



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA

FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences

Spécialité : **Production animale**

Thème

Voies alimentaires d'amélioration des performances et de la qualité du poulet de chair: cas d'additif à base de produits naturels oasisiens.

Présenté par: Mme Samira MERADI

Devant le jury :

Président : Mme. DEGHTOUCHE K .

Pr. Université de Biskra

Encadrant : Mr. MESSAI A .

Pr. Université de Biskra

Examinatrice : Mme. MEZIANE R.

MCA. Université de Batna 1

Examineur : Mr. MAMMERI A.

MCA. Université de M'Sila

Année universitaire: 2022/2023

Remerciements

A Monsieur, MESSAI Ahmed

Professeur à l'université de Biskra pour l'aide précieuse qu'il m'a prodiguée. J'espère que vous trouverez dans l'accomplissement de ce travail, le produit bénéfique de votre encadrement. Mes plus sincères remerciements.

A Mme. DEGHTOUCHE K.

Pour avoir accepté de présider notre jury de thèse et d'évaluer la valeur scientifique de notre travail. Je la remercie surtout pour son extrême gentillesse. Merci.

A Mme. MEZIANE R.

Maitre de conférences à l'universitaire de Batna 1, qui m'a fait l'honneur de juger notre modeste travail.

A Monsieur, MAMMERI A.

Maitre de conférences à l'université de M'Sila, qui nous a fait l'honneur d'avoir accepté de juger et d'examiner ce travail.

*Un grand merci au **Pr. OUECHEM D.** professeur à l'université de Batna 1, à **Mr.Salem M.** responsable du complexe avicole (Biskra), à **Mme Debabeche NH.** Responsable du laboratoire des analyses humaines (Biskra) et toutes les personnes qui m'ont aidé.*

Dédicace

Je vous dédie ce travail en gage de mon profond respect

Que ma famille et mes amis trouvent ici le témoignage de ma reconnaissance pour l'ensemble de leur contribution, à la fois intellectuelle, morale et matérielle.

Les publications

Publication : 01

The effect of spices *Coriandrum sativum* L., *Trigonella foenum-graecum* L., *Pimpinella anisum* L., and their combinations on growth performance, carcass trait, and hematobiochemical parameters in broiler chicken

Meradi S., Messai A. et Aouachria M.

Veterinary World, 15(7): 1814–1828. (2022)

doi: www.doi.org/10.14202/vetworld.2022.1821-1826

Abstract

Background and Aim: The incorporation of herbs and species has been shown to enrich the food with antioxidants and bioactive antimicrobial compounds, thereby preserving the safety and productivity of broiler chicken production. This study aimed to determine the effects of three phyto-genic feed additives (PHT) on certain zootechnical and hematobiochemical parameters in broiler chickens. *Coriandrum sativum* L. (coriander), *Pimpinella anisum* L. (green anise), and *Trigonella foenum-graecum* L. (fenugreek) were used to formulate the PHT. **Materials and Methods:** A total of 360 1-day-old Cobb broilers for 42 days were randomly assigned to four dietary treatment groups: A control group (CTLG) and three groups fed a basal diet supplemented with 3% of coriander (PHT1G), 3% of a combination 50% coriander-50% fenugreek (PHT2G), and finally, 3% of a combination 50% coriander-50% green anise (PHT3G), respectively, and each experimental group included three repetitions of 30 birds. Zootechnical parameters, carcass productivity, and hematobiochemical properties were measured. **Results:** The birds in the PHT3G had the greatest body weight and organ weight ($p < 0.05$). However, the weight of abdominal fat remained unchanged. The same group of broilers had a significantly ($p < 0.05$) higher lymphocyte level of $120.10^3/\mu\text{L}$, followed by the PHT2G, which had $80.10^3/\mu\text{L}$. The levels of monocytes in the PHT2G and PHT3G were $66.10^3/\mu\text{L}$ and $60.10^3/\mu\text{L}$, respectively. Regarding granulocytes, we observed $200.10^3/\mu\text{L}$ in the PHT2 group and $102.10^3/\mu\text{L}$ in the PHT3G. There was a statistically significant difference ($p < 0.05$) between the uric acid levels of the PHT1G, PHT2G, and PHT3G, with 50.4 mg/L, 59.84 mg/L, and 47.29 mg/L, respectively. All experimental groups had significantly lower uric acid concentrations than the control group (84.36 mg/L). **Conclusion:** The use of phyto-genic feed additives may positively affect both weight gain and hematobiochemical parameters in broiler chicken, particularly the levels of various white blood cell subtypes and the uric acid rate.

Keywords: broilers, blood parameters, natural feed additive, performances, spices seed.

Voies alimentaires d'amélioration des performances et de la qualité du poulet de chair : cas des épices en tant qu'additif alimentaire

S Meradi^{1,2}, A Messai¹, M Aouachria et T Boussaada²

Volume 32, Article #61. Retrieved October 12, 2022, from <http://www.lrrd.org/lrrd32/4/merad32061.html>

Résumé

L'étude consiste à rechercher des connaissances récentes sur les effets des épices en tant qu'additifs alimentaires en alimentation du poulet de chair. L'objectif principal des publications citées est la recherche d'une alternative aux antibiotiques. Ces travaux montrent que les épices ont un impact réel sur le bon fonctionnement des systèmes physiologiques du poulet de chair. Les molécules bioactives sont des métabolites secondaires des plantes. De nombreuses épices ont des activités antioxydantes, antimicrobiennes et sont des agents de contrôle du pH. Expérimentalement, toutes les formes et les doses de ces végétaux, testées dans l'alimentation du poulet de chair, ont engendré des effets favorables à l'élevage. Ainsi, l'action du fenugrec (*Trigonella foenum-graecum*) et de l'anis vert (*Pimpinella anisum*) sur le poulet de chair se situe essentiellement à trois niveaux : (i) en facilitant la digestion et l'assimilation des nutriments, (ii) en assurant une amélioration de la réponse immunitaire et (iii) en produisant une viande saine.

Mots clefs : *alimentation, anis vert, antibiotique, fenugrec, Pimpinella anisum, physiologie animale, plante, Trigonella foenum-graecum, volailles.*

Feed routes for improving the performance and quality of broilers: case of spices as feed additives

Abstract

The study consists to research recent knowledge on the efficacy of spices as feed additives in broiler feeding. The main objective of the publications cited were the research for alternatives to antibiotics. The research shows that spices have a real impact on the proper activities of the physiological systems of broilers. Bioactive molecules are secondary metabolites of plants. Numerous spices have antioxidative, antimicrobial activities and are pH control agents. Experimentally, all forms and doses tested of these plants in the diet of broilers, have created favorable effects for production parameters. Thus, the action of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) and green anise (*Pimpinella anisum*) on broilers is essentially at three levels: (i) by facilitating the digestion and assimilation of nutrients, (ii) improving the immune response ; and (iii) producing a healthy meat.

Key words: *antibiotic, animal physiology, feed, fenugreek, green anise, Pimpinella anisum plant, poultry, Trigonella foenum-graecum*

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

Revue Bibliographique

Chapitre I : Situation de l'aviculture intensive (industrielle) en Algérie.

1. Historique de l'aviculture intensive (industrielle) en Algérie.....	6
2. Situation actuelle de la filière de poulet de chair en Algérie.....	8
3. Utilisation des antibiotiques dans les élevages avicoles en Algérie.....	9
3.1. Utilisation des antibiotiques en médecine vétérinaire.....	10
a. Utilisation à titre thérapeutique curatif.....	10
b. Utilisation en métaphylaxie	10
c. Utilisation en antibio-prévention.....	10
3.2. Les antibiotiques entant qu'additifs dans l'alimentation animale.....	10
4. Perspectives pour la modernisation de la filière avicole en Algérie (Poulet de chair).....	12
4.1. Perspectives économiques	12
4.2. Perspectives scientifiques.....	13

Chapitre II : État actuel des connaissances sur les additifs alimentaires destinés à l'élevage avicole

I. Les additifs alimentaires dans l'alimentation avicole.....	16
I.1. Additifs technologiques	16
I.2. Additifs sensoriels	16
I.3. Additifs nutritionnels	17
I.4. Additifs zootechniques	17
I.5. Additifs coccidiostatiques et histomonostatiques	18
II. Les additifs en Algérie.....	18
III. Les phytobiotiques dans l'alimentation du poulet de chair.....	19
III.1. La composition phytochimiques des épices.....	20
III.2. Efficacité de quelques épices utilisées en alimentation des volailles.....	21
a. Le fenugrec (<i>Trigonella foenum-graecum</i>).....	21
b. L'anis vert (<i>Pimpinella anisum</i>)	22
c. La Coriandre (<i>Coriandrum sativum L.</i>).....	23

Chapitre III : Effets des additifs alimentaires phytobiotiques chez l'animal

I. Effet de l'utilisation des additifs alimentaires phytogéniques et la digestion.....	25
I.1. Physiologie de la digestion des volailles.....	25
I.2. L'effet des additifs phytogéniques sur la digestion chez le poulet de chair.....	27
II. Effet de l'utilisation des additifs alimentaires phytogéniques sur le rendement en carcasse et la qualité de la viande.....	30
II.1. Le rendement en carcasse et la qualité de la viande du poulet de chair.....	30
II.2. L'impact des plantes phytogéniques sur le rendement en carcasse et la qualité de la viande.....	31
III. Effet de l'utilisation des additifs alimentaires phytogéniques et la composition biochimique et cellulaire du sang.....	32
III. 1. Caractéristiques des cellules sanguines.....	32
III.2. Caractéristiques biochimiques du plasma sanguin des poulets.....	33
III.3. L'impact des plantes phytogéniques sur la composition biochimique et cellulaire du sang du poulet de chair.....	34
IV. Effet de l'utilisation des additifs alimentaires phytogéniques sur le système immunitaire chez le poulet de chair	36
IV.1. Le système immunitaire chez le poulet de chair.....	36
IV.2. L'impact des plantes phytogéniques et le système immunitaire chez le poulet de chair.....	37
V. Effet des additifs alimentaires phytogéniques dans l'alimentation du poulet de chair et la santé du consommateur.....	38

Etude Expérimentale

Matériel et Méthodes

1. But de travail.....	42
2. Bâtiment d'élevage et facteurs d'ambiances.....	42
3. Dispositif expérimental.....	43
a. Animaux	43
b. Aliments	43
4. Analyses bromatologiques	44
4.1 La teneur en matière sèche (MS).....	45
4.2 Teneurs en cendre et en matière organique	45

4.3 La matière grasse(MG)	46
4.4 La cellulose brute (CB).....	46
4.5 La matière azotée totale (MAT).....	47
4.6 Energie métabolisable (EM)	48
5. Performances zootechniques.....	48
5.1. L'ingéré (QI).....	48
5.2. Le Gain de poids (GP).....	49
5.3. L'indice de Consommation (IC).....	49
6. Bilan digestif.....	49
7. Rendements en carcasse et des organes internes	51
8. Analyses biochimiques et hématologiques du sang.....	51
9. Etude morphométrique de la bourse de Fabricius	52
10. Analyses statistiques	52

Résultats et discussion

1. Analyses bromatologiques.....	54
2. Performance zootechnique.....	55
2.1. Evolution hebdomadaire du poids vifs et du Gain moyen quotidien (GMQ) réalisés pendant les phases d'élevages.....	55
2.2. L'ingéré réalisé par les sujets des différents lots pendant les phases d'élevages.....	58
2.3. L'indice de consommation....	60
3. Etude de la digestibilité des nutriments.....	61
4. Rendement de la carcasse et des organes internes des différents lots....	63
5. Analyses biochimiques et hématologique du sang... ..	65
6. Etude de l'évolution hebdomadaire de la bourse de Fabricius	72
CONCLUSION GENERALE	75

Références bibliographiques

Liste des tableaux

Tableau 01: Valeurs de référence de la composition cellulaire du sang de poulet de chair....	34
Tableau 02: Hygrométrie et température ambiantes durant la période d'expérimentation....	43
Tableau 03: Composition des régimes destinés aux animaux pendant les périodes d'élevage.....	44.
Tableau 04: Evolution hebdomadaire du poids vifs pendant les phases d'élevage (g).....	55
Tableau 05: Gain moyen quotidien (GMQ) réalisés pendant les phases d'élevage (g/j).....	56
Tableau 06: L'ingéré réalisé par les sujets des différents lots par semaines (g/j).....	58
Tableau 07: L'indice de consommation réalisé selon les phases d'élevage.....	60
Tableau 08: Etude de la digestibilité des nutriments.....	62
Tableau 09: Rendement de la carcasse et des organes internes des différents lots.....	64
Tableau 10: Analyses biochimiques et hématologiques du sang.....	67
Tableau 11: Etude de l'évolution hebdomadaire de la bourse de Fabricius.....	73

Liste des figures

Figure 01. Les principales parties composant le tractus digestif des oiseaux.....	27
Figure 02. Illustration des différents risques histologiques au niveau de l'intestin.....	29
Figure 03. Les principales parties composant le tractus digestif des oiseaux.....	31
Figure 04. Aménagement du bâtiment d'élevage.....	42
Figure 05. Les additifs utilisés : coriandre; (coriandre /fenugrec) et (coriandre /Anis vert).....	44
Figure 06. La souche Cobb 500 de poulet de chair.....	44
Figure 07. Batterie utilisé pour étudier le bilan digestif.....	50.
Figure 08. Fabricius-mètre.....	52
Figure 09 : Etude de la digestibilité des nutriments en fonction des phytobiotiques testés...	62
Figure 11. Diagramme des analyses biochimiques du sang.....	68
Figure 12. Diagramme des analyses hématologiques du sang.....	71

Liste des abréviations

AOAC : Association of Official Analytical Chemists.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

CDMS : Coefficient de digestibilité de la matière sèche.

CDMO : Coefficient de digestibilité de la matière organique.

EM : Energie métabolisable.

FAO : Food and agriculture organisation.

GMQ : Gain moyen quotidien.

GP : Gain de poids.

IC : Indice de consommation.

Kcal : Kilo-calorie.

MAT : Matière azotée totale.

MG : Matière grasse.

MM : Matière minérale.

MS : Matière sèche.

P : Probabilité, (signification).

PV : Poids vif.

PHC1 : Phytobiotique1 (coriandre).

PHC2 : Phytobiotique2 (50% coriandre et 50% Fenugrec).

PHC3 :Phytobiotique3 (50% coriandre et 50% anis vert).

S : semaine.

QI : La quantité d'aliment ingéré.

Introduction Générale

Introduction générale

Le régime alimentaire des volailles est composé d'un mélange d'ingrédients comprenant une source énergétique, protéique, complexe minéralo-vitaminique et des additifs alimentaires, tous types confondus (FAO, 2020). L'incorporation de ces additifs alimentaires dans l'alimentation animale est justifiée par l'industrialisation de l'élevage, afin d'améliorer les performances de production et la qualité des produits d'origine animale (Ferrando, 1979). Historiquement les chercheurs ont affirmé que pour soutenir la résistance des volailles, les additifs les plus utilisés dans leur alimentation sont les antibiotiques, en tant que facteurs de croissance. Avec l'incorporation de la pénicilline, la chlore ou l'oxytétracycline, et la spiramycine, ils ont obtenu une amélioration du gain de croissance de 10 à 25%, une réduction de 5 à 15% de l'indice de consommation et une amélioration de l'état sanitaire par rapport aux témoins (Ferrando, 1979). Cependant, l'utilisation des antibiotiques comme promoteur de croissance dans l'alimentation des volailles entraîne la propagation de la biorésistance des bactéries et la présence des résidus de médicaments dans la viande de poulet de chair (Alagawany et al. 2021). C'est un problème de santé publique touchant à la fois la santé animale et la santé humaine.

Ces dernières années, il existe une détermination mondiale pour limiter l'utilisation des antibiotiques dans les produits animaux. En 2006, l'Union européenne a interdit l'utilisation des antibiotiques dans les aliments pour animaux et dans l'eau pour favoriser la croissance. L'OMS, l'OIE et la FAO ont également appelé à l'élimination de l'utilisation des antibiotiques pour stimuler la croissance (Magnusson and al. 2019). En Algérie, depuis Mai 2003, et selon une décision ministérielle, seules les substances médicamenteuses, considérées comme additifs, appartenant au groupe des coccidiostatiques, au groupe des antibiotiques et au groupe des facteurs de croissance, sont autorisées à être incorporées dans l'alimentation animale. En conséquence, l'élimination ou la limitation de l'utilisation des antibiotiques dans les régimes alimentaires des volailles a entraîné une réduction des performances de croissance, par ce qu'ils jouent un rôle essentiel dans la régulation du fonctionnement physiologique des animaux, y compris la protection contre les maladies infectieuses (Alagawany et al. 2021).

Pour promouvoir la production industrielle saine de la viande blanche des volailles, il existe une forte demande aux alternatives d'origine naturelles qui permettent d'améliorer la croissance et qui ont un effet bénéfique sur la santé des volailles. L'équilibre biologique est en faveur de l'utilisation d'additifs alimentaires naturels (phytogéniques) que de l'utilisation des additifs synthétiques tels que les antibiotiques. De nombreuses recherches ont été menées pour découvrir des alternatives aux antibiotiques qui sont incorporés en tant que facteur de croissance, parmi celles-ci, les plus connus sont les probiotiques, les prébiotiques, les enzymes, les acides organiques, les immunostimulants, les bactériocines, les bactériophages, les nanoparticules, les huiles essentielles et les additifs alimentaires phytogéniques (Mehdi et *al.* 2018).

Les composés phytochimiques sont utilisés depuis plus de 60 000 ans pour prévenir ou guérir les maladies qui affectent l'être vivant. En alimentation animale, les phytobiotiques sont représentés par plusieurs plantes ou extraits de plantes, qui sont reconnus dans un premier temps par leur effet potentiel positif sur la santé digestive des animaux et dans un second temps, qui ont un effet potentiel sur les performances de production (Athanasidou et *al.* 2007, Fallah et *al.* 2013, Gong et *al.* 2014). L'incorporation des additifs alimentaires phytogéniques dans l'alimentation de poulet de chair agit sur l'amélioration de la palatabilité des aliments et / ou sur le bon fonctionnement physiologique de l'animal qui se traduit par un effet potentiel positif sur la santé des oiseaux (Oladokun et Adewole, 2020), par le renforcement du système immunitaire, la préservation et la stabilisation de la microflore du tube digestif et l'extériorisation du potentiel de production de poulet (Seidavi et *al.* 2021). L'évolution de l'incorporation des additifs naturels à partir des épices dans l'alimentation du poulet de chair est en accélération continue (Beghoul et *al.* 2017, Salih et Gurbuz, 2015 et Duru et *al.* 2013).

Dans ce contexte nous avons étudié l'effet de l'incorporation de quelques épices d'origine oasiennes en vue de leur utilisation comme voies alimentaires d'amélioration des performances zootechniques et l'état de santé du poulet de chair à croissance rapide, tout en préservant l'environnement et la santé des consommateurs. Les plantes étudiées sont la coriandre *Coriandrum sativum. L.*, l'anis vert *Pimpinella anisum. L.* et le fenugrec *Trigonella foenum-graecum. L.* L'objectif principal de notre recherche est de produire un promoteur de croissance et la formulation d'un additif à partir de plusieurs épices qui ont des effets

complémentaires pour augmenter l'efficacité alimentaire du poulet de chair à croissance rapide.

Dans le présent travail nous avons présenté une revue bibliographique organisée en trois chapitres permettant de prendre connaissance des informations disponibles sur la situation de l'aviculture intensive (industrielle) en Algérie; une synthèse des études effectuées sur l'expérimentation de toutes les formes et les doses des végétaux choisis dans notre recherche et l'effet des phytogéniques sur l'amélioration de la physiologie digestive, la composition hématologique du sang et le statut immunitaire de poulet de chair. La partie expérimentale est consacrée à l'évaluation de l'effet de l'incorporation des additifs naturels dans le régime alimentaire de poulets de chair sur les performances zootechniques, la digestibilité des nutriments, le rendement de la carcasse et des organes internes, l'analyse biochimique et hématologique du sang et l'évolution de la bourse de Fabricius.

Etude bibliographique

Chapitre I

Situation de l'aviculture intensive (industrielle) en Algérie.

I. Historique de l'aviculture intensive (industrielle) en Algérie

Le développement de l'aviculture intensive en Algérie est passé par deux principales phases relatives à son essor. Il s'agit des périodes coloniale et post – coloniale.

Pendant la période coloniale, elle était caractérisée par la dominance du modèle avicole traditionnel de type familial. La conduite était en général précaire pour une productivité du faible. L'alimentation des volailles était constituée par les issues de meunerie, les restes de l'alimentation humaine et les débris végétaux. La sélection était naturelle et la commercialisation s'effectuait au niveau des marchés hebdomadaires (Kaci, 2013).

Le secteur avicole était dominé par les européens. En 1939, les effectifs des élevages modernes ne dépassent pas les 1000 pondeuses dans l'Algérois, les régions d'Oran, de Mostaganem, de Sidi-Bel-Abbès pour l'Ouest et les régions de Constantine et de Skikda pour l'Est du pays. A partir du 1948, La production d'œufs de consommation haussait à environ 300 millions d'unités. Trois élevages de poulets de chair sont installés à Annaba, Oran et Rouiba durant les années 50, avec une production moyenne de 5000 poulets/mois et quelques élevages privés d'une capacité de 250 à 2500 poulets / mois. Mais le secteur traditionnel est prédominait sur tous le territoire de l'Algérie(Chaoutène, 1987 cité par Kaci, 2013). En 1960, la production du secteur moderne s'élèvera à 1700 tonnes de viandes blanches, augmentation répondant à l'accroissement de la demande de l'armée et des administrations françaises et de la distribution des revenus durant le plan Constantine.

Au lendemain de l'indépendance et jusqu'en 1970, l'aviculture en Algérie se présentait sous forme d'un système de production principalement extensif basé sur une très faible consommation d'intrants produits hors ferme. Elle était axée essentiellement sur l'importation du poussin d'un jour, vu que la production d'œufs à couver ne dépassait guère 2 millions d'unités/an. Les rendements enregistrés par quelques ateliers industriels privés qui exploitaient des races locales, sont faibles et expliquent la stagnation de la production avicole industrielle (Kaci, 2013).

De 1967 – 1973, le développement avicole concerne surtout l'amélioration de la production fermière d'œufs et de poulets. Et c'est à partir de 1969 que l'Etat a créé l'Office National des Aliments du Bétail (ONAB). Cet organisme public avait pour mission principale de produire les aliments destinés au bétail. Mais son spectre d'activité a été élargi au développement de l'élevage avicole (Kaci, 2013).

Dès 1974, dans le cadre des dispositions de la révolution agraire, étaient créées des coopératives spécialisées de services avicoles qui avaient pour missions, la distribution des

facteurs de production, l'encadrement des producteurs, la vulgarisation technique et l'appui aux producteurs. Parallèlement, à l'initiative des Directions de l'Agriculture des Wilayas (D.S.A.), on notait l'introduction d'élevages « Chair » dans plusieurs domaines agricoles socialistes réalisés aux niveaux des infrastructures disponibles (petits ateliers d'élevages, caves aménagées, hangars, etc.,....) (Kaci, 2013).

Les investissements alloués à l'aviculture ont alors fortement progressé durant les années (1980 – 1984) (Chaoutène, 1987 cité par Kaci, 2013). Dans le but de généraliser l'activité « aviculture » à l'ensemble du territoire national, l'activité est confiée à trois Offices régionaux (ORAC dans la région du centre, ORAVIE à l'Est et ORAVIO à l'Ouest). L'aviculture a pris la première place dans les investissements comparativement aux autres élevages, lesquels représentaient environ 50 % des investissements totaux.

A la fin des années 80, l'aviculture est implantée dans les zones urbaines et semi-urbaines. Ce type d'aviculture moderne constitue, certainement, une solution à l'approvisionnement régulier des populations des villes. De plus, la distribution de facteurs de production devient plus fluide grâce à la création de coopératives publiques de services dites « CASSAP » qui appartiennent aux domaines agricoles socialistes (DAS) pour encourager la production d'œufs de consommation par l'acquisition de divers équipements (batteries). Cette période est également témoin de l'apparition d'unités privées d'aliments de bétail, nombreuses mais de faible capacité. Celles-ci se spécialisent prioritairement dans la production d'aliments pour volailles, afin de répondre à la demande croissante des éleveurs pour ce type d'intrants.

Une deuxième vague de restructuration de la filière avicole coïncide avec le lancement des grandes réformes économiques à partir de 1988. Comme toutes les sociétés et offices économiques publics, l'ONAB passe officiellement à l'autonomie (Avril 1997) et, devient société par actions (SPA). (Harbi, 1997) rapporte que la restructuration de l'ONAB a été faite par la création de nouvelles structures d'appui à la production avicole. Ces structures sont des offices régionaux qui sont dotés de l'autonomie financière et de la liberté de gestion dans l'espace géographique régional. Leur vocation principale est la production et l'importation des facteurs de production avicole. Chacun de ces offices exerce le monopole de l'Etat sur le commerce extérieur pour la région concernée sans interférence avec les autres régions. Plus précisément, elle devient société mère d'un groupe industriel composé de sept entreprises dont les trois Groupes Avicoles Régionaux: GAC (Ex ORAC), GAE (ex. ORAVIE), GAO (ex. ORAVIO), une société de maintenance et deux entreprises de production de compléments

vitaminés dits «prémix». Elle détient également des participations dans une entreprise de fabrication de produits vétérinaires (PASNA), une entreprise de transport maritime (CNAN BULCK) et une autre de négoce international (SCTI). Chaque Groupe avicole régional contrôle à son tour des unités d'aliments de bétail (UAB) et des entreprises avicoles. Au total, ce sont 150 entreprises filiales, toutes activités confondues, qui composent le portefeuille des trois Groupes régionaux. Une réorganisation est opérée en 2005 à partir des critères de recentrage sur les métiers de base et d'organisation par filières de production (filières «chair», «ponte», «aliments»). Le nombre de filiales avicoles passe alors de 24 à 19 et le nombre total d'entreprises est réduit de 150 à 147.

II. Situation actuelle de la filière de poulet de chair en Algérie

La filière avicole algérienne a atteint un stade de développement qui lui confère désormais une place de choix dans l'économie nationale (1,1% du Produit Intérieur Brut national) et en particulier dans l'économie agricole (12 % du Produit Agricole Brut) (Kaci et Cheriet, 2013 ; Alloui, 2017)

La production de la viande de poulet occupe une part très importante dans la production totale des viandes. Elle a occupé la première place des productions de viandes avec un rendement de 280 000 tonnes (40.6% de la production totale de viande) et un indice de croissance de production annuel de 1.3% au cours de la période (2001-2011) (Alloui, 2017). Tandis que la production nationale en viande blanche a connu une évolution considérable en 2017, atteignant 5,3 millions de quintaux, soit une augmentation de 153%. En effet, l'Algérie n'importe plus de viande blanche depuis 2000 grâce à la politique du soutien public à cette filière du fait de son rôle stratégique dans la réalisation de la sécurité alimentaire (Algérie presse service. 2017).

Le fonctionnement de la filière avicole en général est confronté à un certain nombre de contraintes au niveau des différents segments de la chaîne de production. En signalant la forte dépendance aux marchés extérieurs, les facteurs de base nécessaires à l'élevage avicole (maïs et soja, matières biologiques, produits vétérinaires,...) sont presque totalement importés. Les aliments destinés aux volailles en Algérie, sont fabriqués essentiellement à partir de matières premières importées. Une nette augmentation des importations est enregistrée en 2008 par rapport à 2000. Il s'agit essentiellement de maïs et de tourteau de soja, ainsi que des produits

(sels minéraux, vitamines, acides amines) rentrant dans la composition des CMV (Boumediene, 2008).

Selon l'office national du bétail, la valeur de l'importation enregistrée en 2010 est de 13% du total des importations agroalimentaires algériennes, estimées à 8,614 milliards de dollars en 2010 (CNIS, 2010 ; Kaci et Cheriet, 2013). Cette situation entraîne un coût élevé de l'aliment. En valeur, plus de 90% des importations destinées au secteur avicole sont représentées par le maïs et le tourteau de soja rentrant dans la fabrication des aliments. C'est à dire, combien cette filière est conditionnée par les prix et la disponibilité de ces deux produits sur le marché international (Boukersi, 2008).

L'industrie des produits vétérinaires en Algérie reste embryonnaire. L'approvisionnement des élevages locaux se fait essentiellement par des importations, alors que la production nationale ne représente que 17% de la consommation en produits vétérinaires et en vaccins (OFAL, 2000). Par contre, les importations d'équipements avicoles ont régressé de manière significative (Alloui, 2017). L'approvisionnement en matériel biologique est resté longtemps dépendant des marchés mondiaux. Mais, ces dernières années, par une incitation à plus d'investissement dans différentes filières avicoles avec le soutien financier de l'état, le secteur privé a pris l'initiative d'investir par l'installation des grands parentaux « chair ». Aujourd'hui deux (02) sélectionneurs de souche chair sont installés et travaillent avec des investisseurs privés algériens. Hubbard Algérie et Arbor Acres Algérie. Le marché algérien est approvisionné aussi par l'importation d'autres souches comme la Cobb (Observatoire des filières avicoles algériennes, 2019).

L'aviculture est une filière intégrée, nécessite la collaboration de l'ensemble des acteurs directs et indirects (les fabricants d'aliments, les accoueurs, les éleveurs de pondeuses, de poulets et de dindes, les abattoirs... etc.). Par ailleurs, la filière n'est pas encore organisée, et les éleveurs et autres acteurs de la filière ne sont pas regroupés en coopérative autour de l'abattoir comme ça devrait se faire, pour évaluer et maîtriser les prévisions du besoin du marché tout en garantissant une activité économique rentable.

III. Utilisation des antibiotiques dans les élevages avicoles en Algérie

Un antibiotique est une substance chimique organique d'origine naturelle ou synthétique qui serve à détruire les bactéries ou autres micro-organismes pathogènes, ou à inhiber leurs croissances (Chardon et Brugere, 2014). Tous les antibiotiques sont bactériostatiques à faible dose et bactéricides à dose plus élevée (Puyt, 2004).

III.1. Utilisation des antibiotiques en médecine vétérinaire

La réglementation communautaire autorise l'utilisation des antibiotiques selon quatre façons :

a. Utilisation à titre thérapeutique curatif

L'objectif majeur est d'obtenir la guérison des animaux cliniquement malades et d'éviter la mortalité (Chauvin, 2009).

b. Utilisation en métaphylaxie

Lorsqu'une infection collective et très contagieuse se déclare dans un élevage avec des grands effectifs, l'ensemble du groupe d'animaux est traité. Les sujets qui sont exposés mais ne présentant pas encore des signes cliniques font donc l'objet d'un traitement en même temps que ceux qui sont déjà malades (Maillard, 2002).

c. Utilisation en antibio-prévention

Les antibiotiques peuvent être administrés à des périodes critiques de la vie, sur des animaux soumis à une pression de contamination régulière et bien connue. Dans ces conditions, on parle d'antibio-prévention car le traitement permet d'éviter totalement l'expression clinique (Chauvin *et al.*, 2006).

III.2. Utilisation des antibiotiques en tant qu'additifs dans l'alimentation animale

L'usage des antibiotiques dans l'aliment à titre d'additifs améliore la croissance des animaux (Alagawany *et al.*, 2021). Cependant, les inconvénients à travers cette pratique sont épouvantables, car elle engendre la résistance bactérienne aux antibiotiques. Les animaux qui les consomment rejettent une grande quantité de bactéries résistantes dans leurs fèces. Ces germes sont alors transférés aux hommes par voie directe ou indirecte via les aliments d'origine animale (Châtaigner et Stevens, 2004). Également, les antibiotiques utilisés dans l'alimentation des bétails pourraient induire aussi au problème de présence des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animale telle que la viande (Alagawany *et al.*, 2021).

En Algérie, la recherche de résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaire d'origine animale a été lancée en 2013, suite à un programme dénommé programme algérien de surveillance des contaminants et des résidus dans les aliments (PASCRA), lancé par le ministère de l'Agriculture, du développement rural et de la pêche et financé par l'Union européenne (Kebir, 2016). En l'état actuel des connaissances, il n'y a pas de données nationales officielles disponibles sur la prévalence des résidus d'antibiotiques et leur usage au niveau des élevages. Cependant, à l'échelle scientifique il ya des recherches récentes qui ont étudié la résistance aux antibiotiques des souches bactériennes isolées à partir des différentes espèces animales de production (Halfaoui, 2017; Bounar-Kechih, 2018).

Selon Boutrid (2020), au niveau de la wilaya de Batna, approximativement 80% des antibiotiques importants en médecine humaine sont consommés dans les élevages dans le cadre thérapeutique, mais en grande partie, pour favoriser la croissance chez les animaux sains. Baazize-Ammi, (2019) a démontré que la viande de poulet et le lait contiennent certaines molécules d'antibiotiques. La concentration de certaines molécules a dépassé largement les limites maximales fixées par la réglementation européenne, en l'absence de normes algériennes. Au niveau de la région de Tébessa, une étude récente de Nouri *et al.*, (2022) ont montré que la viande du poulet et notamment le foie sont plus contaminés que la viande du mouton.

Les résidus trouvés appartiennent aux familles : Béta-lactamines, tétracyclines Aminosides, macrolides et enfin Sulfamides. Egalement, Boutrid (2020) a mis en évidence la présence de résidus d'oxytétracycline, de colistine et d'ampicilline dans les tissus comestibles chez le poulet de chair, confirmant ainsi une mauvaise utilisation généralisée des antibiotiques au sein de ces fermes et le manque d'application du délai d'attente recommandé. Cette situation dénonce l'ampleur du risque pour le consommateur algérien. Il est donc impératif de réaliser une surveillance systématique des résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animale. Cette surveillance demeurant un moyen de prévention permettra d'assurer l'innocuité complète de ces produits (Nouri *et al.*, 2022). Par ailleurs, la recherche d'alternatives aux antibiotiques est la solution la plus fiable et rassurante pour la santé publique (Meradi *et al.*, 2019). Il est très important aussi de sensibiliser les vétérinaires et les éleveurs sur le danger de l'utilisation abusive et anarchique de ces médicaments.

IV. Perspectives pour la modernisation de la filière avicole chair en Algérie

Selon Alloui (2011) la structure actuelle de l'aviculture résulte des politiques de développement initiées par l'Etat dans les années 1980. Ces politiques visaient essentiellement l'autosuffisance alimentaire, grâce à une filière avicole intensive et déconnecté de la sphère agricole, mais qui permettait d'améliorer la ration alimentaire en protéines animales à moindre coût. Le modèle d'élevage adopté est celui qui prévaut à l'échelle mondiale, c'est à dire un modèle intensif basé sur le recours aux technologies et aux intrants avicoles industriels importés, et qui nécessite une organisation intégrée de la production avec une planification et une coordination rigoureuse des processus de production avec les industries d'amont et d'aval.

Dans l'objectif d'établir des perspectives économiques à la filière avicole algérienne, nous nous sommes basés sur l'étude d'antériorité des différentes contraintes confrontées par la filière. Plusieurs auteurs ont dénoncé des entraves sur le plan organisationnel, structurel, approvisionnement en matière biologique, alimentaire et produits vétérinaires. Aussi, la dépendance technologique et la qualification de la main d'œuvres présentent des difficultés pour le développement de l'élevage en question.

IV.1. Perspectives économiques

L'objectif du développement durable de la filière avicole en Algérie s'est appuyé sur l'élaboration des stratégies organisationnelles prenant en considération les données réelles permettant d'assurer la sécurité alimentaire dans un environnement professionnel intègre. Globalement notre analyse s'intéresse aux éléments suivants :

-L'élevage avicole nécessite la collaboration et la coordination entre l'ensemble des acteurs. L'initiative de la création des groupements d'intérêt communs (G.I.C) lancée en 2012, reste toujours une solution qui peut relancer le développement de cette filière par la structuration du secteur avicole et de mettre une stratégie de lutte contre l'aspect informel. Il faudra sensibiliser les éleveurs conjoncturels et ceux de l'informel à intégrer le cadre légal afin de pouvoir travailler dans un cadre organisé (Observatoire des filières avicoles algérienne, 2019). Les associations professionnelles peuvent intervenir potentiellement dans ce contexte. L'identification du secteur industriel avicole est essentielle pour déterminer les agents économiques, mesurer leur poids respectifs (chiffre d'affaires, effectifs employés, capitaux

propres, performances, etc.) et ce pour délimiter la concentration des activités à travers l'évolution des parts de marché, des firmes leaders (Alloui, 2009);

- Création d'un conseil national de l'aviculture qui regroupe les représentants des différents partenaires pour élaborer la politique de développement de cette filière et en contrôler sa mise en œuvre, et ce à la lumière du contexte international et des spécificités algériennes (Alloui, 2011);

- La forte dépendance au marché extérieur en intrants surtout pour le maïs et le soja demeure le principal handicap au développement de l'aviculture algérienne, à cet effet les chercheurs suggèrent la substitution de ces deux éléments par des matières végétales locales, nutritionnellement répondant aux besoins de l'animal (notamment en acides aminées et en énergie), et l'amélioration des circuits d'approvisionnement en facteurs de production et de commercialisation des produits avicoles ;

- Appui financier des projets de création de structures de conditionnement et de conservation de produits avicoles (abattoir, transformation, chaîne de froid, etc.), et la réduction des charges, notamment celles des intrants importés en allégeant ou supprimant les taxes douanières et en supprimant la TVA pour les éleveurs ;

- Diversification des produits avicoles, à travers notamment la promotion de la consommation de la dinde et autres volailles (pintades, canards, gibiers) (Alloui, 2011).

IV.2. Perspectives scientifiques

La réhabilitation et le développement durable de l'aviculture ne se font qu'à travers la science et la valorisation des résultats de recherches qui sont adéquates avec pour nos conditions socioéconomique, agro-écologique et notre richesse en biodiversité locale. L'approche est comme suit:

-La création d'une base de données statistique sur les indicateurs économiques, les opérateurs, et les flux d'approvisionnement et de vente des produits finis. Ces informations sont aujourd'hui éparpillées entre de nombreux centres : Office National des Statistiques, Centre National de l'Informatique et des statistiques relevant des Douanes Algériennes, Centre National du Registre du Commerce, Ministères, Directions des Services Agricoles, Associations, entreprises, sans coordination entre eux. L'objectif est l'enregistrement du potentiel d'investissement de la chaîne de valeur à fin d'avoir une vision globale permettant

d'établir des stratégies d'amélioration et/ou de développement. Ainsi, cette base de données est utile pour connaître le niveau de salubrité des aliments et l'efficacité de la production ;

- Promotion et encouragement d'une recherche scientifique orientée vers les problèmes de nutrition avicole en climat chaud, la conduite des élevages, la mise au point de souches locales et la recherche d'aliments de substitution partielle au maïs et au soja importés (Alloui, 2011) ;

- Appui technique et la formation des aviculteurs, au niveau des centres de formation professionnelle, en vue d'avoir une main d'œuvre qualifiée et d'améliorer les performances zootechniques

Chapitre II

État actuel des connaissances sur les additifs alimentaires destinés à l'élevage avicole

I. Les additifs alimentaires dans l'alimentation avicole

Les additifs alimentaires incorporés dans les formules alimentaires destinées aux animaux sont classés en cinq catégories, fixées par le règlement (CE) N° 1831/2003 (art 6), comme suit :

I.1. Additifs technologiques

Dans cette catégorie figurent : les conservateurs, antioxydants, les émulsifiants, les stabilisants, les épaississants, les gélifiants, les liants, les correcteurs d'acidité, les substances destinées à réduire la contamination des aliments pour animaux par les mycotoxines (Capteurs de mycotoxines), et les enzymes (UE, 2007). Cependant, il est important de ne pas les confondre avec les auxiliaires technologiques. Ces derniers sont définis comme suis : “ une substance destinée à servir de porteur à l'introduction d'un additif, ou facilitant l'apport d'un autre additif alimentaire dans l'aliment final, ou servant à stabiliser un autre additif alimentaire, ou favorisant l'autre effet que l'additif alimentaire était destiné à produire sur le produit final”. Le terme “support” recouvre 3 sous classes: support solide, solvant utilisé comme support, agent d'encapsulation (UE, 2007).

I.2. Additifs sensoriels

Les différents groupes fonctionnels de la catégorie additifs sensoriels englobent :

- Les colorants

Des substances qui redonnent de la couleur à des aliments pour animaux, ou bien des substances qui, utilisées dans l'alimentation animale ajoutent de la couleur à des denrées alimentaires d'origine animale (Synpa, 2014). Ce sont les caroténoïdes qui permettent l'expression de la pigmentation d'origine des produits d'élevage. La couleur est un aspect déterminant de la qualité des aliments qui ne doit pas être sous- estimé. Les caroténoïdes sont divisés en deux groupes majeurs : Les carotènes (dont le bêta- carotène) et les xanthophylles (dérivés de l'oxydation des carotènes). Ces molécules sont appelées pigments, de teinte jaune, orange ou rouge selon le cas, sont à l'origine de la pigmentation normale des œufs, des volailles, des saumons et des truites. Les matières premières des aliments n'en contenant pas assez, il est nécessaire de les compléter avec un apport adéquat en caroténoïdes (Drogoul, 2004; Synpa, 2014).

- Les substances aromatiques

Elles confèrent une odeur et/ou un goût aux aliments des animaux (UE, 2007). On distingue deux types de substances : Les arômes et les édulcorants. Les arômes sont des composés aromatiques d'origine naturelle ou de synthèse, utilisés en association ou non avec les édulcorants. Les édulcorants quand à eux renforcent le pouvoir sucrant du sucre ou du saccharose contenus dans les matières premières.

Les principales utilisations des substances aromatiques sont :

- La contribution à l'amélioration de la consommation et l'utilisation de l'aliment, en facilitant la sécrétion de salive, d'acide gastrique, de bile et d'un certain nombre d'enzymes dans le tube digestif ;
- La stabilisation des caractéristiques gustatives et olfactives de l'aliment (Drogoul, 2004; Synpa, 2014).

I.3. Additifs nutritionnels

Ce sont des nutriments organiques nécessaires à l'organisme, pas ou peu synthétisés par les animaux, essentiels à la vie et à la santé des animaux (Yadgar, 2015). Les matières premières des aliments pour animaux ne contiennent pas assez de vitamines, des provitamines, d'oligo-éléments, et d'acides aminés. Il est indispensable d'en rajouter pour empêcher les carences. Ces carences peuvent avoir des conséquences non négligeables sur l'état de santé, le bien-être des animaux, ainsi que sur la qualité des produits des animaux d'élevage (Synpa, 2014).

I.4. Additifs zootechniques

Les additifs zootechniques regroupent tous les additifs qui ont un rôle sur la qualité des productions animales, la bonne santé des animaux et la préservation de l'environnement (UE, 2007). Les différents groupes sont les suivants :

- Améliorateurs de la digestibilité

Ce sont des composés qui agissent sur les matières premières de la ration au niveau du tube digestif de l'animal. Elles améliorent la digestibilité, contribuent à une meilleure assimilation de la ration et à une diminution des rejets (Synpa, 2014). Ces substances rendent davantage de nutriments accessibles à l'animal pour satisfaire ses besoins nutritionnels et son bien-être. Les enzymes sont un exemple d'améliorateurs de la digestibilité. Elles améliorent l'assimilation

des aliments, et contribuent à une production animale respectueuse de l'environnement (ex : diminution avec les phytases des rejets de phosphore d'environ 30%) (Drogoul, 2004 ; Synpa, 2014).

-Stabilisateurs de la flore intestinale

Le tube digestif des animaux contient une flore microbienne abondante et variée. En interagissant avec cette flore, les micro-organismes permettent d'équilibrer la flore bénéfique de l'animal. En leur présence, les animaux peuvent mieux utiliser les nutriments de la ration en particulier les fibres et les protéines (UE, 2007), ce qui permet une meilleure digestion des aliments et par conséquent une meilleure valorisation de la ration au niveau du métabolisme énergétique de l'animal. Les micro-organismes contribuent par ailleurs à limiter les rejets dans l'environnement, notamment les rejets d'azote. Les stabilisateurs ont donc un effet bénéfique sur le bon développement et le bien-être animal (moindre incidence des stress et désordres digestifs), et sur la qualité des produits animaux (Yadgar, 2015).

I.5. Additifs coccidiostatiques et histomonostatiques

Le groupe fonctionnels de la catégorie coccidiostatiques et histomonostatiques prévient le développement des coccidioses et histomonose, maladies parasitaires graves et fréquentes chez les volailles et le lapin (Immoune, 2015).

II. Les additifs en Algérie

Les additifs les plus importés en Algérie sont les additifs nutritionnels (les complexes minéraux-vitaminés, les vitamines, les acides aminés, l'urée et les minéraux), et en quantités moins importantes les coccidiostatiques et les histomonostatiques (anticoccidiens). Sont importés également mais en faibles quantités les additifs zootechniques (enzymes, probiotiques), et quelques additifs technologiques (les capteurs de mycotoxines et les antioxydants) (Immoune, 2015).

Les additifs sensoriels et le reste des additifs technologiques n'existent pas sur le marché national (Aimen, 2015). Sur le plan marketing, les additifs importés en Algérie sont fabriqués soit en Europe (France, Espagne, Italie, etc), en Amérique (Canada), en Asie (chine) (Immoune, 2015). La plupart des additifs disponibles sur le marché sont destinées à l'élevage des volailles, à cause de la prédominance de cette filière par rapport aux autres élevages (bovin, ovin, caprin,...). Cette situation est due à la sensibilité et la fragilité des volailles ainsi

qu'à la courte durée de son élevage. Cependant, l'utilisation des substances médicamenteuses coccidiostatiques et histomonostatiques est la plus fréquente comparé aux autres additifs (Immoune, 2015). Selon le même auteur, la préférence de l'utilisation des médicaments et d'antibiotiques par rapport aux additifs zootechniques revient à l'ignorance de la grande majorité des éleveurs, à la négligence et l'inconscience des vétérinaires face à la recommandation de l'utilisation des probiotiques et des prébiotiques. L'utilisation de ces derniers a une bonne répercussion sur la santé des animaux et leur bien être sans le moindre risque.

III. Les phytobiotiques dans l'alimentation du poulet de chair

En alimentation des volailles, la plupart des additifs alimentaires sont utilisés pour améliorer les caractéristiques physique de l'alimentation, l'acceptabilité des aliments, ou pour préserver la santé des oiseaux (Mohammedi, 2006; Christaki, 2014 ; Yadgar, 2015). Les additifs alimentaires peuvent être préparés à partir de plantes. L'évolution de l'incorporation des additifs naturels à partir des épices dans l'alimentation du poulet de chair est en accélération continue (Alloui, 2011, Salih et Gurbuz, 2015, Gheisar et Hou, 2017). Les phytobiotiques sont représentés par plusieurs plantes ou extraits de plantes, qui sont reconnus dans un premier temps par leur effet potentiel positif sur la santé digestive des animaux, et dans un second temps, qui ont un effet potentiel sur les performances de production (Athanasiadou et *al.* 2007, Fallah et *al.* 2013, Gong et *al.* 2014). Les phytobiotiques sont généralement incorporés dans l'aliment, mais ils peuvent également être incorporés dans l'eau de boisson. Ils sont couramment employés chez les volailles de chair pour améliorer les performances de croissance, ainsi que la qualité et la conservation de la viande. Concernant l'amélioration des caractéristiques de la viande par les phytobiotiques, ceux-ci sont susceptibles d'intervenir sur les caractéristiques des carcasses (état d'engraissement, développement des muscles), sur la susceptibilité de la viande à s'oxyder durant sa conservation, ses caractéristiques organoleptiques ainsi que sur la qualité bactériologique de la viande. Bien que moins efficaces que les antioxydants synthétiques ou l' α -tocophérol (forme active de la vitamine E), les phytobiotiques ajoutés à l'alimentation des animaux semblent être capables de réduire l'oxydation des lipides de la viande de volaille stockée à 4°C ou à -20°C (Aimene, 2015).

III.1. La composition phytochimiques des épices

Depuis l'antiquité, les épices ont été utilisées comme médicaments et conservateurs des aliments surtout quand il n'y avait pas de réfrigérateurs (Figueredo, 2007; Guardia, 2011). Les épices peuvent provenir de différentes parties de la plante : de l'écorce (cannelle), des grains (fenugrec), des feuilles (menthe), des fleurs (safran), du rhizome (gingembre) ou des fruits (piment et moutarde). Le traitement des épices après la récolte est recommandé afin de conserver le plus possible leur composition chimique naturelle. Chaque épice a un arôme et une saveur unique qui dérivent des composés phytochimiques appelés encore métabolites secondaires. Ces produits chimiques ont évolué chez les plantes afin de les protéger contre des insectes herbivores, des agents pathogènes, des parasites et des champignons, et pour la défense contre la sécheresse et la lumière ultra violette.

Cependant, ces métabolites peuvent être anti-nutritifs et beaucoup d'entre elles sont toxiques. Ils sont alors stockés dans des vésicules spécifiques ou dans la vacuole de la cellule. Ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on retrouve chez les plantes médicinales (Hashemi, 2011). Les métabolites secondaires sont produits en très faible quantité, et plus de 200 000 molécules ont été identifiées. Ils sont classés selon leur appartenance chimique en composés phénoliques, alcaloïdes et terpénoïdes (Herna et al. 2004, Vermerris et Nicholson, 2006). Les bienfaits de ces molécules dans le monde animal ont fait l'objet de plusieurs études.

III.1. 1. Les phénols

Plusieurs travaux de recherches à travers des tests *in vivo* et *in vitro* ont justifié l'effet antioxydatif des épices dans l'alimentation du poulet de chair. Ils ont montré que cette activité biologique est principalement attribuée aux effets des composants phénoliques (Christaki et al., 2012 ; Surai, 2013).

III.1. 2. Les alcaloïdes

Des études récentes ont démontré que des alcaloïdes peuvent augmenter la consommation alimentaire, le gain de poids, réguler les processus métaboliques, le système immunitaire inné et le fonctionnement digestif chez les animaux (Liu, 2016).

III.1. 3. Les terpénoïdes ou terpènes

Ces molécules dérivant de cinq unités isoprène assemblées, sont parmi les produits chimiques importants en médecine. Les terpènes des plantes ont des propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires (Krief, 2003).

III.2. Efficacité de quelques épices utilisées en alimentation des volailles

L'interdiction des antibiotiques comme facteur de croissance dans l'alimentation des poulets de chair impose l'approfondissement des investigations scientifiques pour trouver des alternatives naturelles comme les phytobiotiques. Selon l'Organisation Mondiale de Santé (2018), des additifs sont nécessaires pour préserver l'innocuité des aliments transformés et les maintenir en bon état pendant leur transport, des usines jusqu'aux consommateurs, en passant par les entrepôts et les commerces.

La coriandre, le fenugrec et l'anis vert sont des épices méditerranéennes. La composition phytochimique de ces épices explique les bienfaits qu'ils apportent sur le bien être et la santé des animaux. Ces épices sont expérimentées beaucoup dans l'alimentation de poulet de chair, ce qui nous a appelé à publier un article scientifique de synthèse sur les résultats de recherche les plus récents. Meradi et *al.* (2020).

d. Le fenugrec (*Trigonella foenum-graecum*)

Par l'analyse des résultats de la recherche de plusieurs travaux, le fenugrec est un bon phyto-additif dans l'alimentation du poulet de chair (Fallah, 2013 ; Gheisar, 2017 ; Kirubakaran, 2016 ; Mamoun, 2014 ; Yesuf et Mersso, 2017). Toutes les formes d'incorporation du fenugrec dans le régime du poulet de chair sont efficaces, que se soit en poudre dans l'aliment, en infusion dans l'eau de boisson ou sous forme d'huile essentielle. Les doses expérimentées du fenugrec ont varié dans un intervalle de 0,01% à 4,0%. Des améliorations significatives des performances de production et de la réponse immunitaire ont été notées (Anannd, 2016 ; Beghoul, 2017 ; Duru, 2013 ; Mamoun, 2014 ; Mollah, 2016 ; Safaei, 2013 ; Seyed, 2014). L'extrait de graines de fenugrec enrichi en stéroïdes renforce l'activité des enzymes digestives, notamment l'augmentation des activités des lipases pancréatiques et intestinales et donc il a un effet bénéfique et significatif sur la digestion alimentaire, et sur les mouvements de l'intestin (Oueslati, 2015). Ainsi, il protège les

muqueuses digestives (Cornaz, 2006). L'extrait éthanolique de graines de fenugrec a présenté une activité antibactérienne contre des bactéries Gram positifs et négatifs notamment vis-à-vis de *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholerae*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis* (Lim 2012 in Oueslati, 2015). La consommation de fenugrec prévient les troubles métaboliques induits par l'alimentation. Ces avantages sont dus à leur activité antibactérienne et leur effet positif sur la morphologie intestinale (Saim Qureshi, 2016). Le fenugrec contient également de la neurine, de la biotine, et de la triméthylamine qui tendent à stimuler l'appétit par leur action sur le système nerveux (Michael et Kumawat, 2003 in Adil, 2015). En outre, le fenugrec a un avantage sanitaire important ; il réduit le taux de cholestérol dans le sang chez la volaille ; il a donc un rôle potentiel dans la prévention de l'artériosclérose (Adil, 2015). Par ailleurs, un extrait éthanolique de graines de fenugrec a montré une forte activité antioxydant (activité de piégeage du radical) qui peut être corrélée avec les constituants polyphénoliques présents dans l'extrait (Bukhari, 2008), l'extrait est responsable d'une augmentation significative de l'indice et de la capacité phagocytaires des macrophages (Meghwal, 2012). De plus, le fenugrec est proposé comme substitut d'un antistress à base d'enrofloxacin synthétique. L'incorporation de fenugrec dans l'eau de boisson en tant qu'antistress est un pas en avant dans la réduction des risques de résistance aux antimicrobiens en pratique vétérinaire ; cela peut également résoudre partiellement le problème des délais de rétraction pour le consommateur (Beghoul, 2017). Enfin, le fenugrec est expérimenté dans l'alimentation de poulets de chair associé avec un autre produit végétal portant des composés phytobiotiques, formant un additif contenant 1% de poudre d'ail et 1% de poudre de fenugrec révèle une réponse favorable appropriée aux paramètres sanguins et au système immunitaire (Seyed, 2014).

e. L'anis vert (*Pimpinella anisum*)

La graine de l'anis vert est utilisée comme carminative, antispasmodique, antiseptique, expectorante et comme un médicament contre le stress, la bronchite, l'indigestion et elle réduit l'hyperactivité (Barakat, 2016 ; Wikipédia, 2018). L'anéthole est la substance bioactive de l'anis (Samojlik, 2015; Gradinaru, 2014 ; Ghouati, 2012). Des études sur l'incorporation de l'anis vert comme additif en alimentation du poulet de chair ont montré que l'addition de 0,5 g/kg à 1,5 % d'anis vert dans le régime de poulets de chair a amélioré significativement tous les paramètres zootechniques des animaux (Barakat, 2016 ; Al – Kassie, 2008 ; El-Deek et al. 2002). Les graines d'anis vert améliorent aussi le profil sanguin chez le poulet de chair,

comme elles stimulent le foie et les reins à fonctionner plus efficacement. Ces bienfaits sont dus à l'anéthol présent dans l'anis qui a des effets stimulants digestifs et une activité antimicrobienne contre les agents pathogènes qui affectent le tractus gastro-intestinal (Ciftci, 2005). L'huile essentielle d'anis vert montre *in vitro* une activité antibactérienne contre *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* (0,98 mg/ml) et dans une moindre mesure contre *Salmonella typhi* (1,97 mg/ml) (Ghouati, 2012). Ainsi il y a une meilleure activité immunomodulatrice à la fois humorale et par réponse immunitaire cellulaire (Mahmood, 2014). Donc les graines d'anis peuvent être considérées comme un moyen physiologique efficace prometteur chez les poulets de chair (Al-Shammari, 2017).

f. Coriandre (*Coriandrum sativum* L.)

La graine de coriandre est connue par les bienfaits sur la santé des animaux, elle est caractérisée par des activités biologiques multiples, antidiabétique (Gray and Flatt, 1999) anti-inflammatoire et hypocholestérolémiante (Chithra and Leelamma, 1997), antifongique (Basilico and Basilico, 1999), antioxydante (Chithra and Leelamma, 1999), antimicrobienne (Delaquis et al., 2002; Singh et al., 2002). Aussi, elle a des effets appétissants et stimule le processus du système digestif (Cabuk et al. 2003). Les recherches montrent que l'incorporation de 2% de coriandre peut améliorer les performances zootechniques chez le poulet de chair industriel. Cette phytothérapie favorise l'activité enzymatique et l'absorption intestinale. En conséquence, la réponse immunitaire est considérable par l'absence des effets néfastes sur le profil hématologique-biochimique (Barad, 2016 ; Sunbul Jand al. 2010). Selon (Saeid et AL-Nasry, 2010) le taux d'incorporation de 0.3% de la graine de coriandre dans le régime alimentaire du poulet de chair influe positivement sur les paramètres de production de l'élevage, la composition sanguine et la réaction immunologique.

Chapitre III

Effet de l'utilisation des additifs alimentaires phytogéniques sur la digestion

I. Effet de l'utilisation des additifs alimentaires phytogéniques sur la digestion

I.1. Physiologie de la digestion des volailles

La digestion est la transformation des aliments en nutriments. Elle s'effectue par des processus qui se complètent. Elle comprend une dégradation mécanique (broyage, ramollissement et brassage), dégradation biologique (fermentation microbiennes) et une dégradation chimique (action des diastases digestives).

Au niveau de la cavité buccale, les transformations survenant sont réduites à la formation du bol alimentaire, sous influence des muscles hyobranchio-linguaux et à son humectation par la salive. Il n'y a pas d'insalivation du bol en profondeur, mais seulement une lubrification en surface, car l'oiseau avale sans mastiquer (Taquet, 2007).

Au niveau du jabot, s'effectue la mise en réserve des aliments, permettant l'ingestion de repas volumineux, alors que les capacités du ventricule et du gésier sont limitées. Le stockage dans le jabot permet, en particulier, de couvrir l'absence de prise de nourriture pendant la période obscure du nyctémère. Dans le jabot s'opère également la fragmentation des aliments les plus friables et imbibition par l'eau. A son niveau il y a une digestion microbienne d'une partie de l'amidon avec formation d'acide lactique. La flore la plus habituelle du jabot est constituée de lactobacilles. Outre l'acide lactique, l'acide acétique et l'éthanol sont des constituants usuels du contenu du jabot.

Au niveau du proventricule (estomac glandulaire), qui est l'estomac sécrétoire responsable de la digestion chimique par l'intervention du suc gastrique qu'il produit. En réalité, du fait de la rapidité du transit et de sa faible capacité, l'action de cette sécrétion se produit surtout dans les segments suivants, gésier et duodénum, avec intervention de mouvements de va-et-vient des digesta entre ces trois segments. La motricité de base du ventricule est marquée par l'existence de contraction environ toutes les minutes. La sécrétion, comme chez les mammifères, contient l'acide chlorhydrique et pepsine. Son débit est pratiquement continu dans le cas d'une alimentation *ad libitum*. Les facteurs de stimulation sont à la fois nerveux et humoraux (Brugere, 1992).

Au niveau du gésier (estomac musculaire) qui est le siège d'une digestion mécanique, (Taquet, 2007) s'opèrent les fonctions de mastication, absentes chez les oiseaux. Du point de vue histologique, c'est un énorme muscle lisse, sa couleur rouge sombre est due à la myoglobine qui caractérise les muscles à contractions puissantes et soutenues. L'action

mécanique produite par le gésier est une trituration qui permet de fragmenter les grains de céréales. Chez les oiseaux élevés au sol, le gésier contient des graviers qui favorisent le broyage mais ne sont pas indispensables. Les graviers de nature calcaire finissent par se dissoudre sous l'action conjointe des frottements et de l'acide chlorhydrique, ce qui contribue à l'apport du calcium (Brugere, 1992; Taquet, 2007).

Au niveau de l'intestin, la digestion est faite sous l'influence du suc gastrique. L'abouchement des canaux pancréatiques et biliaires est situé à la fin du déodénum. Les sécrétions pancréatiques et biliaires apportent les mêmes éléments que chez les mammifères ; bicarbonates, enzymes, sels biliaires. Le suc pancréatique contient une amylase, une lipase, des enzymes protéolytiques. Une particularité est que la bile apporterait, dans certains cas d'espèce, une enzyme, par exemple une amylase chez le poulet. Les caecums assurent la récupération de l'eau des digesta et aussi de l'eau urinaire (Brugere, 1992).

Au niveau du cloaque, se joignent l'intestin, le conduit de ponte (oviducte) et les canaux urinaires. Le mélange déchets, urines s'appelle les fientes. L'urine de l'oiseau est un mélange pâteux, blanc, très concentré. Le cloaque communique avec l'extérieur par l'anus (Brugere, 1992).

La flore digestive au sens large comprend les bactéries, les champignons et les protozoaires. On distingue les bactéries dominantes ($>10^6$ Unités Formant Colonies (UFC) / g de contenu), sous-dominantes (10^5 à 10^3 UFC / g de contenu), et résiduelles ($<10^3$ UFC / g de contenu). La flore normale de poulet renferme par gramme de fèces (log UFC/g) : *Escherichia coli* (6.6), *Clostridium perfringens* (2.4), Entérocoque (7.5), Lactobacilles (8.5) (Sorum et Sinde, 2001). La flore est en équilibre relativement stable dans le tube digestif en l'absence d'agression (antibiotique, facteurs de croissance, stress, pathologies). Chez le poulet, les principaux sites d'activité bactérienne sont le jabot, les caeca et l'intestin grêle. Dans le jabot, on trouve principalement des lactobacilles, des streptocoques, des coliformes et des levures. Dans le gésier et le proventricule, le faible pH fait chuter la population bactérienne. Dans le duodénum, les conditions ne sont pas propices au développement de la flore: présence de nombreuses enzymes, forte pression en oxygène, présence de fortes concentrations de composés antimicrobiens tels que les sels biliaires et les mouvements de reflux du jéjunum au gésier entraînant une modification rapide des conditions de milieu.

Plus loin dans l'intestin, l'environnement devient plus favorable à la croissance bactérienne en raison de la plus faible pression d'oxygène et de la faible concentration en

enzymes et en sels biliaires. Globalement dans l'intestin grêle, on trouve principalement des bactéries anaérobies facultatives (lactobacilles, streptocoques et coliformes). Dans les caeca, les anaérobies strictes comme les Eubacterium, des Bifidobactéries ou des Clostridies, deviennent majoritaires, mais les bactéries anaérobies facultatives sont aussi présentes (Gabriel, 2005).

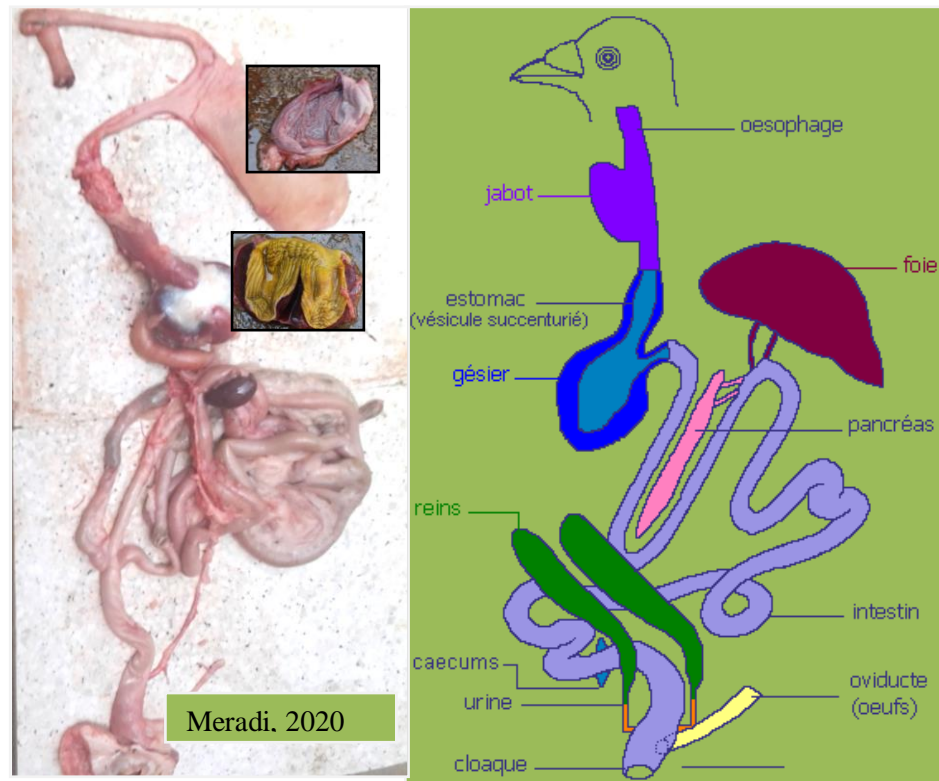


Figure 01: Les principales parties composant le tractus digestif des oiseaux.

I.2. L'impacte des plantes phytogéniques sur la digestion

Les additifs alimentaires phytobiotiques (épices) affectent positivement la digestion chimique et microbiologique. Ils sont considérés comme des modulateurs naturels des réactions biochimiques (Griggs and Jacob, 2005 ; Brenes and Roura, 2010; Meradi et al. 2020). Beaucoup de chercheurs confirment que le thym (*Thymus vulgaris*), le clou de girofle (*Syzygium aromaticum*), le curcuma (*Curcuma longa*), le poivre noir (*Piper nigrum*), l'origan (*Origan vulgare*), l'ail (*Allium sativum*), le fenugrec (*Trigonella foenum graecum L.*) et l'anise (*Pimpinella Anisum L.*) sont des additifs alimentaires phytogéniques, qui ont des effets

antimicrobiens, antifongique antiviral et jouent le rôle de facteurs de croissance. Les preuves disponibles suggèrent fortement que le microbiote intestinal joue un rôle important dans la production, le stockage et les dépenses énergétiques de l'animal, ainsi que dans l'état nutritionnel global (Lee et al. 2010; Lillehoj et al. 2018).

Les antibiotiques sont susceptibles d'agir en remodelant la diversité microbienne dans l'intestin pour fournir un microbiote optimal pour la croissance de l'animal (Dibner et Richards, 2005). L'utilisation de la virginiamycine (100 ppm) comme promoteur de croissance a été associée à une abondance accrue d'espèces de *Lactobacillus* dans l'anse duodénale et au niveau de l'iléon proximal des poulets de chair, ce qui indique que cette molécule modifie la composition du microbiote intestinal du poulet (Dumonceaux et al. 2006). Chez les poulets de chair, les tanins obtenus à partir de plusieurs sources semblent améliorer les performances d'élevage et réduire les effets néfastes de l'espèce bactérienne pathogène telle que *C. perfringens* (Lillehoj et al. 2018). De même, certains auteurs ont démontré clairement qu'il y a une modification significative de l'abondance relative des populations bactériennes spécifiques par certains composés phytochimiques dans l'intestin des animaux domestiques, qui se traduit par une productivité meilleure. Par conséquent, ces composés naturels sont capables de moduler le microbiote gastro-intestinal et d'augmenter l'impact sur la santé, le bien-être des animaux et la production (Lillehoj et al. 2018). La diminution de la population de *Lactobacillus* chez les animaux traités aux antibiotiques réduit l'activité intestinale des sels biliaires hydrolases, ce qui augmenterait l'abondance relative des sels biliaires conjugués, favorise le métabolisme lipidique, l'absorption d'énergie et augmente le gain de poids animal. Guo et al. (2004a, 2004b, 2004c) ont démontré que les plantes et leurs extraits peuvent diminuer le taux des coliformes et / ou *Clostridium. perfringens* chez le poulet de chair, et qu'elles possèdent une activité coccidiostatique (Youn and Noh, 2001; Christakia et al. 2004). Les bactéries lactiques ont été considérées comme des microorganismes probiotiques en raison de leurs activités de réduction des maladies entériques et de maintenir la santé des volailles (Lillehoj et al. 2018).

Selon Qureshi et al. (2016) les feuilles de dandelion et les grains de fenugrec ont des effets bénéfiques sur la morphologie intestinale. L'examen histologique du jéjunum a montré une amélioration de la hauteur des villosités jéjunales, du rapport hauteur des villosités / profondeur de la crypte et une moindre infiltration cellulaire mononucléaire, ce qui contribue à améliorer la surface d'absorption pour une meilleure utilisation des nutriments. D'après Adil

et al. (2010), l'effet bénéfique des feuilles de pissenlit et des graines de fenugrec sur l'histomorphologie jéjunale chez le poulet pourrait être attribué à leur action antimicrobienne qui, à son tour, a été rapportée pour diminuer les réactions inflammatoires au niveau de la muqueuse, augmentant ainsi la hauteur des villosités. Amasheh et al. (2009) ont noté que les polyphénols et les flavonoïdes sont des facteurs nutritionnels stabilisant les jonctions serrées au niveau des intestins. L'utilisation de ces additifs naturels dans les aliments a un impact utile sur l'aspect microbiologique de l'intestin grêle et n'a pas d'impact négatif sur l'absorption intestinale ou l'activité hépatique (Abd El-Hack, 2018).

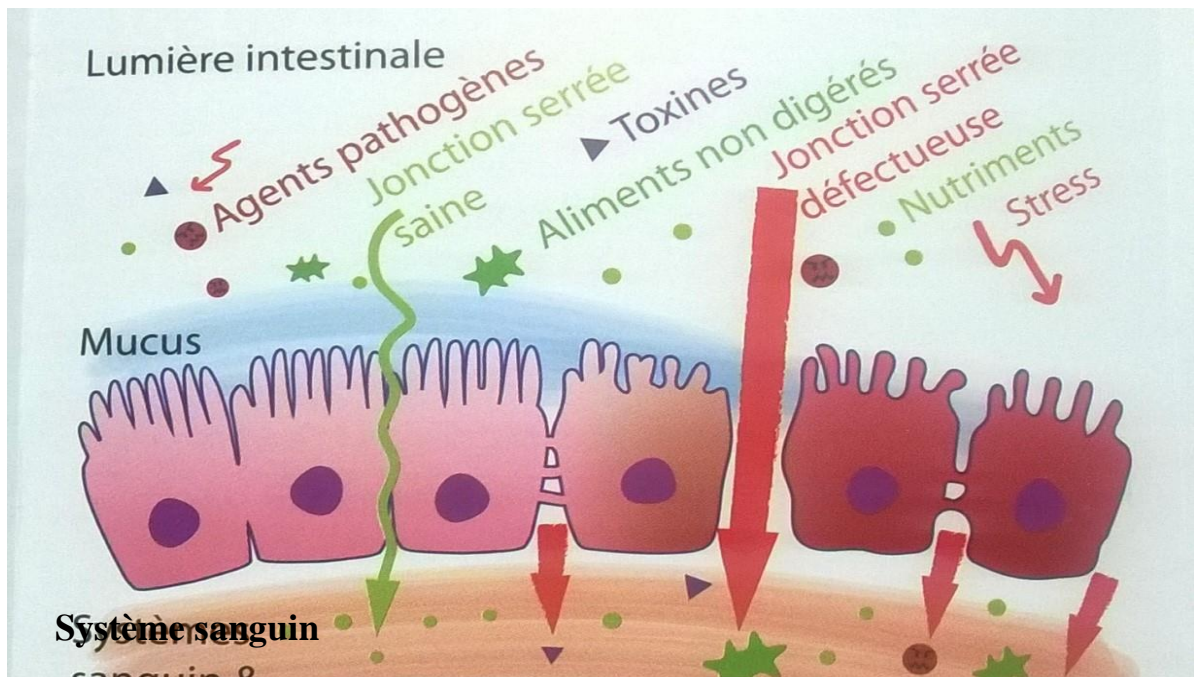


Figure 02: Illustration du différent risque histologique au niveau de l'intestin.

Source: <https://lauraazenard.fr/wp-content/uploads/2018/09/pososit%C3%A9-intestinale.jpg>

III. Effet de l'utilisation des additifs alimentaires phytogéniques sur le rendement en carcasse et la qualité de la viande

II.1. Le rendement en carcasse et la qualité de la viande du poulet de chair

Depuis Janvier 2003, une directive européenne définit la viande comme suit : « Muscles attachés au squelette ». Selon Codex alimentarius, les autres parties comestibles des animaux comme les abats (cœur, foie, ou la graisse) doivent être étiquetés en tant que tels et non comme viande. Le muscle qui constitue la viande est un assemblage de trois tissus: le tissu musculaire, le tissu conjonctif et le tissu gras. La différence entre viande rouge et viande blanche se pose fréquemment. Elle ne tient pas dans les protéines, mais surtout dans la teneur en fer (deux fois plus élevée dans les viandes de couleur rouge). Cependant, les volailles accumulent le gras sous la peau, ou dans leur foie plutôt que dans leur muscle. Par ailleurs, les mammifères accumulent les graisses dans la viande (bovin, ovin) ou plutôt sous la peau (porc).

D'un point de vue quantitatif, les études sur le rendement à l'abattage de poulet de chair s'intéressent à l'évaluation des morceaux nobles (blancs, cuisses et pilons). D'un point de vue qualitatif, selon l'International Standard Organisation, la qualité se définit comme « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ». Le marché du poulet évolue vers une diversification qualitative des produits grâce au développement de différents modes de production (standards, labels, certifiés, biologiques) et de présentation (découpes, produits transformés (Jehl et al. 2003). Pour le consommateur, la qualité d'un aliment peut être définie à partir d'un certain nombre de caractéristiques organoleptiques, nutritionnelle, hygiénique et qualité technologique : Berri et al. 2014).

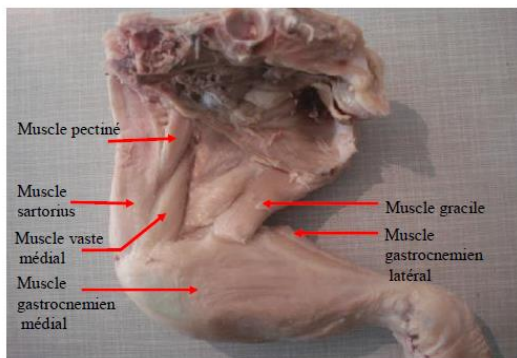


Photo 05 : Muscles de la face médiale de la cuisse

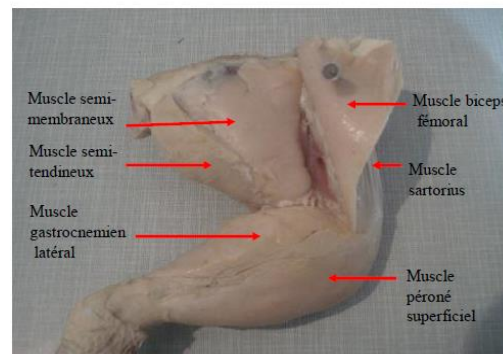


Photo 04 : Muscles de la face latérale de la cuisse

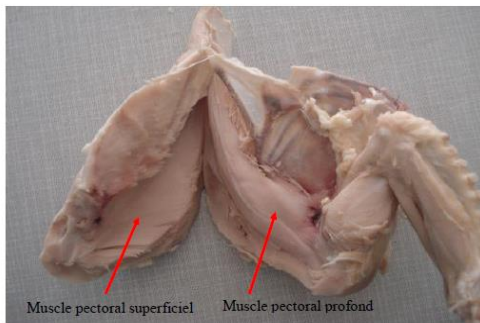


Photo 03 : muscle pectoral profond

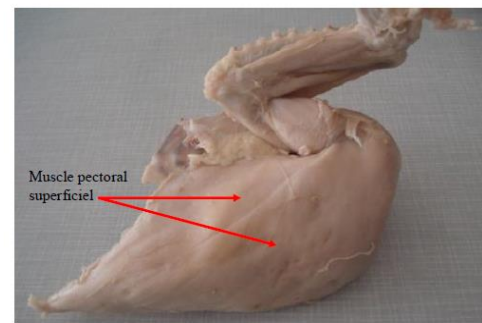


Photo 02 : Muscle pectoral superficiel

Figure 3: Les principales parties de la carcasse des oiseaux.
(Source : Achouri, 2008)

II.2. L'impact des plantes phytogéniques sur le rendement en carcasse et la qualité de la viande

Les travaux de recherche sur l'utilisation des phytobiotiques dans les régimes de poulets de chair à croissance rapide montrent l'impact positif sur l'amélioration des performances zootechniques, du rendement des carcasses, la réduction du taux de conversion alimentaire et la diminution de la mortalité (Anand Prakash Singh et al. 2016 ; Beghoul et al. 2017 ; Gadde et al. 2017 ; Yesuf et al. 2017 ; Meradi et al. 2020). L'incorporation de 1% de fenugrec engendre une augmentation significative du gain de poids (Khadr and Abdel-Fattah, 2007). La supplémentation de la ration alimentaire du poulet de 2% de graines de coriandre a entraîné une amélioration significative des paramètres de performance (Sunbul et al. 2010).

Les phytobiotiques favorisent la digestion par le microbiote intestinal, ce qui peut influencer sur la prise de poids, car il parvient dans la régulation et la modulation du système métabolique et immunitaire (Gadde et *al.*, 2017). Selon Çetingül et İnal (2009), l'utilisation d'huile de noix de galle et de tournesol dans l'alimentation des poulets et des poules pondeuses influence la composition des acides gras de leurs tissus et celle des œufs par l'effet de la composition des acides gras de leurs rations. Actuellement, beaucoup de recherches sont focalisées sur l'étude qualitative de la viande et notamment le processus d'oxydation de la viande, en raison de l'impact négatif de ses réactions sur la croissance, les performances et la qualité des produits d'origine animal.

L'oxydation des lipides et des protéines a été reconnue comme une menace majeure pour la qualité des produits de volaille transformés. Dans ce contexte, les recherches visent la préservation de la qualité de la viande par l'amélioration des systèmes alimentaires. L'application de composés phytochimiques et d'autres micro-éléments (Se, Cu) avec un potentiel antioxydant dans les aliments ou directement dans le produit de viande sont des stratégies d'une importance considérable (Estevez, 2015). Les extraits de plantes et les phytoconstituants s'avèrent efficaces comme piègeurs de radicaux libres et inhibiteurs de la peroxydation lipidique, les stratégies alimentaires basées sur des matières végétales riches en phénoliques se sont avérées efficaces contre l'oxydation des lipides et de protéines dans divers produits de viande de volaille (Akram and Ahmad. 2020).

III. Effet de l'utilisation des additifs alimentaires phytogéniques et la composition biochimique et cellulaire du sang

III. 1. Caractéristiques des cellules sanguines

a. Erythrocytes

Les érythrocytes chez les espèces aviaires sont au nombre de 3-4 millions/mm³, avec une dimension 6x12 µ. Ils sont l'équivalent des hématies des mammifères, mais sont nucléés, elliptiques, plus volumineux que ceux des mammifères et ont une durée de vie d'environ 30 jours, soit 3 fois inférieures à la durée de vie des hématies des mammifères (120 jours). Le rôle essentiel des hématies est le transport de l'oxygène et du gaz carbonique (Isaac *et al.*, 2013). L'hématie est impliquée dans le transport de l'oxygène et des nutriments absorbés. L'hémoglobine a la fonction physiologique de transporteur de l'oxygène aux tissus de l'animal

pour l'oxydation des aliments ingérés, de façon à libérer de l'énergie pour les autres fonctions de l'organisme, ainsi que le transport du dioxyde de carbone des tissus vers les poumons pour l'épuration de l'organisme (Isaac *et al.*, 2013). La mesure de l'hématocrite est importante pour le diagnostic de l'anémie et sert également d'indice pour évaluer la capacité de la moelle osseuse à produire des globules rouges chez les vertébrés (Chineke *et al.*, 2006). Chez les poulets de chair, la valeur de référence de l'hématocrite est comprise entre 24 et 45 % (Samour, 2007).

b. Leucocytes

Ce sont des cellules produites par la moelle osseuse. Ils constituent le système immunitaire et interviennent notamment dans la lutte contre les infections. Les leucocytes sont présents dans le sang, les ganglions, la rate, les amygdales, et la lymphe. Elles sont de plusieurs types, avec des fonctions différentes (Thiébaux, 2020).

III.2. Caractéristiques biochimiques du plasma sanguin des poulets

a. Glucose :

La glycémie est maintenue stable grâce à une régulation en fonction des besoins. Chez les poulets, la valeur de référence est comprise entre 200-350 mg/dl (Samour, 2007).

b. Albumine :

Protéine très importante, constituée de plusieurs classes. C'est la plus abondante des protéines plasmatiques (Chettouh et Riabi, 2019). Chez les poulets de chair, sa valeur de référence est comprise entre 1,75-2,5 mg/dl, mais varie en fonction des conditions climatiques extrêmes, du logement, du stress, de l'alimentation, du suivi sanitaire, du sexe, de l'âge, de la race et de l'état physiologique (Samour, 2007).

c. Cholestérol total

Le cholestérol est une graisse fabriquée aux deux tiers par le foie et apportée pour un tiers par l'alimentation (Chettouh et Riabi 2019). Chez les poulets, sa valeur de référence est comprise entre 129-297 mg/dl (Samour, 2007). Cette valeur de référence peut varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment la qualité de l'alimentation, l'âge, l'espèce, le mode d'élevage, et l'état de santé (Huston, 1974 in Chettouh et Riabi, 2019).

Tableau 01 : Valeurs de référence de la composition cellulaire du sang de poulet de chair.

Paramètre	Valeur usuelle chez la poule	
	Wakenell, 2010	(Hawkins et <i>al.</i> 2013)
Hématocrite	22-35 %	22-55%
Hémoglobine	70- 130 g/l	70-786g/l
Globules rouges	2.5-3.5.10 ¹² /L	1.3-4.4.10 ¹² /L
Volume globulaire moyen	90-140µm ³	100-139 µm ³
Leucocytes	12-30.10 ⁹ /L	
Hétérophiles		15-50%
Lymphocytes	7-17.5.10 ⁹ /L	
Lymphocytes%		29-84%
Monocytes	0.15-2.10 ⁹ /L	
Monocytes %		0.1-7 %
Basophiles	Rare	
Basophiles %		0-8%

III.3. L'impact des plantes phytogéniques sur l'hématologie du poulet de chair

Beaucoup de résultats de recherche ont révélé l'effet positif des additifs alimentaires phytogéniques sur la composition biochimique et cellulaire du sang du poulet de chair. Selon Safaei et *al.* (2013) et Mamoun et *al.*, (2014) l'incorporation des graines de fenugrec dans les régimes des poulets de chair à un taux de 1% réduisent considérablement les taux de cholestérol et de glucose sanguins, suite à une stimulation directe des cellules par un acide aminé (4-hydroxy isoleucine) qui améliore la sécrétion d'insuline ainsi que la tolérance au glucose. La réduction du taux de cholestérol sanguin est aussi démontrée par Duru et *al.* (2013) avec la supplémentation en graines de fenugrec à 40 g / kg dans l'alimentation des poulets de chair, et Abdouli et *al.*, (2014) par l'incorporation des graines de fenugrec

moulues à des poules pondeuses à raison de 6 g / poule / jour. Selon Petit et *al.* (1995), la réduction du taux de cholestérol sérique pourrait être due à la présence de saponines et de résines dans le fenugrec qui inhibent l'absorption de l'acide biliaire et du cholestérol, diminuant ainsi le taux de cholestérol dans le sang (Mullaicharam et *al.*, 2013).

Adil et *al.* (2015) ont démontré que 10g/kg de graines de fenugrec dans le régime alimentaire des poulets de chair améliore significativement ($p < 0,05$) l'hématocrite, et ils ont attribué cette amélioration de l'érythropoïèse à l'augmentation de l'activité antioxydante des globules rouges ce qui diminue la production de radicaux libres qui détruisent l'Hémoglobine et provoquent une hémolyse des globules rouges.

Concernant l'anis vert, l'addition de 500, 750, 1000 mg/l de poudre de graines d'anis dans l'eau de boisson des poulets a amélioré significativement le profil biochimique de sang, et a engendré une augmentation significative des niveaux de calcium et de phosphore dans le sérum. C'est probablement dû aux propriétés anti-ostéoporotique de cette plante (Al-Shammari et *al.* 2017). Cette plante a stimulé la circulation du sang des poulets. Selon Soltan et *al.* 2008, la supplémentation en anis vert à 0,5 g / kg a augmenté significativement ($p < 0,05$) la concentration d'albumine sérique d'environ 24% par rapport au témoin, diminuait la concentration de globuline et augmentait le rapport albumine / globuline ce qui pourrait améliorer la résistance des poulets contre différents facteurs de stress.

Pour les graines de coriandre, l'incorporation de 2% pendant tout le cycle d'élevage améliore la performance globale sans aucun effet nocif sur le profil héματο-biochimique et peut être incluse dans le régime (Barad et *al.* 2016).

La supplémentation en graines de coriandre a également conduit à diminuer la concentration de glucose et de cholestérol dans le sérum sanguin. Sur la base des résultats de l'étude de Khubeiz, 2020, l'inclusion de poudre de graines de coriandre à 1,5% a eu un impact positif sur le profil biochimique du sang, les triglycérides étaient significativement réduits ($p < 0,05$), tandis que la lipoprotéine de haute densité était significativement augmentée ($p < 0,001$) au niveau de 1,5% par rapport aux groupes témoins.

IV. Effet de l'utilisation des additifs alimentaires phytogéniques sur le système immunitaire chez le poulet de chair

IV.1. Le système immunitaire chez le poulet de chair

L'immunité chez la volaille est assurée par des organes vitaux, tels que, le thymus, la bourse de Fabricius, la rate, la moelle osseuse et des plaques ubiquitaires d'amas lymphoïdes situées sous la peau et dans le tube digestif. Ces organes jouent un rôle important dans l'immunité des oiseaux (Alloui et Selloui, 2012).. Cependant la bourse de Fabricius est l'organe immunitaire qui joue le rôle primordial dans cette immunité. C'est de son état physiologique que dépendra la réponse immunitaire des volailles surtout au début du développement pondéral des poussins. Les différentes agressions de l'environnement subies par les oiseaux, influent sur le développement anatomique et physiologique de la bourse de Fabricius. Ceci par conséquent peut entraîner une immunodépression chez certains sujets. L'immunodépression est due à une atteinte sélective de la lignée lymphocytaire B. Les conséquences cliniques sont l'apparition d'affections à germes opportunistes, la diminution de l'efficacité des vaccinations et les retards de croissance (Alloui et Selloui, 2012).

Par ailleurs, selon Chahine and Bahna (2010), le tractus gastro-intestinal est le plus grand organe immunitaire du corps. La muqueuse intestinale est un composant du système immunitaire inné, la couche de mucus empêche les micro-organismes intestinaux de pénétrer dans l'épithélium intestinal, elle est la première ligne de défense contre les infections. Les peptides antimicrobiens présents sur la surface épithéliale intestinale sont des composants importants du système immunitaire inné fonctionnant dans l'intestin de poulet de chair. La morphologie intestinale peut être affectée par la supplémentation alimentaire de différentes substances immuno-modulatrices (additifs alimentaires). En effet, ils augmentent la hauteur des villosités dans le duodénum et le rapport hauteur des villosités, profondeur de la crypte dans l'iléon des poulets de chair. Les composants cellulaires du système immunitaire inné aviaire, tels que les macrophages et les hétérophiles, protègent l'hôte contre les infections entériques.

Dans l'intestin aviaire, les cellules B et T peuvent être trouvées dans les tissus lymphoïdes organisés (les amygdales caecales, les plaques de Peyer, le thymus et la bourse de Fabricius) ainsi que dans des zones plus dispersées, telles que la lamina propria et l'épithélium (Brisbin et *al.*, 2008; Joaquim Brufau et *al.*, 2015).

IV.2. L'impact des plantes phytogéniques sur le système immunitaire chez le poulet de chair

Le renforcement du système immunitaire chez les espèces aviaires génétiquement fragilisées est devenu une pratique indispensable pour combattre les infections. Deux façons d'agir sont à distinguer : par l'immunisation au moyen de la vaccination qui renforce l'immunité spécifique, d'une part et par l'immuno-stimulation non spécifique qui renforce l'immunité non spécifique, d'autre part (Rauw *et al.*, 2009; Azeroual *et al.* 2015). Le recours aux phytobiotiques est une pratique intéressante au niveau de la production de poulet de chair. Les cycles de production courts ne permettent pas l'acquisition d'une immunité active et efficace (Azeroual *et al.*, 2015). Chez les volailles, le principal objectif des additifs alimentaires immuno-modulateurs est la réduction de l'inflammation locale et la limitation d'une altération de la fonction immunitaire. Particulièrement, l'effet positif des substances phytochimiques sur la physiologie digestive influence davantage la physiologie générale de l'animal.

D'après Lee (2010), les propriétés de stimulation immunitaire des plantes médicinales : le pissenlit (*Taraxacum officinale*), la moutarde (*Brassica juncea*) et le Carthame (*Carthamus tinctorius*) ont été évalué *in vitro* à l'aide de lymphocytes et de macrophages aviaires. Les trois extraits inhibent la croissance des cellules tumorales, stimulent l'immunité innée et exercent des effets antioxydants chez la volaille. Selon Khubeiz. (2020), l'incorporation de poudre de graines de coriandre à 1,5% stimule la réponse immunitaire. De plus, l'oxaloacétate transaminase glutamique et la glutamate pyruvate transaminase ont été significativement augmentées à 3,5% par rapport aux groupes témoin et 1,5%, avec $p < 0,01$ et $p < 0,05$, respectivement. Le nombre de cellules basophiles et éosinophiles était significativement augmenté, tandis que la cellule lymphocytaire était significativement augmentée à 1,5% ($p < 0,01$).

Quelques études ont indiqué que la manipulation du microbiote intestinal, par l'administration de substances immuno-modulatrices, peut influencer la réponse immunitaire à médiation cellulaire et anticorps (Pan et Yu, 2014 In Joaquim Brufau *et al.*, 2015). Les deux premières semaines après l'éclosion ont une importance immunologique significative, car le poussin est immédiatement exposé aux antigènes et agents pathogènes environnementaux,

entraînant des modifications des lymphocytes intestinaux et le développement temporel des fonctions lymphocytaires (Joaquim et al. 2015). Par conséquent, les études explorant les effets des substances immunomodulatrices sur le système immunitaire, doivent être réalisées au cours des premières semaines de vie (au plus tard 21 jours). Ces expériences doivent analyser le microbiote, les microvillosités, la structure de la muqueuse, l'immunité innée, la différenciation des lymphocytes T naïfs en types de cellules effectrices matures, et plusieurs types d'expression de cytokines (Joaquim et al., 2015). De plus, il serait intéressant d'associer les résultats obtenus à partir de la réponse immunitaire précoce avec les performances de l'animal à la fin du processus de la période d'engraissement comme applicable aux poulets (Joaquim et al., 2015).

V. Effet des additifs alimentaires phytogéniques dans l'alimentation du poulet de chair et la santé du consommateur.

Plusieurs études ont révélé que la consommation de viande de volaille est importante, au détriment des autres viandes, en raison de son prix abordable, son excellent apport protéique qui représente 22%, la faible proportion lipidique qui représente 4% de la viande. Dans cette dernière l'équilibre des différents acides gras présents est très proche de l'équilibre parfait (25% acides gras saturés, 55% acides gras mono-insaturés et 20% acides gras poly-insaturés). De ce fait, la grande majorité d'entre eux sont des acides gras insaturés bénéfiques à l'organisme (Dahmouni, 2018). En effet, les aliments riches en acides gras saturés (AGS) et en acide gras *trans* sont néfastes pour l'appareil cardiovasculaire. Alors que la consommation régulière d'acides gras polyinsaturés de la famille des Oméga-3 (α -linoléique C18:3, éicosapentaénoïque EPA, docosahexaénoïque DHA) serait associée à des effets cardiovasculaires bénéfiques (William, 2000 ; Semma, 2002).

L'utilisation de graines de lin permet l'enrichissement des graisses animales en oméga 3 et les lipides intramusculaires en AGPI-LC produits du métabolisme de l'acide alpha-linolénique (Verdelhan *et al.* 2005; Mourot, 2009), la solution proposée et adoptée, consiste à enrichir la qualité nutritionnelle des produits animaux (viandes et dérivés) en acides gras bénéfiques pour la santé, *via* leurs alimentations. Car plusieurs travaux ont prouvé la possibilité de modifier le profil en acides gras des produits alimentaires via l'alimentation des animaux à partir d'une principale source naturelle d'AGPI *n-3*, notamment les graines de lin.

Il est bien clair que la nature des acides gras ingérés influence largement la composition des tissus adipeux chez le poulet (Kouba *et al.* 2003; Wilfart *et al.* 2004).

Par ailleurs, il est important de signaler que le plus grave problème connu à travers la consommation de la viande de poulet de chair à croissance rapide est l'antibiorésistance des bactéries. Il s'agit d'un problème de santé publique touchant à la fois la santé animale et la santé humaine. Les références étudiées confirment le rôle de l'antibiothérapie en usage vétérinaire dans la survenue de l'antibiorésistance des bactéries et précisent les différents facteurs intervenant dans ce processus (type d'antibiotique et modalités d'utilisation) (Faye, 2005). Deux modalités de transfert d'antibiorésistance de l'animal à l'homme sont citées : le transfert direct par les bactéries antibiorésistantes, et le transfert indirect par diffusion des gènes de résistance faisant appel à des mécanismes plus complexes. La voie de transfert la plus fréquemment mise en cause dans la littérature reste la chaîne alimentaire. Cependant la quantification du transfert d'antibiorésistance de l'animal à l'homme reste une question à démontrer (Faye, 2005).

Il est nécessaire de souligner quelques maladies causées par la chaîne alimentaire des viandes. Les infections à *Campylobacter* peuvent être graves ou mortelles chez les personnes immunodéprimées ou âgées, et chez les très jeunes enfants. *Campylobacter* est une cause majeure de maladies diarrhéiques d'origine alimentaire chez l'homme. Les *Escherichia coli* sont très courants et peuvent également provoquer des maladies. Le type le plus courant d'infection à *E. coli* qui cause la maladie chez les humains est appelé *E. coli* O157:H7. La salmonellose est également l'une des maladies d'origine alimentaire les plus courantes et les plus répandues dans le monde. Les infections à *Salmonella* provoquent généralement une gastro-entérite bénigne. Ces 3 bactéries et d'autres, sont surveillées par des agences spécialisées à travers le monde (Mehdi *et al.*, 2018).

En s'appuyant sur la relation entre la nature de l'ingéré et son effet positif sur la qualité nutritionnelle des produits animaux, il est donc possible de mettre en place des stratégies, qui consistent à utiliser des animaux d'élevage pour enrichir leurs produits de consommation en se basant sur les besoins identifiés en alimentation humaine. En effet, Les phytobiotiques constituent une alternative aux antibiotiques efficace pour lutter contre les bactéries antibiorésistantes (Singh *et al.* 2002. Mohammedi, 2006 Oueslati et Ghédira, 2015. Mollah and Ahammad, 2016.).

ETUDE EXPERIMENTALE

Matériels et Méthodes

1. But du travail

L'objectif de notre étude est la mise au point d'un additif alimentaire à base de Bioressources locales oasiennes, destiné au poulet de chair à croissance rapide, les principaux objectifs sont :

- 1- La suppression des antibiotiques utilisés tant que promoteur de croissance;
- 2- Amélioration des performances de production et du bien être de l'animal;
- 3- Préservation de la santé publique, par la production et la consommation d'une viande saine;
- 4- Avoir une rentabilité économique importante, par la réduction de l'indice de consommation.

2. Bâtiment d'élevage et facteurs d'ambiances

L'étude a été conduite dans le bâtiment d'élevage avicole du département des sciences agronomiques, de l'Université Mohamed Khider - Biskra (Algérie). Le bâtiment comporte douze parquets homogènes d'une surface de 3m² chacun (cf. Figure 04). La température et l'humidité ont été contrôlées chaque jour et les données sont enregistrées dans le tableau n°2.

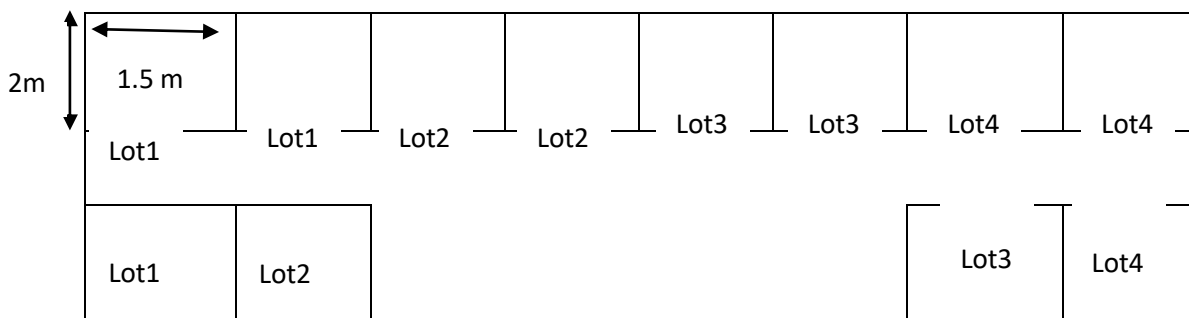


Figure 04 : Aménagement du bâtiment d'élevage.

Tableau 02 : Hygrométrie et température ambiantes durant la période d'expérimentation.

Phases		Moyenne de la Température (°C)	Moyenne de l'Hygrométrie (H%)
Démarrage	1 ^{ère} semaine	33.44	35.77
	2 ^{ème} semaine	32.76	44.46
Croissance	1 ^{ère} semaine	28.64	69.13
	2 ^{ème} semaine	24.07	57.17
	3 ^{ème} semaine	22.04	46.23
	4 ^{ème} semaine	21.04	49.06

3. Dispositif expérimental

a. Animaux

Trois cents soixante poussins d'un jour, de souche Cobb500, ont été répartis de façon aléatoire dans douze lots de 30 sujets chacun. Les lots comprennent un lot témoin et 3 lots expérimentaux avec 3 répétitions par traitement. Pour identifier les poussins, les animaux ont reçu des bagues de couleur différente désignées par les chiffres (Lot 01) pour les animaux du lot témoin, (Lot 2) pour les animaux recevant un additif composé par 100% de la coriandre à raison de 3%, (Lot 03) pour les animaux recevant un additif composé par 50% coriandre et 50% fenugrec à raison de 3% et enfin (Lot 04) pour les animaux recevant un additif composé par 50% coriandre et 50% Anis vert à raison de 3%.

b. Aliment

L'alimentation et l'abreuvement ont été distribués ad-libitum. Deux types d'aliment ont été distribués (démarrage et finition). La composition du régime alimentaire est représentée dans le cf.tableau 03.

Tableau 03 : Composition des régimes destinés aux animaux pendant les différentes périodes d'élevage.

Taux (%) d'incorporation	Démarrage (j1 – j14)	finition (j15 – j42)
Mais	63	65
Soja	29	27
Gros son	5	5
Phosphate	1	1
Calcaire	1	1
CMV	1	1



Figure 05. Les additifs utilisés : coriandre ; (coriandre /fenugrec) et (coriandre /Anis vert).

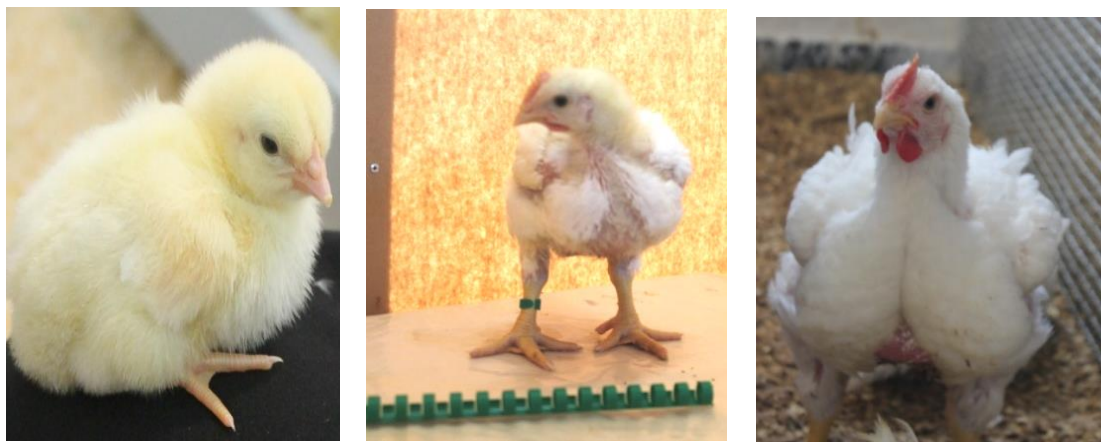


Figure 06. La souche Cobb 500 de poulet de chair.

4. Analyses bromatologiques

Les analyses bromatologiques ont été réalisées en se référant aux méthodes officielles d'analyses appliquées en nutrition animale et en alimentation, et approuvées par l'Association of Official Analytical Chemists (AOAC. 2000) et l'association Française de Normalisation (AFNOR).

Le travail a été réalisé au niveau du laboratoire des analyses de technologie alimentaire du centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides.

4.1. La teneur en matière sèche (MS)

Le principe de la détermination de la teneur en matière sèche est d'éliminer l'ensemble de l'eau contenue dans l'échantillon. La composition chimique de la fraction organique et minérale est exprimée en % de la matière sèche. La dessiccation complète de l'échantillon est obtenue par séchage dans une étuve à une température de 105°C, pendant 05 heures.

Mode opératoire :

- * peser un verre à montre numéroté (T) ;
- * peser dans le verre à montre une quantité précise d'échantillon frais(T+PF) ;
- * sécher à l'étuve jusqu'à poids constant ;
- * peser le verre à montre + échantillon sec après refroidissement (T+PS).

$$\text{Calcul : MS\%} = [(T+PS) - T] \times 100 / [(T+PF) - T]$$

Mouture des échantillons :

L'échantillon a été finement moulu au broyeur équipé d'un tamis dont les mailles mesurent 1mm. Pour éviter les échauffements préjudiciables sur la composition chimique, les échantillons sont préalablement moulus au moulin à marteaux équipé d'un tamis à plus larges maille (3 à 5 mm). Pour éviter les contaminations, il est primordial que la mouture soit réalisée avec un moulin propre.

4.2. Teneurs en cendre et en matière organique :

La teneur en cendre totale (MM) est déterminée par gravimétrie après calcination à 550°C d'une quantité connue d'échantillon. La durée de calcination est de 6 à 7 heures. Le résidu de calcination est apparenté à la fraction inorganique de l'échantillon. La calcination complète doit produire des cendres blanches ou grises ne renfermant plus de particules charbonneuses.

Mode Opératoire :

- * peser un creuset en porcelaine préalablement séché à l'étuve à 105°C et refroidi au dessiccateur (T) ;
- * peser précisément 03 g d'échantillon (T+PF) ;
- * calciner au four à 550°C (6 à 7 h) ;

* peser le creuset +aliment calciné (T+PC) après refroidissement au dessiccateur.

$$\text{Calcul MM\%} = [(T+PC) - T] \times 100 / [(T+PS) - T]$$

La teneur en matière organique se calcule suivant la relation :

$$\text{Calcul MO\%} = 100 - \% \text{ MM}$$

4.3. La matière grasse(MG)

Les lipides sont extraits en continu et à froid à l'éther diéthylique dans un appareil de Soxhlet. Cette méthode est la plus utilisée en analyse courante d'aliment. Les graisses ainsi dosées se nomment extrait étheré (EE).

Mode opératoire :

- * peser précisément 2g d'échantillon (PE) dans une cartouche en carton poreux ;
- * introduire environ 50 ml d'éther diéthylique dans le gobelet en aluminium préalablement taré (T) ;
- * installer le gobelet dans l'appareil, faire descendre la cartouche et faire circuler l'eau dans le réfrigérant une fois que l'appareil émet le signal indiquant que la température recherchée est atteinte 104°C ;
- * au bout d'une heure d'extraction capter l'éther en ferment les robinets.
- * terminer l'élimination de l'éther à l'étuve pendant 3heures (laisser la porte ouverte de l'étuve durant le premier quart d'heure de l'opération).
- * peser le gobelet (T+EE) après refroidissement.

$$\text{Calcul MG \%} = [(T+EE) - T] \times 100 / (PE \times MS/100).$$

4.4. La cellulose brute (CB)

C'est le résidu organique obtenu par la méthode de WEENDE après deux hydrolyses successives. L'une en milieu acide (H₂SO₄; 0.26 N) et l'autre en milieu basique (KOH;0.23N).

Mode opératoire :

Le mode opératoire défini ci-après est utilisable pour le dosage de la cellulose brute sur un appareil analyseur de fibre à l'aide de filtre de porosité 2.

- * Peser précisément 1g d'échantillon (PE) dans un filtre préalablement pesé, de porosité 2 ;
- * immerger les filtres avec échantillon dans la solution H₂SO₄ 0,26 N (30mn d'ébullition) ;
- * rincer avec de l'eau distillée bouillante (0,5 litre environ) ;
- * immerger les filtres avec échantillons dans la solution KOH 0, 23N (30mn d'ébullition) ;
- * rincer avec de l'eau distillée bouillante (0,5 litre environ) ;
- * sécher les filtres et échantillons dans des creusets en porcelaine à 105°C pendant 6 heures après refroidissement au dessiccateur (T + PS).
- * calciner les creusets à 550°C pendant 3 heures et les peser après refroidissement au dessiccateur (T + PC).

$$\text{Calcul \% CB} = [(T+PS) - (T + PC)] \times 100 / (\text{PEXMS}/100).$$

4.5. La matière azotée totale (MAT)

La teneur en MAT de l'échantillon est calculée à partir de la teneur en azote (N) dosé selon la méthode de Kjeldahl, en faisant l'hypothèse que les MAT sont exclusivement composées de protéines contenant 16% d'N. Suivant la méthode Kjeldahl, la matière organique de l'échantillon est minéralisée par l'H₂SO₄ bouillant en présence d'un catalyseur. L'azote est transformé quantitativement en (NH₄)₂SO₄, excepté pour l'azote des nitrites et des nitrates. L'ammoniaque est ensuite déplacée par ajout de soude, entraîné par la valeur, recueilli quantitativement dans une solution standard de réception, et titré à l'aide d'un acide de normalité connue.

Matières organiques + H₂SO₄ CO₂ + H₂O + (NH₄)₂SO₄ en présence d'un catalyseur

(NH₄)₂SO₄ + 2NaOH + Na₂SO₄

NH₄OH NH₃ + H₂O avec variation du pH

NH₃ est entraîné par la vapeur et titré.

Mode opératoire :

- * Peser 1g d'échantillon dans un tube de kjeldahl de 250 ml (PE) ;
- * Ajouter lentement tout en agitant 12,5 ml H₂SO₄ concentré ;
- * Insérer les tubes dans le bloc de minéralisation préchauffé à 450 °C ;
- * Après 40 à 60 mn de minéralisation retirer les tubes et laisser refroidir tout en laissant l'aspirateur fonctionnel. Ajouter 100 ml Na OH à 40%.

* Distillation, après avoir récupéré 100 ml de solution ou plus dans 25 ml de H₂SO₄ 0,1 N titré au rouge de méthyl

* Titré la solution avec NA OH 0,1N

$$\text{Calcul} \quad MAT(\%) = \frac{(V_1 - V_2) \times 1.4 \times 6.25}{1000 \times PE} \times 100$$

V : Volume en ml de NaOH (0.1normale).

1,4: 1ml d'H₂SO₄ 0,1N Titre 1,40 mg d'N

6.25 : 1g d'azote correspond à 6.25% de MAT d'origine végétale.

PE : prise d'essais 1g.

1000 : transforme les g de la PE en mg pour travailler avec les mêmes unités.

MAT: matière azotée totale exprimée en % de la matière sèche (MS).

4.6. Energie métabolisable (EM) :

1-L'énergie métabolisable a été estimée par l'équation proposée par Sibbald, (1980) in Larbier et Leclercq (1994).

$$EM = 3951 + 54.4 MG - 8.7 CB - 40.8 MM$$

5. Performances zootechniques

Durant les deux phases d'élevage, la quantité d'aliment ingérée, le gain de poids (PV), l'indice de consommation, le gain moyen quotidien (GMQ) et la mortalité étaient les principales performances zootechniques contrôlées. Les poussins d'un jour ont été pesés à l'arrivée pour le calcul du poids moyen au démarrage. Le poids vif individuel des sujets des différents lots a été enregistré chaque semaine jusqu'à la fin du cycle. La consommation alimentaire a été calculée quotidiennement, à la même heure, puis cumulée par phase et pour tout le cycle. A signaler que les animaux ayant une très faible croissance ont été exclus des analyses de gain de poids et pour les calculs de l'indice de consommation.

5.1. L'ingéré (QI)

La quantité d'aliment distribué et refusé ont été mesuré quotidiennement.

$$QI = \text{La quantité d'aliment distribuée (g)} - \text{La quantité d'aliment refusée(g)}$$

5.2. Le Gain de poids (GP)

Le gain de poids moyen a été calculé par semaine, phase et par cycle selon les expressions suivantes :

$$\text{GMQ phase (g)} = \text{P2} - \text{P1};$$

Avec : **P1** : poids du début de chaque phase (g)

P2 : poids de la fin de chaque phase (g)

$$\text{GMQ cycle (g)} = \text{Pa} - \text{Pi}$$

Avec : **Pa** : poids à l'abattage (g)

Pi : poids initial (g).

5.3. L'indice de Consommation (IC)

L'indice de consommation est la quantité d'aliment ingéré (en kg) par une volaille pour prendre un kilogramme de poids vif. L'indice de consommation est calculé à la fin de chaque période d'élevage par la formule suivante :

$$\text{IC} = \frac{\text{aliment total consommé (kg)}}{\text{poids total des animaux (kg)}}.$$

$$\text{IC} = \frac{\text{Quantité d'aliment consommé (g)}}{\text{gain de poids (g)}}.$$

6. Bilan digestif

Enregistrement des données

Pour les bilans alimentaires, les animaux sont placés dans des cages à métabolisme disposés en série de box individuels (cf. Figure 07). La cage s'ouvre par le haut; la partie inférieure de la cage est composée d'un plateau qui permet la récolte des fientes. En outre, chaque box est constitué d'un abreuvoir et d'une mangeoire permettant la distribution d'une quantité précise d'aliment et d'eau.

6 individus de volailles correspondent à un teste alimentaire étudiés. Les bilans ont été réalisés entre le 30^{ème} et le 35^{ème} jour. Les poulets ont reçu leurs régimes habituels pendant 3 jours, le 4^{ème} jour correspond à une période de jeûne de 24 h. Ensuite, pendant 5 jours dont le 10^{ème} jour est correspond à un jour où les animaux sont mis à jeûne comme le montre le cf. Figure 08 ci-dessous. Cette séquence est semblable à celle adoptée par Leclercq et *al.* (1984). Le régime est distribué 2 fois par jour pour limiter le gaspillage. La quantité ingérée est calculée en soustrayant les refus à la fin de la période. Les fientes ont été récoltées 2 fois par

jour. Elles sont ensuite congelées, puis lyophilisées et pesées après 24 heures d'exposition à la température ambiante. Elles sont ensuite broyées pendant 4 min et stockées à l'abri de l'air (Bourdillon, 1990).



Figure 07. Batterie utilisé pour étudier le bilan digestif.

Calcul du coefficient de digestibilité

Les produits ingérés ne sont pas digérés en totalité ; une partie de ceux ci se retrouve dans les fèces. La fraction digestible des produits, la seule intéressante sur le plan nutritionnel, est la différence entre les ingérés et les excréta. Les variables mesurées sont les quantités de matières sèches d'aliment distribué, de refus et de matières fécales. Celles ci permettent de calculer les variables recherchées : le coefficient de digestibilité de la matière sèche (CDMS), et le coefficient de digestibilité de la matière organique (CDMO).

$$CD = \frac{(\text{Portion ingérée} - \text{Portion excrétée}) \times 100}{\text{Portion ingérée}}$$

$$CDMS = \frac{[(\text{Matière Sèche Ingérée} - \text{Matière Sèche Excrétée}) \times 100]}{\text{Matière Sèche Ingérée}}$$

7. Rendements en carcasse et des organes internes

Le rendement en carcasses permet de mesurer l'effet des additifs sur les modifications morphologiques et la qualité des carcasses. L'abattage a été effectué à l'âge de 42 jours où 6 sujets par lot ont été choisis d'une façon aléatoire. Les poulets ont été abattus, plumés et éviscérés. Le poids des carcasses est mesuré avant et après éviscération. Les poulets prêts à cuire (PAC) ont été pesés et disséqués afin de mesurer les rendements en filet et en cuisse.

Dans le but de déterminer le rendement de carcasses pour chaque lot nous avons calculés :

- Poids de carcasse éviscéré / poids de carcasse non éviscéré ;
- Les organes internes : foie, cœur et rate ont été prélevés et pesés également.

8. Analyses biochimiques et hématologique du sang :

Le prélèvement de sang a été effectué le 39^{ème} jour, à jeun, le matin avant la distribution de l'aliment. Le sang ayant fait l'objet des analyses est pris de la veine alaire au niveau de l'articulation de l'aile sur 10 sujets pris au hasard dans chaque lot. Après avoir enlever les plumes de la face interne de l'aile, la peau est désinfectée et la veine ponctionnée à l'aide d'une aiguille stérile. Le sang est ensuite récolté dans un tube à sec sans anticoagulant (5ml dans chaque tube). Les échantillons ont été acheminés vers le laboratoire dans l'heure qui suit. Les résultats des analyses sont fournis par le laboratoire après 4 à 5 jours (cf. Annexe 1). Un bilan des paramètres biochimiques (glycémie, cholestérol, protéinémie, acide urique et créatinine, Albumine et Globuline), et un bilan de la composition cellulaire du sang (Globule Rouge, Lymphocytes, Monocytes, Granulocytes et Plaquettes) ont été effectués. L'objectif de ces analyses est de préciser les valeurs usuelles des paramètres sanguins des différents lots a fin de pouvoir les comparer les une aux autres, et de détecter d'éventuels effets des additifs. Les analyses du sang ont été effectuées dans un laboratoire d'analyse privé (laboratoire d'analyse Debabech Chelghoum Nour El Houda).

9. Etude morphométrique de la bourse de Fabricius :

L'étude morphométrique des bourses de Fabricius a été effectuée selon la méthode de Kuney (1982). L'examen est réalisé sur 10 à 20 sujets pris au hasard. Après pesée ensuite réalisation d'une autopsie, le prélèvement des bourses de Fabricius a été fait avec soin pour éviter leur écrasement. Elles ont été détachées du plafond du cloaque, où elles adhèrent, en coupant le conduit bursal par lequel elles se connectent à l'intestin. Les bourses de Fabricius sont prélevées, examinées, pesées et mesurées à l'aide d'un bursamètre, qui est l'instrument de mesure du diamètre de la bourse (cf. Figure 9). Chaque semaine pendant toute la période d'élevage, l'index bursal a été réalisé selon la méthode de Bennett (2002) :

$$\text{Index bursal} = \text{Poids de la BF} / \text{poids corporel} \times 100$$

Le rapport du diamètre bursal (DB) / âge



Figure 08. Bursamètre

10. Analyses statistiques

Les résultats des différentes expériences et analyses ont été traités par le logiciel EXCEL Stat en vue du calcul de : la moyenne (X), l'écart-type (S), un paramètre indiquant l'importance de la dispersion des valeurs autour de la moyenne. Les paramètres mesurés ont fait l'objet d'une analyse de variance, suivie d'une comparaison de moyennes, selon les tests de NEWMAN et KEULS sur logiciel SPSS.25.

RESULTATS ET DISCUSSION

Résultats et discussion

1. Analyses bromatologiques

La composition alimentaire, les caractéristiques nutritionnelles et la composition chimique des régimes servis dans le cadre de cette expérience pendant la phase de démarrage et de la phase de finition sont illustré dans le tableau 03. Les régimes sont composés essentiellement par le maïs, le soja, le gros son, le phosphate, le calcaire et le CMV chair. La matière sèche des régimes de démarrage et de finition est de l'ordre de 93%. Le taux de la matière minérale est d'environ de 5%. La matière grasse est de l'ordre de 2%. Les protéines brutes (PB) varient entre 20% et 22%, dont le taux de lysine est de 3% de protéine brute et le taux de méthionine est de 1% des protéines brutes. En résultant des valeurs d'énergie métabolisable de 3820.57 (Kcal/kg) pour le régime de démarrage, et 3844.97 (Kcal/kg) pour l'aliment de finition. Les besoins énergétiques des poulets de chair sont compris entre 3000 et 3200 kcal/kg, avec un minimum de 3100 kcal au démarrage, et 3000 kcal en finition (Larbier et *al.* 1991). L'accroissement du niveau énergétique conduit toujours à une amélioration de l'indice de consommation et de la vitesse de croissance. Toutefois, les besoins énergétiques de production peuvent être influencés par des facteurs, tels que la souche et le régime alimentaire, alors que ceux d'entretien sont influencés par les températures ambiantes (Anselme, 1987 In Dahmouni, 2018).

Tableau 03. Composition chimique des régimes destinés aux animaux pendant les différentes périodes d'élevage.

Composition chimique	Démarrage (% MS)	Finition (% MS)
EM(Kcal/kg)	3820.57	3844.97
MS%	92.73	92.65
Protéines brutes	22.06	20.75
Ether extract	2.06	2.08
Cendre	5.02	4.52
Fibre	4.33	4.02
Calcium	6.97	1.31
P disponible	0.69	0.63
Lysine (%PB)	3.23	3.55
Méthionine (%PB)	1.34	1.44

2. Performance zootechnique

2.1. Evolution hebdomadaire du poids vifs, Gain moyen quotidien (GMQ)

Les résultats de l'évolution hebdomadaire du poids vifs et du gain moyen quotidien (GMQ) pendant les différentes phases d'élevages (g) sont représentés dans les cf.tableaux 4 et 5.

Tableau 04: Evolution hebdomadaire du poids vifs pendant les phases d'élevages (g).

	Témoin	PHC1	PHC2	PHC3	Sig	ESM
PV j0	47.49 ^(a) ±0.02	47.10 ^(a) ±0.02	47.45 ^(a) ±0.05	47.33 ^(a) ±0.07	<0.0001	0.025
PV S1	169.70 ^(a) ±0.02	169.90 ^(b) ±0.01	173.01 ^(c) ±0.03	179.02 ^(d) ±0.05	<0.0001	0.018
PV S2	500.12 ^(a) ±8.18	488.05 ^(a) ±6.89	491.22 ^(a, b) ±3.28	506.23 ^(b) ±2.31	<0.0001	3.296
PV S3	933.87 ^(a) ±13.61	902.21 ^(a) ±19.89	919.21 ^(a) ±23.85	939.89 ^(a) ±14.41	<0.0001	10.636
PVS4	1674.39 ^(a) ±26.40	1626.57 ^(a) ±44.87	1621.63 ^(a) ±100.42	1680.45 ^(a) ±24.23	<0.0001	33.384
PV S5	2490.67 ^(a) ±40.18	2455.11 ^(a) ±66.23	2447.19 ^(a) ±112.90	2493.51 ^(a) ±24.57	<0.0001	40.156
PV S6	2992.51 ^(a) ±13.22	2966.68 ^(a) ±92.89	2975.08 ^(a) ±148.08	3014.91 ^(a) ±37.44	<0.0001	51.928
PV 0j – 15j	452.63 ^(a) ±8.17	440.95 ^(a) ±6.90	443.77 ^(a) ±3.26	458.3 ^(a) ±2.32	<0.0001	3.295
PV 16j – 42j	2492.02 ^(a) ±13.20	2478.63 ^(a) ±92.07	2483.86 ^(a) ±150.33	2508.68 ^(a) ±38.97	<0.0001	52.27
PV 0j- 42j	2945.02 ^(b) ±13.20	2919.58 ^(a) ±92.88	2927.62 ^(a) ±148.89	2966.98 ^(c) ±37.38	<0.0001	51.93

PV : poids vif ; **S** : semaine ; **PHC1** phytobiotique1 (coriandre) ; **PHC2** : phytobiotique2 (50% coriandre et 50% Fenugrec) ; **PHC3** phytobiotique3 (50% coriandre et 50% anis vert).

Tableau 05. Gain moyen quotidien (GMQ) réalisés par phases d'élevages (g/j).

	Témoin	PHC1	PHC2	PHC3	Sig	ESM
GMQ S1	17,46 ^(a) ±1.25	17,54 ^(b) ±4.56	17,94 ^(c) ±3.66	18,73 ^(d) ±4.02	<0.01	0.005
GMQ S2	47,20 ^(a) ± 1,65	45,45 ^(a) ±1,50	45,46 ^(a) ±,0.66	46,74 ^(a) ±,47	<0.01	0,471
GMQ S3	61,96 ^(a) ± 0,96	59,17 ^(a) ±2,82	61,14 ^(a) ± 3,49	61,95 ^(a) ±1,76	<0.01	1.429
GMQ S4	105,78 ^(a) ±2,10	103,47 ^(a) ±8,7 3	100,35 ^(a) ±10, 94	105,79 ^(a) ±4,57	<0.01	4.382
GMQ S5	116,61 ^(a) ±2,81	118,36 ^(a) ±3,5 9	117,93 ^(a) ±7,0 6	116,15 ^(a) ±5,22	0.66	2.397
GMQ S6	71.69 ^(a) ± 3.88	73.08 ^(a) ±4.25	75.48 ^(a) ±5.26	74.48 ^(a) ±2.20	0.686	2.342
GMQ 0j – 14j	32,32 ^(a) ± 0,82	31.50 ^(a, b) ±10,97	31,70 ^(a, b) ±0,33	32,74 ^(b) ±0,23	<0.01	0.235
GMQ 16j – 42j	89.01± 0,50	88.52±3,28	88.71± 5.36	89.60±1.39	<0.01	1,867
GMQ 0j- 42j	70.12± 0,31	69.51±2,,21	69.71±3,54	70.64± 0.89	0.76	2,32

PHC1 phytobiotique1 (coriandre) ; **PHC2** : phytobiotique2 (50% coriandre et 50% Fenugrec) ; **PHC3** phytobiotique3 (50% coriandre et 50% anis vert).

L'analyse des résultats de l'effet des additifs phytobiotiques utilisés au cours de cette expérience montre une différence significatif ($P < 0.01$) entre les animaux traités et ceux du lot témoin. En effet, pendant la phase de démarrage, nous avons noté le meilleur poids vif chez les animaux du groupe **PHC3** avec 458.3g, suivi par le groupe **PHC2** (458.63g ±2.32), puis le **PHC1** (443.77g±3.26) et enfin le **Témoin** (440.95g±6.90). Le composé phytobiotiques **PHC3** était le plus intéressant pendant la première et la deuxième semaine où les poids vifs enregistré sont successivement 179.2g et 506.23g.

Par ailleurs, à la première semaine, l'effet de **PHC2** est aussi important, par rapport au groupe **PHC1** et par rapport au témoin. Les résultats de l'évolution du poids vif pendant la phase de finition révèlent que, statistiquement, tous les testés appartiennent au même groupe statistique. En revanche, à chaque semaine de la phase finition le poids vif le plus élevé a été

enregistré chez les animaux du groupe PHC3. L'effet du PHC3 a influencé d'avantage la production pendant le cycle de 42 jours. En fin du cycle d'élevage, la moyenne enregistrée dans le groupe PHC3 a été de 2966.98g \pm 37.38. L'effet positif de PHC3 pendant la phase de démarrage est traduit par un GMQ élevé pendant la première semaine (18.73 g/j \pm 4.02) suivi par le PHC2, PHC1 et enfin le lot témoin.

En phase de finition, les mêmes constatations ont été enregistrées. Le GMQ le plus élevé ($p < 0.01$) a été enregistré dans le groupe PHC3 (89.60g/j \pm 1.39). En particulier, l'effet des additifs phytobiotiques est nettement observé au cours de la 6^{ème} semaine ($p < 0.01$) par rapport au témoin. Cependant, la coriandre seule a exprimé le meilleur GMQ pendant la 5^{ème} semaine. En fin du cycle, le PHC 3 a prouvé l'amélioration de ce paramètre. L'association de la coriandre avec l'anis vert est donc recommandée dans le régime alimentaire pendant la phase démarrage, alors que l'association de la coriandre avec le fenugrec est recommandée que pour la première semaine. Donc l'effet de la coriandre seule est moins important, sauf s'il est associé aux effets des autres phytobiotiques étudiés.

Sunbul et *al.* (2010) ont prouvé que la supplémentation de 2% et 3% de la coriandre a affecté positivement ($p < 0.01$) l'évolution du poids et le GMQ durant le cycle d'élevage avec 14% par rapport au témoin. Ce résultat a été justifié par l'effet antibactérien de la coriandre qui a empêché le développement des bactéries nuisibles, et qui a limité les infections bactériennes au niveau des intestins, ce qui est traduit par une bonne absorption intestinale, un système immunitaire consistant et le bien être des animaux. Saeid et AL-nasry (2010) ont trouvé que l'incorporation de 0.3% de la coriandre dans les régimes alimentaires a réalisé des résultats effectives ($p < 0.01$). L'amélioration positive du poids vif des oiseaux pourrait être due aux huiles essentielles présentes dans les graines de coriandre, telles que linalol (60-70%), citronellol, géraniol. Barad et *al.* (2016) à travers une étude comparative de l'effet de trois phytobiotiques (grains de coriandre, poivre noir et poudre de curcuma) utilisés en tant que facteur de croissance et en tant que source d'antibiotique, les résultats montraient l'effet conséquent de la graine de coriandre ($P < 0.05$) par rapport aux autres phytobiotiques.

L'analyse des résultats des recherches effectuées sur l'effet du fenugrec sur la production de poulet de chair révèlent que toutes les doses expérimentées du fenugrec, variées dans un intervalle de 0,01% à 4,0%, ont amélioré significativement les performances de production (Seyed, 2014 ; Anannd, 2016 ; Mollah, 2016 ; Beghoul, 2017). Egalement,

l'addition de 0,5 g/kg et 1, 5 % d'anis vert dans le régime de poulets de chair améliore significativement tous les paramètres zootechniques des animaux (Barakat, 2016 ;Al - Kassie , 2008 ;El-Deek et *al.* 2002). Dans notre travail, nous soulignons que l'association de la coriandre avec le fenugrec et l'anis vert améliore la vitesse de croissance des oiseaux.

2.2. L'ingéré alimentaire

Les résultats de la quantité d'aliment ingéré par sujet et par jour, pendant chaque semaine et chaque phase d'élevage sont enregistrés dans le *cf.* tableau 06.

Tableau 06: L'ingéré réalisé par les sujets des différents lots par semaines (g/j).

	Témoin	PHC1	PHC2	PHC3	P	ESM
S1	23.51 ^(c) ±0.03	22,32 ^(a) ±0.04	22,27 ^(a) ±0.35	22,95 ^(b) ±0.04	< 0,01	0.055
S2	59.99 ^(b) ±0.06	60.99 ^(c) ±0.83	60.26 ^(b) ±0.7	50.23 ^(a) ±0.21	< 0,01	0.180
S3	96.38 ^(a, b) ±0,37	93,99 ^(a) ±0.26	93.89 ^(a) ±1.67	99,90 ^(b) ±2.98	0.894	0.894
S4	135.89 ^(a) ±8.29	173.56 ^(c) ±7.17	162.18 ^(b, c) ±10.46	141,06 ^(a, b) ±10.28	< 0,01	5.289
S5	111.59 ^(a) ±3.15	156.57 ^(b) ±8.41	120.30 ^(a) ±11.35	122.11 ^(a) ±3.94	< 0,01	4.33
S6	155.99 ^(b) ±9.96	186.74 ^(c) ±0.08	139.35 ^(a) ±7.60	164.69 ^(b) ±2.05	0.223	3.667
Ing(g/j) 0j – 14j	41.77 ^(c) ±0.05	41.66 ^(c) ±0.03	41.21 ^(b) ±0.22	36.59 ^(a) ±0.12	< 0,01	0.075
Ing(g/j) 16j – 42j	124.96 ^(a) ±0.17	152.74 ^(b) ±3.31	128.93 ^(a) ±4.37	131.94 ^(a) ±3.33	< 0,01	1.854
Ing(g/j) 0j- 42j	97.23 ^(a) ±0.10	115.71 ^(c) ±2.21	99.69 ^(b) ±2.98	100.16 ^(b) ±2.23	< 0,01	1.252
Ing Démarrage(g)	584,52 ^(c) ±0,631	583,19 ^(c) ±0,386	576,96 ^(b) ±3,084	512,31 ^(a) ±1,773	0,145	
Ing Finition(g)	3498,92 ^(a) ±4,703	4276,75 ^(c) ±92,848	3610,10 ^(b) ±122,489	3694,34 ^(b) ±93,181	0.135	
Ing cycle (g)	4083,44 ^(a) ±4,323	4859,95 ^(c) ±92,699	4187,06 ^(b) ±125,473	4206,65 ^(b) ±93,843	0.050	

PHC1 phytobiotique1 (coriandre) ; **PHC2** : phytobiotique2 (50% coriandre et 50% Fenugrec) ; **PHC3** phytobiotique3 (50% coriandre et 50% anis vert). **Ing** : ingéré.

La phase de démarrage est caractérisée par la diminution de la quantité d'aliment ingéré sous l'effet des additifs PHC3, PHC 2 et PHC 1 successivement ($512.31g \pm 1,773$, $576.96g \pm 3,084$ et $583.19g \pm 0,386$). Cependant, durant la phase de finition nous avons noté une différence significative ($P < 0,01$), où l'ingéré est bien élevé dans le groupe PHC 1 ($152.74g/j/sujet$), à chaque semaine (S3, S4, S5 et S6) de la phase de finition. Egalement, sur toute la période d'élevage, la quantité d'aliment ingérée la plus élevée ($P < 0,01$) a été de $4859,95g/sujet$ réalisé par PHC1, suivi par PHC3, PHC 2 et le témoin successivement ($4206.65g \pm 93,843$, $4187.06g \pm 125,473$ et $4083.44g \pm 4,323$).

D'après Sunbul *et al.* (2010) la consommation d'aliment par les oiseaux a été significativement amélioré ($p < 0,05$) par la supplémentation des graines de coriandre à des niveaux de 1%, 2% et 3% par rapport au témoin. Barad *et al.* (2016) ont montré que la graine de coriandre favorise l'appétit. Les animaux qui reçoivent un régime contenant un taux de 2% de coriandre réalisent un ingéré élevé par rapport aux autres tests contenant le poivron noir et le curcuma. Khadr and Abdel-Fattah (2007) ont rapporté que l'utilisation du Fenugrec, augmente l'ingéré des animaux, qui est attribué à la disponibilité des carbohydrates et en particulier à la galactomannan qui stimule l'appétit et le processus digestif. Kirubakaran *et al.* (2016) ont trouvé que les tests de huit combinaisons de fenugrec avec le poivron noir et l'ail induisent l'augmentation de la quantité d'aliment consommé. El-Deek *et al.* (2002) ont indiqué que l'ajout de 0,05 % d'anis vert du 1^{er} jour au 12^{ème} jour améliore significativement le gain de poids de 19,1 %.

Les additifs alimentaires phytogéniques améliorent la saveur et l'appétence des aliments des animaux. Brenes et Roura (2010) ont observé que les herbes, les épices et leurs composés actifs agissent comme des condiments alimentaires à travers le système oronasal (cavités buccales et nasales). La détection oronasale incite le tractus gastro-intestinal à la réception des aliments et stimule les sécrétions digestives. Hiraoka *et al.* (2003) ainsi que Jamroz *et al.* (2003) ont rapporté que les herbes et les extraits d'épices ont des propriétés favorisant la stimulation de l'appétit et de la digestion. En revanche, d'autres auteurs ont rapporté des effets non significatifs des extraits de plantes sur la consommation alimentaire des poulets de chair, et sur les performances des oiseaux (Boutsoglou *et al.*, 2002). Selon Lee *et al.* (2003), l'absence d'effets sur les performances des oiseaux peut être liée à la

composition du régime alimentaire de base, et aux conditions environnementales de l'expérience. Les aliments contenant des ingrédients hautement digestibles limitent la prolifération des bactéries dans le tractus intestinal car aucun substrat ne favorise la croissance bactérienne (Lee et *al.* 2003).

2.3. L'indice de consommation

Tableau 07 : Les indices de consommation des régimes, durant toute la période d'étude.

	Témoin	PHC1	PHC2	PHC3	Sig
IC S1	1.35 ^(c) ±0,001	1.27 ^(b) ±0.01	1.24 ^(a) ±0.01	1,23 ^(a) ±0.002	0.003
IC S2	1.27 ^(b) ± 0.03	1.34 ^(c) ±0.03	1.33 ^(b, c) ±,0.02	1.07 ^(a) ±,0.006	0.013
IC S3	1.55 ^(a) ± 0.02	1.59 ^(a) ±0.08	1.54 ^(a) ± 0.09	1.61 ^(a) ±0.09	0.45
IC S4	1.28 ^(a) ±0.07	1.68 ^(b) ±0.08	1.62 ^(b) ±0.09	1.34 ^(a) ±0.15	0.059
IC S5	0.95 ^(a) ±0.12	1.32 ^(b) ±0.07	1.02 ^(a) ±0.10	1.05 ^(a) ±0.02	0.192
IC S6	2.17 ^(a) ±0.12	2.56 ^(a, b) ±0.15	1.86 ^(a) ±0.18	2.21 ^(b) ±0.13	0.081
IC 1j – 15j	1.29 ^(b) ± 0,02	1.32 ^(b) ±0.02	1.30 ^(b) ±0.01	1.12 ^(a) ±0.004	0.010
IC 16j – 42j	1.40 ^(a) ± 0,01	1.73 ^(b) ±0.04	1.46 ^(a) ±0.04	1.47 ^(a) ±0.05	0.023
IC 0j- 42j	1.38 ^(a) ± 0,01	1.67 ^(b) ± 0,04	1.43 ^(a) ±0.03	1.42 ^(a) ± 0.04	0.019

PHC1 phytobiotique1 (coriandre) ; **PHC2** : phytobiotique2 (50% coriandre et 50% Fenugrec) ; **PHC3** phytobiotique3 (50% coriandre et 50% anis vert).IC : indice de consommation.

A la phase de démarrage, l'analyse statistique montre que l'indice de consommation est significativement élevé ($p < 0,01$) dans les groupes (témoin, PHC1 et PHC2). Le groupe PHC3 a enregistré l'IC le plus bas et le plus intéressant durant les deux premières semaines de la phase de démarrage. L'impact de PHC 2 et PHC 3 est similaire à la première semaine, où nous avons enregistré les mêmes résultats pendant la deuxième semaine. A la phase de finition, nous avons enregistré une différence non significative ($p < 0,01$) entre les groupes (témoin, PHC2 et PHC3). Ces groupes ont exprimé un IC important (1.40 ; 1.46 et 1.47) respectivement.

Les indices de consommations étaient rentables ($1.38 \pm 0,01$; 1.43 ± 0.03 et 1.42 ± 0.04) successivement pour le témoin, PHC2 et PHC3. Tandis que, PHC1 est significativement élevé ($p < 0,01$). En particulier, cette concentration a influencé les paramètres de production pendant toute la période. L'étude de Ciftci *et al.* (2005) montre que la supplémentation de 400 mg/kg d'huile d'anis, dans les aliments de poulets de chair à croissance rapide, améliore considérablement le GMQ et l'indice de consommation des animaux sur toute la période d'élevage. El-Deek *et al.* (2002) ont indiqué que l'ajout de 0,05 % d'anis vert du 1^{er} jour au 12^{ème} jour améliore significativement l'indice de consommation de 10.8% par rapport au groupe témoin. L'explication de ces résultats de recherche est évidente parce que la coriandre est un eupeptique (il stimule et régularise les sécrétions gastriques), un carminative, il hinibe la formation et favorise l'expulsion des gaz intestinaux. L'anis vert est autorisé à un taux de 20 mg par jour, pendant une durée limitée et régulière (Chevallier et Crouzet-segarra, 2004). Cependant, il y a des facteurs qui pourraient affecter les résultats des expériences *in vivo* ; facteurs environnementaux et génétiques des plantes qui influencent la composition chimique des huiles essentielles végétales et de leurs extraits (Brenes et Roura, 2010), les espèces et sous-espèces, la situation géographique, la période de récolte et l'état de maturité des plantes, les parties de plantes, les méthodes d'extraction et la durée de conservation des extraits de plantes (Faleiro *et al.*, 2002 ; Brenes et Roura, 2010). En revanche, Naeemasa *et al.*, (2015) montrent que l'extrait de la coriandre dans l'eau n'a pas amélioré l'indice de consommation.

3. Etude de la digestibilité des nutriments

Les coefficients de digestibilité sont représentés par rapport à chaque composé phytobiotique. Nous avons tenu compte de la digestibilité réalisée entre le 30^{ème} et le 35^{ème} jour. Les coefficients de digestibilité (CD) calculés sont : le coefficient de digestibilité de la matière sèche (CDMS), et le coefficient de digestibilité de la matière organique (CDMO). Les résultats sont représentés dans le cf. tableau 08.

Tableau 08: Etude de la digestibilité des nutriments.

	Témoin	PHC1	PHC2	PHC3	Sig
CDMS	91,55	91,65	92,89	96,07	0.392
CDMO	54,83	70,91	60,36	78,93	0.390

PHC1 phytobiotique1 (coriandre) ; **PHC2** : phytobiotique2 (50% coriandre et 50% Fenugrec) ; **PHC3** phytobiotique3 (50% coriandre et 50% anis vert). **CDMS** : Le coefficient de digestibilité de la matière sèche. **CDMO** : le coefficient de digestibilité de la matière organique.

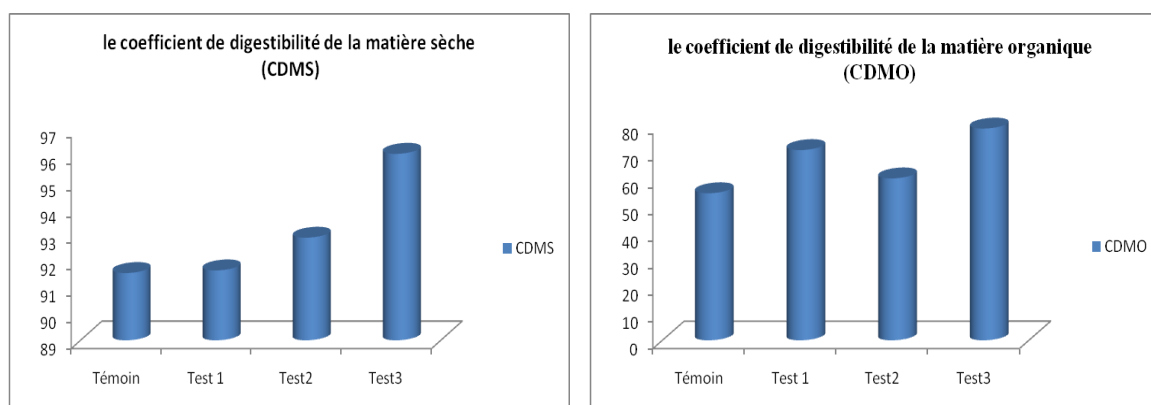


Figure n°09 : Etude de la digestibilité des nutriments en fonction des phytobiotiques testés.

L'étude de la digestibilité des nutriments en fonction des phytobiotiques testés montre clairement l'amélioration de ce paramètre. Le coefficient de digestibilité de la matière sèche (CDMS) est meilleure avec le PHC3, PHC 2, PHC et enfin le témoin successivement (96.07% ; 92.89% ; 91.65% et 91.55%). Egalement, le coefficient de digestibilité de la matière organique (CDMO) a été amélioré. Nous avons enregistré les valeurs de 78.93% ; 70.91% ; 60.36% et 54.83% successivement pour le PHC 3, PHC 1, PHC 2 et en dernière position le témoin. Les graines d'anis vert ont un effet positif sur la digestibilité des nutriments. Elles améliorent la digestion des protéines, de la cellulose et des graisses. Elles

améliorent la digestibilité iléale des nutriments à travers l'incitation de l'activité de la lipase et de l'amylase pancréatiques. L'anis vert a une activité antioxydant, empêchant l'oxydation des acides gras, et augmentent l'utilisation des nutriments (Al-Shammari *et al.* 2017). L'analyse globale de l'ensemble des coefficients de digestibilité et des diagrammes montre l'importance des phytobiotiques dans les aliments des volailles, et notamment l'effet complémentaire de l'association que nous avons réalisé entre les épices.

Les phytobiotiques ont une importance majeure sur la digestibilité des nutriments et la vitesse de transit des aliments dans le tube digestif. Une meilleure compréhension des modes d'action de ces composants permettrait d'optimiser leur utilisation. Des études sur les mécanismes d'action des principes actifs des phytomolécules chez les volailles ont été rassemblées par Lee *et al.*, 2004, Bakkali *et al.*, 2008, Brenes et Roura, 2010 ; Wallace *et al.* 2010, Abbas *et al.* 2012). Les chercheurs ont signalé que les activités *in vitro* de la lipase et de l'amylase pancréatiques sont significativement augmentées lorsqu'elles sont en contact avec diverses épices et extraits d'épices. Par ailleurs, les effets biologiques dépendent des doses utilisées et des ratios entre les différents composants. De plus, de nombreux autres facteurs liés à l'animal ou à ses conditions d'élevage peuvent également intervenir (Alleman *et al.* 2013).

4. Rendement en carcasse et poids des organes internes

Les données du rendement en carcasse et des organes internes en fonction des additifs phytobiotiques testés sont notées dans le *cf.* tableau 09.

L'analyse descriptive des données statistiques fait ressortir une variation du poids vif, des carcasses éviscérées et non éviscérées. Nous avons enregistré une différence non significative ($P > 0,05$) du poids de la carcasse éviscérée entre le témoin et le groupe PHC3. Nous avons remarqué que le rendement à l'abattage obtenu varie de 83.37%, à 90.07%. Cependant les composés phytobiotiques n'ont induit aucun effet significatif ($P > 0,05$) sur le poids du bréchet, le poids de la cuisse et le poids du cœur. Par contre, le poids de la graisse abdominale est significativement ($P > 0,05$) élevé chez les animaux du groupe PHC1. Il est plus important ($51g \pm 1.41$) que celui des autres groupes. Aussi, le poids du foie est affecté significativement ($P > 0,05$) chez les animaux du groupe PHC1 et PHC3. Nous avons noté un poids de $78g \pm 26.87$ et $66.50g \pm 9.19$ respectivement pour le groupe PHC1 et PHC3.

Nos résultats de l'étude de l'effet des phytobiotiques sur le rendement en carcasse et des organes internes concordent avec les résultats de plusieurs chercheurs. Ces derniers ont rapporté que les produits naturels améliorent l'ingéré et le poids vif des oiseaux ce qui se répercute sur le rendement en carcasse, le poids du foie, du cœur et notamment de la graisse (Alçiçek et al., 2003 ;Giannenas et al., 2003). En revanche, Awadein et al., (2010) ont rapporté que les épices n'ont pas d'effet significatif ($P < 0.01$) sur la carcasse et le poids des organes internes du poulet. Cependant, en termes de qualité, les herbes et les épices ont des effets bénéfiques sur le bien-être des animaux d'élevage, influent sur la qualité nutritionnelle de la viande et de la graisse, ainsi que la santé des humains.

Tableau 09: Rendement de la carcasse et des organes internes des différents lots.

	Témoin	PHC1	PHC2	PHC3	P
Poids vif (g)	3325,± 240,42	3217,50±357.09	2810.00±28.28	3290±275.77	0.198
Poids des carcasses avant éviscération.	2845±190.9	2570±212.13	2447.50±53.03	2887±201.52	0.184
Poids des carcasses après éviscération	2405±197.99	2315±.296.98	2120±70.71	2407.5±208.60	0.198
Les poulets prêts à cuire (PAC)					
Brechet	987±102.53	1020±28.28	877.5±17.68	930±183.85	0.300
cuisse	310±21.21	305±14.14	255±14.14	320±49.50	0.525
Poids de carcasse éviscéré / poids de carcasse non éviscéré	84.53	90.07	86.61	83.37	
graisse	27±4.24	51±1.41	33±7.07	40±8.49	0.112
Cœur	14±1.41	14.06.±1.41	15±1.44	17±2.83	0.300
Foie	59±7.07	78±26.87	52±7.07	66.5±9.19	0.252
Rate	1.94±0.08	2.36±0.00	1.88±0.59	3.34±0.42	0.455

PHC1 phytobiotique1 (coriandre) ; **PHC2** : phytobiotique2 (50% coriandre et 50% Fenugrec) ; **PHC3** phytobiotique3 (50% coriandre et 50% anis vert).

Plusieurs stratégies ont été adoptées pour enrichir les produits animaux, notamment les viandes en acide gras poly insaturé, on introduisant les végétaux comme le lin dans leur alimentation. Cette méthode permet de modifier le profil des acides gras des graisses animales en les enrichissant en Oméga3 (Mourot, 2009). Contrairement aux acides gras saturés (AGS) et les acides gras monoinsaturés, les acides gras polyinsaturés déposés dans les tissus adipeux sont fortement influencés par ceux présents dans la ration alimentaire (Brunel *et al.*, 2006). Il faut aussi souligner que l'incorporation des AG ingérés diffère d'un tissu à l'autre ; la plus marquée est celle du tissu adipeux qui est moins sélective que le tissu musculaire, incorporant plus les phospholipides (Heitzman *et al.*, 2005). Le dépôt lipidique est plus important au niveau sous-cutané, et la teneur musculaire augmente de 1,5g/kg à chaque 1°C d'augmentation de la température ambiante (Larbier and Leclerq, 1992). Le stress thermique prolongé de 20°C à 30 C° augmente la teneur du gras abdominal et musculaire en acide gras poly insaturé . On note aussi dans une ambiance plus chaude (24°C à 34°C), une réduction du taux protéique musculaire (Berri, 2015). Les conditions de confort thermique diminuent la lipogenèse hépatique, et par conséquent réduisent l'engraissement et augmentent le pourcentage des acide gras poly insaturé dans les tissus adipeux.

4. Analyses biochimiques et hématologique du sang

Les résultats de l'étude biochimique du sang sont illustrés dans le *cf.* tableau 10 et la *cf.* figure 11. L'évaluation de l'effet des phytobiotiques dans l'aliment sur les paramètres biochimiques du poulet de chair, est l'élément déterminant dans la recherche d'un éventuel équilibre sur la constitution chimique du sang qui reflète le bien être de l'animal.

Les valeurs de la **glycémie** du témoin et des lots expérimentaux sont variées dans l'intervalle des valeurs de référence [1,3 à 2,6] (g/l) selon Erich (1975). Statistiquement et par comparaison des résultats entre les différents groupes on peut constater que les différences sont significatives ($P < 0.01$), ce qui laisse suggérer que la supplémentation en composés phytobiotiques dans l'aliment a eu un effet sur la glycémie. Nos résultats pour les trois lots expérimentaux concordent à ceux obtenus par Saeid et Al Nasry (2010) qui ont testé l'effet de l'incorporation des grains de coriandre avec différentes concentration (0.1%, 0.2% et 0.3%) dans l'alimentation du poulet de chair sur les paramètres biochimiques, où ils ont trouvés des valeurs comprises entre (1,09g/l et 2,13g/l), alors que les nôtres sont comprises entre (2.09 et 2.58g/l). Le taux du glucose dans le sang est maintenu stable grâce à une régulation en

fonction des besoins. Son principal rôle biologique est de produire l'énergie métabolique aux cellules du corps pour leurs différentes fonctions.

Tableau 10. Analyses biochimiques et hématologique du sang.

	Témoïn	PHC1	PHC2	PHC3	P
Paramètres Biochimique					
Glycémie(g/l)	2,21	2,09	2,58	2,37	<0.01
Cholestérol Total(g/l)	1,19	0,95	1,05	0,92	<0.01
Protéine Totales Sériques (g/l)	26,25	39,37	40,48	20,5	<0.01
Acide Urique (Uricémie)(mg/l)	84,36	50,4	59,84	47,29	<0.01
Créatininémie (mg/l)	2,3	2,7	2,2	2,2	<0.01
Globuline (g/l)	14,84	28,56	28,29	10,97	<0.01
Albuminémie (g/l)	11,41	10,81	12,19	9,53	<0.01
Albumine/ Globuline	0,76	0,37	0,43	0,86	<0.01
Paramètres Hématologiques					
Globule Rouge (mm ³)	3,48.10 ⁶	4,08.10 ⁶	3,95.10 ⁶	3,82.10 ⁶	<0.01
Plaquettes (mm ³)	41,6.10 ³	38,7.10 ³	55,8.10 ³	21,04.10 ³	<0.01
Lymphocytes (μl)	62.10 ³	60.10 ³	80.10 ³	120.10 ³	<0.01
Monocytes (μl)	12.10 ³	18.10 ³	66.10 ³	60.10 ³	<0.01
Granulocytes (μl)	66.10 ³	72.10 ³	200.10 ³	102.10 ³	<0.01

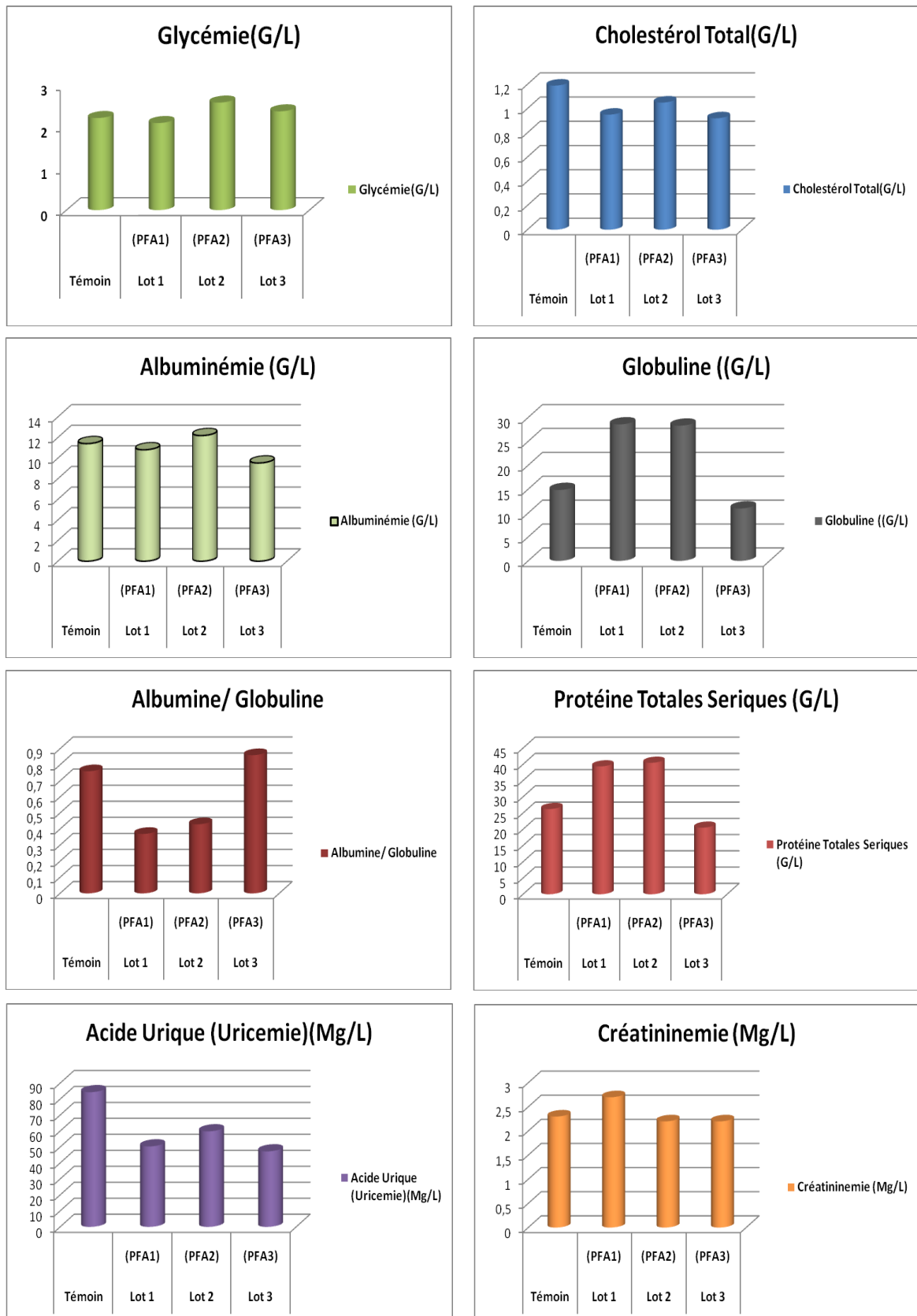


Figure n°11. Diagramme des analyses biochimiques du sang

Concernant le taux de **cholestérol**, nos résultats pour les groupes PHC1, PHC2 et PHC3 sont inférieurs à la valeur de référence qui est comprise entre [1.29-2.97] (g/l) (Samour, 2007). Chez le témoin, la valeur est proche à la valeur de référence (1.19g/l). Les taux de cholestérol enregistrés dans notre recherche sont de 0.92 g/l, 0.95 g/l et 1.05 g/l pour le PHC3, PHC1, PHC2 successivement. Ils sont presque similaires à ceux trouvés par Chafai (2006), pour les poulets élevés dans les parcours (0.72-0.98g /l). Chettouh et Riabi (2019), Mamoun *et al.* (2014) et Adil. (2015) ont rapporté que l'incorporation de 1 % de graines de fenugrec dans l'alimentation des poulets de chair réduisait significativement les niveaux de cholestérol et de glucose dans le sang. La réduction du taux de cholestérol sérique pourrait être due à la présence de saponines et de résines dans le fenugrec, qui inhibent l'absorption des acides biliaires et du cholestérol dans l'intestin, ce qui conduit à la réduction du taux de cholestérol dans le sang (Petit *et al.* 1995).

Selon Oueslati et Ghédira (2015), de nombreuses études pharmacologiques et cliniques ont démontré que le fenugrec possède des effets antioxydant, anti-diabétique, gastroprotecteur, hépatoprotecteur, hypocholestérolémiant et hypoglycémiant en raison des effets des constituants de la graine dont des stéroïdes (diosgénine), des alcaloïdes (trigonelline), des flavonoïdes (lutéoline), des coumarines, des acides aminés (hydroxy-isoleucine), des mucilages (galactomannane), des constituants volatiles, une huile fixe et diverses autres substances. Le cholestérol est une graisse fabriquée aux deux tiers par le foie, et apportée pour un tiers par l'alimentation (Stryer *et al.* 2003). Le cholestérol est un constituant indispensable aux cellules, et est l'un des constituants lipidiques des membranes. C'est le précurseur des composés biologiques : toutes les molécules de l'organisme animal comportant le noyau cyclopentanoperhydrophénantrénique sont synthétisées à partir du cholestérol ; c'est le cas des acides biliaires, des hormones stéroïdes et du calcitriol.

Pour le taux des **protéines totales plasmatiques**, nous avons constaté que les valeurs dans les quatre groupes sont inférieures à la valeur de référence [52-69](g/l) (Mollereau *et al.*, 1995). Statistiquement et par comparaison de la protéinémie des animaux du groupe PHC1 et du groupe PHC2 avec les deux autres groupes (témoin et PHC3), on peut constater qu'il existe une différence significative ($P < 0.001$). Cela laisse à déduire que la supplémentation en coriandre provoque une augmentation des taux des protéines plasmatiques, mais cette augmentation reste toujours inférieure à la valeur de référence suggérée par d'autres auteurs.

Selon Erich (1975), la teneur du sérum en protéines totales diminue en cas de malabsorption intestinale. La détermination globale de la concentration plasmatique des protéines est une analyse de première intention. Seules les variations des protéines les plus abondantes (albumines, globulines) ont un effet significatif sur la concentration totale. Le dosage de ces molécules est utilisé pour apprécier le fonctionnement hépatique et rénal, le dysfonctionnement du système immunitaire et pour surveiller les maladies métaboliques et nutritionnelles (Estepa, 2006).

Concernant la **globuline**, nous avons enregistré une différence non significative ($P < 0.001$) entre le PHC1 et le PHC2 notant des valeurs de 28.56g/l et 28.29g/l successivement. Tandis que, le témoin et le PHC3 ont réalisé 14.84g/l et 10.97g/l successivement. Selon la figure n°11 et le tableau n°10, on remarque que la valeur la plus élevée de l'**albumine** a été enregistrée pour le lot PHC2, suivi par le témoin, ensuite le PHC1 et enfin PHC3 avec des valeurs respectivement de 12.19g/l, 11.41g/l, 10.81g/l et 9.53g/l. Néanmoins, ces valeurs sont inférieures aux valeurs de références [17.5g/l et 25g/l] indiquées par Samour, 2007.

A propos du rapport (Albumine/ Globuline), les plus élevés ont été enregistrés pour le lot PHC3 avec 0.86 et le témoin avec 0.76. Cependant, le rapport le plus faible a été enregistré pour le lot PHC1 et PHC2 successivement (0.37 et 0.43). Nos résultats concordent avec les données de Mamoun *et al.* (2014) avec une supplémentation de 2% et 3% de fenugrec ils ont noté une diminution du taux d'albumine à 0.2g/l et 0.7g/l successivement. L'albumine est une protéine fabriquée par le foie. C'est une protéine très importante, constituée de plusieurs classes. Elle est d'une importance vitale pour le bien-être. Le mot « albumine » est un terme générique qui désigne un type de protéine soluble dans l'eau. C'est la plus abondante des protéines plasmatiques. Sa fonction principale est le maintien de la pression osmotique entre les espaces vasculaires et extravasculaires. L'albumine a la capacité de transporter une grande variété de substances (acides gras, phospholipides, ions métalliques, acides aminés, médicaments, hormones, etc) à travers le sang.

Les taux **d'acide urique** de tous les lots sont compris dans l'intervalle physiologique de [30 et 100] (mg/l) évoqué par Larbier et al. (1992). Nous pouvons constater aussi que le taux d'acide urique dans le sang des trois lots expérimentaux (PHC1, PHC2 et PHC3) est inférieur au taux d'acide urique du témoin. La consommation d'aliments trop riches en protéines ou déficients en vitamine A, augmente leur uricémie entraînant des précipitations

d'acide urique au niveau des reins, des articulations et du péricarde (Larbier *et al.* 1992). Ces résultats se rapprochent à ceux obtenus par Saeid *et al.* (2010) qui a testé un groupe témoin recevant un aliment classique et un groupe expérimental nourri avec le même aliment que le témoin avec 0.1%, 0.2% et 0.3% de coriandre. Le taux de l'uricémie avait des valeurs comprises entre 47,29mg/l et 84,36mg/l. Par comparaison nous pourrions conclure que l'association du coriandre avec l'anis vert a un effet positif, en conséquence le taux de l'uricémie est diminué d'avantage (47.29mg/l). Les résultats de l'expérience menée par Al-Shammari *et al.* (2017) ont montré que l'ajout de 500, 750, 1000 mg/L de poudre de graines d'anis dans l'eau de boisson des poulets de chair Hubbard Classic améliore significativement leur profil sanguin. L'anis vert peut être considéré comme un promoteur physiologique efficace chez les poulets de chair.

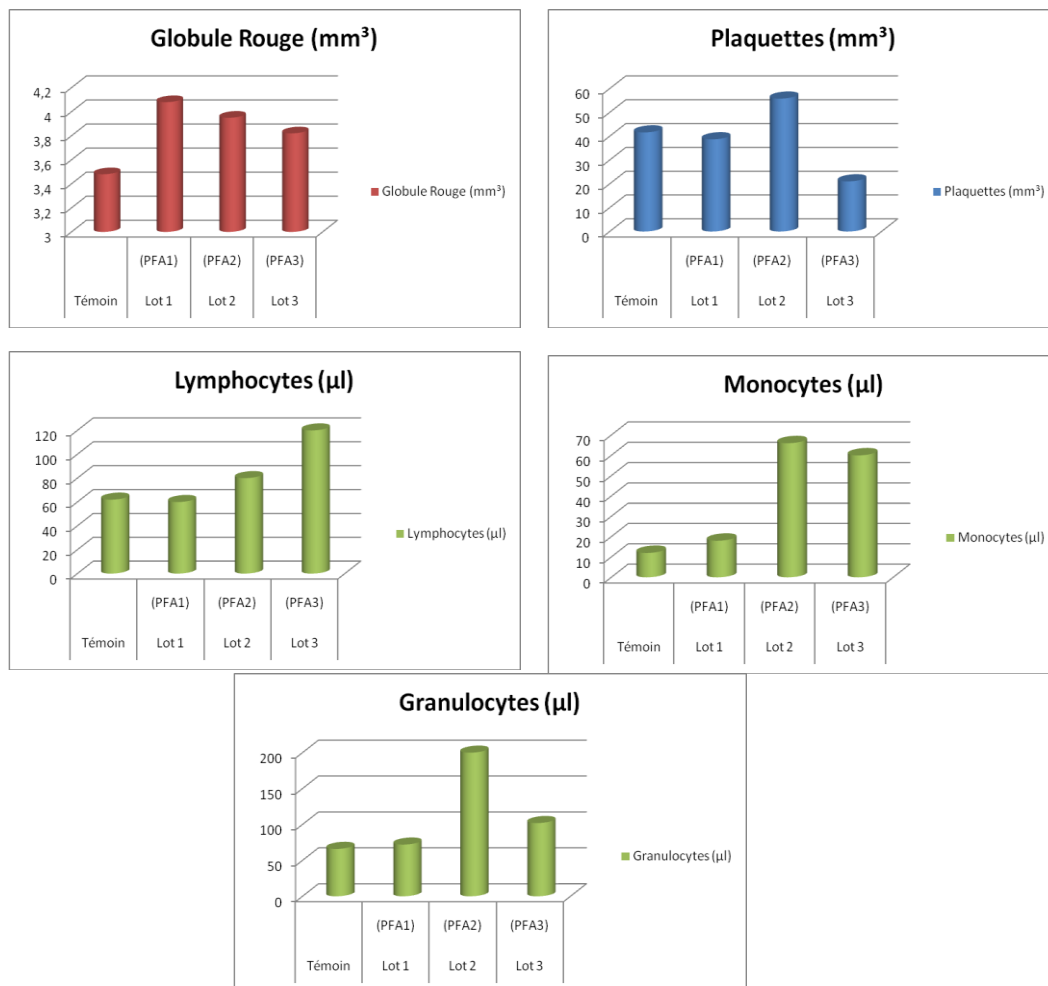


Figure 12. Diagramme des analyses hématologiques du sang.

L'analyse des résultats de la formule cellulaire du sang a montré une différence significative ($p < 0,05$) entre les groupes (*cf.* tableau 10). Les phytobiotiques ont influencé positivement l'évolution du nombre de globules rouges, dont nous avons enregistré successivement pour le PHC2, PHC3 et PHC4 les valeurs $4.08.10^6/\text{mm}^3$, $3.95.10^6/\text{mm}^3$, $3.82.10^6/\text{mm}^3$. En revanche, le lot témoin a enregistré la valeur minimale du nombre de globules rouges qui est de $3.48.10^6/\text{mm}^3$. Nos résultats varient dans l'intervalle de référence de 3-4 millions/ mm^3 (Isaac *et al.* 2013). L'augmentation de l'hématocrite montre un meilleur transport et d'oxygénation pour l'oxydation des aliments ingérés de façon à libérer de l'énergie pour les autres fonctions de l'organisme, ainsi que le transport du dioxyde de carbone des tissus vers les poumons pour l'épuration de l'organisme (Isaac *et al.* 2013).

Concernant les globules blancs, nous avons remarqué que le taux des lymphocytes est élevé pour les animaux du PHC3 avec $120.10^3(\mu\text{l})$, suivi par le PCH2 avec $80.10^3(\mu\text{l})$. Cependant le témoin et PCH3 ont noté des taux des lymphocytes de $62.10^3(\mu\text{l})$, $60.10^3(\mu\text{l})$ successivement. Le taux des monocytes est aussi important pour le PHC2 et PHC3 successivement $66.10^3(\mu\text{l})$, $60.10^3(\mu\text{l})$. Egalement à propos des granulocytes, nous avons noté $200.10^3(\mu\text{l})$ pour le lot3 $102.10^3(\mu\text{l})$ pour le PHC3, $72.10^3(\mu\text{l})$ pour le lot2 et $66.10^3(\mu\text{l})$ pour le témoin. Ces résultats s'accordent avec ceux de Al-Shammari *et al.* (2017) qui ont indiqué que la supplémentation en anis vert dans l'eau de boisson chez les poulets peut entraîner des changements quantitatifs sur la composition cellulaire de sang. Adil *et al.*, (2015) ont rajouté que, 10g/kg fenugrec dans le régime alimentaire chez les poulets de chair, améliorent significativement ($p < 0,05$) le pourcentage de plaquettes, le volume des globules rouges et la concentration d'hémoglobuline. Cette amélioration est due à l'augmentation de l'activité antioxydante dans les globules rouges, ce qui conduit à diminuer la production de radicaux libres qui détruisent l'Hb et provoquent l'hémolyse des globules rouges. Bhisareet Thyagarajan (2014) in Adil *et al.* (2015) ont rapporté que la teneur en hémoglobine était significativement ($p < 0,05$) élevée lorsque les graines de fenugrec étaient utilisées chez les dindonneaux, indiquant que certains principes bioactifs des graines de fenugrec ont un effet positif sur le processus hématopoïétiques dans le corps. Saied (2010) a confirmé que les grains de coriandre améliorent la composition hématologique en globule rouge, hémoglobine et les plaquettes, tandis qu'il n'a marqué aucune différence par rapport aux globules blancs chez le poulet de chair.

6. Etude de l'évolution hebdomadaire de la bourse de Fabricius

L'étude de l'évolution de la bourse de Fabricius a donné les résultats du cf. tableau 11.

Tableau 11 : Etude de l'évolution hebdomadaire de la bourse de Fabricius

		Témoin	PHC1	PHC2	PHC3	P
S1 J7	PC (g)	100	150	150	150	<0.01
	PB (g)	0.103 ^(a)	0.168 ^(b)	0.162 ^(b)	0.165 ^(b)	<0.01
	DB (mm)	2 ^(a)	3 ^(b)	3 ^(b)	3 ^(b)	<0.01
	Index bursal	0.103	0.112	0.108	0.11	<0.01
	D/age	0.285	0.428	0.428	0.428	<0.01
S2 J 14	PC (g)	540	446	515	469	<0.01
	PB (g)	0.8 ^(a)	0.7 ^(a)	0.8 ^(a)	0.8 ^(a)	<0.01
	DB(mm)	5	5	5	5	<0.01
	Index bursal	0.148	0.157	0.155	0.171	<0.01
	D/age	0.357		0.357	0.357	<0.01
S3 J21	PC (g)	948±12.73	1002.5±0.71	997.5±68.59	953±29.70	<0.01
	PB (g)	1.34 ^(a) ±0.14	1.31 ^(a) ±0.78	1.91 ^(b) ±0.32	2.16 ^(b) ±0.20	<0.01
	DB(mm)	5.5±0.71	6±0.41	6±0.01	6.5±0.71	<0.01
	Index bursal	0.141±0.02	0.131±0.08	0.193±0.05	0.225±0.01	<0.01
	D/age	0.262±0.03	0.286±0.07	0.286±0.01	0.309±0.03	<0.01
S4 J28	PC (g)	1692.5±53.03	1565±42.43	1720±63.64	1620±84.85	<0.01
	PB (g)	2.55 ^(b) ±0.36	2.70 ^(b) ±0.15	2.23 ^(a) ±0.16	3.30 ^(c) ±0.04	<0.01
	DB(mm)	7±0.01	7±0.01	6.5±0.71	7±00	<0.01
	Index bursal	0.151±0.03	0.173±0.01	0.129±0.01	0.203±0.01	<0.01
	D/age	0.25±0.00	0.25±0.00	0.232±0.03	0.25±00	<0.01
S5 J 35	PC (g)	287.5±22.74	2630±42.43	2395±70.71	2807.5±378.30	<0.01
	PB (g)	3.26 ^(a) ±0.37	3.32 ^(a) ±0.04	4.05 ^(b) ±1.89	3.17 ^(a) ±0.13	<0.01
	DB(mm)	8±0.71	8±00	8±0.71	8±0.00	<0.01
	Index bursal	0.114±0.02	0.126±0.00	0.167±0.07	0.114±0.02	<0.01
	D/age	0.228±0.02	0.228±0.00	0.228±0.02	0.228±0.00	<0.01
S6 J42	PC (g)	3325±240.42	3541±100.4	2810±28.28	3290±275.77	<0.01
	PB (g)	3.36 ^(a) ±1.48	4.56 ^(b) ±0.43	2.60 ^(a) ±0.04	5.01 ^(b) ±1.72	<0.01
	DB(mm)	8±0.00	8±0.00	7±0.00	8±0.71	<0.01
	Index bursal	0.099±0.03	0.128±0.02	0.093±0.00	0.155±0.07	<0.01
	D/age	0.19±0.00	0.19±0.00	0.166±0.00	0.19±0.02	<0.01

(PC) Poids corporel, (PB) poids bursal et (DB) diamètre bursal . PHC1 phytobiotique1 (coriandre) ; PHC2 : phytobiotique2 (50% coriandre et 50% Fenugrec) ; PHC3 phytobiotique3 (50% coriandre et 50% anis vert).

Les résultats du tableau 11 montrent que le diamètre (DB) et le poids (PB) de la bourse de Fabricius augmentent effectivement et respectivement en fonction de l'âge et du poids corporel des animaux, de la naissance à la 6^{ème} semaine d'élevage. Les valeurs minimales du PB et du DB, au cours de la première semaine sont enregistrées chez les animaux du lot témoin, elles sont respectivement de 0.103g et 2 mm. Une différence significative est notée ($P < 0.01$), l'effet des phytobiotiques est claire dès la première semaine. Les valeurs du poids de la BF du PHC1, PHC2, et PHC3, sont respectivement 0.168g, 0.162g et 0.165g. Cependant nous avons enregistré le même diamètre pour ces trois lots qui est de 3 mm. A la deuxième semaine, nous avons remarqué une similarité entre les quatre lots, le poids de la BF varie entre 0.7g et 0.8g et le diamètre est de 5mm. A la troisième semaine nous avons trouvé deux classes d'un point de vue statistique ; le lot témoin et le PHC1 ont noté un poids de la BF de 1.3g et un diamètre qui varie entre 5.5 mm et 6 mm. Les lots PHC2 et PHC3 ont marqué 2g et le diamètre varie entre 5 mm et 6 mm. A la quatrième semaine, les valeurs maximales sont enregistrées pour le PHC3, sont respectivement 3.30g pour le PB et 7 mm pour le DB. A la cinquième semaine, les valeurs maximales sont enregistrées pour le PHC2, sont respectivement 4.05g pour le PB et 8 mm pour le DB. A la dernière semaine, le poids de la BF des lots PHC1 et PHC3 est de 4.56g et 5.01g respectivement. En revanche, le poids de la BF du témoin et du lot PHC2 est de 3.36g et 2.60g respectivement. Globalement, le poids de la BF et le DBF est affecté positivement par le composé phytobiotique PHC3. Cette progression est remarquable à chaque semaine durant tout le cycle d'élevage. D'après des études effectuées par Huapaya (1994), plus le poulet grandit, plus la BF augmente de volume ; sa taille et son poids sont proportionnels à l'âge et au poids du sujet jusqu'à la maturité sexuelle, puis elle entre dans une phase de régression physiologique. La bourse de Fabricius (BF) est un organe immunitaire qui reflète le statut immunitaire des poussins notamment au début de croissance (Alloui et al. 2012). Les différentes conditions intrinsèque et extrinsèque agissent sur l'évolution physiologique de la bourse de Fabricius. Huapaya (1994) et OIE (2001) ont affirmé que le poids de la bourse au 7^{ème} jour représente une moyenne de 0,21 g et au 42^{ème} jour une moyenne de 4,90 g quand le poids corporel s'est évolué de 46,5 g de la première semaine à 2 075 g en fin d'élevage. Selon Ratcliffé, (2006) la bourse de fabricius joue un rôle essentiel dans le maintien des fonctions immunitaires. L'utilisation des produits naturels phytochimiques comme additifs nutritionnels est considérée comme un moyen efficace pour la santé des organes des poulets de chair et qui peuvent être de potentiels agents

antistress et anti-inflammatoires efficaces grâce à leurs diverses activités biologiques (Chauhan *et al.* 2021 ; Awais *et al.* 2018). Nos résultats concordent avec ceux de Almremdhy (2020) qui a découvert l'effet positif de l'huile de coriandre incorporé dans l'eau potable des poulets de chair sur la croissance de la bourse de Fabricius et la bonne réponse immunitaire. En comparant nos résultats à ceux obtenus par Abou-Elkhair *et al.* (2014), on remarque que nos données ne correspondent pas à leurs résultats, en effet, ils n'ont trouvé aucune différence au niveau du développement de la bourse de Fabricius à travers les groupes expérimentaux que se soit avec la coriandre seul ou en combinaison avec d'autres plantes. En revanche, Sigolo *et al.* (2021) ont noté une réduction morphologique de la bourse de Fabricius sous l'effet des additifs à base d'épices.

Conclusion

CONCLUSION

Cette étude consiste en l'étude des effets de quelques plantes médicinales, en vue de la mise au point d'un additif alimentaire destiné à l'élevage industriel du poulet de chair, à partir des bioressources naturelles locales produites au niveau de la région des zibans. L'additif étudié (phytobiotique) est basé sur trois plantes; la coriandre *Coriandrum sativum.L*, l'anis vert *Pimpinella anisum. L.* et le fenugrec *Trigonella foenum-graecum.* distribué au groupe PHC3. Les paramètres d'évaluation de leurs effets comprennent des paramètres zootechniques et d'autres hématologiques.

L'effet des additifs phytobiotiques utilisés sur les performances zootechniques, au cours de cette expérience a été remarquable en comparaison avec le groupe témoin. Pendant la phase de démarrage, le composé phytobiotique PHC3 était le plus intéressant dans les deux semaines. Cependant, l'effet du PHC2 est positif à la première semaine uniquement. Pour la phase finition, nous avons enregistré le GMQ le plus important dans le PHC 3 au cours de la 6^{ème} semaine. L'additif PHC3 qui est composé par l'association de la coriandre et l'anis vert s'avère le plus intéressant.

L'effet des phytobiotiques sur la quantité d'aliment ingéré par sujet et par jour pendant la phase de démarrage a été caractérisée par une régression, les indices de consommation étaient rentables. Par ailleurs, la quantité d'aliment ingérée la plus élevée a été enregistrée dans le PHC1 pendant le cycle d'élevage. La coriandre seule favorise plus la palatabilité de l'animal. Sur les indices de consommation la valeur la plus élevée a été enregistrée dans le groupe le PHC3 en phase de démarrage. L'impact chez le groupe PHC 2 et PHC 3 est similaire à la première semaine.

L'effet des additifs phytobiotiques utilisés sur la digestibilité des nutriments a été également approuvé. Le coefficient de digestibilité de la matière sèche (CDMS) et le coefficient de digestibilité de la matière organique (CDMO) ont été améliorés, particulièrement chez les animaux du groupe PHC3. L'association de la coriandre et les graines d'anis vert ont montré un effet positif sur la digestibilité des nutriments, par l'incitation de l'activité de la lipase et de l'amylase pancréatiques. L'anis vert de part son activité antioxydante, empêche l'oxydation des acides gras, et augmente l'utilisation des nutriments.

Pour le rendement en carcasse et les organes internes, une évolution du rendement à l'abattage des animaux a été enregistrée chez le groupe PHC3. Cependant, les composés phytobiotiques affectent positivement le poids du bréchet et le poids de la cuisse. En revanche, le poids de la graisse abdominale est élevé chez les animaux du PHC1,

En matière de paramètres biochimiques, l'effet des phytobiotiques étudiés montre une réduction des valeurs de la glycémie, du cholestérol et du taux d'acide urique, et une augmentation des taux des protéines plasmatiques ont été constatées. Les phytobiotiques ont été à l'origine d'une évolution quantitative des globules rouges et des globules blancs. L'additif PHC3 affecte significativement le taux des lymphocytes, des monocytes et des granulocytes. Cette amélioration pourrait être attribuée à l'augmentation de l'activité antioxydante de certains principes bioactifs des épices qui ont un effet positif sur le processus hématopoïétiques dans l'organisme du poulet de chair. L'association des composés phytobiotiques possède une importance vitale pour la santé et le bien-être de l'animal.

L'étude des effets sur l'évolution du poids et du diamètre de la bourse de Fabricius a montré que le composé phytobiotique PHC3 a réalisé une progression remarquable à chaque semaine durant tout le cycle d'élevage. L'utilisation des produits naturels phytochimiques comme additifs nutritionnels est considérée comme un moyen efficace pour maintenir le statut immunitaire des poussins et la santé des organes des poulets de chair.

Enfin, pour les aspects sanitaire et environnemental, les "additifs phytobiotiques" étudiés sont considérés comme non-polluants et donc intéressants pour l'élevage durable et écologique. Ils peuvent contribuer à la préservation de la santé du consommateur, et celle de l'animal; une propriété tant recherchée par les organismes de santé localement et mondialement, que par les éleveurs. D'autre part, par cette pratique respectueuse de l'environnement, les additifs servent également à la réduction des rejets des substances indésirables dans l'environnement, telque le phosphore et l'azote par l'optimisation de la rentabilité digestive et l'assimilation intestinale de ces éléments minéraux. Par ailleurs, les additifs naturels peuvent contribuer à la limitation des rejets de produits antibiotiques de synthèse qui génèrent une problématique environnementale sincère au niveau des traitements des eaux.

Les résultats appréciables obtenus nous ont permis de proposer quelques perspectives de recherches à savoir :

- La détermination de l'effet des additifs phytobiotiques sur la qualité de la viande ;
- La détermination de la forme d'incorporation des additifs phytobiotiques la plus efficace physiologiquement.

Références bibliographiques

Les références bibliographiques

Abbas, R.Z., Colwell, D.D., Gilleard, J., 2012. Botanicals: an alternative approach for the control of avian coccidiosis. *World Poult. Sci. J.*, 68, 203-215.

Abd El-Hack, M.E., Samak, D.H., Noreldin, A.E., Karima El-Naggar, MA., 2018. Probiotics and plant-derived compounds as eco-friendly agents to inhibit microbial toxins in poultry feed: a comprehensive review. *Environ Sci Pollut Res* 25, 31971–31986 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3197-2>

Abdouli H., Omri B., Tayachi L., 2014. Effect of whole fenugreek seed before and after its maceration in water on hens' laying performance and egg cholesterol profile. *Journal of New Sciences* Volume 8(4). Published August, 01, 2014 <http://www.jnsiences.org> ISSN 2286-5314

Abou-Elkhair, R., Ahmed, H.A. et Selim, S., 2014. Effects of Black Pepper (*Piper Nigrum*), Turmeric Powder (*Curcuma Longa*) and Coriander Seeds (*Coriandrum Sativum*) and Their Combinations as Feed Additives on Growth Performance, Carcass Traits, Some Blood Parameters and Humoral Immune Response of Broiler Chickens. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* Vol. 27, No. 6:847-854 June 2014 <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2013.13644>.

Achouri, A., 2008. La musculature du poulet de chair, étude de la morphométrie et de la composition chimique des muscles pectoraux et de certains muscles de la cuisse.

Adhikari, P., Kiess, A., Adhikari, R., Jha, R., 2019. An approach to alternative strategies to control avian coccidiosis and necrotic enteritis. *Journal of Applied Poultry Research*, 29, 515–534, <https://doi.org/10.1016/j.japr.2019.11.005>

Adil, S., Bandy, M.T., Bhat, G.A., Mir, M.S., Rehman, M., 2010. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal, histomorphology and serum biochemistry of broiler chicken. *Vet. Med. Int.*, 2010;479485:1–7.

Adil, S., Qureshi, S., Pattoo, R A., 2015. A Review on Positive Effects of Fenugreek as Feed Additive in Poultry Production. *International Journal of Poultry Science*. Numéro 12 : Volume 14. pp. 664-669.

Akram, M. and Ahmad, R., 2020. Herbs and spices. *Intech Open's Academic*. <https://doi.org/0.5772/intechopen.73759>. ISBN: 978-1-83962-936-<https://www.intechopen.com/profiles/275728/muhammad-akram>

Alagawany, M., Mohamed, E., Abd El-Hack E., Rasha, A., Barkat ; Amr, A., Gabr, A., Ahmed, E., Noreldin, Asmaa, F., Khafaga, El Sabrout, K., Mohd Iqbal Yatool, Izabela Michalak, Alessandro Di Cerbo Kuldeep Dhamao., 2021. Potential role of important nutraceuticals in poultry performance and health - A comprehensive review. *Research in Veterinary Science*. Volume 137, July 2021, Pages 9-29. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.04.009>.

Alçiçek, A., Ahmet, Bozkurt, M., Cabuk, M., 2003, The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance, *South African Journal Of Animal Science* 33(2), DOI:10.4314/sajas.v33i2.3761.

Algérie presse service., 2017. Filière avicole: la production nationale en viande blanche. <https://www.aps.dz/economie/78279-filiere-avicole-la-production-nationale-en-viande-blanche2017>

Al – Kassie, G., Alwan, M., 2008. The Effect of Anise and Rosemary on Broiler Performance. *International Journal of Poultry Science*. Numéro 7 Volume. 3. pp. 243-245.

Almremdhy, HA., 2020. The effect of coriander oil in drinking water of broiler chickens in growth performance and immune response. *Plant Archives* Vol. 20, Supplement 1. pp. 1999-2002.

- Alloui, N., Bennoune, O., 2009. Poultry production in Algeria: Current situation and future prospects. *World's Poultry Science Journal* Volume 69(Issue 03):601-612
- Alloui, N., 2011. Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en algérie. *Neuviemes Journées de la Recherche Avicole*, Tours, 29 et 30 mars 2011
- Alloui, N., Selloui, S., 2012. *Traité d'immunopathologie des volailles*. August 2012. Edition: GmbH, Editor: EUE-Saarbrücken-Germany Publisher: EUE- Publishing house Sudwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften GmbH. ISBN: 978-3-8381-8217-9
- Alloui, A., 2017. Les aspects techniques et économiques de l'aviculture dans la wilaya de Biskra. *Master en Sciences Agronomiques*. Université Mohamed Khider. Biskra. 90p
- Al-Shammari, K I A., Batkowska, J., Gryzińska, MM., 2017. Effect of Various Concentrations of an Anise Seed Powder (*Pimpinella anisum* L.) Supplement on Selected Hematological and Biochemical Parameters of Broiler Chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Volume. 19. pp. 41-46.
- Anand, P., Ajit Singh, Neeraj, Ramesh Pandey and Sushma., 2016. Effect of fenugreek (*trigonella foenum-graecum*) leaves powder on visceral organs of broiler chicksejbps, 2016, Volume 3, Issue 1, 405-407. *European journal of Biomedical Pharmaceutical sciences*
- AOAC., 2000. *Official Method of Analysis*. 15th edition, Association of Analytical Chemists, AOAC Inc., Arlington, Virginia, USA. 1230 p
- Athanasiadou, S., Githiori, J., Kyriazakis, L., 2007. Medicinal plants for helminth parasite control: facts and fiction. *Animal Cambridge university*. Volume 1 Issue 9. <https://doi.org/10.1017/S1751731107000730>
- Azeroual E. Mesfioui A., Bouzoubaa K., Benazzouz B., El Hessni A., Ouichou A. 2015. Effet immunostimulant de quatre additifs alimentaires contre les maladies de Gumboro et de Newcastle chez le poulet de chair (*Gallus gallus*). *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 2015, 68 (4) : 185-189.
- Awadein .Nasra, B. , Yahya, Z., Fawzy, A., Abd El-Ghany, A., 2010. Effect of dietary supplementation with phytoestrogens sources before sexual maturity on productive performance of mandarah hens. *Egypt. Poult. Sci.* Vol (30) (III): (829-846). : <https://www.researchgate.net/publication/215784624>.
- Awais, M.M., M. Akhtar, M.I. Anwar, K. Khaliq., 2018. Evaluation of *Saccharum officinarum* L. bagasse-derived polysaccharides as native immunomodulatory and anticoccidial agents in broilers. *Vet. Parasitol.*, 249 (2018), pp. 74-81
- Azeroual E. Mesfioui A., Bouzoubaa K., Benazzouz B., El Hessni A., Ouichou A. 2015. Effet immunostimulant de quatre additifs alimentaires contre les maladies de Gumboro et de Newcastle chez le poulet de chair (*Gallus gallus*). *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 2015, 68 (4) : 185-189.
- Baazize-Amami, D., Dechicha, A. S., Tassist, A., Gharbi, I., Hezil, N., Kebbal, S., Morsli, W., Beldjoudi, S., Saadaoui, M R., Guetarni, D., 2019. Recherche et quantification des résidus d'antibiotiques dans le muscle du poulet de chair et dans le lait dans la région centre d'Algérie. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2019, 38 (3), 863-870. doi: 10.20506/rst.38.3.3031
- Bakkali, S., Averbecka, D., Averbecka, M., Idaomarb, A., 2008. Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*. Volume 46, Issue 2, February 2008, 446-475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Banday, S Q M T., Shakeel, I., Adil, S., Mir, M S., Beigh, Y A., Amine, U., 2016. Histomorphological studies of broiler chicken fed diets supplemented with either raw or enzyme treated dandelion leaves and fenugreek seeds. *Veterinary World*. Volume 9. - pp. 269-275.
- Barad, N.A., Savsani, H.H., Patil, S.S., Garg, D.D., Oliva Das, I., Vivek Singh, Kalaria, V.A., Chatrabhuji. B.B., 2016. Effect of feeding coriander seeds, black pepper and turmeric powder as feed additives on hematobiochemical profile and performance of broiler chicken. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 5, No 6, 2016, 3976 – 3982

- Barakat, D M., El-Far, A H., Sadek, K M., Mahrous, U E., Ellakany, H F., Mervat, A., Abdel-Latif, A., 2016. Anise (*Pimpinella anisum*) Enhances the Growth Performance, Immunity and Antioxidant Activities in Broilers. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. Volume 24. pp. 134-140.
- Basilico, M.Z., Basilico, J.C., 1999. Inhibitory effects of some spices essential oil on *Aspergillus ochraceus* 3174 growth and ocratoxin A production. *Left. Appl. Microbial.*, 29: 238-241.
- Beghoul, S., Abdeldjelil, M. C., Benazzouz, H., Messai, A., Chouah, B., Mansour, A., 2017 .Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): an alternative antistress in broiler chickens in Algeria. *Scholars Research Library*. Volume 9. pp. 64-69.
- Bekara, A., Ait Hamadouche, N., Kahloula, K., Sadi, N., Aoues, A., 2016. Etude phytochimique et activité antioxydante de l'extrait aqueux de *Pimpinella anisum* L. *Algerian Journal of Natural Products*. Volume 4:3 page 299-307.
- Bennet C., 2002. Univ. Crescent Winni Peg., [Http:// Www.Gov.Mb.Ca/Agriculture/Livestock/Poultry/](http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/poultry/)
- Berri, C., Guardia, S., Bignon, L., Corniaux, A., Bourin, M., Mercierand, F., Bouvarel, I., 2014. Stratégies nutritionnelles de pré-abattage : pour améliorer les caractéristiques technologiques de la viande de poulet. *Viandes & Produits Carnés*. N° 30, pages 4 – 10. TeMA .
- Białon, M., Krzyko-Lupicka, T., Pik, A., Wiczorek, P. P., 2017. Chemical Composition of Herbal Macerates and Corresponding Commercial Essential Oils and Their Effect on Bacteria *Escherichia coli*. *Molecules*. Volume 22. www.mdpi.com/journal/molecules.
- Boukersi, B., 2008. La crise s'inscrit dans la durée. In : « Expression » 18 Fev 2008.
- Boumedienne, F., 2008. La filière avicole menacée. In : « Actualité » 19 janv 2008.
- Boumar-Kechih, S., Taha Hamdi, M., Aggad, H., Meguenni, N. & Cantekin, Z., 2018. Carriage methicillinresistant *Staphylococcus aureus* in poultry and cattle in Northern Algeria. *Vet. Med. Int.*, 2018, Article ID 4636121. doi:10.1155/2018/4636121.
- Bourdillon, A., Carré, B., Conan, L., Duperray, J., Huyghebaert, G., Leclercq, B., Lessir, M., Mc Nab, J., Wiseman, J., 1990. European reference method for the in vivo determination of metabolisable energy with adult cockerels : reproducibility, effect of food intake and comparison with individual laboratory methods. *British poultry science*. 31:557-565.
- Boutrid, S., 2020. Recherche des résidus de médicaments vétérinaires dans les denrées alimentaires d'origine animale. Thèse doctorat. Université Mustapha Benboulaïd Batna 2.117p.
- Botsoglou, N.A., Yannakopoulos, A.L., Fletouris, D.J., Tserveni-Goussi, A.C., Psomas, I., 1998. Yolk fatty acid composition and cholesterol content in response to level and form of dietary flaxseed. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 4652–4656.
- Brenes, A., Roura, E., 2010. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*. <http://www.elsevier.com/locate/anifeeds>
- Bruger, H., 1992. Particularités de la physiologie des oiseaux, *Manuel de pathologie aviaire*. P. 15-24. Maison Alfort, France.
- Bukhari, S B., Bhangar, M I., Memon, S., 2008. Antioxidative activity of extracts from fenugreek seeds (*Trigonella foenum-graecum*). *Pakistan Journal of Analytical Environmental Chemistry*. Numéro 2. Volume 9. pp. 78–83.
- Cabuk, M., Alcicek, A., Bozkurt, M., Imer, N., 2003. Antimicrobial properties of the essential oils isolated from aromatic plants and using possibility as alternative feed additives. II. *National Animal. Nutrition Congress*. 18-20 September, Konya, Turkey, pp: 184-187

- Caston, L., Leeson, S. Dietary flaxseed and egg composition. *Poult. Sci.* 1990, 69, 1617–1620.
- Centre National de l'Informatique et des Statistiques(CNIS), 2011. Importations des intrants avicoles. Série statistiques du commerce extérieur, Alger, Algérie
- Chachoua, I., Meziane ,T.,2014. Effet du traitement de la paille à l'urée sur les paramètres zootechniques des gravides et allaitantes; *LRRD* 26 (8) 2014.(Thèse de doctorat-Université de Batna)
- Chafai, S., 2006. Effet de l'addition des probiotiques dans les régimes alimentaires sur les performances zootechnique, Magister en Vétérinaire, Option: Nutrition , Université de Batna.
- Chahine, B. G., Bahna, S., 2010. The role of the gut mucosal immunity in the development of tolerance against allergy to food. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology* 10(4):394-9.
DOI: 10.1097/ACI.0b013e32833982ab
- Chardon, H., Brugère ,H., 2014. Usages des antibiotiques en élevage et filières viandes. Cahiers sécurité sanitaire santé animale, Centre d'information des viandes (CIV), Paris, France,36pp.www.veterinaire.fr/fileadmin/user_upload/images/CRO/LanguedocRoussillon/actualites/AB_Usage_antibiotiques_elevage_CIV_2014_H_Chardon-H_Brugere_-copie.pdf
- Chataigner, B. ,Stevens, A., 2004. Investigation sur la présence de résidus d'antibiotiques dans les viandes commercialisées à Dakar. Institut Pasteur de Dakar. 66p.
- Çetingül, İ. S., İnal, F.,2009 .The effects of hazelnut and sunflower oil used in the diets of layer hens and broilers on performance and fatty acid composition of animal products. *Revue Médecine Vétérinaire*, 160, 4, 197-203
- Chauvin, C., 2009., Usage des antibiotiques et résistance bactérienne en élevage de volailles (Thèse de doctorat), Université Rennes 1, 25 p.
- Chauhan, S.S., Rashamol, V., Bagath, M., Sejian, V., Dunshea,FR., 2021. Impacts of heat stress on immune responses and oxidative stress in farm animals and nutritional strategies for amelioration. *Int. J. Biometeorol.*, 65 (2021), pp. 1231-1244
- Chettouh, A., Riabi, S.,2019. Etude de quelques paramètres hématologiques et morphométriques chez le poulet de chair (*Gallus gallus domesticus*) face à une perturbation du régime alimentaire en région d'Ain Zaatout – Biskra.
- Chevallier Crouzet-segarra, 2004. Médicaments à base de plantes. Éditeur. Issy-les-Moulineaux : Masson. ISBN : 2-294-01731-5.
- Chithra, V., Leelamma, S., 1997. Hypolipidemic effect of coriander seeds (*Coriandrum sativum*). Antioxidant enzyme in experimental animals. *Indien. Journal.Biochem. Biophys.*, 36: 59-61.
- Chithra, V., Leelamma, S., 1999. *Coriandrum Sativum* Changes the levels of lipid peroxides and activity of antioxidant enzymes in experimental animals. *Ind. J. Biochem. Biophys.*, 36: 59-61.
- Chineke , C. A., Ologun, A. G., Ikeobi C. O. N., 2006. Haematological parameters in rabbit breeds and crosses in humid tropics. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9 (11) : 2102-2106.
- Christakia, E., Florou-Paneria, P., Giannenas, I., Papazahariadoub, M., Botsogloua, N.A. And Spaisa, A.B. (2004). Effect of a mixture of herbal extracts on broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. *Animal Research* 53: 137-144.
- Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I., Florou-Paneri, P., 2012. Aromatic Plants as a Source of Bioactive Compounds. *Agriculture*. Volume 2, 228-243; doi:10.3390/agriculture2030228.

- Christaki, E., Florou-Paneri, P., Giannenas, I., Papazahariadou, M., Botsoglou, N., Spais, A., 2014. Effect of a mixture of herbal extracts on broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. *Animal Research*, EDP Sciences. Volume 53. pp. 137-144.
- Chowdhury, R., Islam, KM., Khan, MJ., Karim, MR., Haque, MN., Khatun, M., 2009. Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. *Poult Sci*. 2009;88(8):1616-22. Epub 2009/07/11.
- Ciftci, M., Guler, T., Dalkilic, B., Ertas, N. O., 2005. The Effect of Anise Oil (*Pimpinella anisum* L.) On Broiler Performance. *International Journal of Poultry Science*. Volume 4. pp. 851-5.
- Cornaz, C., 2006. Guide de la Phyto-aromathérapie. Avenir et Média ltd, Corpataux - Magnédens - CH-217-1001905-9, Suisse. Livre 64 p.
- Dahmouni Z., 2018. Effets du conditionnement thermique précoce et de la supplémentation alimentaire en lin (*Linum usitatissimum*) sur la qualité des lipides des viandes, l'adaptation physiologique et métabolique à la chaleur et la résistance à la coccidiose chez le poulet de chair élevé en climat chaud. Thèse doctorat. Université Abdelhamid ibn badis de mostaganem.
- Delaquis, P.J., Stanich, K., Girard, B., Mazza, G., 2002. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oil. *International Journal Food. Microbial.*, 74: 101-109.
- Dorman, H J D. Deans, S G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*. Volume 88. pp. 308-316.
- Dibner, J.J. And Richards, J.D., 2005. Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. *Poultry Science* 84: 634-643.
- Drogoul, C., Gadoud, R., Joseph, M., Jussiau, R., Lisberney, M., Mangeol, B., Montméas, L., Tarrit A., 2004. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 2. PP 55(8)- 57-59-62-63-134-135-228(1)-254(2)-257(2-3)-258.P 267
- Ducatelle, R., Haesebrouck, F., Pasmans, F., Van Immerseel, F. 2009. Les interactions entre l'alimentation et la santé intestinale en aviculture. 9ème Journée Productions porcines et avicoles - alimentation et santé animale. <https://www.cra.wallonie.be/fr/9eme-journee-des-productions-porcines-et-avicoles-alimentation-et-sante-animale>.
- Dumonceaux Tim, J., Janet, E., Hill, Sean, M., Hemmingsen, and Andrew, G. ,Van Kessel ., 2006. Characterization of Intestinal Microbiota and Response to Dietary Virginiamycin Supplementation in the Broiler Chicken. *Applied and environmental microbiology*, p. 2815–2823 Vol. 72, No. 4 0099- doi:10.1128/AEM.72.4.2815–2823.2006.
- Duru, M., Erdoğan , Z., Duru, A., Küçükgül, A., Düzgüner, V., Alpaslan , D., 2013. Effect of Seed Powder of a Herbal Legume Fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) on Growth Performance, Body Components, Digestive Parts, and Blood Parameters of Broiler Chicks. *Pakistan Journal Zoological*. Volume 45. pp. 1007-1014.
- El-Deek, A A., Attia, Y A., Hannfy, M., 2002. Effect of anise (*Pimpinella anisum*), ginger (*Zingiber officinale roscoe*) and fennel (*Foeniculum vulgare*) and their mixture on performance of broilers. *Short Communication Arch. Geflu"gelk*. 2002, 67 (2), 92 – 96, ISSN 0003-9098.
- Estevez, M., 2015. Oxidative damage to poultry: from farm to fork. *Poultry Science*. Volume 94, Issue 6, 1,Page1368–1378.<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev094>.

- Fallah, R., Kiani, A., Azarfar, A., 2013. A review of the role of five kinds of alternatives to infeed antibiotics in broiler production. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*. Volume 5. pp. 317-321.
- Faleiro, M.L., Miguel, M.G., Ladeiro, F., Venancio, F., Tavares, R., Brito, J.C., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G., 2002. Antimicrobial activity of essential oils isolated from Portuguese endemic species of *Thymus*. *Lett. Appl. Microbiol.* 36, 35–40.
- Faye, K., 2005. Le point sur l'usage vétérinaire des antibiotiques : impact sur l'antibiorésistance des bactéries en santé animale et humaine. *Revue Journal des Anti-infectieux. Antibiotiques*. Volume 7, Issue 1. Pages 45-52 <https://www.sciencedirect.com/science/journal/12945501/7/1>.
- Ferrando, R., 1979. Les additifs en nutrition animale. Effets sur l'homme, les animaux et l'environnement. *Livestock Production Science*, 6 (1979) 67-92 67.
- Fevrier, R., Vachel, J.P., 1955. Les antibiotiques et la croissance du porc. *Ann. Zootech.* 4: 136--148.
- Figueroa, G., 2007. Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. ICCF. Institut de chimie de Clermont-ferrand. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00717749>
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2020. Passerelle sur l'aviculture et les produits avicoles. Nutrition et alimentation. <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/nutrition-et-alimentation/fr/>
- Gabriel, I., Mallet, S., Sibille, P., 2005. La microflore digestive des volailles : facteurs de variation et conséquences pour l'animal. *INRA Prod. Anim.*, 2005, 18 (5), 309-322.
- Gadde, U., Kim, W.H., Oh, S.T., Lillehoj, H.S., 2017. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Anim Health Res Rev* 18:26–45
- Gheisar, M. M., Hou, K., 2017. Phytobiotics in poultry and swine nutrition. *Italian Journal of Animal Science*. Volume 17. pp. 92-99.
- Giannenas, I., Florou-Paneri, P., Papazahariadou, M., Christaki, E., Botsoglou, N.A., Spais, A.B., 2003. Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. *Archives of Animal Nutrition* 57(2):99-106. DOI:10.1080/0003942031000107299
- Ghouati, Y., Touriya, B., Ouhsine, M., Amechrouq, A., Tahiri, A., Chakir, S., 2012. Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de fruits d'anis vert marocain. *Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux*. Volume 151. pp. 25-34.
- Guardia, S., 2011. Effets de phytobiotiques sur les performances de croissance et l'équilibre du microbiote digestif du poulet de chair. Doctorat. Université François Rabelais de Tours. p. 474.
- Guérin, J.L., Balloy, D., Villate, D., 2011. *Maladies des volailles*. 3e Ed. France Agricole. 557 : 73-88.
- Gunther Antonissen, Filip Van Immerseel, Vasileios Paraskeuas, Eirini Griela, Evy Goossens¹, Marc Verlinden, Richard Ducatelle¹, Freddy Haesebrouck¹, Nicole Reisinger⁴, Siska Croubels², Konstantinos C. Mountzouris., 2019. A phytogenic feed additive suppresses inflammatory signals in the gut by controlling the activation of the MAPK pathway and decreasing the level of Enterobacteriaceae in broiler chickens. google patente.
- Guo, F.C., Kwakkel, R.P., Williams, B.A., 2004a. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on growth performance of broilers. *British Poultry Science* 45: 684-694.
- Guo, F.C., Kwakkel, R.P., Williams, B.A., 2004c. Effects of mushroom and herb polysaccharides on cellular and humoral immune responses of *Eimeria tenella*-infected chickens. *Poultry Science* 83: 1124-1132.

Guo, F.C., Williams, B.A., Kwakkel, R.P., Li., 2004b. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on the caecal microbial ecosystem in broiler chickens. *Poultry Science* 83: 175-182.

Gong, J., Yin, F., Hou, Y., Yin, Y., 2014. Chinese herbs as alternatives to antibiotics in feed for swine and poultry production: Potential and challenges in application. *Canadian Journal Animal Science*. pp. 223-241.

Gouasmia, R., 2015. Usage des antibiotiques en élevage et risque sur la santé humaine. Mémoire de Master. Université 8 mai 1945 Guelma. Algérie. 84 pages.
<https://dspace.univguelma.dz>.

Gradinaru, A.C., Miron, A., Trifan, A., Spac, A., Brebu, M., Aprotosoiaie, A.C., 2014. Screening of antibacterial effects of anise essential oil alone and in combination with conventional antibiotics against *Streptococcus pneumoniae* clinical isolates. *Revista medico-chirurgicala Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi*. Volume 118. pp. 537-543.

Gray, A.M. and P.R. Flatt, 1999. Insulin-releasing and insulin-like activity of the traditional anti-diabetic plant *Coriandrum sativum* (coriander). *British Journal of Nutrition*, 81: 203-209

Halfaoui, Z., Menoueri, N.M., Bendali, L.M., 2017. Serogrouping and antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolated from broiler chicken with colibacillosis in center of Algeria. *Vet. World*, 10 (7), 830–835.
doi:10.14202/vetworld.2017.830-835

Hashemi, S.R., Davoodi, H., 2011. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*. Volume 35. pp 169-180

Harbi, R., 1997. L'aviculture algérienne, dynamique de transformation et comportement des acteurs. Mémoire Master, Montpellier, 122p

Herna, F.J., Madrid, V., Garcı, J., Orengo Megı M.D., 2004. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science* Volume 83. pp. 169–174.

Heitzman, M.E., Neto C.C., Winiarz E., Vaisberg A.J., and Hammond G.B., 2005. Ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of *Uncaria* (Rubiaceae). *Phytochemistry*. 66: 5-29.

Hiraoka, T., Fukuwatari, T., Imaizumi, M. & Fushiki, T., 2003. Effects of oral stimulation with fats on the cephalic phase of pancreatic enzyme secretion in esophagostomized rats. *J. Physiol. Behav.* 79, 713-717.

Immoune, A., 2015. Les additifs alimentaires utilisés en alimentation animale en Algérie. Mémoire de Master académique. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

Isaac L.J., Abah G., Akpan B., and 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 p

Jalal, B., Zadeh, Moradi kor, N., Olfati, A., 2015. The Effects of Different Levels Aqueous Extract of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) on Performance and Immune Response of Laying Hens, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18:6, 1476-1481, DOI: 10.1080/0972060X.2014.981594

Jamroz, D., Orda, J., Kamel, C., Wiliczekiewicz, A., Wertelecki, T., Skorupinska, J., 2003. The influence of phytogenic extracts on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and gut microbial status in broiler chickens. *J. Anim. Feed Sci.* 12, 583–596.

Jehl, N., Berri, C., Elisabeth, L., Elisabeth, B., Laurent, P., 2003. Qualité technologique de la viande de poulet en relation avec le niveau de croissance des animaux . Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours.

Joaquim, B., Esteve, E., Tarradas, J., 2015. Review of immune stimulator substances/agents that are susceptible of being used as feed additives: mode of action and identification of end-points for efficacy assessment . Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) . Rapport de projet. www.efsa.europa.eu/publications

- Kaci, A., 2013. Les déterminants de la compétitivité des entreprises Avicoles algériennes. Thèse doctorat. Ecole nationale supérieure agronomique El Harrach – Alger.
- Kaci, A., Cheriet, F., 2013. Analyses de la compétitivité de la filière de viande de volaille en Algérie: tentatives d'explication d'une déstructuration chronique. *New Medit* N. 2/2013
- Kebir, A., (2016. Les résidus d'antibiotiques : de l'étable à la table. Communication du Laboratoire vétérinaire régional de Mostaganem, Institut national de la médecine vétérinaire, Mostaganem, Algérie, 15 mars 2016, 19 pp. Disponible en ligne : www.dcw-mostaganem.dz/sites/default/files/Communications/cons-16/kebir.pdf
- Khadr, N.A., Abdel-Fattah, F.A.I., 2007. Response of broiler chickens to diet containing fenugreek seed (*Trigonella foenum-graecum* L.) as a natural feed additive. *Benha Vet.Med.J.*, Vol. 18, No. 1, June.
- Khubeiz Mona M. and Shirif Abdelfettah M. 2020. Effect of coriander (*Coriandrum sativum* L.) seed powder as feed additives on performance and some blood parameters of broiler chickens. *Open Veterinary Journal*. Vol. 10(2): 198–205. <http://dx.doi.org/10.4314/ovj.v10i2.9>
- Kirubakaran, A., Moorthy, M., Chitra, R. Prabakar, G., 2016. Influence of combinations of fenugreek, garlic, and black pepper powder on production traits of the broilers. *Veterinary world*. Volume 7. pp. 470-474.
- Krief, S., 2003. Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. *Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées* [Livre] / éd. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00006170>. - [s.l.] : Museum national. - 348 p.
- Krishnapura, S., 2005. Role of spices beyond food flavoring: nutraceuticals with multiple health effects. *Food Reviews International*. Volume 21. pp. 167–188.
- Kuney, D., 1982. *Western Poultry Disease Conf. Proceed., Usda*, Vol., 29, 45-47
- Larbier, M et Leclercq, B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles, institut national de la recherche agronomique.
- Lee, S.H., Lillehoj, H.S., Hong, Y.H., Jang, S.I., Lillehoj, E.P., Ionescu, C., Mazuranok, L., Bravo, D., 2010. In vitro effects of plant and mushroom extracts on immunological function of chicken lymphocytes and macrophages. *Br Poult Sci* 51:213–221.
- Liu, G., Aguilar, G.Y.M., Ren, W., 2016. Dietary supplementation with sanguinarine enhances serum metabolites and antibodies in growing pigs. *Journal of animal science*. Volume 98. pp. 75-78.
- Lillehoj, H., Yanhong, Liu, Sergio Calsamiglia, Mariano, E., Fernandez-Miyakawa, Fang Chi, Ron L., Cravens, Sungtaek Oh., Cyril, G. 2018. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. *Veterinary Research*. (2018) 49:76 <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0562-6>
- Magnusson, U., Sternberg, S., Eklund, G., Rozstalnyy, A. 2019. Prudent and efficient use of antimicrobials in pigs and poultry. *FAO Animal Production and Health Manual* 23. Rome. FAO.
- Mahmood, M.S., Ahmad, M.F., Hussain, I., Abbas, R.Z., Khan, A., Rafiq, A., 2014. Growth promoting effect of *Pimpinella anisum* (Aniseed) in broiler chickens. *Boletín Latino americano y del Caribe de Plantas*. Volume 13. pp. 278-284.
- Maillard, R. 2002. Antibiothérapie respiratoire. *La Dépêche Vétérinaire* 80(Suppl): 15-17p.
- Mamoun, T., Mukhtar, M.A., Tabidi, M.H., 2014. Effect of fenugreek seed powder on the performance, carcass characteristics and some blood serum attributes. *Advance Research in Agriculture and Veterinary Science*. - 1 : Vol. 1. - pp. 6-11.

- Martin V., (2010). Les processus inflammatoires chez les oiseaux : physiopathologie et implications cliniques en aviculture. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Toulouse 3, 2010, 133p.
- Martínez, H N Y., Guan, G., Dairon Más, R R., Peng, H., Navarro, M V., Liu, G., 2016. Analysis of the Impact of Isoquinoline Alkaloids, Derived from *Macleaya cordata* Extract, on the Development and Innate Immune Response in Swine and Poultry. *BioMed Research International*. pp. 1-7.
- Mathlouthi, N., Bouzaienne, T., Oueslati, I., Recoquillay, F., Hamdi, M., Urdaci, M., Bergaoui., 2012. Use of rosemary, oregano, and a commercial blend of essential oils in broiler chickens: In vitro antimicrobial activities and effects on growth performance. *Journal of Animal Science*. Volume 90. pp. 813-823.
- Mehdi, Y., Letourneau-Montminy, MP., Gaucher, ML., Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., skaur brar, c., Coté,a Ramirez, A., Godbout, S.. 2018. Use of antibiotics in broiler production : global impacts and alternatives. *animal nutrition*. (2018) 4:170–8. 0.1016/j.aninu.2018.03.002.
- Meghwal, M. and Goswami, T. K., 2012. The Functional properties, Nutritional Content, Medicinal Utilization and Potential Application of Fenugreek. *Journal Food Process Technology*. Volume 3. (9) p. 181.
- Meradi S, Messai A, Aouachria M et Boussaada T 2020 Voies alimentaires d'amélioration des performances et de la qualité du poulet de chair: cas des épices en tant qu'additif alimentaire. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 32, Article #61. Retrieved April 2, 2020, from <http://www.lrrd.org/lrrd32/4/merad32061.html>
- Mohammedi, Z., 2006. Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de magister. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. Algérie. 155 p.
- Mollah, SR., Ahammad, M U., 2016. Use of dietary fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed for the production of safe broiler lean meat. *Agriculture, Livestock and Fisheries*. Volume 3. pp. 305-314.
- Mona, M., Khubeiz, Abdelfettah, M., Shirif, A., 2020. Effect of coriander (*Coriandrum sativum*L.) seed powder as feed additives on performance and some blood parameters of broiler chickens. 198. *Open Veterinary Journal*. Vol. 10(2): 198–205
- Mourot J., (2009). Optimising the nutritional and sensorial profile of pork. In: *Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat*. P. Kerry and D. Ledward, Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition 166, 342-355.
- Naeemasa, M., A.A. Alaw Qotbi, A. Seidavi, D. Norris, D. BrownM. Ginindza. 2015. Extraire de coriandre Effects of coriander (*Coriandrum sativum* L.) seed powder and extract on performance of broiler chickens. *South African Journal of Animal Science* 2015, 45 (No. 4). <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v45i4.3>.
- Nouri, O., Graidia, A., Saci, N., 2022. Recherche des résidus d'antibiotiques dans la viande. Mémoire de master. Université de Tébessa.63p.
- Observatoire des filières avicoles algérienne (OFAAL), 2019. Produits et intrants avicoles. Site web : www.itelv.dz
- OIE. 2001. Manuel Of Standards Diagnostic Tests And Vaccines. Ibd. [Www.Oie/Fr](http://www.Oie/Fr)
- Oladokun, S., Adewole, D. I., 2020. In ovo delivery of bioactive substances: an alternative to the use of antibiotic growth promoters in poultry production—a review. *Journal of Applied Poultry Research*, 29(3), 744–763. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.06.002>
- Organisation Mondiale de Santé., 2018. Additifs alimentaires. <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>.

- Oueslati, H. Ghédira, A. K., 2015. Notes ethnobotanique et phytopharmacologique sur *Trigonella foenum-graecum*. *Phytothérapie*. Volume 13. pp. 234-238.
- Petit, P., Y. Sauvair and D. Hillaire, 1995. Steroid saponins from Fenugreek seeds: Extraction purification and pharmacological investigation on feeding behavior and plasma cholesterol. *Steroids*, 60: 674-680.
- Puyt, JD., 2004. Médicaments anti-infectieux en médecine vétérinaire, document destiné aux étudiants de deuxième cycle des Ecoles Nationales Vétérinaires, 215 p.
- Qureshi, S., tufail Banday, M., Shakeel, I., Adil, S., Saleem Mir, M., Afzal Beigh, Y and Amin, U. 2016. Histomorphological studies of broiler chicken fed diets supplemented with either raw or enzyme treated dandelion leaves and fenugreek seeds. *Vet World*. 2016 Mar; 9(3): 269–275. doi: 10.14202/vetworld.2016.269-275.
- Radet, S., 2020. Les additifs alimentaires en alimentation animale .SNIA. Syndicat National de l'Industrie de la Nutrition Animale. <https://www.nutritionanimale.org/Default.aspx?lid=1&rid=123&rvid=123>
- Ratcliffe M.J. 2006. Antibodies, immunoglobulin genes and the bursa of Fabricius in chicken B cell development. *Dev. Comp. Immunol.*, 30 (2006), pp. 101-118.
- Règlement (CE) n o 429/2008 de la Commission du 25 avril 2008 relatif aux modalités d'application du règlement (CE) n o 1831/2003 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'établissement et la présentation des demandes ainsi que l'évaluation et l'autorisation des additifs pour l'alimentation animale OJ L 133, 22.5.2008, Special edition in Croatian: Chapter 03 Volume 035 P. 64 – 128
ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/429/oj>
- Roberfroid, M. B., 2002. Global view on functional foods: European perspectives. *British Journal of Nutrition*, 88, S133–S138.
- Safaei, A., Rahanjam, S M., Gharajanlu, M., 2013. Effect of *Trigonella foenum-graecum* on immune response and some blood parameters of broilers. *Scholarly Journal of Agricultural Science*. Volume 3 (4). pp. 117-120.
- Saeid, J.M., AL-Nasry, A.S., 2010. Effect of Dietary Coriander Seeds Supplementation on Growth Performance Carcass Traits and Some Blood Parameters of Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*. 9. 10.3923/ijps.2010.867.870.
- Seidavi, A., Tavakoli, M., Slozhenkina, M., Gorlov, I., Hashem, N.M., Asroosh, F., Taha, A.E., Abd El-Hack, M.E., Swelum, A.A. 2021. The use of some plant-derived products as effective alternatives to antibiotic growth promoters in organic poultry production: a review. *Environmental Science and Pollution Research* 28, 47856–47868 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15460-7>.
- Salih, Y. G., Gurbuz, Y., 2015. Sumac (*Rhus coriaria* L.) and Ginger (*Zingiber officinale*) as Feed Additive in Poultry Nutrition. *Journal of Natural Sciences*. Vol 18 (3). pp. 44-48. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/212098>
- Samojlik, I., Petkovic, S., Stilinovic, N., Vukmirovic, S., Mijatovic, V., Bozin, B., 2015. Pharmacokinetic herb-drug interaction between essential oil of aniseed (*Pimpinella anisum* L., Apiaceae) and acetaminophen and caffeine, a potential risk for clinical practice. *Phytotherapy Research* 30 (2) 253-259.
- Samour, J., 2007. *Avian Medicine*. 2nd Ed. Mosby (in St. Louis, Missouri) Elsevier. Boston, USA, 525p
- Sari, M., Aksit, M., O` zdogan, M., Basmacioglu, H., 2002. Effects of addition of flaxseed to diets of laying hens on some production characteristics, levels of yolk and serum cholesterol, and fatty acid composition of yolk. *Arch. Für Geflügelkunde* 2, 75–79.
- Semma, M., 2002. Trans fatty acids: properties, benefits and risks. *J Health Sci*. 48:7–13

Seyed, M M., 2014. Investigating the effect of fenugreek seed powder and garlic powder in the diet on immune response of commercial laying hens' egg. *Journal Science Research Indian*. Volume 3. pp. 277-283.

Sigolo, S, Chrysostomos Milis, Mahmoud Dousti, Ebrahim Jahandideh, Ali Jalali, Noorouddin Mirzaei, Behrouz Rasouli, Alireza Seidavi, Antonio Gallo, Giulia Ferronato & Aldo Prandini (2021) Effects of different plant extracts at various dietary levels on growth performance, carcass traits, blood serum parameters, immune response and ileal microflora of Ross broiler chickens, *Italian Journal of Animal Science*, 20:1, 359-371, DOI: 10.1080/1828051X.2021.1883485

Singh, G., Kapoor, I.P., Pandey, S.K., Singh, U.K., Singh, R.K., 2002. Studies on essential oils part 10; antimicrobial activity of volatile oils of some spices. *Phytotherapy. Research.*, 16: 680-682.

Soltan, MA., Shewita, RS., El-Katcha, MI., 2008 Effect of Dietary Anise Seeds Supplementation on Growth Performance, Immune Response, Carcass Traits and Some Blood Parameters of Broiler Chickens [Revue] // *International Journal of Poultry Science*. - 2008. - Vol. 7. - pp. 1078-1088.

Sorum, H et Sindre, M., 2001. Résistance to antibiotics in the normal flora of animals. *Vet. Res.*32:227-241 INRA, EDP sciences.

Stryer, L., Berg J.M., John L. et Tymoczko, 2003. *Biochimie*. Flammarion. « Médecine-Sciences », 5ème éd. Paris. (ISBN 2-257-17116-0).

Surai, PF., 2013. Polyphenol compounds in the chicken/animal diet: from the past to the future. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Volume 98. pp. 19-31.

Sunbul, J. Hamodi, Essa, H., Al-Mashhadani, Farah, K., Al-Jaff, Hanan, E., Al-Mashhadani., 2010. Effect of Coriander Seed (*Coriandrum sativum* L.) as Diet Ingredient on Broilers Performance under High Ambient Temperature. *International Journal of Poultry Science* 9 (10): 968-971, 2010

SYNPA., 2014. Sécurité et réglementation dans les domaines de l'alimentation animale et humaine. In : http://www.synpa.org/accueil/espace_reglementation/alimentation_humaine/aditifs_alimentaires/additifs_alimentaires__des_ingredients_evalues_/des_additifs_utiles.

Taquet, 2007. Système digestif du poulet de chair. Colombier lengronne Didier. <https://colombier-lengronne-didier.webnode.fr/anatomie/syst>.

Thiébaux, A., 2020. Analyses de sang. Leucocytes : bas, hauts, quelles sont les normes ? <https://sante.journaldesfemmes.fr>

UE., 2007. Les différentes catégories d'additifs en alimentation animale et leurs intérêts d'utilisation.

Vermerris, W., Nicholson, R., 2006. *Phenolic compound biochemistry*. Springer Science, 276 pages.

Wallace, R.J., Oleszek, W., Franz, C., Hahn, I., Baser, K.H.C., Mathe, A., Teichmann, K., 2010. Dietary plant bioactives for poultry health and productivity. *Br. Poult. Sci.*, 51, 461-487.

Weerasingha, A.S., Atapattu N.S.B.M., 2013. Effects of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Seed Powder on Growth Performance, Visceral Organ Weight, Serum Cholesterol Levels and the Nitrogen Retention of Broiler Chicken. *Tropical Agricultural Research* Vol. 24 (3): 289 – 295 (2013). Short Communication.

Weil, E., Urreiztieta, I., Garzón-Ferreira, J., 2002. Geographic variability in the incidence of coral and octocoral diseases in the wider Caribbean. Pp. 1,231–1,237 in *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium*, Volume 2, Bali, Indonesia.

Whelan, J., Rust, C., 2006. Innovative dietary sources of N-3 fatty acids. *Annu Rev Nutr.*26:75–100.

Williams, R. B., R. N., Marshall, R. M. La Ragione, Catchpole, J., 2003. A new method for the experimental production of necrotic enteritis and its use for studies on the relationships between necrotic enteritis, coccidiosis, and anticoccidial vaccination of chickens. *Parasitol. Res.* 90:19-26.

Yang, Y.P.A., Choct, M., 2009. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: A review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. *Chemical composition and antimicrobial and World's Poultry Sci. J.*, 65: 97-114

Yesuf, K.Y., Mersso, B.T., Bekele, T.E., 2017. Effects of different levels of turmeric, fenugreek and black cumin on carcass characteristics of broiler chicken. *Journal Livestock Science*. Volume 8. pp. 11-17.

Youn, H.J. and Noh, J.W. 2001. Screening of the anticoccidial effects of herb extracts against *Eimeria tenella*. *Veterinary Parasitology* 96: 257-263

Youcef, M., Letourneau-montminy, M.P., Gaucher, M.L., Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Kaurbar, S., Coté, C., Avalos ramirez, A., Godbout, S., 2018. Use of antibiotics in broiler production : global impacts and alternatives. *animal nutrition*. journal homepage: <http://www.keaipublishing.com/en/journals/aninu/>

Résumé

L'objectif de l'étude est d'examiner les effets de trois additifs alimentaires naturels (PHC) sur les performances zootechniques et hématobiochimiques chez le poulet de chair. Les PHC ont été formulés à partir du *Coriandrum sativum L.*, *Trigonella foenum-graecum L.* et *Pimpinella anisum L.* Au total 360 poulets de chair Cobb 500 âgés d'un jour ont été répartis au hasard en 4 groupes de traitement alimentaire ; un groupe témoin et trois groupes nourris avec une alimentation de base complétée respectivement par 3% de Coriandre (PHC1), 3% d'une combinaison de 50% Coriandre- 50% Fenugrec (PHC2), et enfin 3% d'une combinaison de 50% Coriandre - 50% Anis vert (PHC3). Les résultats ont montré que les oiseaux du groupe PHC3 ont réalisé le poids corporel et des organes internes le plus élevé. Cependant, le poids de la graisse abdominale est affecté d'avantage avec PHC2. Les animaux du groupe PHC3 avaient un taux de lymphocytes significativement ($P < 0,05$) plus élevé, de $120,103/\mu\text{l}$. Le taux de monocytes dans les groupes PHC2 et PHC3 a été respectivement de $66,103/\mu\text{l}$ et $60,103/\mu\text{l}$. Le taux des granulocytes ont été de $200,103/\mu\text{l}$ dans le groupe PHC2, et $102,103/\mu\text{l}$ dans PHC3. Une différence significative ($P < 0,05$) a été enregistrée dans les taux d'acide urique avec 50,4 mg/l, 59,84 mg/l et 47,29 mg/l respectivement pour les groupes PHC1, PHC2 et PHC3. L'utilisation des additifs alimentaires phytogéniques peut avoir un effet positif à la fois sur le gain de poids et les paramètres hématobiochimiques chez le poulet de chair.

Mots clés : Poulets de chair, Alternatives naturelles, Performances, Paramètres sanguins.

Summary

The aim of the study is to examine the effects of three naturel feed additives (PHC) on certain zootechnical and hematobiochemical parameters in broiler chicken. The PHC were formulated from *Coriandrum sativum L.*, *Trigonella foenum-graecum L.*, and *Pimpinella anisum L.* 360 one-day-old Cobb 500 broilers were randomly divided into 4 dietary treatment groups; a control group, and three groups fed a basal diet supplemented respectively with 3% of Coriander (PHC1), 3% of a combination 50% Coriander- 50% Fenugreek (PHC2), and finally 3% of a combination 50% Coriander- 50% Anise (PHC3). The results showed that the birds of PHC3 group realized the highest live body and internal organs weight. However, the weight of the abdominal fat was affected by PHC2. Broilers in PHC3 group had a significantly ($P < 0.05$) higher lymphocyte level $120.10^3/\mu\text{l}$. The level of monocytes in PHC2 and PHC3 groups was respectively $66.10^3/\mu\text{l}$ and $60.10^3/\mu\text{l}$. Concerning the granulocytes, we noted $200.10^3/\mu\text{l}$ in PHC2 group and $102.10^3/\mu\text{l}$ in PHC3. A significant difference ($P < 0.05$) was recorded in the uric acid levels with 50.4mg/l, 59.84mg/l, and 47.29mg/l respectively for PHC1, PHC2, and PHC3 groups. Levels of the uric acid were lower than the level recorded in the control group (84.36mg/l). The use of the phytogenic feed additives may have a positive effect both on weight gain and hematobiochemical parameters in broiler chicken, especially the levels of different kinds of white blood cells, and the uric acid rate.

Keywords: Broilers, Natural alternatives, Performances, Blood Parameters.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو فحص تأثير ثلاث إضافات علفية طبيعية (PHC) على بعض المعايير التقنية للحيوان والكيمياء الحيوية للدم لدجاج التسمين. تمت صياغة PHC من *Coriandrum sativum L.* و *Trigonella foenum-graecum L.* و *Pimpinella . Anisum L.* تم تقسيم 360 من دجاج التسمين Cobb 500 بشكل عشوائي على 4 مجموعات. مجموعة ضابطة، وثلاث مجموعات تغذى بنظام غذائي أساسي مكمل على التوالي بنسبة 3% كزبرة (PHC1)، 3% من تركيبة 50% كزبرة - 50% حلبة (PHC2)، وأخيراً 3% مزيج من 50% كزبرة - 50% يانسون أخضر (PHC3). أظهرت النتائج أن الطيور في مجموعة PHC3 حققت أعلى أوزان في الجسم والأعضاء الداخلية. و لم يتأثر وزن دهون البطن. كان الدجاج في مجموعة PHC3 ارتفاع (P<0.05) في عدد الخلايا الليمفاوية $120.103/\mu\text{l}$ / ميكرو لتر. مستوى الخلايا الوحيدة في مجموعتي PHC2 و PHC3 $66.103/\mu\text{l}$ و $60.103/\mu\text{l}$ / ميكرو لتر على التوالي. فيما يتعلق بالخلايا المحببة، لاحظنا $200.103/\mu\text{l}$ / ميكرو لتر في مجموعة PHC2 و $102.103/\mu\text{l}$ / ميكرو لتر في PHC3. تم تسجيل فرق معنوي ($P < 0.05$) في مستويات حمض البوليك مع 50.4 ملغ / لتر و 59.84

ملغ / لتر و 47.29 ملغ / لتر على التوالي لمجموعات PHC1G و PHC2G و PHC3G يمكن أن يكون لاستخدام إضافات الأعلاف النباتية تأثير إيجابي على كل من زيادة الوزن والمعايير الكيميائية الحيوية في دجاج التسمين.

الكلمات المفتاحية: الفراريج ، البدائل الطبيعية ، العروض ، معاملات الدم.