0,001 <sub>b</sub>	0,89±0,001 <sub>b</sub>	0,84±0,001 <sub>bc</sub>	0,81±0,001 <sub>ab</sub>
Cuivre (%)	1,47±0,001 <sub>a</sub>	0,66±0,001 <sub>b</sub>	0,71±0,001 <sub>b</sub>	0,91±0,001 <sub>c</sub>	1,30±0,001 <sub>d</sub>
Fer (%)	0,89±0,001 <sub>a</sub>	0,55±0,001 <sub>b</sub>	0,58±0,001 <sub>b</sub>	0,70±0,001 <sub>c</sub>	0,86±0,001 <sub>a</sub>

*Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différents (p < 0,05) ; F<sub>0</sub> : 0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> : 100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> : 75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> : 50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> : 25% de substitution de tourteau de soja*

#### 4.7 Composition minéralogique en macroéléments des différentes rations alimentaires expérimentales en phase de croissance

La composition minéralogique en éléments majeurs des rations alimentaires expérimentales en phase de croissance est présentée dans le tableau 11. Le traitement statistique des données révèle une différence hautement significative de la teneur en macroéléments des différentes rations expérimentales en comparaison de la ration témoin. La ration F<sub>100</sub> enregistre le taux le plus élevé en calcium (1,09 %) et en sodium (1,24 %) tandis que la ration témoin F<sub>0</sub> enregistre les plus fortes teneurs en phosphore (1,67 %), en magnésium (1,44 %) et en potassium (0,82 %). Le Tableau X présente la composition en oligoéléments des différentes rations expérimentales formulées. La teneur en oligoéléments des différentes rations présente une différence hautement significative en comparaison de la ration témoin. On a un taux élevé de manganèse (1,20 %), cuivre (1,01 %) et fer (1,40 %) dans la ration témoin F<sub>0</sub> mais avec un taux de zinc (0,77 %) plus bas que les autres rations expérimentales formulées.

Tableau 11 Composition minéralogique en macroéléments des différentes rations alimentaires expérimentales en phase de croissance

	F <sub>0</sub> (n=3)	F <sub>100</sub> (n=3)	F <sub>75</sub> (n=3)	F <sub>50</sub> (n=3)	F <sub>25</sub> (n=3)
<b>Macroéléments (%MS)</b>					
Calcium (%)	0,89±0,001 <sub>a</sub>	1,09±0,001 <sub>b</sub>	0,99±0,001 <sub>b</sub>	0,98±0,003 <sub>b</sub>	0,91±0,001 <sub>a</sub>
Phosphore (%)	1,67±0,001 <sub>a</sub>	1,54±0,005 <sub>b</sub>	1,55±0,001 <sub>b</sub>	1,57±0,006 <sub>b</sub>	1,61±0,001 <sub>c</sub>
Magnésium (%)	1,44±0,001 <sub>a</sub>	1,29±0,001 <sub>b</sub>	1,3±0,001 <sub>b</sub>	1,34±0,001 <sub>c</sub>	1,42±0,002 <sub>d</sub>
Potassium (%)	0,82±0,001 <sub>a</sub>	0,65±0,001 <sub>b</sub>	0,66±0,001 <sub>b</sub>	0,68±0,001 <sub>b</sub>	0,81±0,001 <sub>a</sub>
Sodium (%)	1,03±0,001 <sub>a</sub>	1,24±0,001 <sub>b</sub>	1,21±0,001 <sub>b</sub>	1,10±0,001 <sub>c</sub>	1,10±0,001 <sub>c</sub>
<b>Oligoéléments (%MS)</b>					
Manganèse (%)	1,20±0,001 <sub>a</sub>	1,09±0,001 <sub>b</sub>	1,11±0,001 <sub>b</sub>	1,12±0,001 <sub>b</sub>	1,17±0,001 <sub>c</sub>
Zinc (%)	0,77±0,004 <sub>a</sub>	0,98±0,001 <sub>b</sub>	0,90±0,001 <sub>c</sub>	0,86±0,001 <sub>d</sub>	0,78±0,001 <sub>a</sub>
Cuivre (%)	1,01±0,001 <sub>a</sub>	0,87±0,001 <sub>b</sub>	0,88±0,001 <sub>b</sub>	0,91±0,001 <sub>c</sub>	0,97±0,001 <sub>d</sub>
Fer (%)	1,40±0,001 <sub>a</sub>	0,77±0,001 <sub>b</sub>	0,78±0,001 <sub>b</sub>	0,81±0,001 <sub>c</sub>	1,39±0,001 <sub>a</sub>

*Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différents (p < 0,05) ; F<sub>0</sub> : 0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> : 100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> : 75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> : 50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> : 25% de substitution de tourteau de soja*

#### 4.8 Composition minéralogique en macroéléments des différentes rations alimentaires expérimentales en phase de finition

La composition en macroéléments des différentes rations expérimentales en phase de finition est consignée dans le tableau 12. Le traitement statistique des données révèle une différence hautement significative entre les rations expérimentales en comparaison au témoin. En effet, la ration témoin F<sub>0</sub> contient la teneur la

plus élevée en phosphore, magnésium et potassium respectivement de 1,86 ; 1,49 et 1,36 % et est plus faible en calcium (1,21 %) et sodium (0,64 %). La composition en oligoéléments des différentes rations expérimentales formulées en phase de finition est présentée dans le Tableau XII. Le traitement montre une grande variabilité entre les oligoéléments des différentes rations formulées. En effet, le taux de cuivre et de fer de la ration témoin F<sub>0</sub> respectivement de 1,32 et 0,86 %, présentaient une différence hautement significative en comparaison des rations expérimentales. En outre, sa teneur en manganèse (1,51 %) présentait une différence hautement significative en comparaison des rations F<sub>100</sub> (0,89 %), F<sub>75</sub> (0,97 %) et F<sub>50</sub> (1,38 %).

Tableau 12 Composition minéralogique en macroéléments des différentes rations alimentaires expérimentales en phase de finition

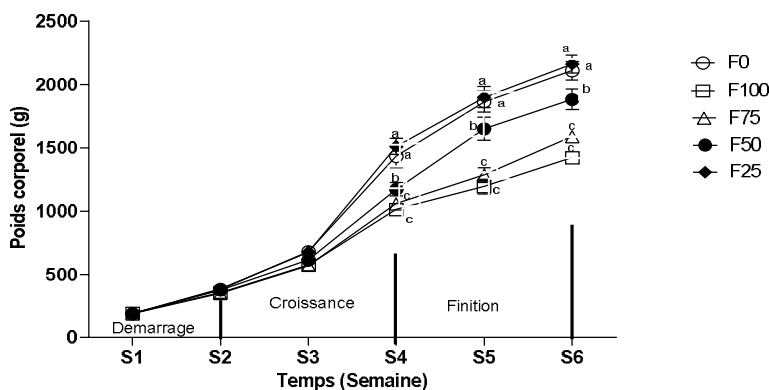
	F <sub>0</sub> (n=3)	F <sub>100</sub> (n=3)	F <sub>75</sub> (n=3)	F <sub>50</sub> (n=3)	F <sub>25</sub> (n=3)
<b>Macroéléments (%MS)</b>					
Calcium (%)	1,21±0,001 <sub>a</sub>	1,55±0,001 <sub>b</sub>	1,49±0,001 <sub>c</sub>	1,45±0,001 <sub>d</sub>	1,35±0,001 <sub>e</sub>
Phosphore (%)	1,86±0,001 <sub>a</sub>	1,42±0,001 <sub>b</sub>	1,58±0,001 <sub>c</sub>	1,64±0,03 <sub>d</sub>	1,78±0,001 <sub>e</sub>
Magnésium (%)	1,49±0,001 <sub>a</sub>	0,96±0,002 <sub>b</sub>	0,97±0,002 <sub>b</sub>	1,06±0,001 <sub>c</sub>	1,36±0,001 <sub>d</sub>
Potassium (%)	1,36±0,001 <sub>a</sub>	0,68±0,001 <sub>b</sub>	0,75±0,001 <sub>c</sub>	0,95±0,001 <sub>d</sub>	1,01±0,001 <sub>e</sub>
Sodium (%)	0,64±0,001 <sub>a</sub>	1,56±0,001 <sub>b</sub>	1,44±0,001 <sub>c</sub>	1,31±0,002 <sub>d</sub>	1,10±0,001 <sub>e</sub>
<b>Oligoéléments (%MS)</b>					
Manganèse (%)	1,51±0,001 <sub>a</sub>	0,89±0,001 <sub>b</sub>	0,97±0,001 <sub>c</sub>	1,38±0,001 <sub>d</sub>	1,48±0,14 <sub>a</sub>
Zinc (%)	0,70±0,001 <sub>a</sub>	1,20±0,001 <sub>b</sub>	0,96±0,001 <sub>c</sub>	0,85±0,001 <sub>d</sub>	0,75±0,009 <sub>e</sub>
Cuivre (%)	1,32±0,001 <sub>a</sub>	0,82±0,001 <sub>b</sub>	0,91±0,001 <sub>c</sub>	1,01±0,001 <sub>d</sub>	1,21±0,001 <sub>e</sub>
Fer (%)	0,86±0,001 <sub>a</sub>	0,50±0,001 <sub>b</sub>	0,52±0,001 <sub>b</sub>	0,60±0,001 <sub>c</sub>	0,74±0,001 <sub>d</sub>

*Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différents (p <0,05) ; F<sub>0</sub> :0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> :100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> :75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> :50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> :25% de substitution de tourteau de soja*

#### 4.9 Effets de l'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration sur les performances de croissance des poulets de chair

##### *Evolution des poids vifs des poulets au cours de l'expérimentation*

L'évolution du poids vif des poulets par traitement alimentaire au cours du temps est illustrée par la figure 3 ci-dessous. A la fin de notre expérience, nous avons constaté une augmentation pondérale dans tous les groupes de traitements en fonction du temps. En effet, de la 1<sup>ère</sup> semaine d'essai de la phase de démarrage jusqu'à 3<sup>ème</sup> semaines d'âge de la phase de croissance, aucune différence significative (P>0,05) n'a été notée entre les poids vifs moyens des poussins des différents groupes de traitements alimentaires F<sub>0</sub> (677,8±33,28 %), F<sub>100</sub> (574,3±23,68 %), F<sub>75</sub> (569,9±19,97 %), F<sub>50</sub> (611,6±33,57 %) et F<sub>25</sub> (676,2±32,43 %). A partir de la semaine 4, l'analyse statistique des données révèle une différence significative (P>0,05) entre le poids moyen des volailles du lot témoin F<sub>0</sub> (1433,2±88,62 %) et celui des volailles F<sub>100</sub> (1012,8±37,35 %), F<sub>75</sub> (1058,4±42,06 %) et F<sub>50</sub> (1171,3±52,92 %). Par contre, le poids moyen des volailles témoins F<sub>0</sub> (1433,2±88,62 %) n'est pas significativement différent (P>0,05) du poids moyen des volailles du lot F<sub>25</sub> (1510,5±64,26 %). La semaine 6 de la phase de finition, une différence significative est notée entre le poids moyen des volailles de F<sub>100</sub> (1422,5±24,63 %), F<sub>75</sub> (1588,8±36,59 %) et F<sub>50</sub> (1884,2±79,72 %) en comparaison du témoin F<sub>0</sub> (2110,4±74,54 %). En outre, le poids des volailles du lot témoin F<sub>0</sub> (2110,4±74,54 %) ne présente pas de différence significative (P>0,05) avec le lot F<sub>25</sub> (2162,8±70,10 %).



Les points suivis de lettres différentes au sein de la même semaine sont significativement différents ( $p < 0,05$ )

Figure 3: Evolution du poids vif des poulets par traitement alimentaire au cours du temps

### Gain Moyen Quotidien (GMQ)

Les gains moyens quotidiens (GMQ) obtenus chez les sujets des différents traitements alimentaires sont représentés sur la figure 4 ci-dessous. L'évolution du gain moyen quotidien (GMQ) n'était pas statistiquement différent ( $P > 0,05$ ) entre les différents groupes au cours des trois phases du démarrage à la finition.

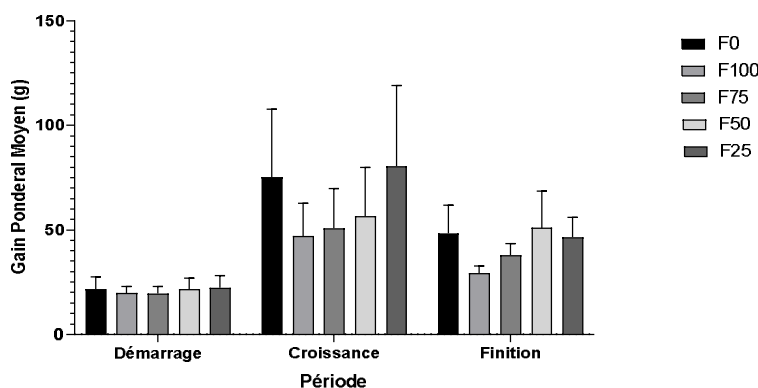


Figure 4 Comparaison de la consommation de tourteaux de cajou en substitution au soja sur le gain moyen quotidien (GMQ) des poulets de chair

### Consommation Alimentaire Individuelle (CAI)

Les consommations alimentaires individuelles (CAI) obtenues chez les sujets des différents traitements alimentaires sont consignées dans le tableau 13. L'incorporation des tourteaux de cajou dans la ration des poulets de chair, n'a pas eu d'effet significatif ( $P < 0,05$ ) sur la consommation des volailles au cours des trois (3) premières semaines d'âge d'expérimentation. A partir de la 4<sup>ème</sup> semaine, l'analyse statistique des données présente une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre la consommation alimentaire individuelle (CAI) des volailles F<sub>75</sub> ( $79,5 \pm 5,23$  g/jr) et celle du témoin F<sub>0</sub> ( $100,47 \pm 4,84$  g/jr). Au cours de la 5<sup>ème</sup> semaine, une différence significative ( $P < 0,05$ ) de la consommation alimentaire individuelle est notée entre les différents lots comparativement aux lots témoin F<sub>0</sub> ( $138 \pm 5,42$  g/jr) qui a la plus forte consommation et le lot F<sub>75</sub> ( $97,37 \pm 4,89$  g/jr) la plus faible consommation alimentaire individuelle. Enfin, les relevés de la 6<sup>ème</sup> semaine expérimentale montre une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre tous les lots expérimentaux et le lot témoin F<sub>0</sub> ( $173,95$  g/jr) qui a la plus forte valeur. En outre, la valeur la plus faible est celle du lot F<sub>75</sub> ( $116,15 \pm 6,05$  g/jr)

Tableau 13 Effet des tourteaux de cajou sur la Consommation Alimentaire Individuelle (CAI)

CAI (g/jr)	semaine 1	semaine 2	semaine 3	semaine 4	semaine 5	semaine 6
F <sub>0</sub> (n=60)	40,66±3,72	74,17±6,82	87,58±4,11	100,47±4,84 <sub>a</sub>	138±5,42 <sub>a</sub>	173,95±5,11 <sub>a</sub>
F <sub>100</sub> (n=60)	39,17±3,65	63,41±5,48	82,27±5,92	85,63±1,58 <sub>a</sub>	101,53±4,66 <sub>b</sub>	116,25±5,65 <sub>b</sub>
F <sub>75</sub> (n=60)	40,17±3,87	64,87±6,29	83,43±6,63	79,5±5,23 <sub>b</sub>	97,37±4,89 <sub>b</sub>	116,15±6,05 <sub>b</sub>

*Effet des tourteaux de cajou (Anacardium occidentale) sur les performances de croissance de ..*

F <sub>50</sub> (n=60)	40,33±3,23	72,9±6,53	91,93±5,94	96,37±2,01 <sub>a</sub>	119,91±4,74 <sub>c</sub>	139,97±8,15 <sub>c</sub>
F <sub>25</sub> (n=60)	39,13±3,44	74,86±6,51	89,08±4,89	107,01±2,15 <sub>a</sub>	134,36±4,29 <sub>a</sub>	154,75±9,06 <sub>d</sub>

*Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même colonne sont significativement différents (p < 0,05) ; F<sub>0</sub> : 0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> : 100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> : 75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> : 50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> : 25% de substitution de tourteau de soja*

**Indice de consommation (IC)**

Les résultats de l'effet des différents traitements alimentaires sur l'indice de consommation alimentaire des poulets de chair sont consignés dans le tableau 14. Les indices de consommation alimentaire des différents groupes obtenus pendant toute l'expérimentation variaient entre 2,453±1,086 et 2,343±0,859. L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les indices de consommation des sujets témoins F<sub>0</sub> et les autres groupes.

Tableau 14 Effet des tourteaux sur l'indice de consommation (IC) alimentaire

IC	Traitements				
	F <sub>0</sub> (n=60)	F <sub>100</sub> (n=60)	F <sub>75</sub> (n=60)	F <sub>50</sub> (n=60)	F <sub>25</sub> (n=60)
Démarrage	2,618±0,122	2,564±0,260	2,667±0,225	2,561±0,198	2,531±0,174
Croissance	1,491±0,793	1,995±0,888	1,887±1,095	1,979±1,095	1,519±0,879
Finition	3,251±1,441	3,487±0,615	2,649±0,498	2,677±1,314	2,978±0,809
Essai	2,453±1,086	2,682±0,837	2,401±0,665	2,406±0,839	2,343±0,859

*F<sub>0</sub> : 0% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>100</sub> : 100% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>75</sub> : 75% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>50</sub> : 50% de substitution de tourteaux de soja ; F<sub>25</sub> : 25% de substitution de tourteau de soja*

**V. DISCUSSION**

Les résultats statistiques des tests biochimiques effectués sur les tourteaux de cajou et de soja de la présente étude ne présentent pas de différences significatives hormis l'énergie métabolisable (EM). L'énergie métabolisable (EM) correspond à la différence entre l'énergie ingérée (énergie brute) et l'énergie qu'on retrouve dans les excréments. Les tourteaux de cajou (4931,45±0,86 Kcal/kg de MS) ont présentés une énergie métabolisable (EM) significativement supérieure à celle des tourteaux de soja (3809,77±60,35 Kcal/kg de MS). La valeur de l'énergie métabolisable (EM) des tourteaux de cajou enregistrée est supérieure à celle de Lacroix [28] qui était de 4883 Kcal/kg de matière sèche au cours de ces travaux sur la noix de cajou et la filière anacarde. En outre, cette valeur reste inférieure à celle de Kouakou *et al.* [29] qui est de 5516 Kcal/kg de matière sèche enregistrée au cours de leur étude sur la noix de cajou en Côte d'Ivoire. 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 [30].

En ce qui concerne les paramètres zootechniques, nos résultats montrent une croissance continue des sujets pour toutes les rations. L'incorporation des tourteaux de cajou en substitution des tourteaux de soja dans la ration a eu un effet significativement différent sur le poids vif (PV) avec le niveau d'inclusion (à partir de 4 semaines d'âge). On a pu observer d'une part, une croissance moins rapide au niveau des lots expérimentaux F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub> et F<sub>50</sub> respectivement : 1422,5 g, 1588,8 g et 1884,2 g en comparaison du lot témoin F<sub>0</sub> (2110,4 g). D'autre part, une croissance rapide pour le lot F<sub>25</sub> (2162,8 g) en comparaison du lot témoin F<sub>0</sub> (2110,4 g). Ces observations sont similaires à ceux de Mukhtar [31] qui, en incorporant les graines de bissap au taux de 0 ; 7,5 ; 15 ; et 22 % dans la ration des poulets de chair avait obtenu une diminution proportionnelle des poids vifs (respectivement 1396,4 g ; 1139,8 g ; 874,8 g et 898,8 g) des volailles par rapport aux témoins. Les poids vifs de la présente étude après les six (6) semaines d'expérimentation sont meilleurs que ceux obtenus par Yo *et al.*, [32] (1424 g) en Côte d'Ivoire sur l'alimentation séparée (céréales graines entières + aliment complémentaire granulé) chez les poulets de chair en climat chaud. De pareils résultats ont été obtenus par Kone [33] au Sénégal et Atakoun [34] chez les poulets de chair au Soudan, les poulets ont pesé respectivement à ces mêmes âges : 1648,26 g et 1780,64 g. Cette différence du poids vif pourrait s'expliquer d'une part, par des facteurs extrinsèques. Notamment, la composition physicochimique des rations alimentaires expérimentales formulées aux cours de ces essais. Ceci serait en accord avec les propos ramenés par Tesseraud et Temim, [35] qui suggèrent que la distribution de régime riche en protéines augmente significativement le gain de poids des poulets, cette amélioration des performances en augmentant la concentration alimentaire en protéines, est

confirmée dans une expérience récente où le taux protéique du régime varie de 10 à 33%, [36]. Et d'autre part, par des facteurs intrinsèques des poulets de chair. Ainsi, la plupart des études réalisées dans ce domaine semblent montrer l'existence d'une variabilité génétique. Selon Rekhis [37], les mâles ont un niveau de croissance supérieur à celui des femelles et il estime cette différence de 10 à 15 % à 42 jours d'âge.

Le gain moyen quotidien (GMQ) des animaux n'a pas présenté de différence significative ( $p < 0,001$ ) au cours des différentes phases de l'expérimentation (démarrage, croissance et finition). Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Dongmo *et al.*, [38], au Cameroun, au cours de leurs essais de farine de sang, de poisson, de poisson et sang combinés dans la nutrition de poulet de chair (GMQ variant entre 19 et 27 g/jr) et de celles obtenues par Sourokou [2] sur les 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*) au Sénégal (28,15 g/j, 26,74 g/jr, 27,83 g/jr et 35,92 g/jr). Cependant, nos résultats sont similaires à ceux de Mukhtar [31] qui est de 32,30 g/jr (de 0 à 42 jours) chez les poulets de chair au Soudan. Par contre, nos résultats restent inférieurs par rapport aux normes Algériennes [39] ainsi qu'aux chiffres enregistrés en France [40], qui sont respectivement de 46,8 g/jour et 51,2 g/jour. Aussi, Sagna [41] a rapporté au Sénégal des GMQ de 77,39 g/jr à 6 semaines d'âge et Atakoun [34] a trouvé  $50,77 \pm 6,69$  entre 3 et 6 semaines d'âge chez les poulets de chair au Soudan. Ces résultats s'expliqueraient par la composition bromatologique des rations formulées. En effet, Lui [42] dans son étude a signifié qu'avec des teneurs en protéine de 120 à 180 g/kg, le GMQ a connu une augmentation de 65,82 à 69,38 g/j chez le poulet de chair après 84 jours d'âge. Étant donné que les protéines sont des constituants structuraux de l'organisme qui participent au renouvellement tissulaire et à la croissance du poulet de chair, une carence en protéines peut influencer les indices de consommation et le gain moyen quotidien des volailles.

L'incorporation des tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair a modifié significativement la consommation alimentaire individuelle (CAI). Dès la 4<sup>ème</sup> semaine de la phase de croissance expérimentale, le lot F<sub>75</sub> (79,5g/jr) a présenté le taux le plus bas significativement en comparaison du lot témoin F<sub>0</sub> (100,47 g/sujet/jr) et en phase de finition, les sujets ayant consommés les rations à base de tourteaux de cajou (F<sub>100</sub>; F<sub>75</sub>; F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>) ont présentés des taux de consommation alimentaire plus faible respectivement : 116,25 ; 116,15; 139,97 et 154,75 g/jr en comparaison du lot témoin F<sub>0</sub> (173,95g/jr). La baisse de la consommation est d'autant plus marquée que le taux d'incorporation est élevé. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Missohou *et al.*, [43], ces derniers ont enregistré une consommation alimentaire de 42,1 g/jr en phase de croissance et 116,1g/j en phase de finition chez les poulets de chair (Cobb 500). Nos résultats sont meilleurs que ceux obtenus par Mukhtar [31] au Soudan chez les poulets de chair de 42 jours d'âge. Les valeurs de la présente étude sont en accord avec la consommation alimentaire (CAI) obtenue par divers auteurs chez les poulets de chair de 3 à 6 semaines d'âge variant de 82,51 à 158,4 g/jr [2]. Ces résultats s'expliqueraient d'une part par la période (la température) d'essai. D'après les propos d'Atakoun [34] au Sénégal, qu'un essai réalisé pendant une période fraîche où la température est basse (25-28 °C) présenterait une différence significative de la consommation alimentaire en comparaison d'un essai mené pendant une période chaude (30-34 °C). D'autre part, par le comportement alimentaire des volailles. En effet, la détection sensorielle qui se traduit par une vitesse et des rythmes de consommation différents, des choix ou un tri particulière variable et par l'acceptation plus ou moins rapide d'un nouvel aliment par la volaille [44]. Des poulets de chair ayant depuis l'âge de 15 jours un choix libre entre du maïs et un aliment complémentaire consomment une proportion de ce dernier qui varie de 27 à 37 % selon la forme physique respective des deux aliments [45].

Les tourteaux de cajou en substitution des tourteaux de soja dans l'alimentation des poulets de chair n'ont pas eu d'effet significatif sur l'indice de consommation (IC) respectivement en comparaison du témoin. Les IC de la présente étude ont variés entre 2,34 et 2,68. Ces indices sont légèrement supérieurs à ceux obtenus par Diomandé *et al.*, [27] qui ont obtenus des indices variant de 2,3 à 2,4 chez des poulets de chair nourris à la farine animales en Côte d'Ivoire et de Javid *et al.*, [46] qui rapportent chez la souche Arbor Acres un indice de consommation de 2.17 avoisinant celui de la souche Isa 15. Nos résultats sont en accord avec ceux de Ouedraogo *et al.*, [47] et d'Atakoun [34] qui ont obtenus respectivement des indices de consommation variant de 2,3 à 2,7 et de 2,4 à 2,7 pour des essais de farines animales et végétales dans les rations de poulet de chair. Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Sourokou [2] avec des IC variant de 2,7 à 3,5 chez les poulets de chair. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les indices de consommation diminuent lorsqu'augmente la teneur en protéines des aliments et augmentent en finition lorsque la teneur en protéines diminue [48]. Les éléments qui interfèrent sur l'indice de consommation sont : la qualité du poussin, la qualité de l'aliment, les conditions d'élevage et la qualité du suivi zootechnique et vétérinaire [49]

## VI. CONCLUSION

L'étude a montré que la substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou dans l'alimentation des poulets de chair a eu un impact significatif sur les performances de croissance des animaux avec le niveau d'inclusion en phase de croissance. En effet, le lot expérimental F<sub>25</sub> (2162,8 g) a présenté le

meilleur poids vif au cours des six (6) semaines d'expériences en comparaison au lot témoin F<sub>0</sub> (2110,4 g). Les gains moyens quotidiens (GMQ) obtenus au cours de l'essai pour chaque lot (F<sub>0</sub>, F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub>, F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>) étaient respectivement de : 48,46 ; 32 ; 36,02 ; 43,13 et 49,71 g/jour et l'indice de consommation (IC) comprise entre 2,34 et 2,68 n'ont pas été significativement différents au cours des trois phases (démarrage, croissance et finition). Ce qui signifie que les sujets ayant reçus l'aliment à base des tourteaux de cajou ont sus valorisé leur aliment au même titre que les sujets témoins. Par contre, la consommation alimentaire individuelle (CAI) des lots expérimentaux en comparaison au lot témoin a présenté une différence significative dès la 4<sup>ème</sup> semaine d'âge (phase de croissance). Ainsi, la ration F<sub>25</sub> a été la plus appréciée au cours de la phase de démarrage et de croissance avec respectivement une CAI de 74,86 et 107,01 g/jr contre 74,17 et 100,47 g/jr. En revanche, la ration témoin F<sub>0</sub> (173,95 g/jr) été la plus consommée en phase de finition contrairement aux rations a base de cajou (F<sub>100</sub> ; F<sub>75</sub> ; F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>) qui ont enregistré respectivement : 116,25 ; 116,15; 139,97 et 154,75 g/jr.

En somme, les tourteaux de cajou peuvent de ce fait substitués aux tourteaux de soja à plus de 25 % dans la ration des poulets de chair. Ceci pourrait ajouter de la valeur à la filière mais aussi réduire le coût de production des aliments de poulet en Côte d'Ivoire. En outre, des études complémentaires sont nécessaires pour mieux valoriser les tourteaux de cajou. Ce sont entre autres l'évaluation de leurs toxicités et leurs impacts sur les paramètres biochimiques sanguins et hématologiques des poulets de chair.

## REFERENCES

- [1]. Bebay C.E. Première évaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l'Ouest: synthèse des rapports nationaux (Bénin, Cameroun, Mali, Niger, Sénégal, Togo). Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture : Rome, 2006, 47 p.
- [2]. 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.
- [3]. Bruinsma J., 2003. World Agricultural : Towards 2015/2030, An FAO Perspective, Rome, FAO, Earthscan, 432p.
- [4]. Mankor A., 2009. Evolution du secteur de l'élevage ouest africain, consommation urbaine de viandes en Afrique de l'Ouest : l'exemple de Dakar. Grain de Sel, p.16-17
- [5]. FAO/WHO, 1991. Energy and protein requirements. PAG Bulletin 5, PAG, New York, pp: 30-35
- [6]. Ruttan, V. W., 2002. Productivity Growth in World Agriculture, Journal of Economic Perspectives, 16 (4), pp. 161-184.
- [7]. Tacher, G. & Letenneur, L. 2000. Le secteur des productions animales en Afrique subsaharienne, des indépendances à 2020. II. Approche des échanges par zones sous-régionales. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 52(1): 27-36.
- [8]. FIRCA, 2011. Acte8 la filière avicole ; N°8 du 2ème trimestre 2011. [http://www.firca.ci/images/sw\\_journaux/09052013143535.pdf](http://www.firca.ci/images/sw_journaux/09052013143535.pdf). Consulté le 10 mai 2014.
- [9]. Essoh A.F., 2006. Les importations de viandes de volaille et la filière avicole en Côte d'Ivoire de 1999 à 2003. Thèse de Doctorat de l'École Inter-états des sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar (Sénégal), 153p.
- [10]. MIRAH (Ministère des Ressources Animales et halieutiques)/ Direction de la planification et des programmes, 2013. Production, Importation et Consommation de 2005 à 2013. Données statistiques, Côte d'Ivoire.
- [11]. Doumbia F., 2002. L'approvisionnement en intrants de la filière avicole moderne au Sénégal. Thèse: Médecine. Vétérinaire : Dakar, 75p.
- [12]. Larbier M., & Leclercq B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Paris : INRA Edition. - 352p. [13] 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.
- [13]. 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.
- [14]. 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
- [15]. Bceom, (1982). – Bassin de régulation et réseau d'assainissement de la riviera. Rapport d'étude 66p.
- [16]. 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
- [17]. AOAC (1990). Official methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemistry, 15<sup>th</sup> Edition, Washington DC.
- [18]. 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. [20] 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]. Pajo 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 by Wageningen, 2nd edition: 1-13.
- [23]. Sall B., 1990. Contribution a l'étude des possibilités d'amélioration de la production en aviculture traditionnelle: mesure du potentiel de la race locale et des produits d'un croisement améliorateur. MSc. thèses, Institut National de Développement Rural, St. Louis, Sénégal.-32
- [24]. Loul S., 1998. Alimentation discontinue ou séparée en céréales chez les poulets de chair en zone tropicale. La Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar(Sénégal) n°19, 69p.
- [25]. Diomandé M., Koussemon M ., Allou K.V. & Kamenan A., 2008. Effect of snail (Achatina fulica) meal broiler production and meat sensorial quality, Livestock Research for Rural Development, 20 (12), 2p.

- [26]. 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 financement GTZ/GFA, 33p.
- [27]. 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
- [28]. 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
- [29]. Mukhtar, A.M. 2007. The Effect of feeding rosella (Hibiscus sabdariffa) seed on broiler chick's performance. Research Journal of Animal and Veterinary Science, 2: 21-23
- [30]. Yo T., M.Picard, H. Guerin, P.Dauvilliers., 1994. Alimentation séparée (céréales graines entières + aliment complémentaire granulé) chez les poulets de chair en climat chaud ; .Revue Elev. Méd.vét. Pays trop., 47 (3) : 319-327.
- [31]. Kone A. 2010. Effets de l'incorporation du tourteau de neem (azadirachta indica a. juss) a faibles doses dans l'aliment et dans la litiere sur les performances zootechniques et l'état sanitaire du poulet de chair. Thèse: Méd.Vét. : Dakar ; 03
- [32]. Atakoun D. F., 2012. Performances zootechnico-économiques des poulets de chair nourris aux rations a base de farine de graines d'hibiscus sabdariffa l. (bissap) au Senegal
- [33]. Tesseraud.S et Temim.S, 1999. - modification métaboliques chez le poulet de chair en climat chaud : conséquences nutritionnelles, INRA production animal, 12, 353-363, 1999.
- [34]. [36] Tesseraud.S Temim.S, Chagneau A.M, Guillaumin.S, Michel.J, Peresson.R, 2000. - Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens, Poultry. Science, in press.
- [35]. Rékhis J., 2002. Nutrition avicole en Afrique du Sud-Rivonia : SPESFEED-324p- (traduction de l'anglais)
- [36]. Dongmo T., Ngou N.J.D. & Pouille D.M.J., 2000. Utilisation de quelques farines animales locales dans l'alimentation du poulet de chair, Tropicultura. 18 (3), 122-125.
- [37]. Yazid M., 2016. Indicateurs technico-économiques de la production du poulet de chair dans la région d'Ain touta. Université Batna 1 Institut des Sciences Vétérinaires et des Sciences Agronomiques : Production Animale ; Aviculture. Algérie. 83pp.
- [38]. ITAVI. (2013): Situation de la production et des marchés avicoles. www.itavi.asso.fr visité le 11/09/2013
- [39]. Sagna R. F., 2010. Essai de substitution du tourteau d'arachide par le tourteau de neem (Azadirachta indica A. Juss) sur les performances en vif et en carcasse du poulet de chair. Thèse: Méd.Vét. : Dakar ; 13
- [40]. Liu SK, Niu ZY, Min YN, Wang ZP, Zhang J and al. Effects of dietary crude protein on the growth performance, carcass characteristics and serum biochemical indexes of Lueyang black-boned chickens from seven to twelve weeks of age. Braz J. Poultry Sci, 2015; 17(1): 103- 108.
- [41]. Missohou A. Ndiaye S. Assane M., 1996. Growth performance and carcass traits in broilers : comparison among commercial strains in Senegal. Actes Inst. Agron. Veto , Vol. 16 (3): 5-9
- [42]. Picard M., Melcion J.P., Bouhot C. Et Faure J.M., 1997. Picorage et préhensibilité des particules alimentaires chez les volailles. INRA Prod. Anim, 10: 403-414.
- [43]. Yo T., Vilariño M., Faure J.M. Et Picard M., 1997. Pecking in young chickens: new techniques of evaluation. Physiol. Behav, 61 : 803-810.
- [44]. Javid I., Ashgar A.M., Tanveer A., Shamsul H., Sohail H.K. (2012): Comparative performance of different economic traits of four imported broiler strains under local conditions of Pakistan. Pakistan J. Agr. Res, 25(1): 76-82.
- [45]. Ouedraogo B., Gnanda I.B., Sanfo R., Zoundi S.I. & Bayala B., 2015. Etude comparative des performances réalisées avec l'incorporation de la farine de co-produits de volaille et la farine des asticots dans des rations de poulets de chair au Burkina-Faso, Revue. Ivoirienne Sciences Technologiques 25, 148-161.
- [46]. Relandeau C. Et Le Bellego., 2005. Revue AJINOMOTO animal nutrition : Besoin du poulet de chair en acide aminés: revue sur la lysine, la thréonine et les autres acides aminés 31.
- [47]. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. (2012) : Avant-projet d'une charte de qualité et pacte de croissance encadrant et engageant les activités des professionnels de la filière avicole pour la structuration et la modernisation de l'aviculture nationale. www.miniagri.dz visité le 19/04/2013



(RESEARCH ARTICLE)



## Effect of cashew meal (*Anacardium occidentale*) on organ yields and organoleptic characteristics of broiler meat in Côte d'Ivoire

Fofana Daouda, Ouattara Abdoulaye and Diomande Masse \*

*Department of Biochemistry and Microbiology, Agrovalorisation Laboratory, Agroforestry Unit, Jean Lorougnon Guédé University, Côte d'Ivoire.*

International Journal of Science and Technology Research Archive, 2023, 04(01), 244–254

Publication history: Received on 24 January 2023; revised on 04 March 2023; accepted on 07 March 2023

Article DOI: <https://doi.org/10.53771/ijstra.2023.4.1.0045>

### Abstract

The aim of this study is to valorise cashew oilcake in broiler feed. Cashew oilcake is used in the formulation of five (5) feed rations: 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) for broiler chickens. Five (5) batches of 60 chicks (Cobb 500) of 5 days of age and not sexed were fed the 5 diets (F0, F100, F75, F50 and F25) for 6 weeks. Five (5) chickens per batch were slaughtered to determine carcass characteristics, organ weights and organoleptic evaluation. The incorporation of cashew oilcake in the poultry diet significantly ( $P < 0.05$ ) modified the carcass yield of the broilers. Lot F25 showed the best yield with 86.66%, followed by the control lot F0 (84.01%), then lot F50 (78.65%), lot F75 (77.03%) and finally lot F100 (73.43%). In contrast, organ yields (liver, gizzard, heart, lung and intestine) and abdominal fat of the experimental chickens did not differ significantly from the controls. The formulated experimental rations had no depressive effects on organ development with a very low mortality rate (1.67-3.33%).

Organoleptically, the colour of the meat of batches F50 and F25 was judged to be white in agreement with the control batch F0, in contrast to batches F75 and F100, which were judged by the panelists to be neither red nor white and red respectively. Secondly, the meat of the chickens fed with the F100, F75 and F25 rations was judged more succulent respectively with a score of 4/5; 3.9/5 and 3.74/5 by the panel compared to the F0 control (3.19/5). In addition, the panel judged the meat from batches F100 and F75 to be less tender with scores of 2.77/5 and 3.35/5 respectively, and those from batches F50 (3.97/5) and F25 (4.48/5) to be more tender compared to the control batch F0 (3.81/5). Overall, the meat from the five (5) lots was judged good by all consumers. However, the meat from the batches of poultry that consumed cashew cake-based rations was much more appreciated by the panelists, especially batch F25. In sum, cashew oil cakes can be used in broiler feed.

**Keywords:** Broiler; Cashew; Organoleptic; Cashew cake; Cashew nuts

### 1 Introduction

Broiler productivity has improved dramatically, thanks to concomitant advances in husbandry, nutrition, genetics and veterinary medicine. These advances have resulted in a significant reduction in age at slaughter [1]. Poultry is an important part of the human diet. It is a relatively cheap and good quality dietary product, rich in protein and low in fat [2]. Global demand for poultry meat continues to grow strongly, resulting in a very dynamic global market. And because of the population growth in West Africa, animal production remains insufficient to meet the population's need for animal protein [3]. Poultry farming currently occupies a prominent place in development and poverty reduction strategies in most developing countries [4]. Côte d'Ivoire is an agricultural country with a fairly diverse climate. In less

\* Corresponding author: Diomande Masse

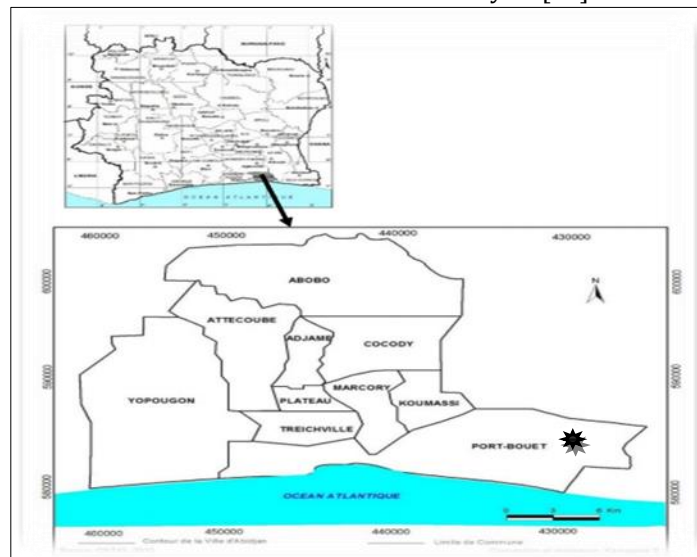
than 20 years, Côte d'Ivoire has moved from entirely traditional production to increasingly modern production [5]. The primary meat production in Côte d'Ivoire is poultry meat, mainly chicken meat. Poultry meat is important in human nutrition as it provides an interesting protein intake for a low fat content. However, depending on the species or muscle considered, these proportions differ, as do other constituents such as vitamins, fatty acids or mineral elements, which may also vary according to the authors and the analysis methods used. Thus, each meat has its own nutritional characteristics, which are sometimes more or less similar between species [6]. The demands and evolution of the poultry production market require greater control of the quality and characteristics of the products: relative share of the different parts of the carcass, proportion of fat, quality of the meat, etc. These can be affected by different factors of variation that can be either intrinsic to the animal (species, type of muscle, sex, genetic selection and age at slaughter) or extrinsic (feed, rearing, transport, slaughter and technological treatment conditions) [7]. Thus, one of the major concerns of the poultry industry is to provide meat of consistent and high quality in terms of colour, texture, flavour and juiciness. The two most important parameters are appearance and texture (which determine consumer acceptability or rejection). However, juiciness and flavour remain extremely important in determining quality [7]. It is within this framework that the present study proposes to determine the organoleptic profile of broilers fed with cashew cakes. Specifically, it will aim to:

- Determine the impact of cashew oilcake on the organoleptic performance of broilers;
- Evaluate the impact of cashew oilcake on the organoleptic profile of broiler meat.

## 2 Material and methods

### 2.1 Presentation of the study area

The study area belongs to the city of Abidjan, the economic capital of Côte d'Ivoire, located in the south of the country. The city of Abidjan lies between latitudes 4°10 and 5°30 North and longitudes 3°50 and 4°10 West [8]. The study area is subject to a humid equatorial climate with coastal facies [9]. It is characterised by a transitional climate (Attean climate) which is subdivided into four essential seasons in the annual cycle [10].



**Figure 1** Location of the study area, city of Abidjan

### 2.2 Biological materials

#### 2.2.1 Plant material

The plant material consisted of declassified cashew kernels collected in an industrial cashew nut processing unit "Eburnie" based in Abidjan zone 3 in Côte d'Ivoire. And soybean cake purchased commercially from a company called "KENZ" based in Abidjan.

### 2.2.2 Animal material

The animal material consisted of three hundred (300) unsexed one-day-old broiler chicks of the Cobb500 strain. Divided into five (5) batches of 60 chicks each and fed with different formulated rations.



A) Cashew nuts

B) Soya cake

**Figure 2** Cashew and soya cake

## 2.3 Methods

### 2.3.1 Formulation of chicken starter rations

The feed rations consisted of maize meal, fish meal, bi-calcium phosphate, vitamin complex (TNH), salt, shellfish, Fysal-MP and Toxo-XL. In addition to these ingredients, the rations are composed of 30% soybean meal and 0% cashew meal for F0; 0% soybean meal and 30% cashew meal for F100; 7.5% soybean meal and 22.5% cashew meal for F75; 15% soybean meal and 15% cashew meal for F50 and 22.5% soybean meal and 7.5% cashew meal for F25 as presented in the following table:

### 2.3.2 Formulation of chicken growth rations

The feed rations are made up of maize meal, fish meal, bi-calcium phosphate, vitamin complex (TNH), salt, shellfish, Fysal-MP and Toxo-XL. In addition to these ingredients, the rations are composed of 28% soybean meal and 0% cashew meal for F0; 0% soybean meal and 28% cashew meal for F100; 7% soybean meal and 21% cashew meal for F75; 14% soybean meal and 14% cashew meal for F50; and 21% soybean meal and 7% cashew meal for F25, as presented in the following table.

### 2.3.3 Formulation of chicken finishing rations

The feed rations consist of maize meal, fish meal, vitamin complex (TNH), salt, shellfish, Fysal-MP and Toxo-XL. In addition to these ingredients, the rations are composed of 26% soybean meal and 0% cashew meal for F0; 0% soybean meal and 26% cashew meal for F100; 6.5% soybean meal and 19.5% cashew meal for F75; 13% soybean meal and 13% cashew meal for F50 and 19.5% soybean meal and 6.5% cashew meal for F25 as presented in the following table:

### 2.3.4 Determination of the physico-chemical constituents of the oilcake

The dry matter content of the oilcake (cashew and soybean) and of the rations formulated with oilcake (cashew and soybean) was determined according to the method [11]. Then, the dry matter content was calculated according to the following formula:  $DM = 100 - TH$  with DM: dry matter content; T H: moisture content. The ash content of oilcake (cashew and soybean) and oilcake-based rations (cashew and soybean) was determined according to method [11]. The method described by Dufour et al [12] allows the determination of the pH of the oil cakes (cashew and soybean) and of the rations formulated with these oil cakes (cashew and soybean). Indeed, 20 g of the powder are diluted in 200 ml of distilled water. This solution was stirred at room temperature (28 °C) for 30 min and then centrifuged at 600 rpm for 15 min. The pH of the supernatant was measured using a pH meter. The lipids contained in the oilcake (cashew and

soybean) and the rations formulated with oilcake (cashew and soybean) were determined according to the method [13]. The protein content of the oilcake (cashew and soybean) and the different rations formulated with oilcake (cashew and soybean) is determined according to the Kjeldahl method [13]. The crude cellulose content was determined by the Weende method, which consists of two successive hydrolyses [14]. Crude fibre or insoluble fibre consists of cellulose, some hemicelluloses and lignin. The crude fibre content of oil cakes (cashew and soybean) and of different rations formulated with oil cakes (cashew and soybean) is determined according to the method [11].

### 2.3.5 Calculation of carbohydrate content

The carbohydrate content in relation to the dry matter is determined by the method [15]. The calculation is done with the determined values of protein, fat, ash and fibre. The formula used is as follows:

$$\text{Carbohydrate (\% DM)} = 100 - [\text{prot (\% DM)} + \text{lip (\% DM)} + \text{fibre (\% DM)} + \text{ash (\% DM)}]$$

prot: protein ;lip: lipid

### 2.3.6 Calculation of the energy value

The most commonly used way of expressing the energy value in monogastric feeds is the metabolisable energy. It is expressed in kcal / kg feed. For poultry in particular, the evaluation of energy value is done by the EMAN. Many prediction equations have been established by different authors [16] and [17] based on the analytical parameters of the product. In this work, we used the formula of Sibbald [16] for mixtures and those of Janssen [17] for raw materials, These formulas are as follows:

### 2.3.7 Mixture

$$\text{EM (kcal / g DM)} = 3.951 + 0.0544 \text{ MG} - 0.0887 \text{ CB} - 0.0408 \text{ MM}$$

### 2.3.8 Raw materials

cashew meal / soybean

$$\text{ME (kcal / kg DM)} = (1242 + 25.50 \text{ MG} - 25.47 \text{ BC}) / 0.418$$

### 2.3.9 Conduct of the experiment

**Table 1** Prophylaxis plan

Age (day)	Operations	Products
1	Vaccination against Newcastle disease	IMOPEST (hatchery) HB1 (beak dipping)
2	Prevention of post-vaccination reactions and stress	Anti-stress (drinking water), sugar water
5-8	Treatment for coccidiosis and vitamin therapy	Vetacoxes and Amin 'total (drinking water)
14	Gumboro disease vaccine reminder	HipraGumboro (drinking water)
16	vaccination against pseudo-avian plague or Newcastle disease	sota (drinking water)
16-18	Treatment of susceptible diseases	Tyldox (drinking water)
20-23	Prevention of stress in chickens	Coli-terravet (drinking water)
24	Reminder vaccination against pseudo avian plague or Newcastle disease	sota (drinking water)
29-30	Coccidiosis vaccine	Superhipracox (drinking water)

It is based on the principle of "single-band" rearing, consisting of the management of sub-lots of animals of the same age, species and production type. The three hundred (300) chicks are then fed with commercial feed (IVOGRAIN) for 4 days at a density of 10 birds/m<sup>2</sup>. At start-up, the chicks are weighed individually to determine their average weight and make the batches homogeneous. The chicks were then randomly divided into five (5) batches according to the experimental rations formulated. From day 5 onwards, each group of chicks will be fed with the experimental rations (F0, F1, F2, F3 and F4) until the 7th week. The quantities of feed served and the refusals are weighed to deduce the consumption. Weighing will then be done weekly and individually using a precision mechanical scale from week 2 onwards.

### 2.3.10 Sensory analysis of meat

#### 2.3.10.1 Composition of the evaluation panel

The tasting panel was made up of randomly selected individuals, both male and female, ranging in age from 12 to 40+ years.

#### 2.3.10.2 Preparation of the samples

Four (4) randomly selected chickens per batch were slaughtered and the legs, wings and breasts were cut up. These pieces were pooled by batch and marinated for a few minutes without the addition of any ingredients.

#### 2.3.10.3 Description of the sensory evaluation

The sensory evaluation was carried out according to the hedonic method, which concerns the study of preferences and aversions of consumers, users or customers [18]. The aim of our sensory test was to compare the meat of poultry fed with our different rations formulated with oil cakes (cashew and soya). It took place in a room set up for sensory testing. The taste, colour, texture and smell were followed by an overall assessment of the different pieces of thighs, wings and breasts. The panel used cards to be filled in by marking the number corresponding to the sample tested on a scale from 1 to 5 according to the five assessment criteria, taste (very bland, bland, neither juicy nor bland, juicy, very juicy), smell (very unpleasant, unpleasant, neither unpleasant nor pleasant, pleasant, very pleasant), texture (very firm, firm, neither tender nor firm, tender, very tender), colour (very red, red, neither white nor red, white, very white) and overall assessment (very bad, bad, neither good nor bad, good, very good). Thus, the people who received the samples of cooked meat were able to mark the number corresponding to their appreciation of the taste, colour, texture and smell of the different pieces according to an evaluation form (Table2).

**Table 2** Tasting sheet

Age :	12 - 18	19 - 30	31 - 40	40 et +	SEX	CODE:
Check						
Description	Colour intensity					
	(1) Very red	(2) red	(3) Neither red - nor white	(4) white	(5) Very white	
Check						
Description	The texture					
	(1) Very firm	(2) firm	(3) Not soft - not firm	(4)Tendre	(5) Very tender	
Check						
Description	Taste					
	(1) Very bland	(2) bland	(3) Not juicy - not bland	(4)J Juicy	(5) Very Juicy	
Check						
Description	The smell					
	(1) Very unpleasant	(2) Disagreeable	(3) Neither pleasant - nor unpleasant	(4) Pleasant	(5) Very pleasant	
Check						

Description	Overall assessment				
	(1) Very bad	(2) Bad	(3) No good - no bad	(4) Good	(5) Very good
Check					

### 2.3.11 Data processing and statistical analysis

The different data obtained were recorded and processed in the Microsoft Excel spreadsheet. The comparison of the means between the different food treatments was carried out by the Turkey test used for the analysis of variance (ANOVA) using GraphPad Prism 8.4.3 (686) software. Comparisons were considered significant when p-values were less than 0.05.

## 3 Results

### 3.1 Physico-chemical composition of cashew and soybean meals

The analysis of the physicochemical composition of cashew and soybean meals does not show a great variability between the two sources (Table 3). Apart from metabolizable energy (ME), the statistical analysis for the Turkey test reveals no significant difference ( $p < 0.05$ ) between the different parameters evaluated.

**Table 3** Comparison of the chemical composition of cashew and soybean meals (%MS)

Variables	Cashew nuts (n=3)	Soybean meal (n=3)
Protein (%)	34.62±0.72	44.4±0.28
Fat (%)	33.14±0.02	17.49±0.43
Fibre (%)	4.01±0.01	3.45±0.07
Ash (%)	4.18±0.04	6.33±0.02
Cellulose (%)	1.01±0.04	3.755±0.56
Moisture (%)	8.23±0.01	9.48±0.24
Dry matter (%)	91.77±0.01	90.52±0.24
Carbohydrate (%)	23.05±0.82	24.57±0.25
EM (Kcal/kg)	4931.45±0.86a	3809.77±60.35b

Means followed by different letters within the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ); EM= metabolizable energy

### 3.2 Effect on carcass and organ characteristics

Table 4 presents the results of the effect of cashew oilcake incorporation in the experimental feed rations on the carcass and organ characteristics of broilers after six (6) weeks of age. Statistical analysis revealed that the carcass weight of the F0 control lot (84.001%) showed a significant difference ( $P < 0.05$ ) with the other experimental lots. On the other hand, the incorporation of cashew cakes in the feed did not result in any significant difference in the performance of the different organs, i.e. lungs, liver, gizzard, heart, abdominal fat and intestines.

**Table 4** Effect of cashew oilcake on broiler organs and carcass

Yield (%)	F <sub>0</sub>	Treatments			
		F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
Carcass	84.01±0.91 <sub>a</sub>	73.43±1.90 <sub>b</sub>	77.03±3.67 <sub>c</sub>	78.65±6.66 <sub>d</sub>	86.66±1.24 <sub>e</sub>
Lungs	0.62±0.18	0.51±0.05	0.48±0.11	0.50±0.13	0.38±0.004
Liver	2.21±0.27	2.24±0.19	2.04±0.49	1.98±0.01	1.88±0.25
Gizzard	3.27±0.09	4.50±0.82	3.91±0.48	3.39±0.33	3.56±0.74

Heart	0.6±0.04	0.64±0.08	0.53±0.06	0.49±0.11	0.55±0.07
Abdominal fat	0.79±0.11	1.63±0.19	1.33±0.46	1.15±0.28	0.84±0.03
Intestin	5.64±0.48	7.39±1.34	5.92±1.99	4.84±0.78	5.99±0.31

Means followed by different letters within the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ); F0:0% substitution of soybean meal; F100:100% substitution of soybean meal; F75:75% substitution of soybean meal; F50:50% substitution of soybean meal; F25:25% substitution of soybean meal

### 3.3 Effect on mortality rate

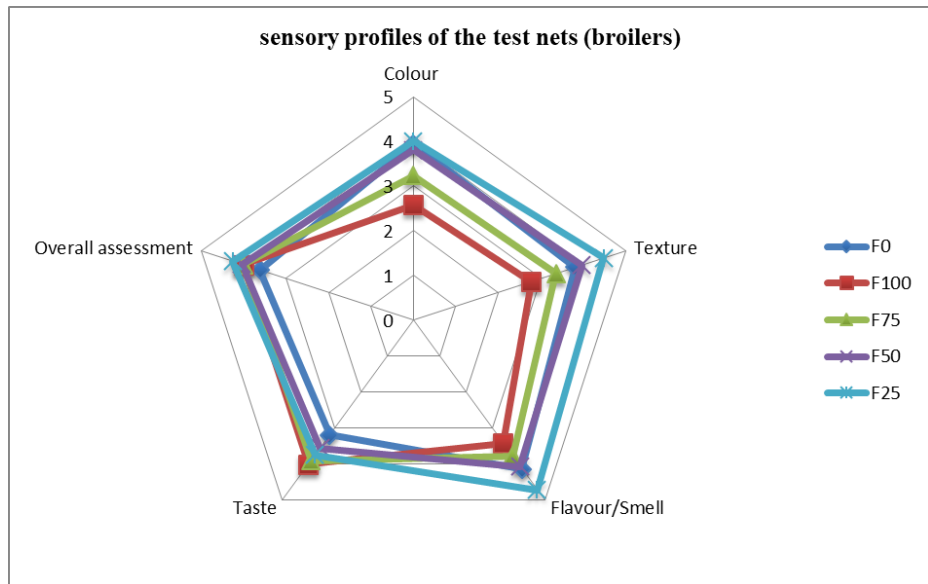
The mortality rate of the birds during the experiment is presented in Table 5. The overall mortality varied between 1 and 3 at the end of our experiment. Compared to the F0 control, the mortality rate was different or comparable in the different batches.

**Table 5** Effect of incorporating cashew oilcake in the feed ration on mortality rate

Treatments	Mortality rate (%)				
	F0 (N=60)	F100 (N=60)	F75 (N=60)	F50 (N=60)	F25 (N=60)
Start-up	3	2	1	2	1
Growth	1	0	0	0	0
Finish	0	0	0	0	0
Total death	3	2	1	2	1
Mortality rate (%)	5	3.33	1.67	3.33	1.67

F0:0% substitution of soybean meal; F100:100% substitution of soybean meal; F75:75% substitution of soybean meal; F50:50% substitution of soybean meal; F25:25% substitution of soybean meal; N=number of chickens

### 3.4 Effect on the sensory profile of poultry meat



**Figure 3** Effect of incorporating cashew oilcake in the broiler ration on the sensory profile of the meat

The results of the sensory evaluation of broiler meat are presented in Figure 3. The sensory profiling of chicken meat revealed a significant effect ( $P < 0.05$ ) of the incorporation of cashew oilcake in the rations on the different parameters evaluated. Indeed, during the evaluation, the intensity of colour of the meat from batches F100 (2.58) and F75 (3.23) was judged by the panel to be less white than the F0 control (3.94) but their texture was judged to be neither tender nor firm: 2.77 and 3.35 respectively. However, the meat from lot F25 was judged to be more tender with a better flavour: 4.48 and 4.71 respectively compared to the F0 control (3.81). In addition, meat from lot F100 (4) was judged by the

panel to have the best taste. In sum, the meat from the batches of poultry that consumed the rations containing cashew cakes was more appreciated compared to the control.

#### 4 Discussion

The statistical results of the biochemical tests carried out on cashew and soybean meals in the present study are not significantly different, except for the metabolizable energy (ME). Indeed, the metabolizable energy of cashew oilcake ( $4931.45 \pm 0.86$  Kcal/kg DM) recorded is significantly higher than that of soybean oilcake ( $3809.77 \pm 60.35$  Kcal/kg DM). The metabolizable energy (ME) value of the present study of cashew oilcake is higher than that of Lacroix [19], which was 4883 Kcal/kg dry matter during his work on cashew. In addition, this value remains lower than that of Kouakou et al [20], which was 5516 Kcal/kg dry matter in their study. This disparity in the metabolizable energy of cashew meal can be explained by the cashew oil extraction technique. Indeed, the crushing process used to recover the oil has an impact on the crude energy contained in the meal, taking into account the residual lipid dependence of the metabolizable energy [21].

The incorporation of cashew oilcake in the poultry diet significantly ( $P < 0.05$ ) modified the carcass yield of broilers. Lot F25 showed the highest yield with 86.66%, followed by the control lot F0 (84.01%), then lot F50 (78.65%), lot F75 (77.03%) and finally lot F100 (73.43%). The carcass yields obtained in the present study are better than those obtained by Kana et al [22] (70.95-73.51%) in their work on the zootechnical performance of broiler chickens fed a diet based on cassava residues supplemented with spirulina (*Spirulina platensis*). The results obtained are similar to those obtained by Diomandé et al [23] (64-94%), these authors having worked on the incorporation of snail meal (*Achatina fulica*) in broiler rations in Côte d'Ivoire. These results could be justified by the variable rate of metabolizable energy of the different rations used in the different experiments.

As for the organs (liver, gizzard, heart, lungs and intestine) and abdominal fat of the chickens fed the different diets formulated with cashew oilcake, no significant difference ( $P < 0.05$ ) was found compared to the control lot. This result could indicate that the incorporation of cashew oilcake in the poultry feed did not have depressive effects on their development. The lack of difference between the organ weights of the experimental and control batches indicates that the ingredients used do not appear to pose a health hazard to the chickens. Indeed, these organs play an important role in the detoxification of toxic feed by-products and in the grinding of feed [24]. According to [25], the increase in liver weight may be related to the need for this organ to increase its efficiency in detoxification of toxic by-products. The liver is generally the organ most affected during a toxic attack and this is accompanied by hepatomegaly according to Raharimalala [26].

Furthermore, at the organoleptic level, the sensory test of the meat of the broilers carried out by the panel reveals that the colour of the meat of the F50 and F25 batches is white in agreement with the F0 control batch. In contrast to the control lot F0, the meat of the subjects of lots F75 and F100 were judged by the panelists as being neither red nor white and red respectively. This means that cashew oil cakes modify the colour of broiler meat, which is classified as white meat. This colouring is even more accentuated with the degree of incorporation of the oil cakes in the ration. These results are contrary to those of Diomandé et al [23], who showed no impact of snail meal on the colour of broiler meat. This change in meat colour could be due to the acidity of the cashew meal. Indeed, the shell surrounding the cashew kernel contains a liquid called balsam which is very acidic and can therefore influence the degree of acidity of the oilcake [27].

The juiciness or succulence characterises the exudation capacity of the meat at the time of tasting. It is the most important factor influencing the water retention capacity of the muscle [28]. The water retention capacity influences the juiciness of the meat [29]. It reflects the binding strength between water and proteins in the muscle fibre. Water retention depends on the spatial structure of the muscle fibre proteins. The results obtained in the sensory evaluations of this trial show that the meat of the chickens fed F100, F75 and F25 rations was judged more succulent with a score of 4/5; 3.9/5 and 3.74/5 respectively by the panel compared to the F0 control (3.19/5). It can therefore be stated that the incorporation of cashew cakes in the ration would modify the juiciness of the poultry meat. According to [30], juiciness, or the impression of juice release during chewing, is related to the amount of free water remaining in the meat and to the secretion of saliva stimulated mainly by lipids, and it varies with the water retention capacity of the meat.

The texture of the meat is represented by its tenderness or firmness. Tenderness is the ease with which a meat can be sliced and chewed, the opposite of hard or firm meat that is difficult to chew. Several authors have shown that tenderness is the most important sensory quality for the meat consumer [31]. The panel judged the meat of the F100 and F75 batches to be less tender, with scores of 2.77/5 and 3.35/5 respectively, compared to the control batch F0



(3.81/5). In addition, the meat of birds from batches F50 (3.97/5) and F25 (4.48/5) was judged more tender compared to the control batch F0. These results are superior to those obtained by Gnakri et al [32] in their study on body growth and organoleptic quality of meat from broiler and African chicken and their crossbreeding (Ivory Coast). The incorporation of cashew cakes would modify the texture of chicken meat. These results are in agreement with those of Diomandé et al [23] who indicated that snail meal would increase the firmness of chicken meat.

Flavour, which is the set of olfactory and gustatory perceptions perceived when consuming a product [33], is determined by the chemical composition and the changes made to the meat during maturation and subsequent cooking [34]. The flavour of the meat from batches F50 and F25 was judged to be pleasant and that of batch F100 and F75 was judged (neither pleasant nor unpleasant) in comparison to the control batch. Cashew oilcake is believed to contain aromatic compounds that are transferred to the chicken meat during metabolism. These results confirm those of Diomandé et al [23] who showed that the smell of animal meal is found in the meat of animals that have consumed it.

Overall, the meat from the five (5) batches was judged good by all consumers. However, the meat from the batches of poultry that had consumed cashew meal-based rations was much more appreciated by the tasters, particularly batch F25. The different assessments of the panel of tasters are probably a function of their dietary habits [35].

---

## 5 Conclusion

At the end of this study, it was found that the incorporation of cashew oilcake in the poultry feed significantly modified the carcass yield rate of broilers. Lot F25 showed the highest carcass yield with 86.66% and lot F100 (73.43%) the lowest. On the other hand, the organ yield (liver, gizzard, heart, lungs and intestine) and abdominal fat of the experimental chickens did not show significant difference ( $P < 0.05$ ) compared to the control lot. This result could indicate that the incorporation of cashew oilcake in the poultry feed had no depressive effects on organ development with a very low mortality rate (1.67-3.33%).

In addition, organoleptically, the colour of the meat of batches F50 and F25 was judged as white in agreement with the control batch F0, unlike batches F75 and F100 which were judged by the panelists as being respectively: neither red nor white and red. Secondly, the meat of the chickens fed with the F100, F75 and F25 rations was judged more succulent respectively with a score of 4/5; 3.9/5 and 3.74/5 by the panel compared to the F0 control (3.19/5). In addition, the panel judged the meat from batches F100 and F75 to be less tender with scores of 2.77/5 and 3.35/5 respectively, and those from batches F50 (3.97/5) and F25 (4.48/5) to be more tender compared to the control batch F0 (3.81/5). Overall, the meat from the five (5) lots was judged good by all consumers. However, the meat from the batches of poultry that consumed cashew cake-based rations was much more appreciated, especially batch F25.

In sum, the lack of difference between the organ weights of the experimental and control batches shows that the ingredients used do not seem to present a health hazard to the chickens, and that cashew oilcake can be used in broiler feed.

---

## Compliance with ethical standards

### *Acknowledgments*

We acknowledged the entire staff of the Agrovalorisation Laboratory of Jean Lorougnon Guede University for providing technical assistance during this research.

### *Disclosure of conflict of interest*

All The author declare no conflict of interest

---

## References

- [1] Beaumont C., Le Bihan-Duval E., Juin H., Magdelaine P., 2004. Productivity and quality of broiler chicken. INRA Prod. Anim, 17 (4), pp265-273.
- [2] Itavi, 2003. The world market for poultry meat. In: Broiler production in a hot climate, 2nd edition, Rennes: Ed, ITAVI, 110 p.

- [3] Mankor A., 2009. Evolution of the West African livestock sector, urban meat consumption in West Africa: the example of Dakar. *Grain de Sel*, p.16-17
- [4] Sonaiya E.B and Swan S.E.J, 2004. Family Poultry Production, FAO Manual of Animal Production and Health. FAO, Rome, IBS 92-5-205082-5, pp 136.
- [5] M'Bari, K. B., 2000. Contribution to the identification of constraints to the development of modern poultry farming in Côte d'Ivoire. Thesis: Méd. Vét : Dakar ; P.4
- [6] Brunel V., Jehl N., Drouet L and Portheau M.-C, 2010. Poultry meat: Its nutritional value has many advantages. *Meat and Meat Products*, 25 (1), pp18-22
- [7] Belhamri, Elmeddah, 2006. Biochemical and nutritional characteristics of commercial broiler turkey meat: case of the Mostaganem region. *Mém. Ing., University of Mostaganem, Department of Agronomy. Mostaganem*, 60P
- [8] Dongo K., 2001. Study of the Evolution of the "Wastewater" Sanitation System of the City of Abidjan, DEA in Earth Sciences, Hydrogeology Option, University of Cocody\_Abidjan 81p
- [9] BCEOM,1982. Regulation basin and sanitation network of the riviera. Study report 66p.
- [10] Tapsoba, A. S., 1995. Contribution to the geological and hydrogeological study of the Dabou region (southern Côte d'Ivoire): Hydrochemistry, isotopy and aging index of groundwater. Doctoral thesis, 3rd cycle, National University of Côte d'Ivoire, 200p
- [11] AOAC, 1990. Official methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemistry, 15th Edition, Washington DC
- [12] 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.
- [13] AFNOR, 1977. Agricultural and food products: Determination of nitrogen for the calculation of crude protein content, crude ash, crude fat and moisture. French standards NF V18-100, 101, 104 and 109 respectively, October 1977 - Paris: AFNOR
- [14] Pago J., 1985. Breeding in tropical countries, Paris, Maisonneuve and Larose, 526 p.
- [15] AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International (16th edn). AOAC International Arlington,VA; 250.
- [16] 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.
- [17] Janssen .W.M.M.A. , 1988. European table of energy values for poultry feedstuffs. Grafischbedrijf Ponson & Looijen bv Wageningen, 2nd edition: 1-13.
- [18] Delvaux A.,1992. sensory tests. *Ann. Gembloux* 98, p. 105-115.
- [19] Lacroix E., 2003. Cashew trees, cashew nuts and the cashew sector in Bassila and Benin, Bassila Forest Resources Restoration Project, GTZ/GFA funding, 33p.
- [20] 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. Countries Trop.* 71 (1-2): 81-85, doi: 10.19182/remvt.31256
- [21] Lessire M., Hallouis J-M., Quinsac A., Peyronnet C., Bouvarel I., 2009. Energy and nitrogen values of new rapeseed cakes obtained Monge Street, Industrial Park,by pressing; comparison between rooster and chicken. INRA, UR83, 37380 NOUZILLY, CETIOM, 33600 PESSAC ; ONIDOL, 12 av. Georges V, 75008, PARIS, ITAVI, 37380 NOUZILLY. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 25 and 26 March 2009 pp5
- [22] Kana J.R., Tegua A., Mungfu B.M., Tchoumboue J., 2011. Growth performance and carcass characteristics of broiler chickens fed diets supplemented with graded levels of charcoal from maize cob or seed of Canarium schweinfurthii. *Engl. Tropical animal health and production*, 43(1):51-6.
- [23] Diomandé M., Koussemon M. , Allou K.V. & Kamenan A., 2008. Effect of snail (*Achatina fulica*) meal broiler production and meat sensorial quality, *Livestock Research for Rural Development*, 20 (12), 2p.
- [24] Svihus B., Herstad O. and Newman C.W., 1997. Effect of high-moisture storage of barley,oats, and wheat on chernical content and nutritional value for broiler chickens. *Acta Agric. Scand. Sect. A, Anirn. Sci.* 47: 39-

- [25] Bakheit, Zubeida, R.N., 1993. Utilization of kharkadeh seed oil, Research centre shambat Khartoum. North Proceedings of the first scientific conference 25. 28. Jan 1993. Friendship Hall khartoum
- [26] V. Raharimalala, 2005. Contribution to the study of the effects of the incorporation of kapok seed in broiler feed), thesis for the diploma of agricultural engineer, Specialization: Livestock. University of Antananarivo Higher School of Agronomic Sciences: Department of Livestock. Madagascar, 62 p.
- [27] Soro D., 2002. Optimisation of the production of whole white cashew kernels. Department of Chemical and Food Engineering. Yamoussoukro, National Polytechnic Institute Félix Houphouët-Boigny. Dissertation of an engineer of Agro-Food Industries, 62p.
- [28] Lameloise P., Roussel-ciquard N. & Rosset R., 1994. Evolution of organoleptic qualities of meat: hygiene, technology. Info Technologies Veterinary Services, 88-91, 121-125.
- [29] Hocquette, Cassar-Malek, Listrat, Jurie, Jailler, Picard, 2005 - Evolution of research on bovine muscle and the sensory quality of their meat. II: Influence of breeding factors on muscle characteristics. Cah. Agric, 14, 365-372.
- [30] Chougui, 2015 - Technology and meat quality. Abderrahmane Mira University, Department of Food Sciences, Bejaia, 63P.
- [31] Touraille C., 1994. Impact of muscular characteristics on the organoleptic qualities of meat. Renc. Research. Ruminants, 1 , 169-176.
- [32] Gnakri D., Beugré G. A. M. & Agbo A. E. (2007). Body growth and organoleptic quality of meat of broiler and African chicken and their crossbreeding in Côte d'Ivoire. Livestock Research for Rural Development, 19(5):1-7.
- [33] Fortin and Durand, 2004 - From perception to sensory measurement. The Governors Foundation, Quebec.
- [34] Monin, 1991 - Biological factors in the quality of bovine meat. INRA Animal Productions,4(2), 151-160.
- [35] Beugré M. (2007). Substituted cassava-based feed, zootechnical performance and organoleptic qualities of local chicken varieties, broiler chicken and hybrids resulting from their genetic crosses. University of Abobo-Adjamé, Abidjan. Côte d'Ivoire. 200 p.

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

Diomande Masse<sup>1\*</sup>, Fofana Daouda<sup>1</sup>, Koffi Camille<sup>2</sup>, Kouame Mathieu<sup>2</sup>, Kamagate Mamadou<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie et Microbiologie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guède, Côte d'Ivoire ;

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

\*Auteur correspondant: [masse635@gmail.com](mailto: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 : F<sub>0</sub> (avec 0 % de tourteaux de cajou et 100 % de tourteaux de soja) ; F<sub>100</sub> (avec 100 % de tourteaux de cajou et 0 % de tourteaux de soja) ; F<sub>75</sub> (avec 75 % de tourteaux de cajou et 25 % de tourteaux de soja) ; F<sub>50</sub> (avec 50 % de tourteaux de cajou et 50 % de tourteaux de soja) ; F<sub>25</sub> (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 (F<sub>0</sub>, F<sub>100</sub>, F<sub>75</sub>, F<sub>50</sub> et F<sub>25</sub>) durant 6 semaines. A leurs 45<sup>ème</sup> 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 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<sup>+</sup>) (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<sup>+</sup>) 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]

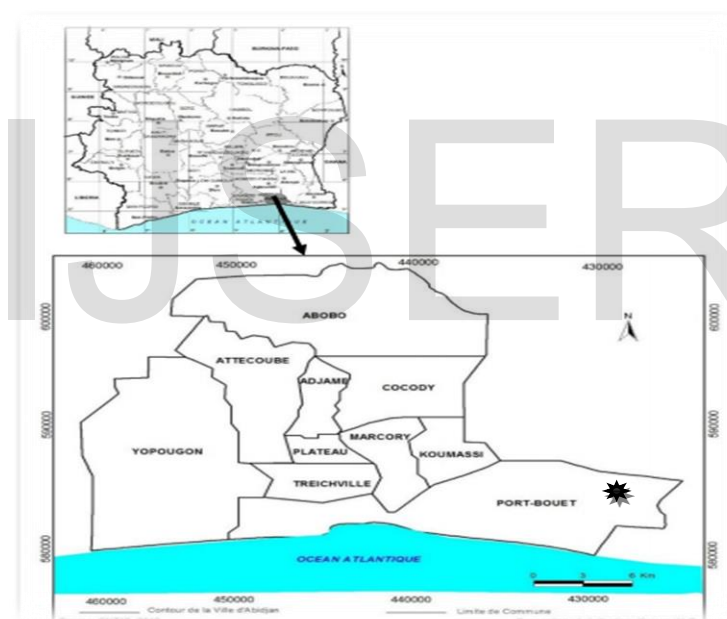


Figure 1 : localisation de la zone d'étude, ville d'Abidjan (source : CNTIC, 2012)

### 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 F<sub>0</sub> ; 0 % de tourteaux de soja et 30 % de tourteaux de cajou pour F<sub>100</sub> ; 7,5 % de tourteaux de soja et 22,5 % de tourteaux de cajou pour F<sub>75</sub> ; 15 % de tourteaux de soja et 15 % de tourteaux de cajou pour F<sub>50</sub> et 22,5 % de tourteaux de soja puis 7,5 % de tourteaux de cajou pour F<sub>25</sub> 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 F<sub>0</sub> ; 0 % de tourteaux de soja et 28 % de tourteaux de cajou pour F<sub>100</sub> ; 7 % de tourteaux de soja et 21 % de tourteaux de cajou pour F<sub>75</sub> ; 14 % de tourteaux de soja et 14 % de tourteaux de cajou pour F<sub>50</sub> puis 21 % de tourteaux de soja et 7 % de tourteaux de cajou pour F<sub>25</sub> 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 F<sub>0</sub> ; 0 % de tourteaux de soja et 26 % de tourteaux de cajou pour F<sub>100</sub> ; 6,5 % de tourteaux de soja et 19,5 % de tourteaux de cajou pour F<sub>75</sub> ; 13 % de tourteaux de soja et 13 % de tourteaux de cajou pour F<sub>50</sub> puis 19,5 % de tourteaux de soja et 6,5 % de tourteaux de cajou pour F<sub>25</sub> 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/m<sup>2</sup>. 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<sup>ème</sup> jour, chaque groupe de poussins est nourri avec les rations expérimentales (F0, F1, F2, F3 et F4) jusqu'à la 7<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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<sup>+</sup>) 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  $\alpha$ -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<sup>+</sup>. Le taux de variation de la différence d'absorbance entre 340 nm et 405 nm est causé par la conversion de NADH en NAD<sup>+</sup> 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  $\alpha$ -cétoglutarate en oxalate et L-glutamate. L'oxaloacétate est converti en malate et en NADH est oxydée en NAD<sup>+</sup> par le catalyste MDH. Le taux de variation d'absorbance à 340nm/405nm causé par la conversion de NADH en NAD<sup>+</sup> 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 <sub>a</sub>	3809,77±60,35 <sub>b</sub>

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.

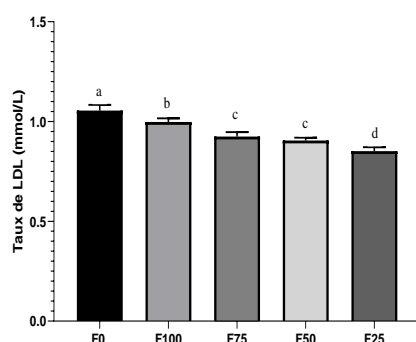


Figure 4: Comparaison des LDL des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

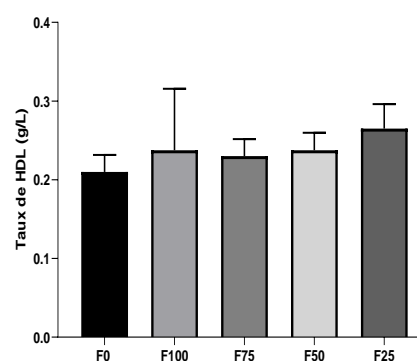


Figure 5: Comparaison des HDL des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

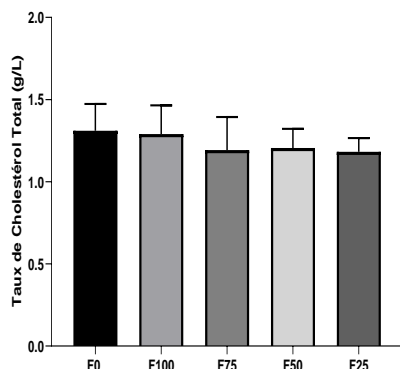


Figure 6: Comparaison du Cholestérol Total (CT) des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

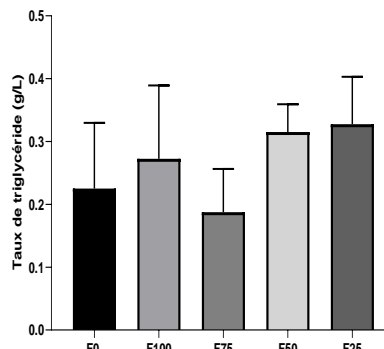


Figure 7: Comparaison des triglycérides (TG) des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

**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.

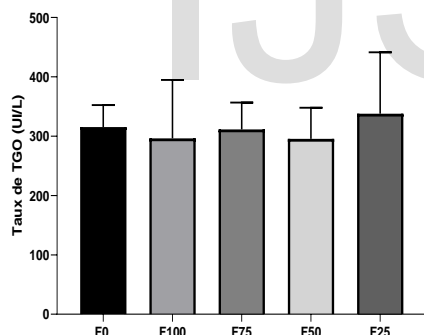


Figure 8: Glutamate Oxaloacétique Transaminases (TGO) des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

➤ **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).

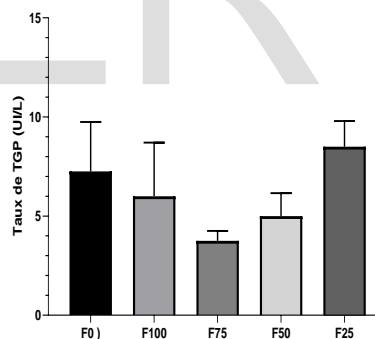


Figure 9: Glutamate Pyruvate Transaminases (TGP) des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

**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 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.

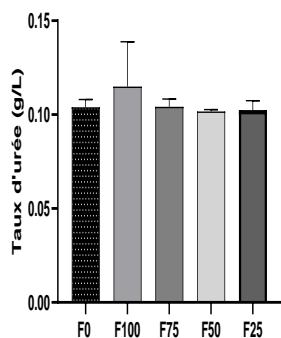


Figure 10: Taux d'urée des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

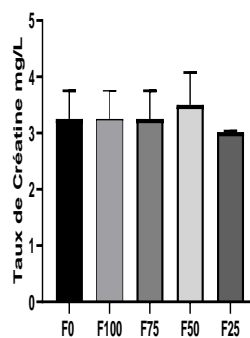


Figure 11: Taux de créatine des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

#### 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.

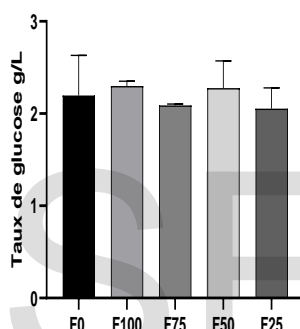


Figure 12: Taux de glycémie des poulets de chair expérimentaux en fonction du taux de substitution des tourteaux de soja par les tourteaux de cajou

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

F<sub>0</sub> :0% de substitution de tourteaux de soja ;F<sub>100</sub> :100% de substitution de tourteaux de soja ;F<sub>75</sub> :75% de substitution de tourteaux de soja ;F<sub>50</sub> :50% de substitution de tourteaux de soja ;F<sub>25</sub> :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 présente 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 cytolysé 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 ( $\text{Na}^+$ ) des volailles expérimentales ne présente pas de différence significative ( $p < 0,05$ ) en comparaison des sujets témoins. La concentration sanguine en  $\text{Na}^+$  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  $\text{Na}^+$  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 Messabhia [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 Messabhia [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 cytolyse 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<sup>ème</sup> 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, 15<sup>th</sup> 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.

# Beneficial Effects of Cashew Oilcake (*Anacardium occidentale*) on Haematological Parameters in Gallus Broilers

Camille Koffi<sup>1,\*</sup>, Daouda Fofana<sup>2</sup>, Masse Diomandé<sup>2</sup>, Kanga Sita N'Zoué<sup>1</sup>,  
N'Goran Mathieu Kouamé<sup>1</sup>, Mamadou Kamagaté<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Clinical Pharmacology, Department of Fundamental and Bioclinical Sciences, UFR Medical Sciences, Alassane Ouattara University, Bouake, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Agrovalorisation Laboratory, Department of Biochemistry and Microbiology, UFR Agroforestry, Jean Lorougnon Guédé University, Côte d'Ivoire

\*Corresponding author: [koffi.camille@yahoo.fr](mailto:koffi.camille@yahoo.fr)

Received August 08, 2024; Revised September 10, 2024; Accepted September 17, 2024

**Abstract** Local food products are used in poultry feed in Côte d'Ivoire. The aim of the study was to assess the impact of cashew oilcake on haematological parameters in broilers. Using standard broiler feeds, experimental start-up, growth and finishing rations were formulated by substituting soybean meal for cashew meal at 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. For 6 weeks, 5 batches (F<sub>0</sub>, F<sub>25</sub>, F<sub>50</sub>, F<sub>75</sub> and F<sub>100</sub>) of 5-day-old Cobb 500 chicks were successively fed 03 experimental feed rations. On the 45th day of feeding, blood samples were taken from the fasting chickens, followed by haematological analyses. The results showed that the white blood cell count of broilers in batch F<sub>50</sub> (11.38.103/ $\mu$ L) was lower than the normal value (12-30.103/ $\mu$ L). In addition, the haematocrit levels of birds in batches F<sub>50</sub> (20.72%) and F<sub>25</sub> (23.82%) were relatively low compared with the normal value (27-55%), which would indicate a possible microcytic anaemia in these birds. The mean corpuscular volume of the birds fed the cashew meal-based ration was lower, particularly that of batch F<sub>100</sub> (118.5 mm<sup>3</sup>) and F<sub>75</sub> (122.26 mm<sup>3</sup>) compared with the control batch (129.54 mm<sup>3</sup>). The mean corpuscular volume of broilers fed cashew meal rations was within the normal range (90-140 mm<sup>3</sup>), ruling out anaemia in these birds. Cashew oilcake has nutritional effects comparable to those of soybean oilcake in broilers, and could therefore be a substitute for soybean oilcake in poultry feed in Côte d'Ivoire.

**Keywords:** cashew oilcake, soybean oilcake, haematological parameters, broilers chicken

**Cite This Article:** Camille Koffi, Daouda Fofana, Masse Diomandé, Kanga Sita N'Zoué, N'Goran Mathieu Kouamé, and Mamadou Kamagaté, "Beneficial Effects of Cashew Oilcake (*Anacardium occidentale*) on Haematological Parameters in Gallus Broilers." *Biomedicine and Biotechnology*, vol. 9, no. 1 (2024): 15-20. doi: 10.12691/bb-9-1-2.

## 1. Introduction

As a result of population growth in West Africa, livestock production remains insufficient to meet the population's animal protein needs [1]. Poultry farming currently occupies a prominent place in development and poverty reduction strategies in most developing countries [2]. In less than 20 years, Côte d'Ivoire has gone from entirely traditional production to increasingly modern production [3]. In addition, industrial poultry farming is highly dependent on external supplies of chicks and rearing inputs, leading to a rise in the production price of poultry for poultry farmers [4]. This problem suggests the need to look for new sources of feed, particularly easily accessible protein sources that do not compete with human consumption needs [5]. Among these alternative resources, cashew kernel meal from the cashew nut (*Anacardium occidentale*) is well placed. Cashew kernel meal is

available and easily accessible in all cashew nut processing areas, and its nutritional qualities make it a good source of protein and energy [6]. However, the incorporation of a new food source into poultry diets will have to maintain their health, as measured by biological parameters [7].

The study of blood constituents provides valuable information on the general condition of the animal [8,9]. The aim of the present study was to determine the impact of cashew oilcake incorporated into broiler chicken feed on haematological parameters.

## 2. Materials and Methods

### Study area

This study was carried out in a peripheral poultry area in Port-Bouët, south-east of Abidjan, Côte d'Ivoire (Figure 1).

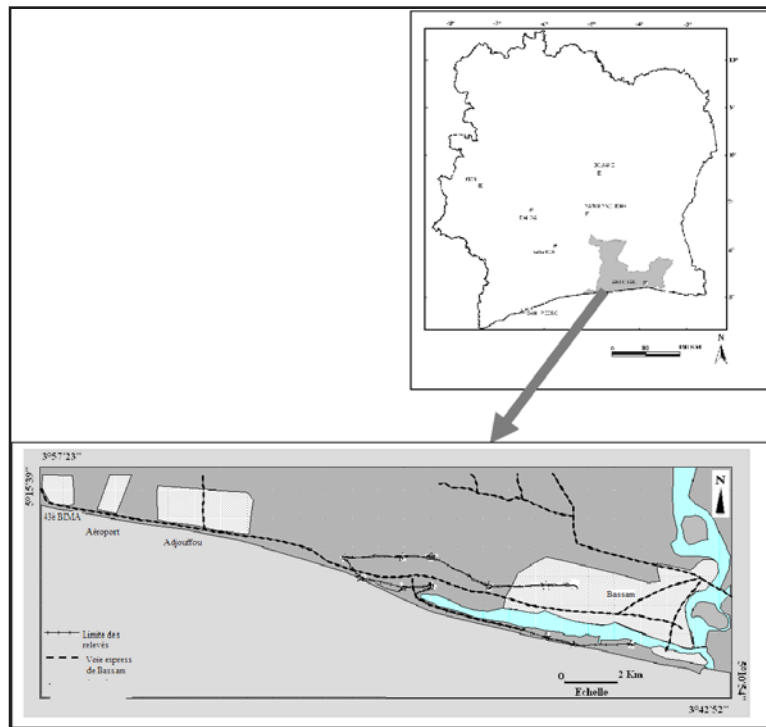


Figure 1. Location of the study area, city of Abidjan [10]

### Plant material

The plant material consisted of declassified cashew kernels collected from an industrial cashew nut processing unit, 'Eburnie', and soya cake purchased commercially from the 'KENZ' company in Abidjan (Figure 2).



Figure 2. Plant materials (a- Soya cake, b- Cashew cake)

### Animal material

Chicks (Cobb 500) vaccinated against Newcastle disease were purchased from the 'IVOGRAIN' company in Abidjan and transported to the experimental farm located in the commune of Port-Bouët, Abidjan.

### Formulation of experimental chicken feed rations

The compositions of the standard broiler starter, grower and finisher rations are presented in Table 1.

Table 1. Standard broiler rations

Ingredients (%)	Food rations		
	Starter	Growth	Finishing
Maize	62	66	69
Soya cake	30	28	26
Fish	5,5	3	3
TNH Chair	1	1	1
Shell	0,6	0,7	0,4
Fysal-MP®	0,3	0,25	0,2
Salt	0,25	0,3	0,3
Toxo-XL®	0,2	0,15	0,1
Bi-calcium phosphate	0,15	0,6	00
Total	100	100	100

TNH Chair = vitamin complex; Fysal-MP = free and buffered organic acid mixtures; Toxo-XL = broad-spectrum mycotoxin sensor.

Based on the above standard rations  $F_0$ , experimental rations  $F_{25}$ ,  $F_{50}$ ,  $F_{75}$  and  $F_{100}$  are formulated by substituting 25, 50, 75 and 100% soybean meal for cashew meal, respectively, as described by Fofana *et al.* [11].

### Composition of experimental groups of broilers

After an incubation period, 5 batches of 15 unsexed 5-day-old Cobb 500 chicks were formed. For 6 weeks, these groups of chickens were successively fed starter, grower and finisher rations according to the following experimental scheme:

$F_0$ : batch of chickens fed standard feed rations

F<sub>25</sub>: batch of chickens fed experimental diets consisting of 25% substitution of soybean meal for cashew meal

F<sub>50</sub>: batch of chickens fed experimental rations consisting of 50% substitution of soybean meal for cashew meal

F<sub>75</sub>: batch of chickens fed experimental feed rations consisting of 75% substitution of soybean meal for cashew meal

F<sub>100</sub>: batch of chickens fed experimental feed rations consisting of 100% substitution of soybean meal for cashew meal.

**Determination of mortality and zootechnical parameters**

The number of deaths was recorded daily and the mortality rate (%) was calculated. A hierarchical classification analysis (HCA) based on the zootechnical data was used to group the experimental batches according to their evolutionary similarities. The zootechnical parameters were grouped according to their similarities in growth performance using Principal Component Analysis (PCA).

**Determination of blood haematological parameters**

On 45<sup>th</sup> day of the study, the chickens were fasted overnight before blood sampling. Using a syringe, the blood of 5 chickens chosen at random from each batch was drawn from their wing veins and packed in EDTA tubes at +4°C for blood cell count (CBC) on a Sysmex XN-550 at the haematology laboratory of the University Hospital of Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire.

**Statistical analysis**

The various results obtained were recorded in the Microsoft Excel spreadsheet. The means of the data were compared by analysis of variance (ANOVA) using the Turkey test with GraphPad Prism 8.4.3 (686) software. The significance threshold was  $p < 0.05$ .

**3. Results and Discussion**

**3.1. Results**

**Effect of cashew oilcake on broiler mortality**

Overall, mortality was low in all groups of chickens fed the different diets (Table 2). Most chickens died at the start-up stage, namely 5% (F<sub>0</sub>), 3.33% (F<sub>100</sub> and F<sub>50</sub>) and 1.67% (F<sub>75</sub> and F<sub>25</sub>).

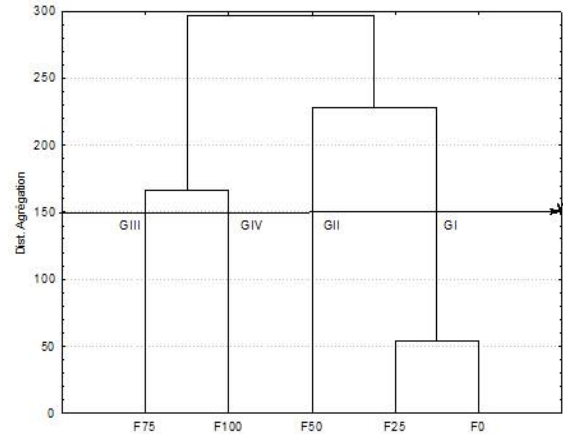
**Table 2. Effect of cashew meal-based rations on mortality rate**

Diets	Mortality (n=60)				
	F <sub>0</sub>	F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
Start	3	2	1	2	1
Growth	1	0	0	0	0
Finish	0	0	0	0	0
Total	3	2	1	2	1
Mortality rate (%)	5	3,33	1,67	3,33	1,67

F<sub>0</sub>:0% substitution of soya meal; F<sub>100</sub>:100% substitution of soya meal; F<sub>75</sub>:75% substitution of soya meal; F<sub>50</sub>:50% substitution of soya meal; F<sub>25</sub>:25% substitution of soya meal.

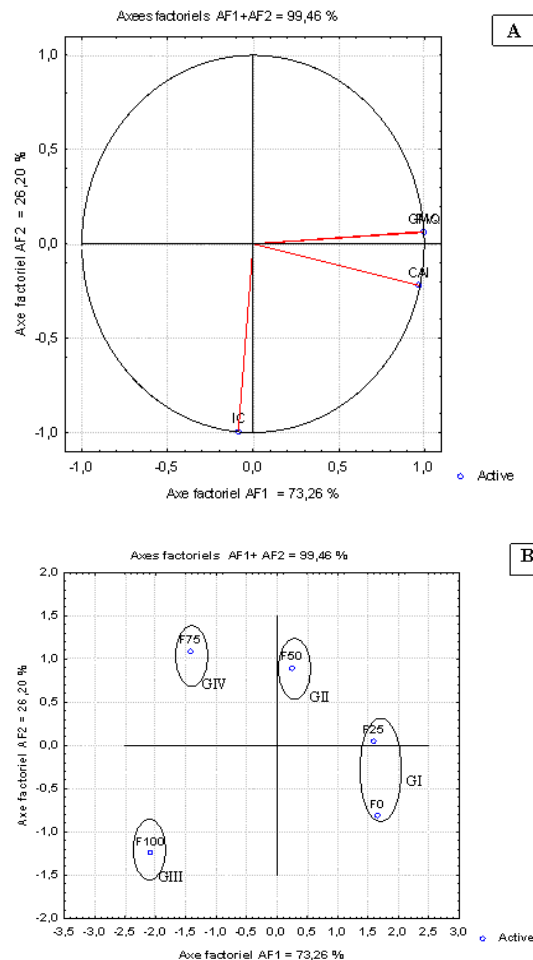
**Effects of cashew oilcake on zootechnical parameters of broilers**

Four experimental groups of broilers were distinguished according to their evolutionary similarities (Figure 3). The G<sub>I</sub> group included all broilers fed F<sub>0</sub> and F<sub>25</sub> rations. Group G<sub>II</sub> included chickens fed the F<sub>50</sub> ration. Group G<sub>III</sub> consisted of chickens fed ration F<sub>75</sub>. Group G<sub>IV</sub> consisted of chickens fed ration F<sub>100</sub>.



**Figure 3.** Hierarchical classification of batches of broilers fed cashew cake-based rations

G<sub>I</sub>: group of broilers fed rations F<sub>0</sub> and F<sub>25</sub>; G<sub>II</sub>: group of broilers fed ration F<sub>50</sub>. G<sub>III</sub>: group of broilers fed ration F<sub>75</sub>; G<sub>IV</sub>: group of broilers fed ration F<sub>100</sub>.



**Figure 4.** Main components of growth characteristics of broilers fed rations based on cashew oilcake

Two axes for grouping broilers, namely axis AF<sub>1</sub> (73.26%) and axis AF<sub>2</sub> (26.20%), were selected on the basis of the mean values of each zootechnical variable (Figure 4). These 2 grouping axes express 98.13% of the information contained in the data matrix. The correlation circle showed a strong negative correlation of the feed intake index (CI) on the AF<sub>1</sub> factorial axis and a strong positive correlation between average daily gain (ADG) and individual feed intake (IFA) on the AF<sub>2</sub> factorial axis (Figure 4A). The factorial map showed the distribution of the five (5) experimental batches according to growth performance characteristics. Comparative analysis of Figures 4 A and 4 B revealed that the batches in group G<sub>I</sub> (F<sub>0</sub> and F<sub>25</sub>) were characterised by their high individual feed intake (IFA) and average daily gain (ADG), followed by group G<sub>II</sub> (F<sub>50</sub>) and group G<sub>III</sub> (F<sub>100</sub>), which was characterised by its very high feed conversion ratio (FCR).

(A) Correlation circle of the growth parameters projected on the factorial axes; CI: consumption index; CAI: individual feed intake; GMQ: average daily gain; (B) Factorial map showing the distribution of the five experimental batches formulated according to growth characteristics; F<sub>0</sub>: 0% substitution of soybean meal; F<sub>100</sub>: 100% substitution of soybean meal; F<sub>75</sub>: 75% substitution of soybean meal; F<sub>50</sub>: 50% substitution of soybean meal; F<sub>25</sub>: 25% substitution of soybean meal; G<sub>I</sub>, G<sub>II</sub>, G<sub>III</sub> and G<sub>IV</sub>: groups observed.

### Effect on haematological parameters in broilers

#### Erythrocyte parameters

**Table 3. Effect of cashew cake-based rations on erythrocyte parameters in broilers**

Erythrocyte parameters	Diets				
	F <sub>0</sub>	F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
RBC (10 <sup>6</sup> /uL)	2,66±0,73	3,66±1,4	2,3±0,30	1,63±0,11	1,91±0,38
HB (g/dL)	8,7±2,28	9,46±3,71	7,07±0,7	5,34±0,48	6,4±1,24
HT (%)	34,06±9,25 <sub>a</sub>	43,04±16,7 <sub>7b</sub>	28,12±3,31 <sub>c</sub>	20,72±1,39 <sub>d</sub>	23,82±4,7 <sub>de</sub>
VGM (fL)	128,05±2,5 <sub>4a</sub>	117,72±1,1 <sub>b</sub>	122,26±2,3 <sub>e</sub>	127,12±0,5 <sub>4ac</sub>	124,71±0,6 <sub>8ac</sub>
TCMH (pg)	32,71±0,84 <sub>a</sub>	25,87±4,13 <sub>b</sub>	30,74±1,28 <sub>a</sub>	32,76±0,89 <sub>a</sub>	33,51±0,51 <sub>a</sub>
CCMH (g/dL)	25,54±0,56	21,98±3,65	25,14±0,59	25,77±0,75	26,87±0,51

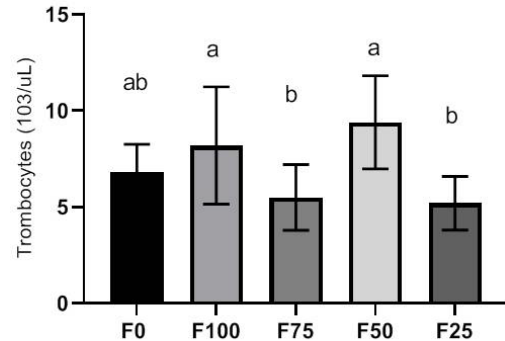
Means followed by different letters (a, b, c) within the same line are significantly different ( $p < 0.05$ ); F<sub>0</sub>: 0% substitution of soybean meal; F<sub>100</sub>: 100% substitution of soybean meal; F<sub>75</sub>: 75% substitution of soybean meal; F<sub>50</sub>: 50% substitution of soybean meal; F<sub>25</sub>: 25% substitution of soybean meal. HT: Haematocrit; HB: Haemoglobin; TCMH: Mean corpuscular haemoglobin content; CCMH: Mean corpuscular haemoglobin concentration; VGM: Mean corpuscular volume; RBC=Number of Red Blood Cells.

Batch F<sub>100</sub> (43.04%) recorded the highest haematocrit (HT) level, unlike batches F<sub>75</sub>, F<sub>50</sub> and F<sub>25</sub>, which recorded haematocrit levels of 28.12±3.31%, 20.72±1.39% and 23.82±4.7% respectively, which were significantly ( $p < 0.05$ ) lower than those of the F<sub>0</sub> control (34.06%). The mean corpuscular volume (MCV) of batches F<sub>100</sub> (118.5 g/dL) and F<sub>75</sub> (122.26±2.32 g/dL) were significantly different ( $p < 0.05$ ) compared with the F<sub>0</sub> control (129.54 g/dL). The mean corpuscular haemoglobin content (MCHC) and mean corpuscular haemoglobin

concentration (MCHC) of batch F<sub>100</sub> (25.87±4.13 pg and 21.98±3.65 g/dL respectively) were significantly ( $p < 0.05$ ) lower than the control (32.71±0.84 pg) (Table 3).

#### Trombocytes

Trombocyte levels in broilers fed cashew meal were similar to those in control chickens (Figure 5).



Bands with different letters (a, b) are significantly different ( $p < 0.05$ )

**Figure 5. Trombocyte count in broilers fed soybean and/or cashew meal-based rations**

#### White blood cell parameters

White blood cell (WBC) levels in chickens fed cashew-based rations in batches F<sub>50</sub> (11.38.10<sup>3</sup>/uL) and F<sub>25</sub> (13.66.10<sup>3</sup>/uL) were significantly ( $p < 0.05$ ) lower than in the F<sub>0</sub> controls (20.17.10<sup>3</sup>/uL). With the exception of neutrophil levels in batch F<sub>100</sub>, leukocytes in broilers fed cashew cake-based rations were statistically low ( $p < 0.05$ ) compared with those in the F<sub>0</sub> control batch (Table 4).

**Table 4. Effect of cashew meal-based rations on leukocyte parameters in broilers**

Leukocyte parameters	Diets				
	F <sub>0</sub>	F <sub>100</sub>	F <sub>75</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>25</sub>
WBC (10 <sup>3</sup> /uL)	20,17±8,5 <sub>a</sub>	19,16±6,84 <sub>a</sub>	16,62±4,18 <sub>abc</sub>	11,38±6,36 <sub>bc</sub>	13,66±2,19 <sub>bc</sub>
Neutrophils (10 <sup>3</sup> /uL)	15,35±6,35 <sub>a</sub>	17,27±6,25 <sub>a</sub>	11,02±2,65 <sub>b</sub>	9,54±6,43 <sub>b</sub>	9,93±2,03 <sub>b</sub>
Lymphocytes (10 <sup>3</sup> /uL)	1,51±0,61	0,94±0,44	3,38±1,34	1,19±0,53	1,86±0,15
Monocytes (10 <sup>3</sup> /uL)	1,24±0,73	0,51±0,24	0,45±0,06	0,23±0,04	0,6±0,19
Eosinophiles (10 <sup>3</sup> /uL)	0,012±01	0,02±0,01	0,01±0,01	0,02±0,02	0,03±0,2
Basophiles (10 <sup>3</sup> /uL)	2,05±1,09	0,42±0,19	1,76±0,52	0,39±0,19	1,09±0,28

Means followed by different letters within the same line (a, b, c) are significantly different ( $p < 0.05$ ); F<sub>0</sub>: 0% substitution of soya meal; F<sub>100</sub>: 100% substitution of soya meal; F<sub>75</sub>: 75% substitution of soya meal; F<sub>50</sub>: 50% substitution of soya meal; F<sub>25</sub>: 25% substitution of soya meal.

## 3.2. Discussion

This study analysed the zootechnical parameters and in particular the haematological profile of broilers fed standard and experimental diets. The experimental diets were obtained by substituting soybean meal from the standard diet for cashew meal.

During the 45 days the broilers were fed, mortality rates observed were ≤5%. This low mortality was noted during the start-up phase of rearing. Similar results of 3.03% mortality in broilers were found by others authors [12].

Kere et al. [13] found similar mortality rates of between 1.76 and 3.46% in Burkina-Faso. On the other hand, the work of Abdellaoui [14] in Algeria observed a higher mortality of 8.33%.

In fact, the low mortality in broiler rearing can be explained by good control of rearing conditions, good nutritional qualities of the feed consumed and suitable climatic conditions [15,16]. Betene [17] found that the mortality rate for broilers rose from 8% in the cold season to 12% in the hot season. Mortality was highest in the start-up phase, when chicks are highly susceptible to pathogens and their immune systems are still underdeveloped [18].

The present study showed that the 50% experimental diet substituting soybean meal for cashew meal (F<sub>50</sub>) significantly reduced the number of white blood cells (WBC) in poultry (11.38.10<sup>3</sup>/μL) compared with chickens fed standard F<sub>0</sub> diets with a WBC level of 20.17.10<sup>3</sup>/μL.

Similarly, Msaid [19] showed that heat stress reduced WBC levels to 11.06.10<sup>3</sup>/μL and 11.42.10<sup>3</sup>/μL respectively in local chickens and hens, *Gallus gallus domesticus*. However, Kiki [20] found that chilli powder (*Capsicum frutescens*) in the diet did not influence the haematological parameters of broilers, which had WBC values ranging from 22.78 to 25.22.10<sup>3</sup>/μL; the normal WBC level in broilers being between 12.10<sup>3</sup> to 30.10<sup>3</sup>/μL. The normal WBC levels observed are thought to be due to the absence of bacterial or parasitic infection, an inflammatory syndrome or an allergic drug reaction in the chickens [21].

The haematocrit (HT) levels of birds in batches F<sub>50</sub> (20.72%) and F<sub>25</sub> (23.82%) were significantly lower than those of control birds F<sub>0</sub> (34.06%) and normal haematocrit values of between 27 and 55%, indicating the presence of microcytic anaemia in birds in batches F<sub>50</sub> and F<sub>25</sub>. In contrast, the haematocrit level of birds in batch F<sub>100</sub> was normal at 43.04%. Other studies had found normal haematocrit levels of between 26.52 and 28.00% [22] and between 37.42 and 38.30% [20] in broilers.

In general, the mean corpuscular volume (MCV) of birds fed cashew meal-based rations from batches F<sub>100</sub> (118.5 mm<sup>3</sup>) and F<sub>75</sub> (122.26 mm<sup>3</sup>) were in line with normal values (90 - 140 mm<sup>3</sup>) for MCV in broilers. Kiki (2013) found normal values between 127.85 and 130.30 mm<sup>3</sup> [20]. Kamagaté [23] also reported normal VGM values of between 129.82 and 131.88 mm<sup>3</sup> in broilers undergoing BIOFOR antibiotic treatment. With the exception of batch F<sub>100</sub>, whose mean corpuscular haemoglobin content (MCHC) was 25.87±4.13 pg, the MCHC values of the other batches of chickens fed cashew meal-based diets were comparable to that of the control batch (32.71±0.84 pg). However, the MCHT values of all chickens were within the standard (25-48 pg) for broilers. Most interestingly, the mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC) of chickens fed cashew oilcake was comparable to that of control chickens and in line with normal values (20-34 g/dL) in broilers [24].

The number of thrombocytes in chickens fed cashew kernel meal was significantly different (p<0.05). Values were lower than those of [22], which ranged from 35.74 to 47.26.10<sup>9</sup>/L in Ross 308 broilers, and [25], which ranged from 21.33 to 30.33.10<sup>9</sup>/L in broilers fed alkaline phosphatase supplementation. Since thrombocytes play an

important role in blood coagulation, a low thrombocyte count would increase the risk of bleeding in hens [26].

Finally, the differential leucocyte count showed that, with the exception of neutrophil count, the other leucocyte parameters were comparable to those of the control. Neutrophil values were higher than those of [25], which ranged from 5.20 to 6.85.10<sup>3</sup>/uL obtained in broilers after 42 days of dietary supplementation with alkaline phosphatase of microbial origin. Neutrophils are important mediators of natural resistance to bacterial infection in poultry [27], and their high levels could suggest bacterial infection [28]. Lymphocyte levels were close to 1.5-2.79.10<sup>3</sup>/uL, as obtained by Thema *et al.* [22] in Ross 308 broilers.

Monocyte and eosinophil levels were within the normal range of 0.15-2.10<sup>9</sup>/L and 0-1.10<sup>9</sup>/L respectively [29]. Basophil levels were higher than those found by Escobar *et al.* [25] of between 0.8 and 0.99.10<sup>9</sup>/L in broilers after 42 days of dietary supplementation with alkaline phosphatase.

## Conclusion

This study showed that red and white blood cell levels in broilers were affected to varying degrees depending on the experimental rations consumed. The haematological parameters of the rats varied disparately from one group of chickens to another fed different cashew meal-based rations. Overall, the incorporation of cashew nut meal into poultry rations had beneficial effects on their zootechnical and haematological parameters, comparable to those of soya meal. Cashew nuts would be a genuinely inexpensive local substitute for imported soya and would reduce the production costs of poultry feed in Côte d'Ivoire. In the future, biotechnological studies aimed at adapting the granulometry of cashew oilcake will be necessary to produce better quality feed rations for poultry.

## Declarations

### Authors' Contributions

Daouda Fofana wrote the research project. He reared the broilers and carried out the biological tests in the laboratory. Camille Koffi supervised the research work and took blood samples from the broilers. He also wrote the article and is its corresponding author. N'Goran Mathieu Kouamé and Kanga Sita N'zoué reviewed the article. Mamadou Kamagaté and Masse Diomandé are the scientific supervisors of the research project.

## Ethical Consideration

The present study was approved by the Scientific Committee of the "Medical Sciences Training and Research Unit (UFR SM)" of the "Alassane Ouattara University" and all experimental protocols were carried out in accordance with the NIH Guide for the Care and Use of Laboratory Animals.



## Competing Interest

The authors state that there were no competing interests.

## Data Availability

All relevant data are within the paper and its supporting information files.

## List of Abbreviations

ADG (Average Daily Gain); CAI (Individual Feed Intake); CBC (Blood Cell Count); CCMH (Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration); CI (Consumption Index); F<sub>0</sub> (Batch of chickens fed standard feed rations); F<sub>100</sub> (Batch of chickens fed experimental feed rations consisting of 100% substitution of soybean meal for cashew meal); F<sub>25</sub> (Batch of chickens fed experimental diets consisting of 25% substitution of soybean meal for cashew meal); F<sub>50</sub> (Batch of chickens fed experimental rations consisting of 50% substitution of soybean meal for cashew meal); F<sub>75</sub> (Batch of chickens fed experimental feed rations consisting of 75% substitution of soybean meal for cashew meal); FCR (Feed Conversion Ratio); Fysal-MP (Free and Buffered Organic Acid Mixtures); GB (Number of White Blood Cells); G<sub>I</sub> (Group of Broilers Fed Rations F<sub>0</sub> and F<sub>25</sub>); G<sub>II</sub> (Group of Broilers Fed Ration F<sub>50</sub>); G<sub>III</sub> (Group of Chickens Fed Ration F<sub>75</sub>); G<sub>IV</sub> (Group of Chickens Fed Ration F<sub>100</sub>); GMQ (Average Daily Gain); GR (Number of Red Blood Cells); HB (Haemoglobin); HCA (hierarchical classification analysis); HT (Haematocrit); IFA (Individual Feed Intake); MCHC (Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration); MCHC (Mean Corpuscular Haemoglobin Content); MCV (Mean Corpuscular Volume); PCA (Principal Component Analysis); TCMH (Mean Corpuscular Haemoglobin Content); TNH Chair (Vitamin Complex); Toxo-XL (Broad-Spectrum Mycotoxin Sensor); UFR (Teaching and Research Unit); VGM (Mean Corpuscular Volume); WBC (White Blood Cell).

## References

- [1] Erdaw, M.M. "Contribution, prospects and trends of livestock production in sub-Saharan Africa: a review", *Int. J. Agr. Sustain.*, 21 (1), 1-15, 2023.
- [2] Bounds, M. and Zinyemba, O. "Poultry farming: Lessening poverty in rural areas", *S Afr. Jnl. Agric. Ext.*, 2018, 46 (1), 59-70, 2024.
- [3] Schneider K., Gugerty M.K., Plotnick R., "Poultry Market in West Africa: Cote d'Ivoire". *EPAR*, 88: 1-10, 2010.
- [4] Njoroge S.C., Bett E.K., Njehia B.K., "Impact of Poultry Feed Price and Price Variability on Commercial Poultry Production in Murang'a County, Kenya". *IOSR JEF*, 6(1):46-53, 2015.
- [5] Wongnaa C.A., Mbroh J., Mabe F.N., Abokyi E., Debrah R., Dzaka E., Cobbinah S., Poku F.A., "Profitability and choice of commercially prepared feed and farmers' own prepared feed among poultry producers in Ghana". *J. Agric. Food Res.*, 12, 1-7, 2023.
- [6] Lautié E., Dornier M., De Souza F., and Reynes M., "Cashew tree products: characteristics, processing and markets", *Fruits*, 56, 235-248, 2001.
- [7] Mench J.A., "The welfare of poultry in modern production systems", *Poult. Sci. Rev.* 4, 107-128, 1992.
- [8] Martín-Barrasa J.L., Tejedor-Junco M.T., Cabrera S., Morales M., Melián A., Corbera J.A. "Haematological and biochemical blood reference values for Canary Island camels (*Camelus dromedarius*), an endangered dromedary species". *Saudi J Biol Sci.* 30(6), 1-11, 2023.
- [9] Bowes V.A., Julian R.J., Stirtzinger T. Comparison of serum biochemical profiles of male broilers with female broilers and White Leghorn chickens. *Can J Vet Res*, 1989, 53: 7- 11.
- [10] Kouassi A.F., Adou Y.C.Y., Ipo I.J. & Kamanzi K., "Floristic diversity of grazed coastal zones in Côte d'Ivoire: the case of the Port-Bouët-Grand-Bassam barrier beach (Abidjan)", *Sciences & Nature*, 7 (1), 69–86, 2010.
- [11] Fofana D., Ouattara A., Diomande M., Ouattara A., Beugre G.A.M., Konate I., Bouatene D., Bohoua L.G., "Effect of cashew oilcake (*Anacardium occidentale*) on growth performance of Cobb 500 broiler chickens in Côte d'Ivoire", *IOSR-JAVS* 16 (2), 31-46, 2023.
- [12] Grilli C., Stocchi R., Loschi A.R., Conti F., Rea S., "Survey on broiler pre-slaughter mortality in a commercial abattoir of central Italy", *Ital J Food Saf.*, 6, 7 (3),174-180, 2018.
- [13] Kere M., Traoré B., Belem A., Hien O.C., Bougouma Y. and Valérie M.C., "Assessment of the Profitability Window of Broiler Chickens Farming in Bobo-Dioulasso, Burkina Faso", *Int. J. Environ. Agric. Res.*, 6 (10), 24-33, 2020.
- [14] Abdellaoui N., *Slaughter of broiler chickens in the wilaya of Tizi-Ouzou: Study of a number of characteristics*, Master's thesis, Mouloud Mammeri University, Tizi-Ouzou, Algeria, 2018, 80 p.
- [15] Mramba O.P., Mwantambo P.A., "The impact of management practices on the disease and mortality rates of broilers and layers kept by small-scale farmers in Dodoma urban district, Tanzania", *Heliyon*, 10 (8), 1-10, 2024.
- [16] Emous R.A.V., Harn J.V., Riel J.W.V., "Effects of season, catching method, and thinning on carcass quality and production parameters in 4 different broiler production systems in the Netherlands", *Poult. Sci.*, 103 (6), 1-13, 2024.
- [17] Betene A.D.C.L. *Evaluation of zootechnical and economic performance in the post-reform period of broiler chicken rearing (cobb-500 and jupiter strains) in the Dakar region*. PhD thesis, Cheikh Anta Diop University, Dakar, Senegal, 2006, 114 p.
- [18] Yerpes M., Llonch P., Manteca X., "Factors Associated with Cumulative First-Week Mortality in Broiler Chicks", *Animals (Basel)*, 10 (2), 1-13, 2020.
- [19] Msaid O, *Effect of heat stress on certain blood parameters in local hens (Gallus gallus domesticus)*, Master's thesis, Abdelhamid Ibn Badis University, Algeria, 2017, 68 p.
- [20] Kiki P.S., *Effects of Chili Powder (Capsicum frutescens) on Zootechnical, Hematological, Biochemical Parameters and the Carcass of the Hubbard Broiler*, Master's thesis, University of Abomey-Calavi, Cotonou, Benin, 2013, 79 p.
- [21] Onunkwo D.N., Ufot U.E., Ezenyilimba B.N., Omumuabuike J.N and Ezeoke F.C., "Blood profile of starter broiler chickens fed diet containing leaf meal composite as alternative to commercial broiler premix", *Nigerian J. Anim. Sci.*, 24 (2), 103-110, 2022.
- [22] Thema K.K., Mnisi C.M., Mlambo V., "Stocking density-induced changes in growth performance, blood parameters, meat quality traits, and welfare of broiler chickens reared under semiarid subtropical conditions", *PLoS ONE*, 17 (10), 1-13, 2022.
- [23] Kamagaté A., "BIOFOR: Health regulator", *Int. J. Innov. Stud.*, 17 (4): 1286-1293, 2016.
- [24] Kanda I., "Exotic Animal Formulary, 4th edition". *Can Vet J.*, 56 (7), 736, 2015.
- [25] Escobar J., Dobbs M., Ellenberger C., Parker A., Latorre J.D. and Gabor L., "Oral supplementation of alkaline phosphatase in poultry and swine", *Transl. anim. sci.*, 6: 1-10, 2022.
- [26] Guérin J.L., Balloy D., Villate D., *Poultry diseases*. 3rd Edition, France Agricole, 557, 2011, 73-88.
- [27] Powell P.C., "Immune mechanisms in infections of poultry", *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 15, 87-113, 1987.
- [28] Goldman L., Schafer A.I. *Goldman's Cecil Medicine*, 24<sup>th</sup> edition, Elsevier/Saunders, Philadelphia, USA, 2012, 2565 p.
- [29] Wakenell P.S., *Hematology of Chickens and Turkeys*. In: *Schalm's veterinary hematology*, Weiss DJ, Wardrop KJ. 6<sup>th</sup> edition, Ed Wiley-Blackwell, Ames. Iowa, Tennessee, U.S.A, 2010, 962-963.

