

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS – MOSTAGANEM



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Sciences et Technologies Alimentaires

THÈSE

PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE

DOCTORAT 3^{ème} cycle LMD

Par M^{me} **BERKANE Fethia**

THÈME

Effets de l'élevage en batterie sur les performances de croissance, valeurs nutritionnelles et propriétés sensorielles des viandes de poulets de chair nourris Par des régimes à base de glands de chêne vert additionné de bentonite calcique

Soutenue publiquement devant le jury le : 20 /05/2024

Président	M.CHERIGUENE. A	Professeur Université de Mostaganem
Examineur.	BENABDELMOUMEN D.	M.C.A Université de Mostaganem
Examineur :	M. BEKADA H.M.A.	Professeur Université de Tissemsilet
Directeur de thèse	M .BOUDEROUA .K .	Professeur ESA. Mostaganem
Co directeur de thèse	M. KEDDAM R. M.C.B	Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2022– 2023

Structure d'accueil : Le Laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition Université de Mostaganem

Remerciements

Ce travail a été effectué conjointement au Laboratoire Technologie Alimentaire et Nutrition à l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Algérie.

Je tiens particulièrement à exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de thèse Monsieur **Bouderoua. K**, Professeur et directeur du l'école supérieur d'Agronomie de Mostaganem. Je tiens ici à le remercier pour sa très grande disponibilité et son soutien, sans ses orientations, ses conseils judicieux et les encouragements qu'il n'a cessé de me prodiguer tout au long de mon travail cette thèse n'aurait pas vue le jour.

Je le remercie de m'avoir fait bénéficier de son expérience ainsi que de son enthousiasme pour la recherche. Je tiens à formuler ma profonde reconnaissance et mes remerciements les plus sincères à Monsieur **Ait Saada D**, Directeur de Laboratoire Technologie Alimentaire et Nutrition à l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Algérie, pour m'avoir aidé, conseillé et consacré de son temps et pour avoir accepté d'examiner ce travail. Qu'il trouve ici toute ma gratitude.

Je remercie Monsieur **Cheriguene. Abderrahim**, Professeur à l'université de Mostaganem, pour avoir accepté de présider ce jury malgré ses charges. Je le remercie profondément.

J'adresse mes sincères et profonds remerciements à Monsieur **Bekada. A**, Professeur à l'Universitaire de Tissmsilet d'avoir bien voulu évaluer ce travail et de faire partie de mon jury.

Mes vifs remerciements vont également à Madame **Benabdelmoumen. Djilali**, Maître de Conférences à l'Université de Mostaganem, de l'intérêt qu'il a apporté à ce travail en acceptant d'être examinateur. Qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

Mes profonds remerciements vont également Monsieur **Selselet-Attou. G**, Professeur à l'université de Mostaganem, tout d'abord d'avoir participé à ma formation et ensuite de m'avoir fait l'honneur de faire partie de mon jury.

Mes sincères remerciements vont aussi à Monsieur **Kaddam. R**, Maître de Conférences à l'Université de Mostaganem pour leur aide, encouragement et disponibilité tout au long de notre expérimentation.

Je souhaite remercier Madame **AIT Chaabane Louiza** pour leur aide et encouragement à avancer lors de ces années. Un grand merci pour votre présence et votre soutien moral.

Mes vifs remerciements vont également à Monsieur le Directeur technique et commercial à l'ORAVIO Mostaganem, et à Monsieur le Directeur de MOSTAVI Mostaganem pour la fourniture des batteries de l'élevage.

Mes sincères remerciements vont aussi au personnel du l'atelier d'élevage sise à Hassi mamachequ'ils soient assurés de ma plus profonde reconnaissance et de tous mes

remerciements pour m'avoir aidé dans la réalisation de ce travail et soutenu durant toute la période des essais.

Je remercie également **Mr BENMEHDI. T** et **Mme BENMEHDI. Faiza** pour la réalisation des coupes histologiques ainsi que de leurs aide et conseils techniques et scientifiques.

Je tiens à remercier Madame **Fatima Belkabir**, Technicienne du laboratoire de Technologie alimentaire et Nutrition pour son aide, son soutien, son écoute et sa disponibilité.

Une pensée particulière s'adresse à mes amis et collègues, **Attou Asma, Alhabbitri Nassima**, qui m'ont toujours soutenu et aidé à avancer lors de ces années. Un grand merci pour votre présence constante et amicale, votre soutien moral, votre bonne humeur permanente et votre oreille attentive.

Je souhaite remercier **Belmahdi Ryan** et **Regueig Louiza** pour leur participation et contribution à ce travail. Je remercie également tout le personnel de l'atelier d'élevage de Hassi Mamèche.

Un très grand merci à mes parents, mon marie, mes frères et sœurs pour tout ce qu'ils m'apportent et notamment pour leur confiance, leur soutien, leur aide, leur patience, leur compréhension.....

Je voudrais adresser mes hommages respectueux à tous les enseignants, qui m'ont dispensé des cours et prodigué des conseils durant ma formation. Un grand merci à toutes les personnes ayant de près ou de loin participé au bon déroulement de ce travail de recherche.....

A VOUS TOUS MERCI !

Dédicaces

Au terme de cette thèse, je voudrais la dédier à toutes les personnes qui me sont chères.

A Mes très chers parents

Pour leurs sacrifices tout au long de ma formation. je n'ai été guidée jusqu'à présent que par le désir de vous honorer. Que dieu vous garde pour moi.

A Mon cher mari AMAR

L'homme de ma vie, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te protège pour moi.

A mes chers frères et sœurs

Amhamed, Bakhadda, Abdoerezzak, Aouda

A mon très chère frère Amhamed qui a toujours cru en moi ; il n'existe pas de remerciement qui soit aussi chaleureux et cardieux à une personne aussi apprécié que toi, merci pour ta compréhension et tes encouragements au cours de la réalisation de ce travail.

A ma belle famille

Merci pour vos conseils, encouragements et soutien

A mes anges

Douaa, Mohamed Riad, Haitham, Amina et Maria

A tous les membres de ma famille

A mes amis (es) et à tous ceux qui me sont chers A tous ceux qui de près ou de loin m'ont apporté leur encouragement et leur soutien

Je vous aime beaucoup...

*Fethia****

Valorisation des travaux

Ce travail a fait l'objet de publications et communications nationales et internationales suivantes :

•**Berkane Fethia, Boudroua Kaddour, Ait-Saada Djamel, Selselet-Attou Ghalem (2022).** Effects of Green Oaks Acorns (*Quercus ilex*) based Diets Added of Calcium Bentonite on Health of Broilers Reared in the Cages and Ground Modes. *Indian Journal of Animal Research*. DOI :10. 18805/IJAR.BF-1487.

Communications nationales

•**BERKANE Fethia, BOUDEROUA Kaddour¹, AIT Saada Djamel²** . Effets de l'élevage en batterie sur les performances de croissance de poulets de chair nourris par des régimes à base de gland de chêne vert additionné de bentonite calcique (Journées Scientifiques de la faculté des sciences de la nature et de la vie les 06 et 07 novembre 2019 Mostaganem)

•**BERKANE Fethia, BOUDEROUA Kaddour¹, AIT Saada Djamel²** . Effets des régimes alimentaires à base de glands de chêne vert (*Quercus ilex*) additionnés de bentonite calcique sur les paramètres sanguins et état de santé des poulets de chair élevés en batterie et au sol (Première conférence national virtuel de production animale les 01, 02 et 03 Juin 2021, Mostaganem).

•**BERKANE Fethia, BOUDEROUA Kaddour¹, AIT Saada Djamel²** . Effets des régimes alimentaires à base de glands de chêne vert (*Quercus ilex*) additionnés de bentonite calcique sur les paramètres biochimiques des muscles de Sartorius des poulets de chair élevés en batterie et au sol (Journées Scientifiques de la faculté des sciences de la nature et de la vie les 17 novembre 2021 Mostaganem).

Communications Internationales

•**BERKANE Fethia, BOUDEROUA Kaddour¹, AIT Saada Djamel², SELSELLET ATTOU Ghalem³**. Contribution à l'étude de l'effet des régimes additionnés de gland et de bentonite calcique sur la qualité microbiologique de l'environnement d'élevage des poulets de chair élevés au sol et en batterie (L'international webinaire le 02 Juin 2022 ORAN).

Liste des Abréviations

AGS Acides gras saturés

AGPI Acides gras polyinsaturés

EM Energie métabolisable

GP Gain de poids

GCV Gland de chêne vert

IC Indice de consommation

LA Acide linoléique

LT Lipides totaux

MDA Malondialdéhyde

MM Matière minérale

MS Matière sèche

n3 ou ω 3 Acides gras oméga 3

n6 ou ω 6 Acides gras oméga 6

PV Poids vif

BF bourse de Fabricius

CE Carcasse éviscéré

FAMT flore aérobie mésophile totale

G6PDH glucose 6-phosphate desyhydrogénase

GA Gras abdominal

HDL High density lipoprotein

LDL Low density lipoprotein

PCo poids du cœur,

PCu poids de la cuisse

PF poids du foie,

PFi poids du filet

TG Triglycérides

Vs versus

Liste des figures

Figure (01) : Gland de chêne vert.....	23
Figure (02) : Structure multi-échelle de la montmorillonite	34
Figure(03): Enclos d'élevage des poussins.....	45
Figure (04) : Séchage du gland de chêne vert.....	46
Figure (05) : Schéma descriptif de l'installation des lots.....	48
Figure (06) : une batterie d'élevage.....	50
Figure (07) : Effet des régimes alimentaires sur le poids vifs des poulets de chair.....	72
Figure (08) : Nécrose folliculaire avec présence de neutrophiles (témoin sol TS : 2 ^{ème} abattage 49 jour).....	89
Figure (09) : Légère fibrose (gland +bentonite batterie GBB : 2 ^{ème} abattage, 49j).....	89
Figure (10) : Nécrose modéré des follicules lymphoïdes (gland batterie GB : 2 ^{ème}).....	90
Figure (11) : Infiltrats hétérogènes péri vasculaires hépatiques (Gland Batterie GB :1 ^{ier} abattage).....	91
Figure (12) : Lyse et dégenérescence des hépatocytes (gland + bentonite batterie GBB : 1 ^{ier} abattage).....	91
Figure (13) : Entérite avec légère infiltration de neutrophiles dans les cryptes (témoin batterie TB : 2 ^{ème} abattage).....	92
Figure (14) : Entérite avec forte infiltration neutrophiles dans les cryptes (gland sol GS : 2 ^{ème} abattage).....	92

Liste des tableaux

Tableau 1. Besoins alimentaires chez le poulet de chair	11
Tableau (02) : Densité des poulets par poids vif.....	13
Tableau (03) : Programme de prophylaxie médicale chez le poulet de chair.....	18
Tableau (04) : Composition chimique des glands de chêne vert et des glands de chêne liège entiers comparés au maïs	23
Tableau(05) : Données pondérales concernant le poulet et son tissu adipeux.....	24
Tableau(06) : Composition protéique des viandes de poulet nourris aux glands de chêne.....	25
Tableau (07) : Teneur du filet et de la cuisse en lipides totaux en (g/100g de muscle)	26
Tableau (08) :Composition en acides gras et en lipides totaux du muscle de la cuisse <i>Sartorius</i>) des poulets nourris aux glands de chêne vert (En % des acides gras identifiés).....	27
Tableau (09) : Composition chimique de la bentonite	35
Tableau (10) : Gain du poids en grammes des poulets de chair	38
Tableau (11) : Composition chimique de la bentonite de Maghnia.....	47
Tableau (12) :Différents produits vétérinaires administrés aux animaux pendant lapériode d'élevage.....	49
Tableau(13) : Composition et caractéristiques biochimiques des régimes alimentaires (g/kg) aliment.....	52
Tableau (14) : Préparation des solutions de travail pour le dosage de la glycémie.....	55
Tableau (15) : Préparations des solutions de travail pour le dosage du calcium.....	58
Tabelau (16) :. Préparation des solutions de travail pour le dosage des protéines.....	59
Tableau(17) : Préparation les solutions pour le dosage de créatinine.....	60
Tableau(18) : Barèmes de notations des critères d'appréciation de la qualité de la viande.....	64
Tableau (19) : Composition chimique du farine de gland.....	70
Tableau(20) : Effets des régimes expérimentaux sur les performances de croissance.....	71
Tableau (21) : Influence du régime expérimental sur les paramètres de carcasses des poulets de chair.....	74

Tableau (22) : Teneurs en MS, MM et en humidité du muscle de la cuisse.....	81
Tableau (23) : Teneur en lipides de muscles cuisse et filet.....	82
Tableau (24) : Effets de mode d'élevage sur la qualité organoleptique des cuisses.....	83
Tableau (25) : Effets de l'ajout de gland de chêne vert sur la qualité organoleptique des cuisses.....	84
Tableau (26) : Effets de l'ajout de gland de chêne vert + la bentonite sur la qualité organoleptique des cuisses.....	85
Tableau (27) : Effet du mode d'élevage et régime alimentaire sur les caractéristiques biochimiques du sérum.....	88
Tableau (28). Caractéristiques microscopiques de la maladie de Gumboro.....	90
Tableau (29) : Effet des régimes sur l'humidité des fientes et le taux de matière sèche.....	93
Tableau (30): Dénombrement en germes aérobies mésophiles.....	95
Tableau (31) : Evaluation du niveau de contamination aux Coliformes Totaux des différents points de prélèvement.....	97
Tableau (32): Evaluation du niveau de contamination aux Coliformes Fécaux des différents points de prélèvement.....	99
Tableau (33) : Evaluation du niveau de contamination aux Staphylococcus aureus des différents points de prélèvement	100
Tableau (34) : Evaluation du niveau de contamination aux Streptocoque Fécaux des différents points de prélèvement, au 56 ^{ème} jours d'élevage.....	101
Tableau (35) : Evaluation du niveau de contamination aux Levures des différents points de prélèvement, au 56 ^{ème} jours d'élevage.....	103
Tableau (36) : Evaluation du niveau de contamination aux Moisissures des différents points de prélèvement, au 56 ^{ème} jours d'élevage.....	105
Tableau (37) : Evaluation du niveau de contamination aux Clostridium Sulfito Réducteurs des différents points de prélèvement, au 56 ^{ème} jours d'élevage	107

Tableau (38) : Evaluation du niveau de contamination aux Salmonelle des différents points de prélèvement, au 56^{ème} jours d'élevage.....	109
---	------------

Résumé :

Il est connu maintenant que le recours à l'utilisation dans les régimes des volailles des ressources et additifs alimentaires naturels et riches en nutriments bioactifs offrent une meilleure utilisation digestive et ayant un impact santé avéré. Dans ce cadre, le gland de chêne vert et la bentonite calcique s'y prêtent mieux à ces essais pour améliorer la croissance et enrichir la viande en quelques nutriments à même de limiter la lipopéroxydation des viandes. Par ailleurs, le mode d'élevage en batterie par rapport au sol offre de meilleures conditions d'élevage et améliore la productivité. Cette étude consiste à évaluer les effets des régimes à base de glands de chêne vert additionné de bentonite calcique sur les performances de croissance, l'état histologique des organes et paramètres sanguins de poulets de chair. 300 poussins de la souche ISA F15 ont été répartis en deux groupes l'un est élevé au sol et l'autre en batterie. Les poulets sont nourris durant la phase de démarrage par un aliment standard type poulet de chair. Au début de la phase de croissance, chaque groupe a été divisé en trois sous groupes. Chaque sous groupe reçoit soit un régime standard sans aucune addition de gland ou de bentonite constituant les régimes témoin (RT), Un régime additionné de 19,8g /kg de gland de chêne vert (GC) sans bentonite, et un autre régime de 19,8g /kg de GC + 2g/kg de bentonite calcique (GCB). La distribution des aliments expérimentaux s'est poursuivie jusqu'à l'âge à l'abattage. A 35 jours d'élevage, les performances de croissance obtenues ont montré que l'élevage en batterie améliore le poids vifs des poulets par rapport à ceux élevés au sol ($p < 0,05$) (TS vs TB ; 1239 vs 1262g). Toute fois, l'incorporation de GC affecte légèrement les performances des poulets ($p < 0,05$) par rapport au témoin (TS vs GS ; 1239,2g vs 1088g). Par ailleurs, au 56^{ème} jour d'élevage, l'association gland et bentonite à 2% engendre les meilleurs effets bénéfiques sur les performances de croissance (GBS vs GS : 2149g vs 1869g) par rapport au gland seulement. Les performances pondérales des carcasses des poulets élevés en cage ont été relativement ($p < 0,05$) plus médiocres que ceux d'animaux issus d'élevage au sol. L'analyse des coupes histologiques a révélé que l'ajout de la bentonite dans l'alimentation de volailles élevées particulièrement au sol semble préserver au mieux au plan histologique certains organes internes : bourses de Fabricius, foie, intestins grêles. Ceci a permis de réduire presque de moitié l'intensité de la nécrose folliculaire comparée à l'aspect lésionnel des témoins. Les teneurs sériques de triglycérides, de cholestérol total, de HDL cholestérol sont élevés chez les animaux du groupe témoin élevés en cage tandis que ceux ayant reçus de la bentonite ont révélé des teneurs en calcium sérique plus élevé. L'addition des glands au régime donne une viande avec des caractéristiques organoleptiques semblables au poulet fermier

Cette expérience suggère que l'utilisation de gland de chêne de vert dans l'alimentation de poulet est donc tout à fait possible et l'addition de 2% de bentonite calcique présente les meilleurs effets bénéfiques sur la performance de croissance et l'amélioration de l'état de santé.

Mots clés : poulet de chair, batterie, gland de chêne, bentonite, performance, état de santé, qualité.

Abstract :

It is now known that the use in poultry diets of natural resources and food additives rich in bioactive nutrients offer better digestive use and have a proven health impact. In this context, green oak acorn and calcium bentonite lend themselves better to these tests to improve growth and enrich the meat with a few nutrients capable of limiting the lipoperoxidation of meat. In addition, the rearing method in a battery relative to the ground offers better rearing conditions and improves productivity. This study consists of evaluating the effects of diets based on green oak acorns supplemented with calcium bentonite on the performance of growth, histological state of organs and blood parameters of broiler chickens. 300 chicks of the ISA F15 strain were divided into two groups, one raised on the ground and the other in a battery. The chickens are fed during the start-up phase with a standard broiler-type food. At the start of the growth phase, each group was divided into three subgroups. Each subgroup receives either a standard diet without any addition of acorn or bentonite constituting the control diets (RT), a diet supplemented with 19.8 g / kg of green oak acorn (GC) without bentonite, and another diet of 19.8g/kg of GC + 2g/kg of calcium bentonite (GCB). The distribution of experimental feeds continued until slaughter age. At 35 days of rearing, the growth performance obtained showed that battery rearing improves the live weight of chickens compared to those reared on the ground ($p < 0.05$) (ST vs TB; 1239 vs 1262g). However, the incorporation of GC slightly affects the performance of the chickens ($p < 0.05$) compared to the control (TS vs GS; 1239.2g vs 1088g). However, on the 56th day of rearing, the combination of acorn and 2% bentonite generates the best beneficial effects on growth performance (GBS vs GS: 2149g vs 1869g) compared to acorn alone. The carcass weight performance of chickens raised in cages was relatively ($p < 0.05$) poorer than those of animals raised on the ground. The analysis of the histological sections revealed that the addition of bentonite in the diet of poultry raised particularly on the ground seems to preserve at best histologically certain internal organs: bursae of Fabricius, liver, small intestines. It almost halved the intensity of follicular necrosis compared to the lesional appearance of controls. The serum levels of triglycerides, total cholesterol, HDL cholesterol are high in the animals of the control group reared in cages while those having received bentonite revealed higher serum calcium levels. The addition of acorns to the diet gives meat with organoleptic characteristics similar to free-range chicken.

This experiment suggests that the use of green oak acorn in chicken feed is therefore entirely possible and the addition of 2% calcium bentonite has the best beneficial effects on growth performance and improvement of health status.

Keywords: broiler, battery, acorn, bentonite, performance, health, quality.

ملخص :

من المعروف الآن أن استخدام الموارد الطبيعية والمواد المضافة الغذائية الغنية بالمغذيات النشطة بيولوجيًا في وجبات الدواجن يوفر استخدامًا هضميًا أفضل وله تأثير صحي مثبت. في هذا السياق ، فإن البلوط الاخضر و البنتونيت الكلسي يتناسبان بشكل أفضل مع هذه الاختبارات لتحسين النمو وإثراء اللحوم ببعض العناصر الغذائية القادرة على الحد من أكسدة الدهون في اللحم. بالإضافة إلى ذلك ، فإن طريقة التربية في الأقفاص بالنسبة إلى الأرض توفر ظروف تربية أفضل وتحسن الإنتاجية. تتكون هذه الدراسة من تقييم آثار النظم الغذائية القائمة على البلوط الاخضر المضاف إليه البنتونيت الكلسي على تحسين النمو و النوعية الغذائية والحالة النسيجية للأعضاء ومركبات الدم من الدجاج اللحم. تم تقسيم 300 كتكوت من سلالة ISA F15 إلى مجموعتين ، واحدة مرباة على الأرض والأخرى في أقفاص يتم تغذية الدجاج أثناء مرحلة البدء بغذاء قياسي من نوع دجاج التسمين. في بداية مرحلة النمو ، تم تقسيم كل مجموعة إلى ثلاث مجموعات فرعية. تتلقى كل مجموعة فرعية إما نظامًا غذائيًا قياسيًا بدون إضافة البلوط أو البنتونيت الذي يشكل حماية شاهدة (RT) ، و نظام غذائي ثاني مكمل بـ 19.8 جم / كجم من بلوط البلوط (GC) بدون البنتونيت ، ونظام غذائي آخر يبلغ 19.8 جم / كجم من GC + 2 جم / كجم من البنتونيت الكلسي (GCB). استمر توزيع الأعلاف التجريبية حتى سن الذبح. في 35 يومًا من التربية ، أظهر أداء النمو الذي تم الحصول عليه أن التربية في الأقفاص تعمل على تحسين الوزن الحي للدجاج مقارنة بتلك التي تتم تربيتها على الأرض ($0.05 > P$) (ST مقابل TB ؛ 1239 مقابل 1262 جم). ومع ذلك ، فإن إضافة البلوط الاخضر يؤثر بشكل طفيف على نمو الدجاج ($0.05 > p$) مقارنةً بمجموعة الشاهدة (TS مقابل GS ؛ 1239.2 جم مقابل 1088 جم). ومع ذلك ، في اليوم السادس والخمسين من التربية ، فإن الجمع بين البلوط و 2٪ البنتونيت يولد أفضل التأثيرات المفيدة على تحسين النمو (GBS مقابل GS: 2149g مقابل g1869) مقارنة بالبلوط وحده. كان وزن الذبيحة للدجاج المربى في الأقفاص أضعف نسبيًا ($0.05 > p$) من أداء الحيوانات التي تربي على الأرض. أظهر تحليل المقاطع النسيجية أن إضافة البنتونيت في النظام الغذائي للدواجن التي تربي بشكل خاص على الأرض يبدو أنه يحافظ في أفضل الأحوال من الناحية النسيجية على أعضاء داخلية معينة: بوعس فابريسيوس والكبد والأمعاء الدقيقة. لقد قلل تقريبًا من شدة النخر الجريبي إلى النصف مقارنة بعينات الدجاج الشاهد. كانت مستويات الدهون الثلاثية والكوليسترول الكلي وكوليسترول البروتوديني عالي الكثافة في الدم مرتفعة في حيوانات المجموعة الشاهدة التي تمت تربيتها في أقفاص بينما أظهرت تلك التي تناولت البنتونيت مستويات أعلى من الكالسيوم في الدم. إن إضافة البلوط إلى النظام الغذائي يعطي اللحم خصائص حسية مماثلة للدجاج الحر تشير هذه التجربة إلى أن استخدام البلوط الاخضر في علف الدجاج أمر ممكن تمامًا وأن إضافة 2 ٪ البنتونيت الكلسي لها أفضل الآثار المفيدة على أداء النمو وتحسين الحالة الصحية.

الكلمات المفتاحية: دجاج التسمين ، أقفاص ، بلوط اخضر ، بنتونيت ، نمو ، حالة صحية ، جودة.

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Valorisation des travaux	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction générale	1
Partie Bibliographique	
Chapitre 1: <i>Elevage au sol et en batterie du poulet de chair</i>	
1. Généralités sur l'élevage avicole	4
2. Modes d'élevages des volailles dans le monde.....	4
2.1 L'élevage en batterie.....	4
2.2 L'élevage au sol	5
2.2.1 Elevage intensif	6
2.2.2 Elevage extensif.....	6
2.3 L'élevage mixte : sol-batterie.....	7
3. Conditions d'élevage	7
3.1 Température.....	7
3.2 Humidité.....	8
3.3 Litière.....	9
3.4 Ventilation.....	10
3.5 Eclairage.....	10
3.6 Alimentation des volailles.....	10
3.7 Densité d'élevage.....	12
4. Problèmes liés aux conditions d'élevage.....	13
4.1 Microbisme des bâtiments d'élevage.....	14
4.2 Maladies liées à la qualité de la nutrition.....	15
4.3 Maladies virales.....	15

4.4 Maladies bactériennes.....	16
4.5 Maladies parasitaires.....	17
5. Vaccination.....	17
6. Production mondiale de poulets de chair.....	18
7. Hygiène et qualité sanitaire des bâtiments d'élevage.....	20

Chapitre 2. *Le gland de chêne vert (Quercus ilex L) dans l'alimentation animale*

1. Caractéristiques biochimiques du gland de chêne vert.....	22
2. Aptitudes nutritionnelles du gland de chêne vert en alimentation des poulets de Chair.....	23
2.1 Composition chimique de la viande de poulet	24
2.1.1 Protéines.....	25
2.1.2 Lipides.....	25
2.1.3 Acides gras.....	25
3. Effet des tannins.....	27
4. Tolérances aux tannins.....	28
5. Valeur alimentaire du gland de chêne vert	28

Chapitre 3. *La Bentonite dans l'alimentation avicole*

1. Les argiles.....	30
1.1 Structure et propriétés chimiques des argiles.....	30
1.2 Classification des argiles.....	31
1.2.1 Montmorillonite.....	31
1.2.2 Kaolinite.....	32
1.2.3 Illite.....	32
1.2.4 Smectite.....	32
2. Bentonite.....	32
2.1 Origine de la bentonite.....	33
2.2 Différents types de bentonite.....	34
2.3 Composition chimique de la bentonite.....	35
2.4 Propriétés fondamentales de la bentonite.....	35

2.5 Purification de la bentonite naturelle.....	36
3. Utilisation de la bentonite.....	37
3.1 En alimentation animale.....	37
3.1.1 Utilisation chez la poule pondeuse.....	37
3.1.2 Utilisation chez le poulet de chair.....	38
3.2 Effet de la bentonite sur l'état d'hygiène des bâtiments d'élevage.....	38
4. Effet général sur les animaux.....	40
4.1 Energie et protéines.....	40
4.2 Minéraux et vitamine.....	40

Partie expérimentale

Introduction	42
---------------------------	----

Objectifs	44
------------------------	----

-Méthodologie-

1. Matériels et méthodes	45
---------------------------------------	----

1.1 Conditions expérimentales et méthodes.....	45
--	----

1.2 Animaux	45
-------------------	----

1.3 Régimes alimentaires.....	46
-------------------------------	----

1.3.1 Gland de chene vert	46
---------------------------------	----

1.3.2 La bentonite.....	46
-------------------------	----

1.4 Conditions d'élevage.....	47
-------------------------------	----

1.4.1 Elevage au sol et en batterie.....	47
--	----

1.4.2 Prophylaxie sanitaire.....	48
----------------------------------	----

1.4.3 Prophylaxie médicale.....	48
---------------------------------	----

1.4.4 Mode d'élevage.....	49
---------------------------	----

1.4.4.1 Elevage au sol.....	49
-----------------------------	----

1.4.4.2 Elevage en batterie	49
-----------------------------------	----

1.4.5 Alimentation	50
--------------------------	----

1.5 Mesures et contrôles.....	53
-------------------------------	----

1.5.1 Les paramètres zootechniques.....	53
---	----

1.5.2 Les paramètres pondéraux.....	53
-------------------------------------	----

1.6 Prélèvements.....	53
1.6.1 Prélèvements sanguins.....	53
1.6.2 Prélèvements des muscles.....	54
1.6.3 Prélèvements microbiologiques.....	54
1.6.4 Prélèvements des organes pour coupes histologiques.....	54
1.7 Analyses biochimiques.....	54
1.7.1 Analyses biochimiques du sérum.....	54
1.7.1.1 Dosage du glucose.....	54
1.7.1.2 Dosage du cholestérol.....	55
1.7.1.3 Dosage du cholestérol – HDL.....	56
1.7.1.4 Dosage des triglycérides.....	57
1.7.1.5 Dosage du calcium.....	58
1.7.1.6 Dosage des protéines totales.....	58
1.7.1.7 Dosage de créatinine.....	59
1.7.1.8 Dosage de l'urée.....	60
1.7.2 Analyses biochimiques des régimes alimentaires et de la viande	62
1.7.2.1 Détermination de la teneur en matière sèche.....	62
1.7.2.2 Détermination de la teneur en matière minérale.....	62
1.7.2.3 Détermination de lipides.....	62
1.8 Analyse sensorielle des viandes.....	63
1.9 Analyses microbiologiques.....	64
1.9.1 Numérotation de la flore aérobie mésophile (FTAM).....	65
1.9.2 Numérotation des <i>Staphylococcus aureus</i>	65
1.9.3 Numérotation des levures et moisissures.....	65
1.9.4 Numérotation des coliformes totaux et coliformes fécaux.....	65
1.9.5 Numération des <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	66
1.9.6 Numération de salmonelles.....	67
1.9.7 Numération des Streptocoque fécaux	67
1.10 Histologie.....	68
1.11 Analyses statistiques des résultats.....	69

-Résultats et discussion-

Chapitre 1 : Effet des régimes à base de gland de chêne vert additionnés de bentonite calcique sur les performances de croissances

1. Résultat.....	70
1.1 Caractéristiques biochimiques des régimes.....	70
1.1.1 Composition chimique de gland.....	70
1.2 Les performances zootechniques	71
1.2.1 Les performances de croissance.....	71
➤ Poids vifs	71
➤ Gain de poids	71
➤ .Consommation Alimentaire.....	71
➤ Indice de Consommation.....	71
1.3 Taux de Mortalité.....	73
1.4 Paramètres pondéraux des carcasses	73
1.4.1 Carcasse pleine	75
1.4.2 Carcasse éviscérées	75
1.4.3 Cuisses.....	75
1.4.4 Filets.....	76
1.4.5 Foie	76
1.4.6Cœur.....	76
1.4.7 Gras abdominal.....	77
2. Discussion	77
2.1 Performances de croissance	77
2.2 Paramètres pondéraux de la carcasse.....	78

Chapitre 2.Composition biochimiques de la viande

1. Caractéristiques biochimiques de la viande.....	81
1.1. Teneur en MS, MM et humidité du muscle de la cuisse et le filet.....	81
1.2 Teneur en lipides.....	81
2. Propriétés sensorielles de la viande.....	82

➤ Effets de mode d'élevage sur la qualité organoleptique des cuisses.....	83
➤ Effets de l'ajout de gland de chêne vert gland sur la qualité organoleptique des cuisses.....	84
➤ Effets de l'ajout de gland de chêne vert +bentonite sur la qualité organoleptique des cuisses...	85
3. Discussion	86
3.1 Caractéristiques biochimiques de la viande	86
3.2 Propriétés sensorielles de la viande	87

Chapitre 3. Conditions d'hygiène et état de santé des poulets nourris par des régimes à base de gland de chêne vert additionnés de Bentonite calcique

1. Caractéristiques biochimiques du sérum.....	88
2.Examen histologique.....	89
2.1 Bourses de Fabricius	89
2.2 Foies.....	91
2.3 Intestins grêle.....	92
3. Résultats microbiologiques	92
3.1 Matière sèche et humidité des fientes.....	92
3.2 Analyses microbiologiques.....	93
3.2.1 Flore Totale aérobie mésophile.....	93
3.2.2 Coliformes totaux	95
3.2.3 Coliformes fécaux	97
3.2.4 Staphylococcus aureus.....	99
3.2.5 Streptocoques fécaux.....	100
3.2.6 Levures.....	102
3.2.7 Moisissures.....	104
3.2.8 Clostridium sulfito réducteur.....	105
3.2.9 Les Salmonelles.....	108
4. Discussion	110
4.1. Paramètres biochimiques du sérum	110
4.2 Histologie.....	111

4.3 Analyses microbiologiques	113
4.3.1 Matière sèches des fientes.....	113
4.3.2 Niveau de contamination des bâtiments d'élevage.....	114
Conclusion générale.....	117
Références bibliographiques	

Introduction générale

Dans, l'alimentation moderne, la viande est l'objet de discussions et de critiques dans une société de plus en plus attentive à la composition diététique et à la valeur santé de son alimentation.

La qualité des produits est donc devenue une des préoccupations majeures des différents maillons de la filière viande et du consommateur. Parmi les facteurs susceptibles d'altérer ou d'améliorer cette qualité on évoque souvent l'alimentation, même si d'autres paramètres ont une influence bien supérieure comme le génotype et l'âge (**Berri et Jehl 2001**).

Dans ce contexte, plusieurs travaux menés par des chercheurs Algériens ont montré la possibilité d'utiliser le gland de chêne vert (GCV) (naturellement riche en AGI) dans l'alimentation du poulet de chair sans que les performances de croissance et la composition corporelle ne soient altérées. Des résultats intéressantes ont été obtenus par **Bouderouaet al. (2003 ; 2009)** sur les performances zootechniques et les qualités nutritionnelles et diététiques des viandes blanches qui sont caractérisées par un rendement à l'abattage acceptable.

L'élevage de poulets de chair est pratiqué partout dans le monde, dans des conditions très variables qui peut se faire de trois manières : en batterie ; au sol ; - mixte ; sol-batterie.

La méthode d'élevage au sol est souvent observée dans l'élevage extensif villageois et aussi dans l'élevage fermier. Dans ces deux cas, le sol est constitué de verdure ou de terre battue.

Dans le type industriel en claustration, l'élevage au sol est plus pratiqué pour l'engraissement des poussins destinés à la production de viande, mais aussi pour la ponte des œufs.

Quant à l'élevage en batterie, il a débuté pendant la première guerre mondiale aux U.S.A, il se fait en étages. Son apparition a révolutionné la production avicole mondiale. Il présente les avantages suivants : Suppression de la litière qui constitue le premier milieu qui héberge les agents infectieux, état sanitaire plus favorable ; car les déjections rejetées à travers le grillage diminuent le risque du parasitisme et des maladies infectieuses, meilleure croissance car les poulets économisent l'énergie en réduisant leur activité et en n'utilisant donc leur nourriture qu'à faire de la viande.

La contamination des ingrédients alimentaires par diverses mycotoxines et leurs effets sur la santé animale et la performance sont à maintes fois relatés (**Aravind et al., 2003, Yegani**

al., 2006, *Chen et al.*, 2014, *Patience et al.*, 2014), en soulignant la nécessité de stratégies visant à atténuer les effets néfastes de ces substances.

Pour une meilleur rendement, il semble nécessaire de valoriser l'alimentation de poulet de chair en quelques matières premières produites localement. A titre d'exemple, la bentonite est l'une de ces matières premières, réputée pour sa richesse en minéraux et susceptible d'être utilisée en alimentation des animaux.

Il y a environ 50 ans, les scientifiques ont redécouvert des minéraux d'argile à des fins médicales. La consommation d'argile a été utilisée pendant des centaines d'années par les animaux et les cultures indigènes pour promouvoir la guérison interne et l'amélioration des indicateurs économiques et l'utilisation de la commercialisation des minéraux de silicate sont recommandés comme ingrédient dans le fourrage (**Johns and Duquette, 1991;Safaeiet al., 2014**). Elle est utilisée comme un additif alimentaire dans l'alimentation des volailles et ne présente aucun effet nocif sur la santé des animaux (**Prvulovicet al., 2008;Safaeikatouliet al., 2010**).

La bentonite ou montmorillonite est une argile appartenant à la famille des smectiques. Les argiles se différencient par leurs propriétés absorbantes et adsorbantes. L'absorption désigne la faculté d'éponger, voire de pomper les liquides. Elle désigne également la faculté d'échanger des particules (c'est le cas lorsque les ions de l'argile ne sont pas saturés), par exemple les minéraux et les toxines.

Les bentonites dans le régime alimentaire de l'animal agissent comme des protéines intestinales (entérosorbants), qui se lient rapidement et préférentiellement aux aflatoxines du tube digestif et réduisent ainsi leur absorption dans l'organisme (**Grant et Phillips, 1998; Phillips et al., 2002**). De cette manière, les effets négatifs des aflatoxines sur l'efficacité et la fonction hépatique sont minimisés sans défauts marqués du métabolisme minéral des animaux (**Schell et al., 1993a, Santurioet al., 1999**).

Ainsi, la propriété de cette argile consiste à ralentir le taux de passage de l'alimentation pour une meilleure utilisation des nutriments alimentaires (**Damiri et al., 2011**). Selon **TortueroCosialls et al., (1992)** l'incorporation d'argile dans le régime de poulet augmente le temps de transit, environ 2 à 3 heures dans 87,5% des poulets nourris avec les aliments contenant 1,5% d'argile contre 1,5 à 1,75 heure pour 62,5% des poulets du régime témoin.

La bentonite peut aussi être utilisée comme additif alimentaire dans le régime de poulet de chair afin d'améliorer les caractéristiques d'hygiène des bâtiments d'élevage (Safaeikatouliet *al.*, 2011).

Le présent travail comporte une étude bibliographique avec une description des impacts d'utilisation du gland de chêne vert et la bentonite calcique dans l'alimentation des poulets de chair et l'effet de l'élevage en batterie .C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui vise à suivre les effets d'ajout du gland et de la bentonite calcique dans l'alimentation sur les performances de croissance, la qualité de viande, l'état histo-pathologique des organes chez le poulet de chair élevé en sol et en batterie.

Dans le cadre de la conduite de cet essais plusieurs mesures et contrôles ont été réalisés et ont concerné les performances de croissance, qualité de la viande, l'appréciation de l'état de santé des animaux et des conditions générales d'hygiène des bâtiments d'élevage (ambiance, sol, murs, litière, animaux...) par une analyse microbiologique des germes responsables.

La dernière partie est consacrée à l'interprétation et la discussion des résultats obtenus suivis d'une conclusion avec des recommandations et perspectives.

Chapitre 01

**Elevage au sol et en batterie du
poulet de chair**

1. Généralités sur l'élevage avicole

L'élevage de poulets de chair est pratiqué partout dans le monde, dans des conditions très variables. L'objectif principal est d'assurer une production maximale à un coût minimum, tout en évitant les risques d'ordre sanitaire, environnemental et technico économique (**Lissot, 1987**). Les poulets élevés intensivement ont une vitesse de croissance rapide : le poids vif est de 2 kg à 7 semaines, âge d'abattage. Il faut environ 2 Kg d'aliments concentrés pour produire 1Kg de poids vif. L'aliment est composé de tourteau de soja, de céréales, de vitamines et de minéraux.

2. Modes d'élevage des volailles dans le monde

L'élevage de la volaille est intensif, mis à part quelques élevages traditionnels de faibles effectifs. L'élevage du poulet de chair peut se faire de trois manières: - en batterie ; - au sol ; - mixte : sol-batterie.

2.1 L'élevage en batterie

Cet élevage a débuté pendant la première guerre mondiale aux U.S.A, il se fait en étages. Son apparition a révolutionné la production avicole mondiale. Il présente les avantages suivants :

- Suppression de la litière qui constitue le premier milieu qui héberge les agents infectieux ;
- Etat sanitaire plus favorable ; car les déjections rejetées à travers le grillage diminuent le risque du parasitisme ;
- Meilleure croissance car les poulets économisent l'énergie en réduisant leur activité et en n'utilisant donc leur nourriture qu'à faire de la viande.

Toute fois, ce mode d'élevage peut présente quelques inconvénients :

- Accidents : la densité étant plus élevée par rapport à l'élevage au sol entraînant de ce fait le picage et le griffage,
- La technique d'élevage est plus délicate à cause de la forte densité: problème de désinfection, de chauffage et de ventilation nécessitant ainsi une attention particulière;
- Le matériel est onéreux (**Lazaro et al., 2003**).

Cet élevage qui a été introduit nouvellement en Algérie se fait pour les poules pondeuses. Il est beaucoup plus coûteux par rapport au premier. L'élevage du poulet convient très bien au climat Algérien. L'Etat dans le cadre de sa politique de relance économique, encourage au maximum les éleveurs et les coopératives à pratiquer cet élevage, pour diminuer l'importation des œufs de consommation et des protéines animales (**Belala, Talah ; 2019**).

2.2 L'élevage au sol

Cette méthode est observée dans l'élevage extensif villageois et aussi dans l'élevage fermier. Dans ces deux cas, le sol est constitué de verdure ou de terre battue. Dans le type industriel en claustration, l'élevage au sol est plus pratiqué pour l'engraissement des poussins destinés à la production de viande, mais aussi pour la ponte des oeufs.

Le sol est en terre battue, ou mieux en ciment. La litière est faite de paille hachées, d'épis de maïs hachés, de copeaux de bois, de feuilles fanées ou toute autre matière absorbante. L'épaisseur moyenne de la litière doit être d'au moins 10cm. Elle doit être remplacée chaque semaine, ou tout au moins à la fin de l'élevage, pour éviter le parasitisme (**Le Menec, 1988**).

Elevage au sol peut être intensif ou extensif.

2.2.1. Elevage intensif :

Il se fait pour le poulet de chair pour les grands effectifs. Il a pris sa naissance en Algérie avec l'apparition des couvoirs au sein des structures du Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire (M.A.R.A.) qui a créé l'O.N.A.B et l'O.R.AVI. (O.R.AVI.E, 2004).

2.2.2 Elevage extensif :

Cet élevage se pratique pour les poules pondeuses, il s'agit surtout des élevages familiaux de faibles effectifs et il s'opère en zone rurale. La production est basée sur l'exploitation de la poule locale, et les volailles issues sont la somme de rendement de chaque éleveur isolé. C'est un élevage qui est livré à lui-même, généralement aux mains des femmes, l'effectif moyen de chaque élevage fermier est compris entre 15 et 20 sujets, les poules sont alimentées par du seigle, de la criblure, de l'avoine et des restes de cuisines. Elles sont élevées en liberté et complètent leur alimentation autour de la ferme. Les poules sont destinées à la consommation familiale ou élevées pour la production des œufs (Driouche et Hamid;2017)

Parmi les avantages de l'élevage au sol on cite souvent :

- La technique d'élevage est simple et naturelle.
- Il nécessite une main d'œuvre réduite : le nettoyage et la surveillance sont faciles.
- Il est peu onéreux en exigeant un matériel simple (abreuvoirs, mangeoires, éleveuses).
- La présentation du poulet est meilleure.

En revanche les quelques inconvénients rencontrés sont :

- La croissance est moins rapide car les poulets se déplacent et perdent de calories.
- Il est trop exigeant en espace car les bâtiments doivent être plus spacieux pour éviter le surpeuplement.

- Le risque de coccidioses et autres maladies est accrue car les animaux vivent au contact de leurs déjections (**Belaid, 1993**).

2.3 L'élevage mixte : sol-batterie

Il utilise les avantages des deux modes d'élevage cités précédemment. Le démarrage de 0 à 6 semaines se fait au sol. Les poussins ont une grande rusticité qui sera ressentie en deuxième phase. Finition en batterie : dans cette phase, l'éleveuse n'est plus indispensable. Cette méthode d'élevage se justifie par l'insuffisance de locaux pour l'élevage au sol pendant 03 mois surtout pour les grands effectifs, et par l'impossibilité d'une installation complète en batteries (**Djerrou et Benmakhlouf ; 2006**).

3. Conditions d'élevage

L'environnement physique du poulet de chair comprend plusieurs paramètres tels que la température, l'humidité relative, l'éclairage, type de logement (sol ou cage), systèmes de distribution d'aliments.

3.1 Température

La température doit être maîtrisée particulièrement durant les premiers jours des poussins. En effet, ces jeunes animaux ne règlent pas eux-mêmes la température de leur corps qu'à l'âge de 5 jours et ils ne s'adaptent véritablement aux variations de température qu'à partir de deux semaines (**ITAVI, 2001**).

Pour s'assurer que la température est adéquate, l'observation des oiseaux est plus importante que la lecture des thermomètres. Avant d'entrer dans le poulailler et de déranger les oiseaux, il faut observer leur distribution dans le poulailler. S'ils sont paisiblement disposés en couronne au tour de l'éleveuse, c'est que l'ambiance leur convient ; si par contre, ils sont concentrés dans la zone située au-dessous des chaufferettes, c'est ce que la température est insuffisante. Si par contre, ils fuient le plus loin possible, c'est ce que la température est excessive (**Dufour et Silim, 1991**).

Il faut savoir que la température d'ambiance n'a de signification que si elle est mesurée au niveau du poussin et dans son aire de vie (ISA, 1995) et que les erreurs de chauffage constituent la cause principale des mortalités dans les premières semaines.

C'est le facteur qui a la plus grande incidence sur les conditions de vie des animaux, ainsi que sur leurs performances. Les besoins en température des animaux diminuent avec l'âge, il faudra concevoir un bâtiment pouvant être chauffé efficacement au démarrage d'une bande et étant suffisamment aéré pour que les animaux en phase d'élevage ne souffrent pas de la chaleur. En effet, l'élévation de la température réduit les besoins et la dépense énergétique des animaux. Ainsi toute élévation de température de 1°C entraîne en moyenne une réduction de la consommation alimentaire de 1%, soit environ 1,2 à 1,6 g d'aliment par adulte par jour (Sagna, 2010).

3.2 Humidité

La plupart des auteurs conseillent de maintenir l'hygrométrie au tour de 70 % ce qui implique de bien estimer les quantités d'eau à éliminer. Une hygrométrie excessive, supérieure à 75 %, rend très difficile la thermorégulation en climat chaud et humide (ISA, 1995). De plus elle a des effets néfastes sur l'état sanitaire des animaux (maladies respiratoires, problèmes locomoteurs, etc...), elle participe ainsi dans la diminution des coefficients d'isolation thermique, et en fin altère les matériaux de construction et matériel d'élevage (Sauveur, 1988).

Une hygrométrie idéale se situe entre 55% et 75%. En climat chaud et humide, les volailles ont davantage de difficultés à éliminer l'excédent de chaleur qu'en climat chaud et sec. Les performances de croissance sont alors diminuées. Exemple de climat chaud et sec : 35°C et 40%HR. Exemple de climat chaud et humide : 35°C et 90%HR. Dans ce cas, si la ventilation naturelle se révèle insuffisante, une ventilation dynamique devra être mise en œuvre pour exporter cette eau excédentaire en dehors du bâtiment (Driouche et Hamidi ; 2017).

3.3 Litière

Les types de litière sont très variables selon les zones :

Sciures de bois : c'est une litière absorbante mais très poussiéreuse, il est préférable d'utiliser celle du bois blanc non traité.

La tourbe : c'est une excellente litière assurant l'isolation et l'absorption de l'humidité, mais coûteuse et poussiéreuse (**Belaid, 1993**).

La paille hachée : la paille devra obligatoirement être hachée ou mieux éclatée. L'éclatement permet d'augmenter le pouvoir de rétention d'eau et d'améliorer la qualité des litières (**ISA, 1995**).

Une litière de bonne qualité est également indispensable pour permettre aux oiseaux d'exprimer un comportement naturel (picotage, grattage, ...). L'épaisseur de la litière est variable selon les conditions climatiques, la densité, la maîtrise de la ventilation, la formulation de l'aliment (maïs/blé), le type d'abreuvement (pipette/abreuvoir). En copeaux ou paille hachée en climat tempéré : de 2 à 5 kg/m² selon les conditions. En été sur sol cimenté et en bâtiment bien maîtrisé, il est possible descendre sous 2 Kg/m².. En hiver, sur sol en terre battue 5Kg/m². Durant cette saison, il est très important de chauffer la masse de la litière pour éviter la condensation dans la zone de contact sol/litière. Ceci est observé fréquemment sur les sols en terre battue humide ou dans les bâtiments cimentés (**Hubbard, 2008**).

La litière peut participer dans l'apparition d'autres problèmes pathogènes :

- ✓ Des ampoules au niveau du bréchet.
- ✓ Des brûlures dues à l'ammoniac.
- ✓ Des problèmes respiratoires.

3.4 Ventilation

Il faut procéder à la ventilation naturelle (statique) ou artificielle (dynamique) afin d'éviter l'accumulation des gaz nocifs, le picage et la diminution de la production. L'efficacité de la ventilation statique doit avoir une surface globale des fenêtres qui égale à 10% de la surface du bâtiment.

3.5 Eclairage

L'éclairage chez le poulet de chair permet surtout au poussin de voir les mangeoires et les abreuvoirs, il ne doit pas être d'une intensité trop grande pour éviter tout stress qui affecte l'indice de consommation. Une bonne maîtrise favorisera et agira directement sur le taux de conversion des rations (**Le Menec, 1988**). L'éclairage doit être de 24 heures les deux premiers jours avec une intensité assez forte, par la suite, cette durée va régresser jusqu'à arriver à 6 heures de lumière par jour.

3.6 Alimentation des volailles

Pour réussir un élevage de volaille, il faut un approvisionnement régulier en aliment parfaitement équilibré dont la composition et la ration journalière doivent couvrir les besoins d'entretien, de croissance, de production, et comporter des proportions convenables de minéraux, acides aminés et vitamines indispensables.

Les éléments de base d'un aliment sont les suivants :

- Les glucides (amidon, sucre, cellulose) qui fournissent de l'énergie et renferment deux parties :
- La fraction soluble (extractif non-azotée) digérée par le poulet ;
- La fraction ligneuse (cellulose) non digérée par la volaille ;
- Les lipides : huiles et substances apparentées, elles procurent deux fois plus d'énergie que les glucides, mais sont coûteuses, et se conservent mal en climat tropical.
- Les protides : en plus du carbone, hydrogène et oxygène, ils renferment de l'azote, du soufre et du phosphore, et assurent la croissance de l'organisme. Les

acides aminés essentiels doivent se trouver dans la ration, car les oiseaux ne peuvent pas les synthétiser.

Le taux de protéines dans les aliments doit se situer autour de 20% pour les poussins, et 15% pour les pondeuses ;

-Les vitamines, l'eau ; les minéraux et les oligoéléments. **(Koyabizo Ahonziala, 2009).**

Tableau 1. Besoins alimentaires chez le poulet de chair **(Manuel de gestion poulet de chair, 2010).**

Matières	Démarrage 1-15 jours	Croissance 15- 30 jours	Finition 30 -45 jours
Energie(Kcal)	3000	3150	3200
Protéines(%)	22,5	21,5	20
Lysine (%)	1,30	1,2	1,15
Méthionine(%)	0,75	0,70	0,65
Calcium(%)	1	0,95	0,90
Phosphore(%)	0,45	0,40	0,40
Matières grasses(%)	3-6	0,40	0,40
Cellulose(%)	4	5	6

La réussite de la production de la viande blanche dépend beaucoup de l'alimentation.

Trois types d'aliments sont distribués au poulet de chair suivant leur âge :

-Aliment de démarrage ; du 1er au 10ème jour.

- Aliment de croissance : du 11ème au 40ème jour.

- Aliment de finition : du 41ème au 56ème jour.

Ces aliments composés diffèrent pour chaque période d'élevage par rapport au niveau énergétique et le taux de protéines, et ceci en fonction des besoins de l'animal.

Toutefois, l'alimentation, élément clé de la réussite de l'élevage en termes de

production, ne peut avoir un impact sur la rentabilité sans une maîtrise hygiénique parfaite.

- Pour l'abreuvement, il doit être distribué volontairement, avec une eau saine et à l'abri des souillures.

- Besoin en eau C'est une denrée primordiale pour le poulet de chair en tant que producteur de viande. L'eau constitue la majeure partie des constituants cellulaires et extracellulaires : environ 620g/kg du poids vif (**Larbier et Leclercq, 1992**). Cette eau est fournie par l'abreuvement : 73% en moyenne des sources vitales chez l'oiseau. La source métabolique ne présente qu'un faible pourcentage de l'apport en eau. Ces besoins varient en fonction de la température et la qualité d'eau absorbée. Ce besoin est deux fois plus élevé dans les périodes estivales, (**Lissot, 1987**).

3.7 Densité d'élevage

La densité définie le nombre de sujets par unité de surface, est un paramètre important que l'aviculteur doit contrôler durant les différentes phases d'élevage. Elle est directement en fonction de l'effectif de la bande à installer, on se base sur une densité de 10 à 15 poulet /m², ce chiffre est relativement attaché aux conditions d'élevage (**Alloui, 2006**). La densité d'élevage est déterminée par un certain nombre de paramètres qui peuvent être des facteurs limitant : les normes d'équipement, la qualité du bâtiment et les facteurs climatiques. Il est parfois nécessaire de réduire la densité pour maintenir soit une litière correcte, soit une température acceptable (**Hubbard, 2015**). La densité d'élevage varie selon les phases physiologiques des poulets comme le montre le tableau suivant :

Tableau (02) : Densité des poulets par poids vif (HUBBARD, 2015).

Poids vif (Kg)	Densité (sujets/m ²)
1.0	26.3
1.2	23.3
1.4	21.0
1.6	19.2
1.8	17.8
2.0	16.6
2.2	15.6
2.4	14.7
2.7	13.5
3.0	12.6

4. Problèmes liés aux conditions d'élevage

Pour les maladies aviaires, les modalités de transmission sont multiples et varient selon l'agent causal, la nature de l'organe ou tissu cible. Ainsi donc les virus responsables des maladies respiratoires effectuent une réplication sur la muqueuse des voies respiratoires et de ce fait la toux et l'éternuement répandent des particules pathogènes sous forme d'un aérosol. Les maladies entériques, provoquant la diarrhée, dispersent les agents infectieux dans l'environnement par les fientes (entérites virales, entérites hémorragiques, coccidioses et salmonelloses). Chez la poule pondeuse, l'infection des sacs aériens et de l'oviducte est provoquée par la contamination et la transmission verticale par l'oeuf. A côté des agents viraux et microbiens, il y a naturellement les vecteurs animés et inanimés, organiques et inorganiques (comme les équipements, le fumier, les aliments).

L'exploitation plus ou moins intensive des volailles favorise les infections virales, bactériennes et parasitaires et entraîne par conséquent la morbidité, la mortalité et les pertes économiques. Il y a au mieux baisse des performances, au pire, maladies cliniques graves.

4.1 Microbisme des bâtiments d'élevage

Le microbisme consiste au développement, à la persistance et les variations dans un milieu donné de la flore microbienne au sens large du terme (**Goret, 1954**). **Toma (1973)** le définit de la manière suivante :

Le terme de microbisme englobe un ensemble très disparate composé d'agent nuisible ou indifférent. Il est évident que dans le microbisme tous les agents doivent être pris en considération, qu'ils soient bactéries, virus, champignons et éléments parasitaires microscopiques quelques soit le niveau de leur pouvoir pathogène.

Ces agents peuvent être classés en :

- Agents pathogènes essentiels, spécifiques ou non, responsables des principales maladies aviaires.
- Agents pathogènes secondaires, n'ayant un rôle nuisible que dans des conditions particulières et ils sont souvent à l'origine de pathologie multifactorielle, c'est le cas d'un grand nombre de bactéries et de champignons.
- Agents commensaux ou saprophytes. La limite de distinction entre le 2ème et le 3ème groupe ne peut être nette. Un certain nombre d'agents étant opportunistes.
- Agents microbiens utiles: C'est le cas de la flore la plus recherchée à implanter soit pour faire face à des agents pathogènes (exemple : salmonelles) ou pour orienter la fermentation des litières (**Drouin, 1988**).

En aviculture, les maladies résultent essentiellement d'agresseurs provenant de l'environnement et sont toujours la conséquence d'erreurs zootechniques, on retrouve:

- **Les microbes:** virus, bactéries, mycoplasmes.
- **Les parasites:** vers ronds, vers plats,
- Les stress divers:

Physique: poussières, température, hygrométrie, ventilation.

Chimique: gaz lourds issus du métabolisme des animaux et de la décomposition des déjections (ammoniac, dioxyde de carbone).

Extérieurs: prédateurs, commensaux, actions intempestives des éleveurs, techniciens, vétérinaires.

4.2 Maladies liées à la qualité de la nutrition

- Aflatoxicose

L'aflatoxicose est une affection provoquée par l'ingestion de mycotoxines synthétisées par l'espèce *Aspergillus FLavus*: les aflatoxines. Il s'agit surtout des aflatoxines B et G. les aflatoxines sont essentiellement trouvées dans les graines d'arachides et dans leur issues (tourteau), ainsi que sur des céréales mal conservées (**Guérin et al., 2010**).

- Toxicité aiguë ou chronique

En cas de toxicité aiguë et subaiguë, les lésions des hépatocytes vont de la surcharge à la dégénérescence graisseuse. Si l'absorption de l'aliment toxique cesse, la cicatrisation aboutira à une cirrhose (sclérose hépatique et ascite secondaire) une néphrite interstitielle est également notée. En cas d'intoxication chronique, des « Hépatomes » primitifs apparaissent) (**Guérin et al., 2010**).

4.3 Maladies virales

Encéphalomyélite aviaire

C'est une maladie infectieuse contagieuse, virulente et inoculable, due à un picornavirus spécifique Elle se traduit par des troubles nerveux sur les poulets et dindons de moins de 3 semaines et par une chute de ponte importante sur les femelles adultes (**Guérin et al., 2010**).

Maladie de Gumboro

La maladie de Gumboro ou bursite infectieuse a été décrite pour la première fois par Cosgrove en 1962, aux États-Unis, près du village de Gumboro dans le Delaware.

Elle est actuellement mondialement répandue. C'est une maladie virulente, contagieuse et inoculable, affectant les jeunes poulets jusqu'à 6 semaines, et provoquée par un virus lymphotrope de la famille des Birnaviridae dénommé Infectious Bursal Disease Virus (IBDV) (**Guérin et al., 2009**). Elle est caractérisée, sur le plan clinique, par les formes aiguës d'apparition brutale ou des formes immunodépressives d'évolution subclinique

et sur le plan anatomopathologique : hémorragies intramusculaires, atteinte rénale, inflammation nécrosante et la destruction des organes lymphoïdes et plus particulièrement de la bourse de Fabricius, lieu de formation et de différenciation des lymphocytes B chez les oiseaux. La cellule cible du virus est, en effet, le lymphocyte B à un stade immature et l'infection, lorsqu'elle n'est pas fatale, mène à une immunosuppression, dans la plupart des cas transitoire, mais dont l'importance est souvent difficile à mesurer (**Van den Berg *et al.*, 2000**).

- Maladie de Marek

La maladie de Marek est une maladie contagieuse, transmissible aux volailles, due à la multiplication d'un herpes-virus (Genre *Mardivirus*) provoque la formation de tumeurs dans différents organes ou tissus mais surtout dans les nerfs périphériques (**Guérin *et al.*, 2010**).

- La bronchite infectieuse aviaire

Elle provoque des pertes économiques importantes, beaucoup plus par la morbidité qui l'accompagne que par la mortalité qu'elle provoque:

- Perte de poids, augmentation des indices de consommation;
- Chute de ponte, coquilles fragiles (**Guérin *et al.*, 2010**).

- Maladie de Newcastle (MN)

La maladie de Newcastle est une maladie infectieuse, très contagieuse, affectant les oiseaux et particulièrement les gallinacés, provoquée par certaines souches de paramyxovirus de type 1 (PMV1) (**Guérin *et al.*, 2010**).

4.4 Maladies bactériennes

- Salmonellose :

La salmonellose de la poule, anciennement dénommée para-typhose.

Les lésions observées sur les jeunes volailles sont une hypertrophie du foie et de la rate. Le foie peut présenter des foyers nécrotiques nécessitant un diagnostic différentiel avec l'hépatite à l'inclusion (**Guérin *et al.*, 2009**).

- Maladie respiratoire chronique

Elle est liée à de mauvaises conditions d'élevage et elle est une complication de maladies virales, type bronchite infectieuse, elle est appelée mycoplasmoses, c'est une

catastrophe économique, son traitement nécessite l'emploi d'antibiotiques (Lissot, 1987).

4.5 Maladies parasitaire

- Coccidiose :

C'est une maladie parasitaire grave et fréquente, elle provoque un amaigrissement, une anémie, une faiblesse des pattes, des ailes tombantes, des excréments liquides colorés en brun rouge, l'efficacité des différents anticoccidiens est réduite par des résistances acquises (Lissot, 1987).

5. Vaccination

En plus du respect strict des règles d'hygiène et de désinfection, le succès de la vaccination dépend également du choix de la souche vaccinale et du schéma de vaccination. Ceux-ci doivent prendre en compte l'existence de certains pathotypes et la présence de variantes antigéniques, le tableau suivant montre le programme de prophylaxie correspond au poulet de chair.

Tableau (03) : Programme de prophylaxie médicale chez le poulet de chair (MOULOUA, 2017)

Age (jour)	Vaccination	Traitement	Observation
1	Newcastle (atténué, souche hitchnerB1 .nébulisation) Bronchite infectieuse (atténué H120. Nébulisation)	VIGAL2X	/
7	Gumboro (atténué, souche intermédiaire, eau de boisson	SUPRAVITAMINOL (3 jours, 2 jours sans traitement, puis 3 jours)	/
14	Gumboro (atténué, souche chaude. Eau de boisson)	VIGAL 2X 3 jours	changement D'aliment
21	Newcastle (hitchner B1 ou la SOTA+VIGAL2X+BRONCHITE INFECTIEUSE (H120), eau de boisson)	VITACOS*	/
28	Varioleaviaire (Atténué, Wing web)	VESONIL 2jours	/
29	/	SUPRAVITAMINOL	Changement d'aliment
45	/	VITACOS	/
50	/	SUPRAVITAMINOL	/

6. Production mondiale de poulet de chair

D'après la FAO, le poulet de chair représenterait environ 86 % de la production mondiale de la volaille. Ces données doivent être prises avec précaution car elles résultent de l'agrégation de données d'origines multiples, récoltées selon des méthodologies variables. Elles mettent néanmoins en évidence la nette prédominance du poulet parmi l'ensemble des volailles de chair. Celle-ci est particulièrement marquée au Brésil, où la quasi-totalité de la production de volaille est constituée de poulet (97 %).

Aux Etats-Unis, la production de dinde occupe une place significative (17 %), à côté d'une production dominante de poulet (82 %).

Dans l'Union européenne, le poulet représente environ 72 % de la production, le reste étant composé en grande partie de dinde (16 %) et de canard (4 %). En Chine, la viande de poulet est également majoritaire (68 %) mais elle laisse une place conséquente aux palmipèdes (canard, oie), de l'ordre de 30 %, en lien avec l'importance de ces espèces dans les traditions culinaires du pays (**FAOSTAT, 2009**).

En 2020, la viande de volaille représentait presque 40 pour cent de la production mondiale de viande (**FAO 2022**).

La volaille occupe une place grandissante dans la consommation de viande. Dans les pays en développement à faible revenu, la raison en est qu'il s'agit du type de viande le moins cher et, dans les pays à revenu élevé, que les consommateurs préfèrent de plus en plus les viandes blanches qui sont plus faciles à préparer et perçues comme un choix alimentaire plus sain. En 2030, à l'échelle mondiale, la viande de volaille devrait représenter 41 % des protéines carnées toutes viandes confondues, soit 2 points de pourcentage de plus que durant la période de référence. C'est plus que la viande bovine (20 %), porcine (34 %) et ovine (5 %) (**FAO 2021**).

Au Brésil, la consommation individuelle semble être repartie à la hausse, après avoir marqué le pas pendant deux ans. Elle atteindrait 37 kg/hab/an, pour une consommation totale de plus de 7 millions de tonne.

D'après les perspectives de la FAO et de l'OCDE publiées en juillet 2014, la production mondiale de viande de volaille progressera de 2.4% par an de 2013 à 2023, tandis que la production de toutes viandes confondues augmenterait seulement de 1.6% par an. La volaille deviendrait alors, d'ici 2020, la première production de viandes dans le monde (134.5 MT en 2023), afin de répondre à l'évolution des préférences alimentaires (**ITAVI, 2014**).

En Algérie l'aviculture constitue un secteur très important. Ses produits assurent plus de 50% de la ration alimentaire moyenne en produits d'origine animale. Entre 1980 et 1990 le secteur avicole industriel a subi un développement très important qui a

multiplié par trois la production en viande de volaille. Ce développement a été fait dans le but d'améliorer la ration alimentaire moyenne grâce à son enrichissement en protéine animale.

7. Hygiène et qualité sanitaire des bâtiments d'élevage

Bien que le nettoyage soit facilité par les sols grillagés ou à claire-voie, il est très délicat de maintenir une hygiène correcte dans des bâtiments regroupant des centaines ou des milliers d'animaux. L'air se charge d'ammoniac, de poussières et de microbes, ce qui entraîne des taux élevés d'affections respiratoires et oculaires chez les animaux.

En Algérie les résultats obtenus par **Allouiet al., (2003)** sur l'appréciation visuelle de la qualité du nettoyage montrent une insuffisance dans la réalisation des mesures d'hygiène dans les poulaillers. Les notes d'hygiénogramme sont faibles pour la plus part des élevages. Selon ces auteurs la majorité des poulaillers visités ont un statut hygiénique non satisfaisant. Le manque de qualification du personnel dans les méthodes de décontamination serait une contrainte dans la réussite de lutte contre les vecteurs et les contaminants comme le signalent (**Drouin, 2000**).

La moitié des exploitations pratiquant l'aviculture (50%) sont très mal entretenues, avec des aviculteurs qui ne respectent pas les mesures d'hygiène élémentaire (élevages pluri-espèces, absence de pédiluve, bâtiments précaires, non respect du vide sanitaire, automédication, désinfection mal faite, présence de vecteurs de contamination, cadavres d'animaux sur le site..). Le comptage de colonies de streptocoques (>51UFC / 25cm²) donne une appréciation de la mauvaise décontamination des bâtiments.

D'un autre coté, il est établi que la productivité et la rentabilité des élevages en Algérie a contraint l'utilisation d'une alimentation industrielle de qualité qui puisse répondre au besoin nutritionnel accru de poulet de chair. Cet état de fait a contraint l'utilisation des antibiotiques comme facteurs de croissance. Cependant, ils ont favorisé l'apparition des résidus d'antibiotiques dans la chaîne alimentaire et un nombre important de souches bactériennes d'origine animale (**Aggad et al., 2010**) et des réactions allergiques chez l'homme (**Mathloutiet al., 2002**). Des études épidémiologiques menées en Irlande ont montré que la volaille constitue une source importante de contamination par la salmonelle pour l'homme (**Crilly et al., 2001**). Par ailleurs, à travers des réactions d'oxydation des changements dans les qualités

organoleptiques et une perte de valeur nutritive en plus des aspects toxiques apparaissent dans ce cadre.

Chapitre 02

**Généralités sur le gland de chêne
vert (*Quercus ilex*)**

Le chêne (*Quercus*) occupe une place remarquable parmi tous les peuplements forestiers ; avec 33% de la superficie mondiale boisée, soit près de la moitié des feuillus, qui représentent 66% du total (CNRS, 1975). Il est implanté essentiellement dans le bassin méditerranéen (Portugal- Espagne- Algérie- France- Italie- Tunisie- Maroc) et pousse aussi en Asie, en Europe moyenne et en Amérique du nord où les conditions climatiques sont favorables à sa végétation. Cette essence compte plusieurs espèces dont les plus dominantes sont le chêne vert (*Quercus ilex*) et le chêne liège (*Quercus suber* L) (Solymos, 1993 et Hochbichler, 1993) .

La classification selon Quezel et Santa, (1962), est la suivante (Sarir., 2016) :

- Embranchement Spermaphytes
- Sous-embranchement Angiospermes
- Classe Dicotylédones
- Ordre Fagales
- Famille Fagacées
- Genre *Quercus*
- Espèce *Quercus ilex*

1. Caractéristiques biochimiques du gland de chêne vert

La composition chimique du gland, fait ressortir les aspects suivants (tableau 04) :

- L'amidon et les matières grasses en proportion non négligeable, font du gland un produit énergétique par excellence. La cellulose ne dépasse guère les 5% si le fruit est décortiqué. Néanmoins, la coque du gland en renferme 17% de la matière sèche (figure 1).
- Les tanins sont en proportion relativement faibles dans l'aliment gland (2%), permettant une utilisation en alimentation animale sans risque potentiel d'intoxication.

D'autre part, la composition en acide gras du gland, fait ressortir une prédominance des acides oléique (66,8 %), palmitique (18,4 %), linoléique (18,4 %) et uniquement 0.6 % d'acide linolénique, conférant ainsi aux glands une qualité diététique acceptable en nutrition animale et humaine (Afraitane , 1990).

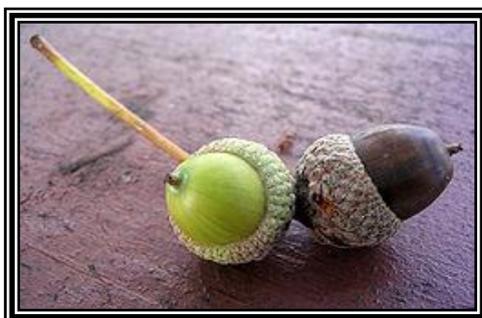


Figure 1. Gland de chêne vert

Tableau (04) : Composition chimique des glands de chêne vert et des glands de chêne liège entiers comparés au maïs

Composition Espèces	Matière Sèche	Amidon	Cellulose Brute	Sucres Réducteurs	Protéines	Matière Grasse	Matière Minérale	Tanins	Auteurs
Glands de chêne Vert	76.6	52,12	4,46	-	6,56	5,64	2,6	1,4	(4)
	82,85	71,37	2,44	-	7,87	8,04	2,01	0,70	(3)
Glands de Chêne Liège	56,64	46,96	2,20	10	7,89	14,75	3,21	0,32 0,34	(1)
	74,74	45,94	3,82	-	5,28	5,4	2,8	2,4	(4)
	78	65,43	2,93	-	6,75	7,62	1,81	0,75	(3)
Maïs	86	72,50	2,66	-	10,2	4,81	1,92	-	(2)

(1)Afraitane, 1990 (2)Larbier et Leclercq, 1990 (3) Ait Saada, 1997 (4) Keddami, 2002

2. Aptitudes nutritionnelles du gland de chêne vert en alimentation des poulets de chair

En Algérie, plusieurs travaux portant sur les aptitudes nutritionnelles des régimes à base de gland de chêne vert et gland de chêne liège crus ou autoclavés ont été réalisés sur le poulet de chair (Bouderoua et Selselet-Attou, 2003; Bouderoua et al., 2009). Tous ces travaux, montrent que l'incorporation du gland de chêne vert dans le régime du poulet de chair, a permis d'enrichir la viande en acides oléique et linoléique, comparables à ce qui est rapporté par les travaux portant sur l'enrichissement de la

viande de poulet par des lipides insaturés contenus dans certaines huiles végétales, tel que l'huile de colza, l'huile de tournesol et l'huile de poisson (**Bouderoua, Selselet-Attou et Mourot., 2003**).

2.1. Composition chimique de la viande de poulet

Des expériences intéressantes, conduites par, **Ait Saada (1997), Bouderoua et Selselet-Attou (2003)**, ont démontré que les poulets ayant reçu un régime à base de glands de chêne liège ont réalisé des masses plus faibles de carcasses éviscérées (environ 20%) par rapport aux poulets ayant reçu un régime à base de glands de chêne vert, et autres nourris par un régime standard (**tableau 05**).

Tableau(05) : Données pondérales concernant le poulet et son tissu adipeux (**Bouderoua et Selselet-Attou; 2003**)

Régimes	Témoin	G.C.V	G.C.L
Poids vifs	2800	2240	1980
Gain de poids	2500	1900	1700
Poids des carcasses éviscérés (g)	2100	1600	1300
Poids du tissu adipeux (g)	54,2	27,5	22,1
Poids du foie (g)	32,3	28,3	27,5
Lipides totaux (g/100g de tissu adipeux)	34,4	19,8	15,4

G.C.V : Gland de chêne vert.

G.C.L : Gland de chêne de liège.

Toutefois, le poids du tissu adipeux est deux fois plus important chez les poulets nourris par l'aliment standard. Les mêmes observations peuvent être retenues pour la proportion des lipides totaux. Par ailleurs, le poids du foie des animaux des 3 régimes ne révèle pas d'écart significatif (**tableau 5**).

2.1.1. Protéines

Les protéines dans le muscle de la cuisse (**tableau 06**) sont faibles chez les poulets nourris par le gland comparativement à ceux alimentés par le régime témoin-maïs (22% vs 23%). Cette proportion diminue d'avantage avec la substitution totale du maïs par le gland de chêne (**Bouderoua, 2004**).

Tableau (06) : Composition protéique des viandes de poulet nourris aux glands de chêne (**Bouderoua, 2004**)

Régime	Gland de chêne vert		Gland de chêne liège		Aliment maïs
	Substitution Partielle	Substitution Totale	Substitution Partielle	Substitution Totale	
Protéines	22,6	20,5	18,7	20,3	17,1

2.1.2. lipides

Hammou (2009), rapporte dans ses résultats que la qualité de la carcasse obtenue avec le régime gland est caractérisée par un dépôt de gras réduit par rapport à ceux du régime standard (**tableau 07**).

Les lipides dans les viandes de poulets nourris aux glands de chêne vert sont dans des proportions plus faibles par rapport à ceux du régime standard (2,5 vs 3,1 g/100g de muscle) (**Bouderoua et al., 2009**).

2.1.3. Les acides gras

Les acides gras du muscle de la cuisse, mettent en évidence la grande richesse en acide oléique, suivi de l'acide linoléique (1,0 vs 0,6% des acides gras identifiés) et l'acide linoléique (**tableau 08**). Ce dernier est en proportion plus importante chez les poulets de chair nourris aux glands de chêne vert par rapport au régime témoin (18,2 vs 14,5% au jour 56).

Tableau (07). Teneur du filet et de la cuisse en lipides totaux en (g/100g de muscle) (Hammou, 2009)

Régime	Maïs		Gland de chêne vert	
Le muscle	Cuisse	Filet	Cuisse	Filet
Les lipides totaux	2,77	2,20	1,80	1,48

(Bouderoua *et al.*, 2009) de même, la proportion en acides gras mono insaturés (AGMI) a montré la plus grande teneur pour les deux types de régime alimentaire, avec l'acide oléique comme principal constituant représenté dans le muscle gland, alors que la proportion de l'acide palmitique ne révèle pas d'écart significatif entre les deux régimes.

Le rapport (n-6 / n-3) était également plus élevé (16,27 vs 13,89) chez les poulets de chair nourris aux glands de chêne vert par rapport au témoin (Bouderoua *et al.*, 2009).

Tableau (08) : Composition en acides gras et en lipides totaux du muscle de la cuisse (*Sartorius*) des poulets nourris aux glands de chêne vert (En % des acides gras identifiés) (**Bouderoua et al., 2009**)

Régimes	Témoin	G.C.V
C16 : 0	28,82	22,70
C16 : 1	7,38	5,32
C18 : 0	8,69	5,66
C18 : 1(n9)	35,42	43,92
C18 : 2(n6)	14,51	18,20
C18 : 3(n3)	0,60	0,84
C20 : 0	0,24	0,33
C20 : 4(n6)	1,89	1,25
C20 : 5(n3)EPA	0,07	0,04
C22 : 5(n3)	0,18	0,12
C22 : 6(n3) DHA	0,18	0,11
AGMI	43,50	49,71
n-6 / n-3	13,89	16,27

GCV : Gland de chêne vert. - **EPA** : Eicosapentaeoïque acide.

DHA : Docosaheptaenoïque acide. - **AGMI** : Acides gras monoinsaturés.

3. Effet des tanins

Les tanins sont des facteurs susceptibles de modifier fortement la valeur alimentaire d'une matière première. Ils précipitent les protéines salivaires et les glycoprotéines buccales, ce qui permet d'expliquer la physiologie de l'action astringente des tissus végétaux avant la maturation (**Blum, 1984**).

Les tanins ont donc une forte affinité pour les protéines qu'ils rendent insolubles. Par ces propriétés, ils entravent le phénomène de la digestion, soit en inactivant les enzymes digestives, particulièrement les enzymes protéolytiques (**Langstrof et Mc Nab, 1989**)

amylase, trypsine, et la chymotrypsine. Soit en réagissant avec les protéines alimentaires, ou encore augmenter les besoins de l'organisme en certains acides aminés telle que la lysine et la méthionine (**Larbier et Leclerc, 1992**). Moins le gland est riche en substances phénoliques, moins les phénomènes de la digestion sont perturbés et mieux cet aliment est accepté. **Afraitane(1990)** a trouvé des teneurs très faibles variant entre 0.32% et 0.70% respectivement pour le GCV, et le GCL des teneurs similaires ont été recensées par **Carter et al (1993)** pour l'espèce Q Alba (0.1% à 0.3%). **Koenig et Heck (1988)** rapportent que l'espèce Q, Agrifolia renferme un taux oscillant entre 15% et 20%.

En Algérie, les teneurs en tanins trouvées par **Bouderoua et al (1995-2002-2005 et 2009)**, permettent d'affirmer que le GCV peut être utilisé en alimentation animale (volaille et ovins) sans risque potentiel d'intoxication.

4. Tolérance aux Tanins

La tolérance aux tanins varie avec les espèces animales. L'action serait plus nocive chez les monogastriques que chez les ruminants qui posséderaient dans le rumen une tannase (**Lawrence et al, 1994**). **Wolter (1974)** rapporte l'intoxication par le gland de chêne Rouvre en France a tué plusieurs centaines de bovins limousins, surtout des jeunes qui sont nettement moins résistants à la forte teneur en tanins (plus de 8%) .

Chez la volaille, un retard de croissance a été observé avec une ration contenant 0.6 % de tanin. Les mêmes observations ont été faites chez les rats et hamsters recevant contenant 0.20% d'acide tannique (**Mitjavila et al 1970**).

5. Valeur alimentaire du gland de chêne vert

Bouderoua et al (2002) s'accordent à dire que le gland de chene vert est un aliment énergétique par excellence, un complément en aliment riche en azote est donc nécessaire. La connaissance de la valeur alimentaire du gland semble être indispensable pour raisonner d'une manière rationnelle l'alimentation des animaux .

Toutes les études faites jusque là, ont permis de dire que le gland peut remplacer partiellement ou en tonalité le maïs dans l'alimentation de la volaille, sans que l'indice

de croit et le rendement ne soient perturbés. Cette voie est évidemment éminemment économique.

A travers le calcul des valeurs alimentaires, il apparait que le gland de chêne vert est un aliment riche en énergie et pauvre en protéines brutes . Compte tenu de ce déséquilibre, leur son faible apport protéique peut être compensé par une complémentation azotée.

Chapitre 03

La bentonite dans l'alimentation des volailles

L'argile est employée en production animale biologique d'un point de vue thérapeutique. Il a d'ailleurs été démontré que la bentonite est très efficace contre la diarrhée chez les veaux et certains produits pharmaceutiques pour soigner la diarrhée en contiennent (**Dembinski et al., 1985**). Or, c'est une argile utilisée dans plusieurs domaines, a fait l'objet d'un grand nombre de recherches en agriculture conventionnelle pour son utilisation dans l'alimentation des animaux domestiques.

En effet, diverses études montrent que l'utilisation des argiles dans l'alimentation de la volaille pourrait améliorer la productivité (**Bouderoua, 2016**). Le mécanisme par lequel les argiles améliorent les performances de la volaille n'est pas suffisamment claire. La capacité d'échange cationique et les propriétés d'absorption de ces minéraux argileux, sans grand changement dans leur structure, causent à accroître l'efficacité alimentaire de la volaille (**Shariatmadari, 2008**).

1. Les argiles

Les particules d'argile résultent de la désintégration physique ou mécanique des roches, suivie d'une transformation chimique. L'argile, matériau naturel qui contient habituellement des phyllosilicates (silicates en feuillets), est plastique à l'état humide et durcit par séchage ou chauffage. Elle peut également renfermer des matériaux qui n'induisent aucune plasticité (le quartz par exemple) et/ou de la matière organique : ce sont des phases associées (**Moore et Renolds ., 1989**).

Les phyllosilicates sont l'un des principaux composants de la croûte terrestre, ils ont été abondamment étudiés par diffraction de rayons X qui est l'outil fondamental pour leur identification et dont la structure confère à ces matériaux comparativement à d'autres types de sols ou de roches ; des propriétés bien spécifiques quant à leur interaction avec l'eau (**Caillère et al., 1982**). Le fait de parler de ces minéraux implique que l'on en sélectionne une certaine catégorie en fonction de leur comportement. Le caractère argileux est lié à quatre types de critère :

- Division: les minéraux doivent se présenter à l'état de très petites tailles inférieures à 2 μm .

- **Faciès:** leur particules dissymétriques à tendance lamellaire peuvent glisser les unes sur les autres, ce qui leur confère la plasticité, cette forme favorise également le piégeage de molécules liquides en particulier de l'eau.
- **Dispersion:** ces espèces doivent pouvoir constituer la suspension colloïdale plus ou moins stable avec l'eau, les propriétés interfaciales doivent donc jouer un grand rôle.
- **Constitution chimique:** ce sont des silicates car seuls ces composés semblent pouvoir être caractérisés par les propriétés qui viennent d'être évoquées.

1.1 Structure et propriétés chimiques des argiles

Du fait de leurs propriétés physiques et physico-chimiques, les argiles jouent un rôle fondamental dans les processus intervenant dans les sols. Ces propriétés résultent, à la fois, des caractéristiques intrinsèques aux argiles (composition chimique, structure et morphologie) et des conditions physico-chimiques dans lesquelles elles se trouvent. De par leurs conséquences sur les phénomènes aux interfaces, la taille, la forme et la surface spécifique sont les caractéristiques morphologiques les plus importantes (**Celso Velho et Ramirez, 1998**).

Elles dépendent de la granulométrie, de la structure minéralogique et de la répartition des charges, la granulométrie confère aux argiles des propriétés analogues à celles des substances colloïdales.

1.2 Classification des argiles

La définition des argiles dépend de la discipline concernée, et comme l'AIPEA (Association International pour l'étude des Argiles), propose de définir les argiles comme produits de décomposition des roches siliceuses, due à une désagrégation physique et mécanique et par altérations chimiques (**Chaumande, 2011**).

1.2.1 Montmorillonite

La montmorillonite est une dioctraédrique où l'ion Na joue le rôle de cation neutralisant la charge induite par les phénomènes de substitution partielle soit de l'Al octaédrique par Mg ou Fe soit du Si tétraédrique par Al. (**Bartos *et al.*, 1982**).

1.2.2 Kaolinite

Est une argile de type (1 :1) est de structure (Al₂ Si₂O₅). Le feuillet de kaolinite résulte de la liaison d'une couche tétraédrique avec une couche octaédrique, la liaison se faisant par les atomes d'oxygène. Formée d'un empilement de ces feuillets, de l'ordre d'une centaine (**Bouziane, 2007**). Ces empilements sont difficiles à les dissocier.

Cette argile est particulièrement répandue dans les sols provenant de régions à climat chaud et humide (**Scrano, 1997**). Elle est efficace en adsorption des tannins et des alcaloïdes réduisant leur biodisponibilité (**Dominy et al., 2004**), et soigne les troubles intestinaux comme la diarrhée (**Wilson, 2003**).

1.2.3 Illite

Cette argile est une phyllosilicate de type (2 :1). C'est un matériau de transition entre les micas muscovitiques et la montmorillonite. L'illite est une argile très répandue dans les sols et est un précurseur des minéraux tel que la vermiculite et les smectites. Elle se transforme dans la couche intermédiaire par substitution des cations non échangeables avec des cations hydratés échangeables (**Scrano, 1997**).

1.2.4 Smectites

Le groupe le plus diversifié de type 2 :1, gonflables et se caractérisent par la présence en quantités variables de molécules d'eau et de cations dans l'espace interfoliaire. Une des smectites les plus abondantes est la montmorillonite de structure (M (Al₁₁, 67MgO, 33OH₂) Si₄O₁₀). La surface spécifique de la montmorillonite peut aller jusqu'à 800 m²/g, ce qui explique sa tendance à fixer des cations échangeables. Elle est consommée en vertu de ses propriétés protectrices de la muqueuse intestinale (**Gilardi et al., 1999**).

2. Bentonite

La bentonite ou montmorillonite est une argile appartenant à la famille des smectiques. Elle est connue depuis la préhistoire, on l'appelle parfois Terre à foulon. Les argiles se différencient par leurs propriétés absorbantes. L'absorption désigne la faculté d'éponger, voire de pomper les liquides. Cela permet à certaines argiles d'être désodorisantes, purifiantes, ou encore décolorantes. L'adsorption désigne la faculté

d'échanger des particules (c'est le cas lorsque les ions d'argile ne sont pas saturés), à titre d'exemple des minéraux contre des toxines.

Les bentonites (Fort-Benton, USA) sont parmi les premiers liants apparus en alimentation animale. Les bentonites contiennent plus ou moins de montmorillonite, qui est une argile à 3 feuillets associée à des composés colloïdaux. Plus la teneur en montmorillonite est importante, plus élevées sont les propriétés lubrifiantes.

Les feuillets sont liés par des ponts ioniques dûs à la présence de cations. La liaison est si faible qu'elle se brise sous la simple action de l'eau (**Caillère *et al.*, 1982**). La capacité d'échange est élevée et décroît dans l'ordre suivant (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , H^+ , Na^+). On utilise le terme bentonite de sodium ou bentonite de calcium en fonction de la nature de l'ion échangeable. La bentonite de sodium a généralement une plus grande capacité à se lier à l'eau que la bentonite de calcium. A l'état pur, elle peut absorber au moins 5 fois sa masse d'eau. Lorsqu'elle est totalement saturée, elle explose : un gel est obtenu, qui perd sa plasticité et se disperse sans former de pâte liante. La bentonite de calcium par contre n'absorbe qu'une à une fois et demie sa masse d'eau (**Olentine, 1980**).

2.1 Origine de la bentonite

L'altération et la transformation hydrothermale de cendres des tufs volcaniques riches en verre entraînant la néoformation des minéraux argileux, qui font partie principalement du groupe des smectites, les roches argileuses ainsi formées portent le nom de bentonite, d'après le gisement situé près de fort benton (Wyoming, Etats-Unis). Elle contient plus de 75% de montmorillonite ; cette dernière fut découverte pour la première fois en 1847 près de Montmorillon, dans le département de la Vienne (France) (**Deribere et Esme, 1943**).

En Algérie, les gisements de bentonite les plus importants économiquement se trouvent dans l'Oranie (Ouest algérien). On relève en particulier la carrière de Maghnia (Hammam Boughrara) dont les réserves sont estimées à un million de tonnes et de Mostaganem (M'zila) avec des réserves de deux millions de tonnes (**Abdelouahab *et al.*, 1988**).

La SPA BENTALE commercialise la bentonite à travers deux gisements localisés à l'Ouest de l'Algérie, à Hammam boughrara dans la wilaya de Tlemcen et M'zila dans la wilaya de Mostaganem. En 2007, la production de cette argile a atteint 32600 tonnes, une augmentation de 20,25% par rapport à l'année 2006.

La montmorillonite est une argile blanche, généralement sa densité est égale à 2,04. Elle est partiellement soluble dans l'acide chlorhydrique mais totalement détruite par l'acide sulfurique. La propriété la plus importante est sa capacité d'échange de cations qui varie de 100 à 150 milliéquivalents pour 100g d'argile et sa surface spécifique qui est (pour la montmorillonite de Maghnia) de 90m² /g.

Différents auteurs ont mis en évidence trois niveaux d'organisation dans les systèmes argileux, particulièrement les montmorillonites. La Figure 02 montre la présentation des trois différents niveaux d'organisation caractéristiques de cette structure multi-échelle de la montmorillonite.

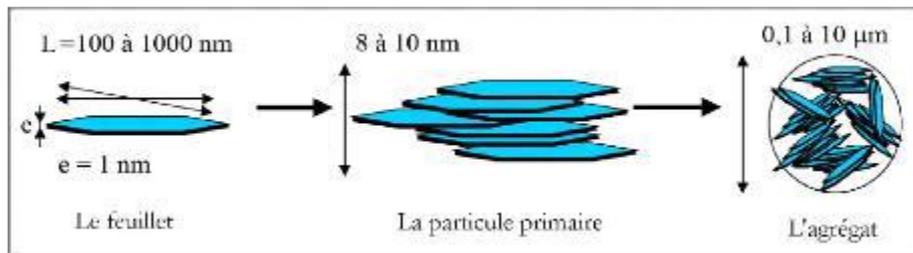


Figure (02) : Structure multi-échelle de la montmorillonite (Adel Benchabane, 2006)

2.2 Différents types de bentonite

Il existe deux types de bentonite :

-La bentonite sodique : qui augmente de volume lorsqu'elle est humide et qui peut absorber plusieurs fois sa masse en eau. Cette propriété est mise en valeur dans les mastics pour l'enfouissement de matières polluantes dans le sol. Elle est utilisée dans les puits de forage de pétrole et la recherche géothermique.

-La bentonite calcique : (pascalite) qui ne possède pas ces propriétés de gonflement, a des applications parapharmaceutiques dont les résultats restent à prouver, notamment dans le domaine du système digestif. Des tribus indigènes d'Amérique du Sud,

d'Afrique et d'Australie ont longtemps employé l'argile de bentonite pour cet usage (Carretero, 2002).

2.3 Composition chimique de la bentonite

La bentonite de Maghnia caractérisée par une surface spécifique de 80 m², un pH légèrement acide (6,2) et une composition diversifiée en oxydes avec la prédominance de SiO₂ et Al₂O₃ comme montre le tableau suivant :

Tableau (09) :Composition chimique de la bentonite de **Maghnia**

Constituants	%
SiO ₂	69,4
Al ₂ O ₃	14,7
Fe ₂ O ₃	1,2
CaO	0,3
MgO	1,1
Na ₂ O	0,5
K ₂ O	0,8
MnO ₂	0,2
As	0,05

Anonyme : Rapport de laboratoire de l'ENOF de Mostaganem.

2.4 Propriétés fondamentales de la bentonite

Les propriétés particulières des minéraux argileux sont dues à la petite taille, à la structure en feuillet et à la charge négative des particules (Sposito, Grasso., 1999).

- Capacités d'échange cationique

Les argiles ont la propriété de fixer de façon réversible (échangeable) des cations contenus dans les solutions environnantes. La capacité d'échange cationique (CEC) est une caractéristique très importante, elle est définie comme la quantité de cations monovalents et divalents (Li⁺ , Na⁺ , K⁺ , Ca²⁺, ou Mg²⁺) susceptibles d'être substitués par des cations compensateurs pour compenser la charge négative de 100 grammes d'argiles. Elle est conventionnellement exprimée en milliéquivalents pour 100 grammes d'argile (meq/100g) (Azzouz, 2006). Cette capacité d'échange cationique est considérée de manière globale et concerne à la fois les cations de l'espace interfoliaire, les cations de surface et de bordure de feuillets.

- La surface spécifique :

Les argiles sont largement utilisées comme des adsorbants à cause de leur grande surface spécifique, qui comprend la somme de deux surfaces, l'une externe comprise entre les particules et l'autre interne correspondant à l'espace interfoliaire (**O'zcan et al., 2007**). Elle est exprimée en m² par gramme d'argile, l'augmentation de la surface spécifique donne un pouvoir de gonflement plus important et par conséquent un potentiel de gonflement plus élevé. La surface spécifique semble être un paramètre très important dans la caractérisation précise de l'argile. En effet, plus le sol est fin plus la surface spécifique est élevée (**Demirbas, 2009**)

- La propriété du gonflement

Le gonflement cristallin intervient à l'échelle la plus petite de la structure argileuse, il permet une augmentation de distances interfoliaires de 0,96 à 2 nm et il dépend du nombre de couches de molécules d'eau adsorbées entre deux feuillets voisins (**Borisover et al., 2011**) (c'est le cas de smectites telles que la montmorillonite et des chlorites). L'eau pénètre à l'intérieur des particules et s'organise en couches monomoléculaires, le gonflement interfoliaire présente une ampleur très importante.

2.5 Purification de la bentonite naturelle

L'échantillon brute, qui provient du milieu naturel contient de par sa formation des impuretés qu'il est préférable d'éliminer. Parmi elles, se trouvent de la silice libre, du quartz, de la cristobalite et une certaine quantité d'oxydes dont du fer. Donc le traitement préliminaire de la bentonite naturelle consiste à la débarrasser de toutes ces phases cristallines, ensuite à remplacer tous les cations échangeables de natures diverses par des cations de sodium Na⁺ et permet aussi d'avoir des fractions granulométriques bien définies, de taille inférieure à 2 micromètres.

Diverses étapes existent dans la purification de la bentonite naturelle:

- Le premier point consiste à effectuer les opérations unitaires suivantes:
- Concassage des roches de la bentonite en morceaux par un mortier,
- Broyage des morceaux de la bentonite dans le broyeur,
- Tamisage de la poudre de la bentonite,
- et le lavage successif avec l'eau distillée.

3. Utilisations de la bentonite

3.1 En alimentation animale

L'utilisation de suppléments d'argile chez l'animal et la volaille n'est pas nouvelle. Certaines bentonites ont longtemps été utilisées comme liant et lubrifiant, agent dans la production de charges granulées (**Quissenberry, 1967**).

L'ingestion d'argile est un phénomène naturel pour les animaux si l'on considère que les sols agricoles contiennent souvent une fraction argileuse. Des études ont montré que les poulets tolèrent plus de bentonite à 3% dans la ration, l'alimentation des vaches laitières tolère la bentonite à 2% de la consommation totale. Bien que ces études aient été réalisées à l'aide d'un seul échantillon de bentonite, sa composition est typique de la plupart des autres bentonites à 2,5% de l'alimentation. Cependant, chez les volailles, 0,5% de bentonite réduit la disponibilité du manganèse dans les poulets d'engraissement (**Dembiski et al., 1985**).

L'utilisation de bentonite apparaît comme étant particulièrement profitable dans le cas des volailles. Bien qu'une première recherche ait indiquée que l'on pouvait créer une carence en vitamine A chez des poussins en ajoutant de la bentonite à une diète artificiellement basse en pigments (**Briggs et Spivey, 1954**), de nombreuses autres études menées avec des rations normales ont démontré les avantages de la bentonite.

3.1.1 Utilisation chez la poule pondeuse

Quisenberry (1968) a observé que l'addition de bentonite dans l'aliment des poules pondeuses améliore le taux de ponte ainsi que le calibre des œufs avec une réduction en taux de mortalités. D'autres études ont été élaborées par des chercheurs qui indiquent l'efficacité de la bentonite en absorption de toxines et remarquent une réduction en bactéries de la flore intestinale.

Ambula et al., (2003) ont trouvé que la bentonite a diminué l'intensité de la couleur du jaune et avoir une tendance à baisser la production d'œufs pour une inclusion de 1 à 4%, mais elle a un effet de résistance pour la coquille, ainsi, aucun effet sur la performance de l'inclusion de 0,25% ou 0,5% de bentonite à un taux d'inclusion de 2 - 8%. Dans une autre étude, ils n'ont pas observé un bon rendement en poids mais

l'indice de consommation est légèrement supérieur au taux d'insertion élevée pour un régime additionné de 5% de bentonite (**Inal et al., 2000**).

3.1.2 Utilisation chez le poulet de chair

La bentonite souvent utilisée comme additif alimentaire a été additionnée avec succès dans les aliments pour volailles sans aucun effet nuisible (**Prvulovic D et al., 2008, Safaeikatouli M et al., 2011**). La bentonite améliore le taux de croissance et l'efficacité alimentaire chez les poulets de chair en permettant une meilleure utilisation des protéines et de l'énergie. La raison en serait que la bentonite prolonge le transit intestinal et le temps de passage de la nourriture.

Selon **Tortuero Cosialls et al., (1992)**, l'incorporation de l'argile dans le régime alimentaire du poulet augmente le temps de transit, environ 2 à 3 heures chez 87,5% des oiseaux avec l'alimentation contenant 1,5% d'argile contre 1,5 à 1,75 heures pour 62,5% des poulets du régime témoin sans bentonite.

Toutefois, l'addition de la bentonite à un taux de 1 et 3% dans le régime alimentaire des poulets de chair améliore significativement le taux de passage de l'aliment, les performances de croissance, les caractéristiques des carcasses, ce qui permet une meilleure production (tableau 10) (**Damiri et al., 2012**).

Tableau (10) : Gain du poids en grammes des poulets de chair (Damiri et al., 2012**).**

	Phase de démarrage	Phase de croissance	Phase de finition
Groupe témoin	556.92	1231.70	1788.60
Bentonite 1.5%	568.39	1215.20	1783.60
Bentonite 3%	545.76	1263.90	1809.70

3.2 Effet de la bentonite sur l'état d'hygiène des bâtiments d'élevage

Selon la FAO (Food and Agriculture Organization), l'élevage serait l'un des causes principales des problèmes environnementaux majeurs : réchauffement de la planète, dégradation des terres, pollution de l'atmosphère et des eaux et perte de biodiversité.

Un élevage intensif de poulet de chair conduit à une importante production des fumiers, induisant ainsi une désintégration microbienne rapide. La biodégradation anaérobie incomplète du fumier (un mélange de matières fécales, d'urine et de résidus de nourriture et d'eau) génère des polluants gazeux qui affectent la qualité de vie, la

sécurité de l'homme et la santé du bétail. Les odeurs émis par les fermes à grande échelle sont également très offensants pour les personnes vivant dans la région voisine (**Rappert et Müller, 2005**).

Il y a peu d'informations sur la nature chimique des odeurs provenant du fumier animal, afin de développer des méthodes de réduction. Jusqu'à présent, il a été constaté que les odeurs formés dans les élevages est un mélange complexe de gaz, composé de plus de 160 composants chimiques et comprend principalement des composés soufrés, l'ammoniac et les amines volatiles ainsi que les indoles et acides gras volatils (**Yan et al., 2013**).

Ces gaz peuvent causer une irritation des voies respiratoires, des allergies, de l'asthme, une sensibilité accrue aux maladies infectieuses, l'irritabilité, le stress, des maux de tête chroniques, des nausées, la léthargie et bien d'autres chez les personnes exposées de façon prolongée. Les composés odorants affectent également la santé des animaux d'élevage et réduisent ainsi la qualité et l'efficacité de l'agriculture. (**Siegeford et Powers, 2008; Wings et al., 2008**).

Les recherches actuelles tendent à développer une méthode efficace afin de minimiser le degré de pollution des bâtiments d'élevage. De ce fait, des méthodes chimiques sont capables de réduire ce problème à savoir l'addition de la bentonite comme adsorbant de l'humidité dans l'aliment, et par la suite au niveau des fientes des poulets.

Selon **Łukasz Wlazło et al., (2016)**, les propriétés d'absorption de l'ammoniac par la bentonite et de la zéolite ont été confirmées. La réduction la plus significative du taux d'ammoniac par rapport au témoin a été notée pour 2% de bentonite et 1% de zéolite. La réduction moyenne pour toute la période de l'expérience variait de 26,41% à 29,04%. Les aluminosilicates testés peuvent être utilisés pour neutraliser l'ammoniac libéré sur les fermes avicoles .

Ainsi, les aluminosilicates ont également été testés comme complément alimentaire pour les visons et les rats, pour vérifier ses propriétés de sorption (**Nowakowicz-Debek et al., 2011, 2013; Wlazło et al., 2014**). Pendant l'incubation des échantillons

des groupes expérimentaux, une concentration statistiquement significative plus faible d'ammoniac libéré a été observée.

La supplémentation en nourriture de rat avec 0,5% de bentonite diminue la libération de l'ammoniac jusqu'à 24,4%. Ces différences ont été statistiquement significatives. La réduction moyenne de l'ammoniac pour la période entière a été rapportée dans la littérature à 56,7% lorsque 1% de bentonite de sodium a été ajoutée à l'aliment. On a également montré que les aluminosilicates présentaient de fortes propriétés d'adsorption de l'ammoniac dans une étude de **Nowakowicz- De bek et al., (2011)**.

Le volume de l'ammoniac produit est influencé par un certain nombre de facteurs environnementaux (température, activité de l'eau, pH) qui déterminent directement la croissance des micro-organismes uricolytiques. L'altération du cycle de développement des bactéries putréfiées impliquées dans la décomposition de la matière organique morte et des processus biochimiques de protéolyse et de désamination des acides aminés entraîne les changements observés dans les niveaux d'émission de gaz. L'énergie de transition libérée pendant cette étape est largement utilisée pour la synthèse de composés organiques aux stades ultérieurs de la transformation de l'azote, ce qui se reflète dans les différences observées de l'émission d'ammoniac.

4. Effet général sur les animaux

4.1. Energie et protéines

L'ajout de bentonite de sodium à une source de protéine comme le tourteau de soya a un effet positif sur l'utilisation de l'azote par les ruminants. Selon **Britton et al., (1978)**, la bentonite absorbe l'ammoniac d'une solution lorsque la concentration en est élevée et le relâche lorsque cette concentration est faible. La bentonite augmente donc l'efficacité d'utilisation de l'azote.

4.2. Minéraux et vitamines

L'ajout de bentonite a souvent pour effet de changer les proportions des différents minéraux, en particulier des cations, dans le rumen. **Martin et al., (1969)** ont noté par exemple qu'à partir de 4% de bentonite ajouté à la ration ruminants, le calcium phosphore était affecté.

Les premières études sur la bentonite cherchaient à voir s'il y avait un effet négatif à utiliser la bentonite comme liant dans les aliments en comprimés. Suite à quelques expériences théoriques indiquant que la bentonite pouvait bloquer l'absorption de carotène chez les rats et les poussins. **Erwin et al., (1957)** ont démontré que l'ajout de bentonite de sodium à raison de 3% dans une ration commerciale riche en pigments n'affectait pas la croissance et la digestibilité chez les bouvillons et ne nuisent pas à l'absorption de carotène. La même observation a été faite pour les volailles avec des rations contenant 5% de bentonite (**Briggs et Spivey, 1954**).

Partie Expérimentale



Les viandes rouges restent inaccessibles à la majorité de notre population vu leur cherté, l'Algérien se retrouve dans l'obligation de recourir aux viandes blanches pour essayer d'équilibrer, dans la mesure du possible sa ration alimentaire déficitaire en protéines animales. Le poulet atteint son poids d'abattage en 6-8 semaines d'âge. Il a la capacité de convertir les protéines contenues dans les plantes riches en cellulose, inutilisables par l'homme, en protéines animales de haute valeur biologique. Il peut fixer en viande comestible jusqu'à 23% de protéines alimentaires. Ainsi, pour satisfaire les besoins en protéines animales de la population, l'Algérie doit donner plus d'importance à ce secteur d'élevage, pour approvisionner le marché local en viande hautement diététique, pour pallier l'insuffisance des viandes rouges dans la ration alimentaire moyenne des consommateurs, d'un côté, et fournir un produit de qualité d'un autre côté (**Benathmane, 2012**).

La finalité et l'objectif du secteur de la production animale étant de fournir des produits sains à la consommation humaine, de ce fait, il est plus que nécessaire d'attirer l'attention du consommateur sur le contenu de son assiette. L'influence des paramètres d'élevage des animaux sur la qualité nutritionnelle des produits qui en sont issus, et plus particulièrement l'alimentation, a été largement démontrée (**Benathmane, 2012**).

Sachant la corrélation positive existant entre la nature des matières grasses ingérées par les animaux et la composition en acides gras de leur carcasse, notamment chez les monogastriques, plusieurs études ont été menées afin d'enrichir les produits carnés en AGPI n-3, bénéfiques pour la santé. De plus, les recommandations actuelles préconisent à faire tendre le rapport n-6/n-3 vers une valeur voisine de 5 ; ce qui est loin d'être le cas aujourd'hui dans presque toutes les populations mondiales.

Dans ce contexte, plusieurs travaux menés par des chercheurs Algériens ont montré la possibilité d'utiliser le gland de chêne vert (GCV) (naturellement riche en AGI) dans l'alimentation du poulet de chair sans que les performances de croissance et la composition corporelle ne soient altérées. Des résultats intéressants ont été obtenus par **Bouderouaet al. (2003 ; 2009)** sur les performances zootechniques et les qualités nutritionnelles et diététiques des viandes blanches qui sont caractérisées par un rendement à l'abattage acceptable.

L'élevage de poulets de chair est pratiqué partout dans le monde, dans des conditions très variables qui peut se faire de trois manières: - en batterie ; - au sol ; - mixte ; sol-batterie.

Pour une meilleure maîtrise des conditions d'élevage, il semble nécessaire de valoriser l'alimentation de poulet de chair en quelques matières premières produites localement. A titre d'exemple, la bentonite est l'une de ces matières premières, réputée pour sa richesse en minéraux et susceptible d'être utilisée en alimentation des animaux.

Les scientifiques ont redécouvert des minéraux d'argile à des fins médicales. La consommation d'argile a été utilisée pendant des centaines d'années par les animaux et les cultures indigènes pour promouvoir la guérison interne et l'amélioration des indicateurs économiques et l'utilisation de la commercialisation des minéraux de silicate sont recommandés comme ingrédient dans le fourrage (**Johns and Duquette, 1991;Safaeiet al., 2014**). Elle est utilisée comme un additif alimentaire dans l'alimentation des volailles et ne présente aucun effet nocif sur la santé des animaux (**Prvulovicet al., 2008;Safaeikatouliet al., 2010**).

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui vise à étudier les effets d'ajout du gland et de la bentonite dans l'alimentation sur les performances de croissance, la qualité de la viande, état de santé et conditions générales d'hygiène chez le poulet de chair élevé en sol et en batterie.

Objectifs et Méthodologie

Objectifs de l'étude :

Le présent travail a été mené afin d'étudier les effets de l'élevage en cage de poulet de chair nourri par du régime à base de gland de chêne vert GCV additionné de bentonite calcique sur:

- L'effet du mode d'élevage par une étude comparée du poulet de chair élevé en cage et au sol,
- Les performances zootechniques et efficacité nutritionnelle des régimes à base de GCV supplémentés en bentonite,
- L'appréciation de l'état général de l'hygiène par la mesure de la charge bactérienne au niveau de l'ambiance, la litière, les murs des bâtiments d'élevage, les poulets et le personnel en contact avec l'élevage,
- Impact de l'addition de la bentonite sur l'état de santé des animaux,
- Effets sur la qualité de la viande de poulets.

Dans cet essai, plusieurs mesures et contrôles ont été réalisés dont :

- Les performances productives des poulets de chair durant la période d'élevage, ainsi que les paramètres pondéraux des carcasses et qualité de la viande,
- Evaluation de la qualité nutritionnelle de la viande des poulets nourris à base de GCV additionné par la bentonite,
- La qualité microbiologique de la litière et les niveaux de contamination des élevages dus aux germes responsables de l'hygiène en général,
- Contrôle de l'état de santé des animaux durant la croissance et en finition, principalement la réponse immunitaire des sujets suite à l'addition de la bentonite.

1. Matériel et méthodes

1.1 Conditions expérimentales et méthodes

La présente étude a été conduite au sein de l'exploitation d'élevage de l'Université Abdelhamid Ibn Badis sise à Hassi Mamèche-Mostaganem du 01/06/2018 au 26/07/2018. Cet essai a été conduit dans un bâtiment d'élevage subdivisé en plusieurs enclos, renfermant toutes les commodités pour une bonne conduite de l'élevage du poulet de chair.

Les boxes d'élevage ont été préalablement nettoyés et désinfectés avant de subir un vide sanitaire de deux semaines, nécessaire pour tout élevage de poulet de chair.



Figure(03): Enclos d'élevage des poussins

1.2 Animaux

Les poussins d'un jour, non sexés, de la souche Hubbard ISA 15, ont été fournis par le couvoir de l'O.R.A.V.I.O (Mostavi) groupement avicole de l'OUEST GAO.

Les animaux ont été regroupés pendant la phase de démarrage, puis séparés en six lots selon le régime distribué au cours de la croissance et de la finition.

1.3 Régimes alimentaires

1.3.1. Le gland de chêne vert

Le gland de chêne vert *Quercus ilex* a été récolté dans la forêt de Bissa- Zeboudja W. de Chlef (latitude 36° 13' N ; longitude 1° 20' E) durant la dernière semaine de novembre (21-25) 2017. La récolte a été décidée lorsque la teneur en tannins est de 1 % (après analyse), signe de la pleine maturité. Immédiatement après récolte, le gland est étalé et séché à température ambiante dans un local couvert et bien aéré. Pour assurer un bon séchage, les glands sont quotidiennement retournés. Cette opération de séchage est conduite durant 20 jours jusqu'à l'obtention d'une humidité de 18 %, compatible avec un broyage sans risque de colmatage.

Le broyage a été réalisé par un broyeur à marteaux qui a suivi d'un tamisage en vue d'assurer un bon décorticage.



Figure (04) : Séchage du gland de chêne vert

1.3.2 La bentonite

La bentonite calcique a été prélevée du gisement de Hammam Boughrara sise dans la région de Maghnia. Elle a été fournie à titre de don par l'entreprise BENTAL Enof-Algérie (35° 0' 36.583" N 1° 44' 45.312" W) **tableau (11)**.

La bentonite calcique, argile commerciale, a été utilisée sous forme de poudre.

Tableau (11) : Composition chimique de la bentonite de Maghnia

Constituants	%
SiO ₂	69,4
Al ₂ O ₃	14,7
Fe ₂ O ₃	1,2
CaO	0,3
MgO	1,1
Na ₂ O	0,5
K ₂ O	0,8
MnO ₂	0,2
As	0,05

Anonyme : Rapport de laboratoire de l'ENOF de Mostaganem.

Les autres composants des régimes : son fin, maïs, tourteau de soja, complément minérale et vitaminique, phosphore et calcium seront fournis par l'U.A.B de Mostaganem (Ex O.N.A.B).

Les différents régimes alimentaires ont été élaborés de façon énergétique et iso-protéiques.

1.4 Conditions d'élevage

1.4.1 Elevage au sol et en batterie

L'expérimentation a été réalisée sur des poulets de chair de sexe mal de la souche **HubbardISA F15**. Les poulets ont été élevés dans des conditions adéquates d'élevage (alimentation, abreuvement, suivi sanitaire). Le bâtiment d'élevage est implanté dans la région de Mazagan, Wilaya de Mostaganem faisant partie des ateliers expérimentaux de l'université de Mostaganem.

300 poussins avec un poids moyen de 40,70 g ont été regroupés durant les 11 premiers jours et nourris avec un régime standard (3,100 kcal/kg, 22% protéines). A 12 jours d'élevage, les poulets de poids moyens de 360g ±23g ont été divisés en six lots selon le régime distribué au cours de la croissance et de la finition, le premier lot recevant le régime témoin sans addition de gland ni de bentonite, constituant le lot

Méthodologie

témoin et élevés au sol (TS), le deuxième lot nourri au régime à base de gland et élevé au sol (GS), le troisième lot nourri au régime à base gland et additionnée de bentonite et élevé au sol (GBS), le quatrième lot recevant le régime témoin et élevé en batterie(TB), le cinquième lot nourrit à l'aliment gland et élevé en batterie (GB), le sixième lot nourrit à l'aliment gland et bentonite et élevé en batterie (GBB).

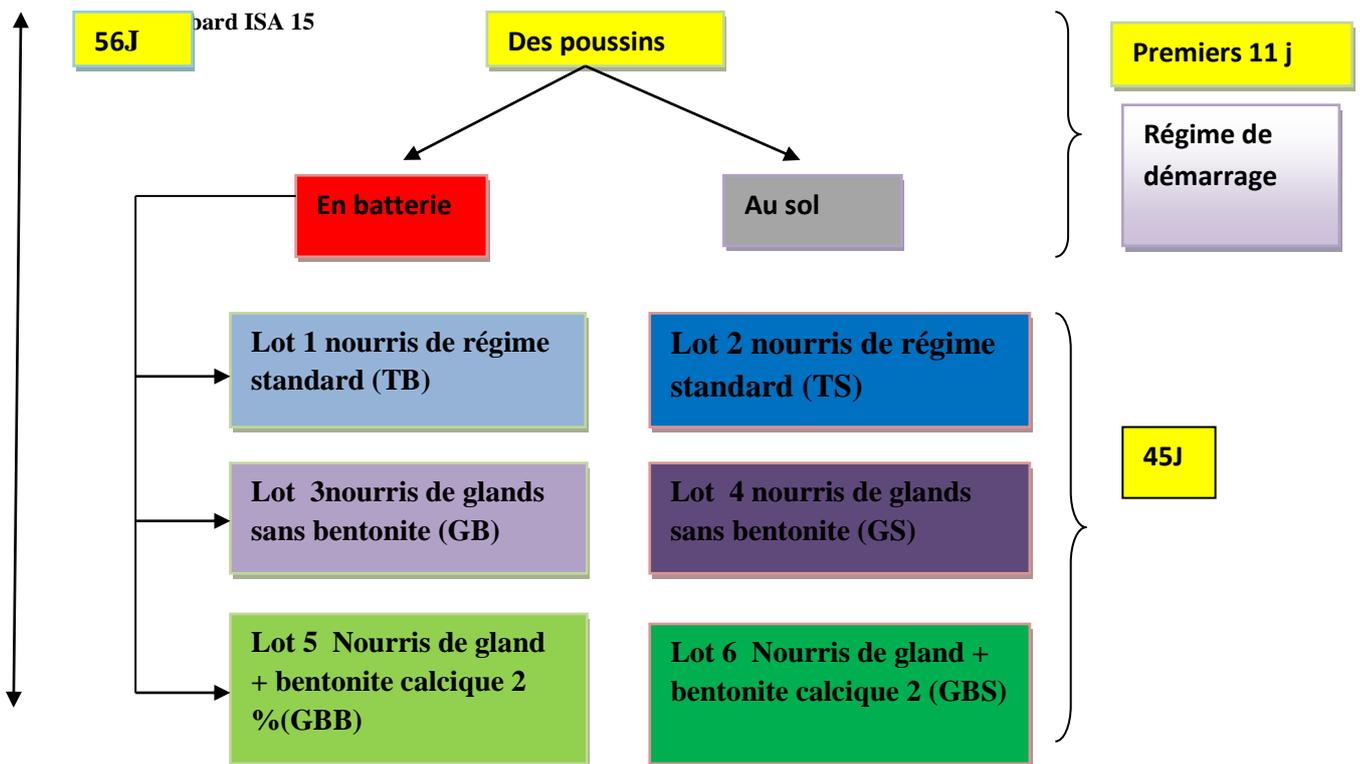


Figure (05) : Schéma descriptif de l'installation des lots

1.4.2 Prophylaxie sanitaire

Des mesures de prophylaxie sanitaire (nettoyage, désinfection et vide sanitaire) ont été entreprises avant la réception des poussins. Le local était nettoyé puis désinfecté avec de la chaux, qui est répandue sur le sol et les murs.

1.4.3 Prophylaxie médicale

Le programme prophylactique est résumé dans le tableau 12.

Tableau (12): Différents produits vétérinaires administrés aux animaux pendant la période d'élevage

Produits vétérinaires utilisés	Périodes	Traitements	Voie d'administration
HB1	1 ^{er} et 7 ^{ème} jours	New castle	Eau de boisson
Anti-GUMBORO	14 ^{ème} et 21 ^{ème} jours	Gumboro	Eau de boisson
Vitamine E	30, 31, 32 ^{ème}	-	Eau de boisson
Poly-vitamines	30, 31, 32, 33, 34 ^{ème} jours	Complexe vitaminique	Eau de boisson

1.4.4 Mode d'élevage

L'expérience a duré 56 jours comprend deux phases :

- Phase de croissance de 6 semaines du 12^{ème} au 42^{ème} jour
- Phase de finition de 2 semaines exactement du 42^{ème} jusqu'à 56^{ème} jour.

1.4.4.1 Elevage au sol

L'élevage a été mené au sol sur une litière composée de sciure de bois et de paille à environ 15 cm d'épaisseur. La température était de 30 à 35°C pendant la phase de démarrage et de 22 à 25°C durant la phase de croissance et de finition. L'eau et l'alimentations ont été distribués à volonté pour les animaux.

1.4.4.2 Elevage en batterie

A travers le système de la batterie, les poules sont maintenues dans les limites étroites de la cage. Celle-ci doit avoir une conception et des dimensions qui assurent un confort optimal à la poule.

Le plancher est l'élément le plus important de la cage puisqu'il doit simultanément assurer le confort des animaux. Les critères à considérer sont la rigidité, la pente et le poids.

Les mailles utilisées sont de 25 x 38 mm, avec des diamètres des fils variant de 2 à 2,4 mm.

Méthodologie

Les espaces préconisés se présentent comme suit :

- surface : 450 cm² / poule,
- hauteur : 40 cm sur 65% de la surface,
- mangeoires,
- abreuvoir.



Figure(06) : une batterie d'élevage

1.4.5 Alimentation

Durant la phase de démarrage (du 1^{er} au 11^{ème} jour), les poussins regroupés sont nourris avec le même régime, qui est l'aliment démarrage.

À l'issue de cette première phase et jusqu'à la fin d'élevage les poussins ont été répartis en 6 groupes :

Groupe 01 : Animaux nourris avec le régime standard sans addition de gland et bentonite calcique et élevées au sol (**TS**).

Groupe 2 : Animaux nourris avec le régime standard additionné de 19,8g /kg de gland de chêne vert GCV et élevées au sol (**GS**).

Groupe 3 : Animaux nourris avec le régime standard additionné de 19,8g /kg de gland de chêne vert et 2% bentonite calcique et élevées au sol (**GBS**).

Méthodologie

Groupe 4 : Animaux nourris avec le régime standard sans addition de gland et bentonite calcique et élevées en batterie (**TB**).

Groupe 5 : Animaux nourris avec le régime standard additionné de 19,8g /kg de gland de chêne vert et élevées en batterie(**GB**).

Groupe 6 : Animaux nourris avec le régime standard additionné de 19,8g /kg de gland de chêne vert et 2% bentonite calcique et élevées en batterie (**GBB**).

La composition du régime expérimental a été élaborée de telle sorte que les niveaux énergétiques et protéiques se rapprochent au maximum du régime témoin **O.N.A.B** (**Tableau 13**)

Les calculs sont établis en respectant les besoins des animaux pour chaque phase d'élevage (croissance et finition) et les normes d'utilisation des matières premières.

Méthodologie

Tableau(13) : Composition et caractéristiques biochimiques des régimes alimentaires (g/kg) aliment.

Ingrédients %	Régime témoin RT	Régime (GCV) sans BC	Régime à base de FGCV+2% BC
Maïs	60.00	48.12	46.92
FGCV	-	19.80	19.80
Bentonite calcique	-	-	2.00
Tourteaux de soja	30.00	24.06	23.46
Son	7.00	5.62	5.48
Calcaire	1.00	0.80	0.78
Phosphate	1.00	0.80	0.78
Méthionine	0.31	0.27	0.26
Lysine	1.10	0.90	0.89
Met +Cys	0.68	0.57	0.56
Calcium	0.79	0.64	0.65
Phosphore	0.60	0.51	0.53
CMV	1.00	0.80	5.48
EM (kcal/Kg)	2835	2936.66	2879.96
Protéines%	20.21	17.50	17.09
Energie /protéines	140.27	161.26	162.16

¹Vitamin premix: provided (in mg per kg of diet); vitamin E, 6; vitamin K3,0.80; vitamin B1, 1; vitamin B2, 3; Pantothenate of Ca, 6; vitamin B6, 1.5;vitamin B12, 0.006; folic acid, 0.2; nicotinic acid, 12; copper, 5; cobalt,0.65; manganese, 65; zinc, 65;selenium, 0.25; iron, 50; iode, 0.8;magnesium, 100

1.5 Mesures et contrôles

1.5.1 Les paramètres zootechniques

➤ Poids vifs

La pesée hebdomadaire des poids vif des animaux concerne un échantillon de 20 animaux par lot expérimental. Les pesées ont été effectuées par une balance de pèse animaux.

➤ Consommation d'aliments

La consommation d'aliment chez les animaux est évaluée au quotidien et représente la différence entre la quantité distribuée ôtée de la quantité d'aliment refusée par l'animal.

➤ Gain de poids

Le gain de poids correspond à la différence du poids de l'animal au cours de sa croissance.

➤ L'indice de consommation

C'est l'indicateur de l'efficacité alimentaire, il correspond à la quantité d'aliment nécessaire pour obtenir 1Kg de produit fini, leur calcul est comme suit :

IC = Quantité d'aliment consommée (g) / Quantité de produit obtenu (g).

➤ Taux de mortalité

La mortalité est suivie au quotidien pendant toute la période de l'essai. Le taux de mortalité exprimé en pourcentage (%) est calculé à partir de la formule suivante :

$TM (\%) = \text{Nombre de sujets morts} / \text{Nombre de sujets mis en place}$

1.5.2 Paramètres pondéraux de la carcasse

Le jour de l'abattage, des pesées sont effectuées et ont concerné les poids des carcasses et organes comme le poids vifs, le poids des carcasses pleines, poids des carcasses éviscérées, poids du cœur, poids de foie et poids du gras abdominal.

1.6 Prélèvements

1.6.1 Prélèvement sanguins

A l'âge de 42 et 55ème jours, le sang a été prélevé au niveau de la veine allaire de cinq poulets de chaque lot et recueilli dans des tubes secs afin de récupérer le sérum ainsi que dans des tubes préalablement héparinés (10 µl/ml) et conservés à 4°C jusqu'à

centrifugation (3500 g, 15 min, 4°C), pour une séparation des phases plasmatique et érythrocytaire. Les tubes contenant du sérum sont conservés à -20°C jusqu'aux analyses biochimiques.

1.6.2 Prélèvement des muscles

Pour les prélèvements des muscles destinés aux analyses biochimiques de la viande, l'échantillonnage réalisé au moment de l'abattage a concerné deux muscles le muscle *Pectoralis major* et le muscle *Sartorius*. Les échantillons sont ainsi identifiés et conservés à une température de -18 °C jusqu'à leur analyse ultérieure.

1.6.3 Prélèvements microbiologiques

Au 49ème jour d'élevage, des prélèvements de cinq essais par lot ont été réalisés par écouvillonnage sur surfaces, où des prises de 50 g d'échantillons ou par ouverture momentanée des boîtes de Petri stériles renfermant les milieux de cultures pour germes spécifiques. Les différentes points concernées par les prélèvements sont : l'aliment distribué, les animaux, la surface des murs (10cm²) des enclos d'élevage, l'ambiance, la litière et le personnel (blouses, bottes, mains...).

1.6.4 Prélèvement des organes pour coupes histologiques

Les prélèvements de la bourse de *Fabricius*, foie et intestins grêles sont opérés juste après l'abattage, ils sont ensuite, pesés et conservés dans du formol jusqu'à la réalisation des coupes histologiques (Luna, 1968).

1.7 Analyses biochimiques

1.7.1 Analyses biochimiques du sérum

Les paramètres biochimiques du sérum ont été déterminés à l'aide d'un spectrophotomètre en utilisant les kits de (spinreact Santa Coloma. Espagne).

1.7.1.1 Dosage du glucose

Le dosage du glucose sérique est basé sur une technique enzymatique colorimétrique par kit par la méthode de **Trinder (1969)**. Le glucose est catalysé en acide gluconique, sous l'action de l'enzyme glucose oxydase (GOD). Le peroxyde d'hydrogène formé est détecté par un accepteur d'oxygène chromogène, phénol-aminophénazone, en présence de la peroxydase (POD).

Méthodologie

L'intensité de la couleur formée dépend de la concentration du glucose dans l'échantillon.

- **Réactifs**

Réactif 1	Une solution tampon : Tampon TRIS à pH 7,4 et le phénol
Réactif 2	C'est un mélange des enzymes : le glucose oxydase (GOD), le peroxydase (POD) et le 4- Aminophénazone (4-AP).
Réactif 3	Le standard : une solution de glucose pour le calibrage (100mg/dl).

Le réactif de travail est un mélange des deux premiers réactifs : le réactif 2 est dissous dans le réactif 1.

- Mode opératoire

1. Trois solutions sont préparées, illustrés dans le tableau suivant :

Tableau (14) : Préparation des solutions de travail pour le dosage de la glycémie.

	Blanc	Standard	Echantillon
Réactif de travail (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard (µl)	--	10	--
Echantillon (µl)	--	--	10

2. Ces solutions sont mixées, et incubées pendant 10 minutes à 37 °C.

3. La lecture des absorbances de chaque solution se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde 505 nm.

4. Calcul :

$$\text{mg/dl de glucose} = \frac{(A)\text{échantillon} \times 100(\text{concentration du standard})}{(A)\text{standard}}$$

1.7.1.2 Dosage du cholestérol

Le cholestérol est mesuré après hydrolyse enzymatique puis oxydation. L'indicateur quinoneimine est formé à partir du peroxyde d'hydrogène et du amino 4 antipyrine en présence de phénol et de peroxydase.

- **Réactifs**

Réactif 1	Une solution tampon de phénol à pH 6,9.
Réactif 2	Des enzymes : cholestérol estérase (CHE), cholestérol oxydase, peroxydase et 4- Aminophénazone (4- AP).
Réactif 3	Une solution de standard : cholestérol à 200 mg/dl.

Le réactif de travail est un mélange obtenu par la dissolution du réactif 2 dans le réactif 1.

Le mode opératoire du dosage du cholestérol est identique à celui du glucose présenté dans le tableau 9.

1.7.1.3 Cholestérol HDL

Les lipoprotéines VLDL (verylowdensitylipoprotein) et les lipoprotéines LDL (lowdensitylipoprotein) du sérum sont précipités par le phosphotungstate en présence des ions de magnésium. Après centrifugation le surnageant obtenu contient les lipoprotéines HDL (high densitylipoprotein) dont le cholestérol est dosé par le réactif cholestérol enzymatique.

- **Réactifs**

Un réactif précipitant contenant de l'acide phosphotungstique et le chlorure de magnésium. En plus, les réactifs utilisés lors du dosage de cholestérol.

- **Mode opératoire**

100 µl de réactif précipitant sont ajoutés à 1ml de l'échantillon, les tubes sont bien mélangés et laissés attendre pendant 10 minutes à une température ambiante. Ensuite, les solutions ont subi une centrifugation à 12000 tours pendant 2 minutes, le surnageant est récupéré pour le test du cholestérol HDL.

Concernant, le test du cholestérol HDL, les mêmes instructions pour le dosage du cholestérol son procédées.

- Calcul

mg/dl de cholestérol HDL = (A)échantillon / (A)standard x 200 (concentration du standard)

- **Calcul du LDL**

Selon la formule de Friedewald :

LDL cholestérol = cholestérol total – triglycérides/5 x HDL cholesterol

1.7.1.4 Dosage des triglycérides

Les triglycérides sont incubés avec la lipoprotéine lipase (LPL), pour libérer le glycérol et les acides gras libres. Le glycérol est converti en glycérol-triphosphate (G3P) et adénosine-5-diphosphate (ADP) par le glycérol kinase et l'ATP. Le (G3P) est ensuite converti par glycérol phosphate déshydrogénase (GPO) en dihydroxyacétone phosphate (DAP) et peroxyde d'hydrogène (H₂O₂). A la fin de la réaction, le peroxyde d'hydrogène réagit avec 4-aminophénazone (4-AP) et p-chlorophénol en présence de peroxyde (POD) pour donner une couleur rose.

L'intensité de la couleur dépend de la concentration des triglycérides présents dans le sérum.

- **Réactifs**

Réactif 1	Une solution tampon, pH 7,5, p-chlorophénol.
Réactif 2	Des enzymes : lipoprotéine lipase (LPL), glycérol kinase (GK), glycérol phosphate déshydrogénase (GPO), peroxydase (POD), 4-aminophénazone (4-AP) et ATP.
Réactif 3	Une solution standard de triglycérides à 200 mg/dl.

Le réactif de travail est un mélange obtenu par la dissolution du réactif 2 dans le réactif 1.

Le mode opératoire de ce paramètre est le même du glucose.

Les solutions sont incubées à 37°C pendant 5 minutes, ensuite la lecture au spectrophotomètre à une longueur d'onde 505 nm.

- Calcul

mg/dl de triglycérides = (A)échantillon / (A)standard x 200 (concentration du standard)

Facteur de conversion : mg/dl x 0,0113 = mmol/l.

1.7.1.5 Dosage du calcium

Les ions Ca²⁺ libres dans le sérum sanguin forment un complexe violet en milieu alcalin avec l'O-crésol-phtaléine-complexon, quantifiable par spectrophotométrie à 570nm. L'intensité de la coloration du complexe est directement proportionnelle à la concentration en calcium.

- **Réactifs**

Réactif 1 : Ethanolamine 500mmol/l
Réactif 2 : o-Cresophtalein 0.62 mmol/l, 8-Hydroxyquinolein 69 mmol/l

Calcium CAL : Calcium standard 10 mg/dl

- **Mode opératoire**

La préparation des solutions est représentées dans le tableau suivant :

Tableau (15) : Préparations des solutions de travail pour le dosage du calcium.

	Blanc	Standard	Echantillon
R1 (ml)	1,0	1,0	1,0
R2 (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard (µl)	--	20	--
Echantillon (µl)	--	--	20

L'incubation de solutions se fait à une température de 37 °C pendant 5 minutes.

- **Calcul**

mg/dl de calcium = (A)échantillon / (A)standard x 10 (concentration du standard).

1.7.1.6 Dosage des protéines totales

En milieu alcalin, les protéines donnent une couleur violette/bleue en présence de sels de cuivre; ces sels contiennent de l'iodure qui agit comme un antioxydant. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration de protéines totales dans l'échantillon testé.

Méthodologie

- Réactifs

Réactif de Biuret	Tartrate de potassium de sodium, Iodure de sodium, Iodure de potassium Sulfate de cuivre (II), Hydroxyde de sodium
Standard	Solution d'albumine bovine 7 g/Dl

- Mode opératoire

Tableau(16):. Préparation des solutions de travail pour le dosage des protéines.

	Blanc	Standard	Echantillon
R (ml)	1,0	1,0	1,0
S (µl)	--	25	--
E(µl)	--	--	25

- □ Calcul

$(A)E / (A)S * 7 = \text{g/l de protéines totales.}$

1.7.1.7 Dosage de la créatinine

La créatinine présente dans l'échantillon réagit avec le picrate en milieu alcalin pour donner un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie à $500 \pm 20 \text{nm}$. On mesure la vitesse de formation de ce complexe dans des périodes initiales courtes en évitant ainsi l'interférence d'autres complexes.

- Réactif

R1 Réactif de picrique	Acide picrique	17,5 mmol/l
R2 Réactif alcalin	Hydroxyde de sodium	0,29 mol/l
Créatinine CAL	Créatinine standard	2 mg/dl

Le réactif de travail correspond au mélange du R1 et R2.

- Mode opératoire :

La préparation des solutions de travail est illustrée dans le tableau suivant :

Méthodologie

Tableau(17) :Préparation les solutions pour le dosage de créatinine.

	Blanc	Standard	Echantillon
Réactif (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard (µl)	--	100	--
Echantillon (µl)	--	--	100

La lecture des absorbances se fait après 30, 90 secondes,

$$\Delta A = A_2 - A_1$$

□ Calcul :

$$\Delta Echan - \Delta Blanc \Delta Stand - \Delta Blanc \times 2 = \text{mg/dl de créatinine}$$

1.7.1.8 Dosage de l'urée :

Urée est dosée par une méthode colorimétrique enzymatique selon la réaction suivante : $\text{Urée} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Uréase}} 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$

Les ions d'ammoniums, en présence de salicylate d'hypochlorite de sodium réagissent en formant un composé de couleur verte (dicarboxyluidophenol) dont l'intensité est proportionnelle à la concentration de l'urée.

Réactifs :

Réactif 1	Tampon	
Réactif 2	EDTA	2 m mol/l
	Salicylate de sodium	60 m mol/l
	Nitroprussiate de sodium	32 m mol/l
	Uréase	30 m mol/l
	Phosphate PH 6,7	60 m mol/l
Réactif 3	Etalon urée	0.5 g/l 8.325 mm/l
Réactif 4	Hypochlorite de sodium	40 m mol/l
	Hydroïde de sodium	

Préparation et stabilité de réactifs :

Le réactif 4 est à compléter avec 90 ml d'eau distillée

Méthodologie

Dissoudre le flacon R2 dans le tampon R1 : réactif 1

Echantillon :

L'échantillon à doser est un sérum ou un plasma recueilli sur héparine. On peut aussi faire le dosage à partir de l'urine diluée au 1/50 avec de l'eau distillée.

Mode opératoire :

Longueur d'onde.....590nm (578HG)

Température.....25-30-35°C

Cuve.....1 cm d'épaisseur

Ajuster le zéro du spectrophotomètre sur le blanc réactif

	Blanc	Etalon	Echantillon
Etalon	--	10µl	--
Echantillon	--	--	10µl
Réactif de travail	1ml	1ml	10 ml

Mélanger et incuber 5 min à 37°C ou 10 min à 20-25 °C

Lire contre le blanc. La stabilité de la coloration dure 2 heures à l'abri de la lumière.

Réactif 4	1ml	1ml	1ml
-----------	-----	-----	-----

Calcul :

$$\text{Urée} = \frac{\text{Do Echantillon}}{\text{Do Etalon}}$$

G/L.....n= 0.5

M mol/l.....n=8.325

• Linéarité :

La méthode est linéaire jusqu'à 4 g/ l. (66, m mol /l), mais dans l'urine jusqu'à 100g/l

Valeurs usuelles :

Sérum.....0,15 - 0,45g/l

Urine.....20 – 35g/24 heure

1.7.2 Analyses biochimiques des régimes alimentaires et de la viande

1.7.2.1 Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR, 1985)

Des échantillons de 5g sont placés, dans des creusets en porcelaine puis laissés déshydrater pendant 24 heures dans une étuve réglée à une température de 105 C°.

Après le refroidissement des creusets dans le dessiccateur pendant 45 minutes, la matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi déduite.

La teneur en eau ou en matière sèche des échantillons sont exprimées en pourcentage.

$$MS (\%) = \text{masse } M(g) / \text{échantillon (g)}$$

La teneur en eau de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = 100 - MS (\%)$$

1.7.2.2 Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR ;1985)

La teneur en cendres est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique par incinération à 550°C dans un four à moufle pendant 3 heures.

La teneur en matières minérale de l'échantillon est calculée par la relation suivante :

$$\text{Teneur en matière minérale (\%)} = (M_2 - M_0) / (M_1 - M_2) * 100$$

Avec :

- M_0 : Masse du creuset vide (en gramme).
- M_1 : Masse totale du creuset contenant la prise d'essai (en gramme).
- M_2 : Masse totale du creuset et les minéraux bruts (en gramme).

La teneur en matière minérale est exprimée en pourcentage.

1.7.2.3 Dosage des lipides totaux

a. Principe

Les lipides totaux des échantillons ont été extraits par la méthode de **Folchet al., (1957)**. Cette technique repose sur le principe d'une extraction à froid des lipides par un mélange de solvant chloroforme / méthanol (2/1 ; v/v ; réactif de Folch). Cette extraction s'effectue par la séparation de phases : la phase inférieure (chloroforme + lipides) et la phase supérieure (méthanol + eau). L'addition d'une solution aqueuse de NaCl à 0,58% permet la séparation des phases.

b. Mode opératoire

La phase supérieure constituée de méthanol et d'eau, contient les composés hydrophiles (glucides et protéines) dont la dissolution est favorisée par la présence de sel, tandis que les lipides sont dissous dans la phase organique inférieure. La pesée du ballon contenant l'extrait lipidique après évaporation du solvant permet de calculer la teneur en lipides exprimée en pourcentage.

Un échantillon de 10g est préalablement découpé en petits cubes sont mis en présence de 60 ml de réactif de Folch (méthanol+ chloroforme) et broyés à l'aide d'un homogénéisateur (type ultra thurax) pendant 3 minutes. Le mélange obtenu est filtré à travers un verre fritté de porosité 1. Ainsi, ce filtrat additionné d'une solution de Na Cl à 0,73% à raison d'un volume de Na Cl pour 4 volumes de filtrat est soumis à décantation dans une ampoule à décanter. La phase inférieure (chloroforme + lipides) est soutirée puis filtrée sur du sulfate de sodium (chauffé à 80°C) et récupérer dans un ballon préalablement pesé. La phase supérieure (méthanol + eau + lipides résiduels), restée dans l'ampoule, et rincée avec une solution contenant 20% de NaCl à 0.58% + réactif de Folch. Après agitation, on laisse décanter à nouveau environ 20 minutes. La phase inférieure est récupérée et ajoutée au premier filtrat.

Le chloroforme est ensuite évaporé sur une colonne à distiller sous vide. Il ne reste alors dans le ballon que les lipides mis à sec.

Le pourcentage des lipides totaux peut être déterminé par la formule suivante :

$$\% \text{ lipides totaux} = (\text{poids ballon plein} - \text{poids ballon vide}) \times 100 / \text{poids de l'échantillon}$$

1.8 Analyse sensorielle de la viande

Après l'abattage des animaux, dix carcasses de poulets ont été prises au hasard du groupe témoin (T) et du groupe (GCC) afin de subir une cuisson de type rôti au four à raison de 1heure par kg de carcasse (les carcasses ont été badigeonnées légèrement avec du beurre sans addition d'aucun autre condiment). Ensuite un test organoleptique a été établi sur des panélistes expérimentés en vue d'évaluer la qualité des viandes (cuisse et pilon) selon les critères sensoriels suivants (couleur, jutosité, tendreté et flaveur).

Méthodologie

Chaque panéliste a évalué les critères sensoriels préalablement cités selon des barèmes de notations prédéfinis (tableau 7).

Tableau(18): Barèmes de notations des critères d'appréciation de la qualité de la viande

Notes	1	2	3
Tendreté	Tendre	Moyen tendre	Dur
Gras	Gras	Moyen gras	Maigre
Jutosité	Peu juteux	Juteux	Très juteux
Flaveur	Peu prononcée	Prononcée	Très prononcée
Couleur	Blanc	Rose	Rouge
Saveur	Bonne	Excellente	Mauvaise

1.9 Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques consistent à dénombrer des germes contenus dans les prélèvements réalisés préalablement sur : l'ambiance, les animaux, l'aliment, la litière et les murs des enclos d'élevage. Ainsi, les écouvillons sont alors récupérés dans des tubes à essai contenant 9 ml d'eau peptonée tamponnée.

Les écouvillons sont traités le jour même du prélèvement. Selon l'AFSCA, (2002):Le temps s'écoulant entre le prélèvement et l'ensemencement ne doit en aucun cas dépasser 12 heures.

Les tubes à essai contenant les écouvillons sont mis au réfrigérateur (pour éviter l'augmentation de leur température) et traités par série de trois de la manière suivante : Chaque écouvillon est soumis à une agitation mécanique vigoureuse type Vortex pendant un temps précis de 30 secondes.

Les germes recherchés et dénombrés dans cette étude sont :

- La flore aérobie mésophile totale (FAMT)
- Les staphylocoques (Avec recherche et identification de *Staphylococcus aureus* dans l'air des exploitations après nettoyage / désinfection).
- Les levures et les moisissures
- *Clostridium sulfito-réducteurs*

- Les Streptocoques fécaux et salmonelle
- Coliformes totaux et fécaux

1.9.1 Numération de la flore aérobie mésophile totale (FAMT)

Le dénombrement est fait sur gélose nutritive standard. 0.1 ml de la solution mère ou de la dilution est déposé aseptiquement à la surface de la gélose puis étalé par la technique de la pipette râteau. Les boites de Pétri seront mises à l'étuve à 37°C pendant 24 heures. Toutes les colonies ayant poussé après incubation sont comptées.

1.9.2 Numération des *Staphylococcus aureus*

On utilise le milieu de Chapman coulé en boites de Pétri. 0.1 ml de la solution mère ou de la dilution est déposé sur la surface du milieu de Chapman et est en suite étalé par la technique de la pipette râteau.

(Technique décrite par **Marchal, Bourdon et Richard, 1982**).

1.9.3 Numération des levures et moisissures

Les moisissures sont très largement répandues dans la nature (air, sol...) et elles peuvent très facilement contaminer les aliments en cours de fabrication. Elles peuvent sporuler au cours d'opérations technologiques comme la déshydratation, l'acidification, la réfrigération, l'abaissement de l'activité de l'eau. Leurs enzymes peuvent être à l'origine d'altérations diverses dans les aliments.

Les levures acidophiles, psychrotrophes ou osmophiles peuvent induire des altérations profondes dans les aliments (structure, propriétés organoleptiques etc.). La plupart d'entre elles ne sont pas pathogènes. Ces germes peuvent être dénombrés sur des milieux rendus sélectifs par acidification ou addition de substances antibactériennes (antibiotiques).

1.9.4 Numération des coliformes totaux et coliformes fécaux

Le terme "coliformes totaux" ou "coliformes fécaux" renferme toutes les espèces bactériennes faisant partie de la famille des Enterobacteriaceae qui sont aérobies ou anaérobies facultatives, à Gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnet et produisant des colonies bleues en moins de 24 heures à 44,5°C sur une gélose contenant du lactose. L'espèce caractéristique et principale des coliformes fécaux est *Escherichia coli*, mais d'autres souches de coliformes, telles *Citrobacterspp*, *Enterobacter spp* et *Klebsiella spp*, peuvent aussi se reproduire dans un milieu lactosé à 44,5°C

Méthodologie

Les coliformes fécaux sont des micro-organismes indicateurs d'une pollution d'origine fécale humaine ou animale. Ils sont généralement en nombre inférieur aux coliformes totaux et indiquent qu'il y a contamination récente ou constante.

La méthode utilisée pour le dénombrement des coliformes :

- On porte aseptiquement 1 ml de chaque dilution mère dans une boîte de pétri vide.
- On complète avec environ 15ml de la gélose VRBL (ensemencement en profondeur).
- Ensuite des mouvements circulaires sont faits et de va-et-vient en forme « 8 » pour bien mélanger la gélose à l'inoculum. Les boîtes pétri sont laissées sur paille pour se solidifier.

Cette opération est effectuée en double car :

La première série de boîtes est incubée couvercle en bas pendant 24 heures à 37°C, réservée à la recherche des coliformes totaux.

La deuxième série de boîtes est incubée couvercle en bas pendant 24 heures à 44 °C, réservée à la recherche des coliformes fécaux.

1.9.5 Numération des *Clostridium sulfito-réducteurs*

Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram+, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne (**M.C, 1995**).

Dans des tubes stériles, 1ml des solutions mères ou des dilutions décimales est introduit. Ces tubes sont placés dans un bain marie pendant 10 mn à 80°C, afin de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes et activer les formes sporulées. Immédiatement à la sortie du bain marie, ces tubes sont refroidis sous l'eau du robinet. Par la suite 18 à 20 ml de gélose Viande Foie fondue puis refroidie à $45^\circ\text{C}\pm 1$, additionnés de 0.2 ml d'Alun de fer et de 0.5ml de sulfite de sodium à 5% , sont ajoutés à chaque tube à essai. Le milieu préparé mélangé à l'inoculum sont doucement agités pour éviter la formation de bulles d'air. Après

solidification sur paillasse, les tubes sont incubés à 37°C, pendant 24 à 48 heures (M.C ,1995)

1.9.6 Numération de salmonelles

La méthode utilisée pour la recherche des Salmonelles est décrite dans l'Arrêt de 23 janvier 2005 publié dans le JORA n°42 du juin 2005.

- **Pré-enrichissement**

- a) **Pour la chair** : 1ml de la suspension mère à analyser sont introduits dans un tube homogénéisé puis incubée à 37°C pendant 24 heures.

- b) **Pour la peau** : les tubes préalablement inoculés (qui ont servis à la préparation de la solution mère) par écouvillonnage sont incubés à 37°C pendant 24 heures.

- **Enrichissement** : l'enrichissement proprement dit, se fait à partir du milieu de pré-enrichissement en inoculant 1ml à partir des tubes de la peau et de la chair dans des tubes de bouillon au sélénite cystéine (l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures).

- **Isolement** : chaque tube fera l'objet d'un isolement sur milieu gélose SS, on étale 0.1ml de bouillon SFB à la surface de la gélose SS, puis incubés à 37°C pendant 24 heures.

- **Lecture des boîtes**

Après incubation, repérer les colonies transparentes avec ou sans centre noire, et faire la coloration du Gram, s'il s'agit de bacilles Gram-faire l'isolement

1.9.7 Numération des Streptocoque fécaux :

La recherche des Streptocoques fécaux se fait en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable(NPP).

Cette technique fait appel à deux tests consécutivement a savoir :

*Le test de présomption : qui se fait sur le milieu de Roth S/C

*Le test de confirmation : qui se fait sur milieu Eva Lytski.

Incubation : se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture : Sont considéré comme positifs, les tubes présentant un trouble microbien (test de présomption)

Méthodologie

Sont considéré comme positifs les tubes d'Eva présentant à la fois un trouble microbien et une pastille blanchâtre ou violette au fond de tube (test de confirmation) .

Le nombre de streptocoques fécaux est exprimé par le NPP selon la table de MAC Grady.

1.10 Histologie

En vue d'apprécier l'état de santé des poulets les coupes histologiques ont été faites sur la bourse de Fabricius et le foie après fixation. Les coupes réalisées sont observées au microscope photonique (**Luna, 1968**).

a. Fixation des organes

Cette fixation a pour but d'éliminer le risque de rétraction et de distorsion de protéger contre les attaques bactériennes et de s'opposer à l'autolyse (action enzymatique). On peut résumer que la fixation a trois buts principaux : coaguler, précipiter et insolubiliser les fragments prélevés.

Le fixateur utilisé est le formol, qui peut fixer des grandes pièces sans dissection et pénétrer rapidement dans les tissus.

b. Post fixation

Enlever les pièces fixées et les mettre sous l'eau de robinet pendant au moins trois heures puis on a fait des coupes de 3 à 6 fragments selon la taille de l'organe prélevé et on place ses fragments dans des cassettes en plastique, en écrivant au dessus la numérotation correspondante (âge, organe). Les cassettes ont été mises dans le liquide de Bouin puis placées dans l'automate. Après, les passages successifs dans l'éthanol, le xylène et la paraffine.

c. La microtomisation et le collage des coupes sur lame :

Ils permettent d'obtenir des coupes dont l'épaisseur est de 5 à 7 μ et de les mettre sur un support de verre transparent.

d. Séchage des lames :

Il se fait à l'étuve à 60°C pendant 24h, les coupes se trouvent alors recouvertes d'une fine pellicule de paraffine qui les met à l'abri de l'air et se conserve indéfiniment.

e. Coloration à l' Hématoxyline Eosine :

Les colorations réalisées sur lames, accentuent les contrastes pour mieux reconnaître les différents éléments de la préparation. Comme les colorants sont en solution aqueuse, les coupes doivent d'abord subir une réhydratation. Celle-ci est effectuée après déparaffinage des coupes (par la chaleur et des bains de toluène) en immergeant les lames dans des bains d'alcool de degré décroissant puis dans l'eau distillée. Les colorations de routine utilisent un (hématéine) ou deux colorants différents : l'HématéineEosine (H.E.) associe l'hématéine qui colore les noyaux en violet et l'éosine les cytoplasmes en rose.

1.11. Analyses statistiques des résultats

Les données ont été analysées en utilisant le système d'analyse statistique (SAS)logiciel (GLM) procédure (SAS Institute, 1989) et exprimées en moyennes et écartypes. Les valeurs paramétriques ont été comparées à une analyse de la variance(ANOVA) et les tests de Bonferroni. Le niveau ($p < 0,05$) a été considéré comme le seuil de signification.

Résultats et discussion

Chapitre 1 :

*Effet des régimes à base de gland de
chêne vert additionnés de bentonite
calcique sur les performances de
croissances*

1. Résultat

1.1 Composition chimique des aliments

La composition chimique des aliments distribués est donnée par le tableau 14. Les deux aliments (standard et additionnée de gland) présentent des différences au niveau de leurs compositions en lipides et en cendres. Ainsi, les teneurs en lipides et en cendres sont plus élevées dans le régime gland comparativement au témoin : 3.87 vs 2,9 % et 5.9 vs 4,1 % respectivement. Une telle composition fait du gland un aliment énergétique par excellence, pouvant se substituer au maïs dans les rations alimentaires.

Comparativement au régime témoin, le régime « gland » renferme moins de protéines (17,5 vs 21,0). Cette teneur est légèrement inférieure à la norme établie par l’INRA (1989), qui est de 20,4 à 21 % pour la croissance. Ceci est dû sans doute à la faible teneur en protéines que renferme le gland, dont les taux ne dépassent guère les 6 % (Blum, 1984).

1.1.1 Composition chimique des glands :

Les principaux analyses chimiques des gland sont été analysés en triples essais et ont concerné: la matière sèche, la matière minérale et la matière grasse, les résultats sont illustré dans le tableau suivant :

Tableau (19) : Composition chimique de la farine de gland

	Farine de gland entier	Farine de gland décortiqué
MS %	90.75	67.6
MM %	17.66	1.33
Humidité %	9.20	32.4
Lipides %	7.83	7.56

Le taux de lipides (tableau 15) est légèrement plus élevé dans la farine de gland entier (7,83%) par rapport à la farine de gland décortiqué (7,56%). Ainsi que la teneur en cendres et en matière sèche ont été très importants (17.66 %) et (90.75 %) respectivement dans la farine de gland entier par rapport à la farine de gland décortiqué (1.33 %) et (67.6 %).

1.2 Les performances zootechniques

1.2.1 Performances de croissance

Les résultats cumulés de l'évolution hebdomadaire du **poids vif**, du **gain du poids** et de l'**indice de consommation** mesurés sont illustrés dans le tableau 20.

Tableau(20) : Effets des régimes expérimentaux sur les performances de croissance.

PV (g)	Jours						
	14	21	28	35	42	49	56
TS	380.0	587,1	890.3	1239.2	1558.8	1779	2150
GS	361.0	530.2	823.0	1088	1397.8	1622	1869
GBS	403.0	562.7	814.0	1228	1528.5	1808	2149
TB	406.0	640.0	897.5	1262	1492.0	1755	2061
GB	363.7	656.2	907.5	1195.7	1372.7	1596	1889
GBB	363.7	611.7	875.2	1147.7	1386.5	1579	1802
SEM	23,0	29.0	12.8	11.8	17.6	22.9	21.5
Effet régime	P<0,05	NS	P<0,05	P<0,05	P<0,05	NS	P<0,05
Effet type élevage	NS	P<0,05	NS	NS	P<0,05	NS	P<0,05
GP							
TS	196.4	207.7	302.5	349.0	319.5	280.5	371.0
GS	156.4	169.0	292.7	265.0	309.0	224.5	247.7
GBS	151.2	159.7	251.7	413.0	300.5	280.5	341.0
TB	221.6	233.2	257.5	365.0	299.5	265.0	306.0
GB	250.4	292.5	251.5	288.0	177.0	221.0	293.0
GBB	211.6	248.0	282.3	272.5	238.7	192.6	223.5
SEM	16.74	17.3	17.9	18.5	18.9	17.5	17.3
Effet régime	NS	P<0,05	NS	NS	P<0,05	P<0,05	NS
Effet type élevage	NS	P<0,05	P<0,05	NS	P<0,05	NS	NS
IC							
TS	1.2	1.3	1.4	1.3	1.2	1.1	1.3
GS	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
GBS	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.67	0.7
TB	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6
GB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
GBB	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
SEM	0.2	0.2	0.34	0.3	0.2	0.3	0.3
Effet régime	NS	NS	P<0,05	P<0,05	NS	NS	NS
Effet type élevage	NS	NS	NS	P<0,05	P<0,05	NS	NS

Pour chaque groupe n= 15 Les résultats sont exprimés en moyenne et de l'erreur-standard de la moyenne (SEM). PV = Poids vif; GP = Gain du poids, IC=Indice de consommation; TS :témoin sol ,GS :régime à base de gland ,GBS :régime gland additionné de bentonite sol ; TB :témoin en batterie ,GB :régime à base de gland en batterie ,GBB :régime gland additionné de bentonite en batterie F1 : facteur étudié (mode d'élevage) ;F2 :facteur étudié type de régime expérimentale P<0.05 = Effet significatif, NS = Effet non significatif.

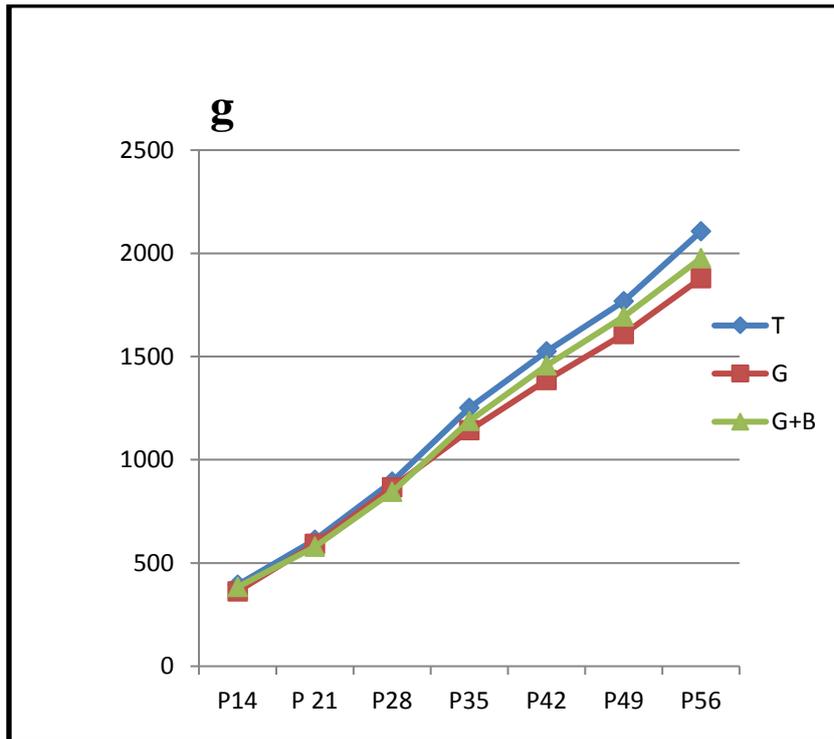


Figure (07) : Effet des régimes alimentaires sur le poids vifs des poulets de chair

Les poids vifs obtenus pendant les premières semaines révèlent une différence significative entre les lots. Toute fois, du 14^{ème} au 28^{ème} jour, les groupes de poulets ayant reçu le régime GCV et élevés en batterie(GB) manifestent des poids vifs plus élevés ($P < 0,05$), puis à partir du 35^{ème} jour, ce sont les poulets du lot témoin élevés en batterie (TB) qui surclassent les autres lots, même si on observe qu' à partir du 42^{ème} au 56^{ème} jour que les animaux élevés au sol enregistrent des poids vifs supérieurs à ceux élevés en batterie. On peut noter globalement aussi que jusqu'à 35 jours d'élevage, que l'élevage en batterie impacte le poids vifs en l'augmentant de 2% ($P < 0,05$) par rapport au sol (TS vs TB ; 1239,2g vs 1262g) et l'incorporation de gland affecte légèrement les performances des poulets ($p < 0,05$) (TS vs GS ; 1239,2g vs 1088g). En effet, on a remarqué que l'association gland bentonite et élevage au sol suggèrent que l'addition de 2% de bentonite calcique brute présente les meilleurs effets bénéfiques sur la performance de croissance (GBS vs GS ; 2149g vs 1869g) pendant le 56^{ème} jours par rapport au gland seulement.

D'autre part, l'examen des gains de poids hebdomadaires montrent de meilleurs gains pondéraux durant le 14, 21, 28 et 35^{ème} jour pour les lots de glands, et du 42^{ème} jour et jusqu'à la fin de l'expérimentation le groupe témoin élevé au sol(**TS**)surclasse les autres groupes suivis par les poulets nourris par le régime GCV additionné de bentonite et élevés au sol(**GBS**).Cependant, nous n'avons pas enregistré de différences significatives entre les traitements concernant l'indice de consommation du 14 au 56^{ème} jour. L'indice de consommation s'est vu quand même augmenté mais légèrement avec l'addition de gland et de la bentonite comparativement au régime témoin pendant la phase de croissance (GS vs TS ; 1,47 vs 1,36), (GBS vs TS ; 1,38 vs 1,36).

1.2.2 Taux de mortalité

A partir du 14^{ème} jour jusqu'à la fin de notre expérimentation (phase de croissance et de finition), aucune mortalité n'a été enregistrée pour tous les groupes de poulets.

1.3 Paramètres pondéraux de la carcasse

Le poids des carcasses éviscérés, du gras abdominal, des cuisses, des filets et du foie sont présentés dans **le tableau 21**.

Les carcasses pleines d'animaux élevés au sol ont accusé des poids significativement ($p < 0.01$) plus élevés que ceux des poulets élevés en cage notamment au 42^{ème} et 56^{ème} jour d'élevage; 1266.66 vs 974.66 et 2350.13 vs 1936.53 g, en moyenne.

Au cours des périodes d'élevage, les régimes distribués n'ont pas influencés ($p > 0.05$) les variations du poids des carcasses pleines.

Tableau (21) : Influence du régime expérimental sur les paramètres de carcasses des poulets de chair.

	Sol			batterie			SEM	Effet facteur	
	TS	GS	GBS	TB	GB	GBB		F1	F2
CP(g)									
42 j	1178	1341	1281	1045	1111	768	15.80	**	NS
49 j	1356	1309	1200	1342	1199	1175	16.47	NS	NS
56 j	2362	2302	2386	2107	1934	1767	17.64	**	NS
CE(g)									
42 j	937	833	857	816	775	634	12.29	**	*
49 j	1185	1019	969	1092	958	964	16.45	NS	NS
56 j	1963	188	1948	1734	1548	1411	18.60	**	NS
Pfi (g)									
42 j	165	125	162	139	134	114	39.06	**	*
49 j	206	174	165	194	166	161	45.20	NS	**
56 j	267	250	264	228	201	165	50.40	**	NS
PC(g)									
42 j	171	147	166	159	143	133	35.4	*	*
49 j	197	188	168	206	178	176	38.1	NS	NS
56 j	272	248	258	238	213	193	40.2	**	NS
PF(g)									
42 j	42	55	39	38	40	39	1.87	**	**
49 j	46	47	41	44	37	35	1.96	*	NS
56 j	53	59	57	51	46	39	2.04	**	NS
Pcœ(g)									
42 j	8.3	9.2	7.7	8.0	8.2	6.8	1.3	NS	NS
49 j	9.4	9.2	8.6	10.2	8.6	9.2	1.5	NS	NS
56 j	14.2	11.0	11.4	9.9	10.5	10.9	1.9	**	NS
GA(g)									
42 j	1.3	1.0	1.7	1.2	1.5	2.0	2.0	NS	NS
49 j	1.5	1.6	2.0	1.0	2.2	1.6	02.7	NS	NS
56 j	1.0	2.0	1.8	1.2	2.1	1.8	03.1	NS	**

Les Résultats sont exprimés en moyenne et l'erreur-standard de la moyenne (SEM).NS : Effet non significatif du facteur étudié ; * : Effet significatif du facteur étudié ; ** : Effet hautement significatif du facteur étudié ; F₁ : facteur étudié (Mode d'élevage) ; F₂ :Facteur étudié (Régimes distribués) CP : Carcasse pleine, CE: Carcasse éviscéré, GA: Gras abdominal, PC: poids de la cuisse, Pfi: poids du filet,PF:poids du foie, Pcœ : Poids de cœur, Pour chaque groupe n = 10.

1.4.1 Carcasse pleine :

Les carcasses pleines d'animaux élevés au sol ont accusé des poids significativement ($p < 0.01$) plus élevés que ceux des poulets élevés en cage notamment au 42^{ème} et 56^{ème} jour d'élevage; 1266 vs 974 et 2350 vs 1936 g en moyenne.

Au cours des périodes d'élevage, les régimes distribués n'ont pas influencés ($p > 0.05$) les variations du poids des carcasses pleines

1.4.2 Carcasse éviscérées :

L'élevage au sol a montré particulièrement au 42^{ème} et 56^{ème} jour correspondant à la fin de la phase de croissance et la fin de la période de finition un poids des carcasses éviscérées significativement plus élevé que ceux élevés en batterie ($p < 0.01$); 875 vs 741 et 1932 vs 1564g, moyenne, respectivement.

Quelque soit le régime distribué, le poids des carcasses éviscérées reste stable ($p > 0.05$) chez les sujets expérimentaux, au 49^{ème} et 56^{ème} jour d'élevage. Cependant, de légères différences ($p < 0.05$) de poids ont été constatées à la fin de la phase de croissance au 42^{ème} jour.

En effet, les meilleurs résultats ont été accusés chez les poulets alimentés du régime standard ; alors que les médiocres poids ont été enregistrés chez les animaux nourris au régime à base de gland et le régime à base de gland additionné de bentonite ($p < 0.05$) ; 876 vs 804 vs 745g, en moyenne.

1.4.3 Cuisses

Au 42^{ème} jour comme au 56^{ème} jour d'élevage, le poids des cuisses d'animaux élevés au sol est bien plus élevé ($p < 0.01$) que celui des poulets élevés en batterie; 161 vs 145g et 260 vs 215g, en moyenne. Au 49^{ème} jour selon le mode d'élevage, les animaux ont présentés des poids des cuisses comparables ($p > 0.05$) ; 185 vs 186g, en moyenne.

Les régimes expérimentaux n'ont pas influencés le poids des cuisses au 49^{ème} et 56^{ème} d'élevage. Toutefois, au 42^{ème} jour le régime témoin a induit des poids

remarquablement ($p < 0.05$) plus élevés que la ration à base de gland additionnée de bentonite et le régime gland; 165 vs 149 vs 145 g en moyenne.

1.4.4 Filets

Au cours de toute la période expérimentale, l'élevage au sol a montré de meilleurs valeurs pondérales des filets que celui mené en batterie ; avec des résultats estimés à 151 vs 129 g, au 42^{ème} jour et 260 vs 198 g au 56^{ème} jour.

Par ailleurs, le témoin à engendré, notamment au 42^{ème} et 49^{ème} jours des poids des filets intéressants ($p < 0.01$) que les autres régimes expérimentaux; 152 vs 129 vs 138 g et 200 vs 170 vs 163 g, en moyenne, successivement.

1.4.5 Foie

Les poulets élevés au sol ont présentés des poids du foie supérieurs a ceux élevés en batterie ($p < 0.01$) ; (45 vs 39 g) au 42^{ème} jour, (45 vs 39 g) au 49^{ème} jour, (57 vs 46 g) au 56^{ème} jour.

Au 49^{ème} et au 56^{ème} jours d'élevage, globalement le poids du foie ne connaît aucun changement ($p > 0.05$) en fonction du régime consommé. Cependant, au 42^{ème} jour, le témoin et le régime à base de gland ont induit des poids du foie relativement plus élevés ($p < 0.01$) que le régime à base de gland et de bentonite; 40 vs 48 vs 39 g, en moyenne.

1.4.6 Cœur

C'est en fin d'élevage qu'une légère différence ($p < 0.01$) de poids du cœur à été constatée entre les animaux élevés au sol (12 g) et ceux élevés en batterie (9 g).

Par ailleurs, d'après les régimes consommés, ce n'est qu'au 42^{ème} jour, qu'une légère variation ($p < 0.05$) de poids du cœur a été constatée entre les animaux nourris au régime gland (8 g) ayant accusé un fort poids et ceux alimentés au régime à base de gland et de bentonite ayant à leur tours présenté de faibles résultats pondéraux (7 g).

1.4.7 Gras abdominal

L'élevage en batterie n'a pas occasionné de grandes variations du gras abdominal chez le poulet par comparaison à l'élevage au sol.

De plus, selon les régimes alimentaires consommés aucune différence significative ($p>0.05$) du gras abdominal n'a été constatée entre les animaux au 42^{ème} et 49^{ème} jour d'élevage; 1.2 à 1.8g à 2 g, respectivement.

Néanmoins, au 56^{ème} jour, les animaux nourris au régime gland et au régime gland supplémenté de bentonite semblent accumuler ($p<0.01$) plus de gras abdominal (2 et 1.8g) que ceux alimentés au régime témoin sans gland ni bentonite (1.1g).

2. Discussion :

2.1 Performances de croissance

Durant l'élevage, les poulets du lot témoin ont présenté de meilleures performances que les autres groupes d'animaux expérimentaux.

Il est bien établi que ce produit forestier renferme, une proportion non négligeable en tanins (principaux facteurs antinutritionnels en alimentation animale) et bien d'autres composés bioactifs non encore identifiées. Ces substances ont des effets principalement dirigés contre la digestibilité des protéines ; soit en inhibant certaines enzymes protéolytiques (Trypsine et chymotrypsine notamment) se trouvant dans le suc digestif, soit en formant un complexe insoluble avec les protéines alimentaires (**Longstaff et McNab, 1991 et Kaysi et Melcion, 1992**). Ceci peut expliquer en partie les faibles croissances constatées chez les sujets alimentés de régime à base de gland par comparaison au témoin.

La légère supériorité des gains de poids des animaux du lot témoin s'explique vraisemblablement par la richesse du régime en protéines .A ce propos, **Jarrige et al, (2002)** rapportent que plus l'aliment est riche en protéine, meilleures sont les performances.

Cette hausse de poids moyen du lots expérimentaux peut être expliquée par le taux de protéines qui est également légèrement plus important dans le régime consommé par

ces animaux. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par **Benatmane (2012)** qui montre que les animaux nourris avec un régime à haut niveau de protéines brutes présentent un poids vif et un gain de poids supérieurs à des poulets nourris avec des régimes à teneur basse en protéines.

L'utilisation de bentonite apparaît comme étant particulièrement profitable dans le cas des volailles. Les résultats de **Lala et al., (2015)**; **Chen et al., (2016)** ont montré que l'utilisation de l'argile modifiée et de la palygorskite (atapulgite) respectivement améliorent le gain de poids, l'efficacité alimentaire et le poids final des dindes et des poulets.

Les performances des poulets élevés en cage sont relativement plus médiocres que ceux d'animaux issus d'élevage au sol. Ceci peut être expliqué par la différence de densité d'animaux entrepris dans l'étude ; de l'ordre de 10 sujets au mètre carré en mode d'élevage au sol et de 20 sujets au mètre carré en élevage en batterie. Malgré que les régimes testés ont été servis *ad libitum* pour tous les lots durant toute la période expérimentale, en raison de cette différence de densité, l'alimentation était moins accessible pour tous les animaux élevés en cage dont certains ont accusé par voie de conséquence un retard de croissance et de faibles poids des carcasses par comparaison à ceux élevés au sol.

2.2 Paramètres pondéraux de la carcasse

Durant l'élevage, les poulets du lot témoin ont présenté de meilleures performances (poids des carcasses pleines, poids des carcasses éviscérées, poids des cuisses, poids des filets) que les autres animaux expérimentaux. Cependant, les poulets de chair ayant consommé le régime à base de gland ont accusé des poids des carcasses éviscérées, des cuisses et des filets comparables à ceux élevés au régime associant gland et bentonite. Cette résultat se rapproche de celle obtenue par **Benatmane (2012)** pour la même période d'élevage avec un régime contenant 1,5 % d'huile de tournesol. Un déficit de 20 g en protéines pour 2390 Kcal d'énergie métabolisable est responsable d'un point de gras abdominal par rapport au poids de carcasse et qui génère une diminution des rendements lors de l'éviscération

L'utilisation de bentonite apparaît comme étant particulièrement profitable dans le cas des volailles. Le recours à l'utilisation de certains types d'argiles comme la marne (**Ouachem et al., 2009**) et la montmorillonite (**Xia et al., 2004**) semble apporter des solutions concrètes aux véritables problèmes posés en aviculture par les litières trop humides, ainsi que le renforcement de la barrière sanitaire et la production d'une viande maigre et biologique. En effet, les poulets alimentés de bentonite ont accusé de faibles performances des carcasses par rapport des carcasses au autres animaux inclus dans l'étude et nourris au témoin et au régime à base de gland seul sans bentonite.

Néanmoins, concernant le gras abdominal, au 56^{ème} jour d'élevage, les animaux du lot témoin ont accumulé moins de gras au niveau de l'abdomen par rapport aux autres lots de l'étude. Par ailleurs, les deux régimes testés d'une part à base de gland et d'autre part à base de gland et de bentonite ont induit des dépôts de gras abdominal similaires chez les animaux expérimentaux.

Ait Saada (2017) rapporte que les faibles quantités de gras abdominal ont été observées dans le cas des glands substitués à l'état cru qui peuvent être expliquées par l'effet dépressif qu'exercent les tanins qui tout en induisant une augmentation de l'indice de consommation entraîne une diminution de la graisse abdominale (**Bouderoua, 1995**). En d'autres termes, l'énergie préalablement destinée pour la formation du gras abdominal est dérivée pour l'ajustement de l'ingéré énergétique détérioré, vraisemblablement, par l'effet dépressif des tanins.

Les performances pondérales des carcasses des poulets élevés en batterie sont relativement plus médiocres que ceux d'animaux issus d'élevage au sol. Ceci peut être attribué à la différence de densité d'animaux entrepris dans l'étude ; de l'ordre de 10 sujets au mètre carré en mode d'élevage au sol et de 20 sujets au mètre en élevage en batterie. Malgré que les régimes testés ont été servis en ad libitum pour tous les lots durant toute la période expérimentale, en raison de cette différence de densité, l'alimentation était moins accessibles pour tous les animaux élevés en cage dont certains ont accusé par voie de conséquence un retard de croissance et de faibles poids des carcasses par comparaison à ceux élevés au sol.

Chapitre 2.

Composition biochimiques de la viande

Résultat et Discussion

1. Caractéristiques biochimiques de la viande

1.1. Teneur en MS, MM et humidité du muscle de la cuisse et le filet

Les teneurs en matière sèche, matière minérale et en humidité sont regroupées dans le tableau (22).

Tableau (22): Teneurs en MS, MM et en humidité du muscle de la cuisse

	Sol			Batterie			SEM	Effet facteur	
	TS	GS	GBS	TB	GB	GBB		F1	F2
Cuisse									
MS %	23.45	24.20	24.60	23.55	24.10	24.73	0.28	NS	NS
MM %	1.22	1.62	2.10	1.43	1.95	2.32	0.29	*	NS
Humidité	76.53	75.78	75.39	76.40	75.85	75.25	0.50	NS	NS
Filet									
MS %	23.35	24.52	25.60	23.75	24.43	25.65	0.27	NS	NS
MM %	1.62	1.82	2.31	1.53	2.65	2.42	0.26	*	NS
Humidité	76.61	75.45	74.35	76.20	75.51	75.32	0.52	NS	NS

Pour chaque groupe n=10, résultats exprimés en moyenne avec l'erreur-type de la moyenne (SEM). NS= Effet non significatif, *= Effet significatif.

Les résultats consignés dans le tableau ne marquent aucune différence significative entre les proportions de la matière sèche et de l'humidité. Globalement, ces teneurs demeurent assez stables de 23% à 25% et de 75% à 76% chez le muscle de cuisse et la même résultat a été remarqué chez le muscle filet pour la matière sèche et l'humidité respectivement. Cependant, il ressort que l'addition de la bentonite a exercé un effet significatif sur la matière minérale du muscle notamment pour le groupe recevant la bentonite qui présente la proportion la plus élevée (1,5 fois) comparativement au groupe témoin.

1.2 Teneur en lipides

Les teneurs en lipides du muscle de la cuisse et du filet sont rapportées dans le **tableau 23**. La teneur en lipides intramusculaires de filet est élevée ($P < 0,05$) chez les poulets ayant été nourris par les régimes additionnés de gland et de bentonite par

Résultat et Discussion

rapport au groupe témoin (1,91 et 2.52 % contre 1,5 % respectivement) par contre le mode d'élevage n'exerce aucun effet significatif sur la teneur en lipides.

Les teneurs en lipides du muscle de la cuisse ont n'éte pas affectées d'une manière significative par les deux facteurs mode d'élevage et type de régime. Le taux de la matière grasse diminue dans les échantillons des poulets élevés au sol par rapport à ceux des poulets qui ont été élevés en batteries.

La teneur en lipides intramusculaires de cuisse est élevée chez les poulets ayant été nourris par les régimes additionnés de gland et de bentonite par rapport au groupe témoin (3,59 et 5.99 % contre 3,5 % respectivement)

Tableau (23) : Teneur en lipides de muscles cuisse et filet

	Sol			Batterie			SEM	Effet facteur	
	TS	GS	GBS	TB	GB	GBB		F1	F2
MG filet	1.18	1.89	1.43	1.5	1.91	2.52	0.50	*	NS
MG cuisse	3.50	3.59	5.99	4.53	5.83	6.10	1.21	NS	NS

Pour chaque groupe n=10, résultats exprimés en moyenne avec l'erreur- standard de la moyenne (SEM). NS= Effet non significatif, P<0,05= Effet significatif.

1. Propriétés sensorielles de la viande

L'évaluation sensorielle de la qualité de la viande de poulet de chair par les panélistes est rapportée dans les tableaux (24, 25, 26).

Résultat et Discussion

Tableau (24) : Effets de mode d'élevage sur la qualité organoleptique des cuisses.

	Elevage au sol			Elevage en batterie		
Tendreté	Tendre	Moy.tendre	Dur	Tendre	Moy.tendre	Dur
% des panélistes	70	30	-	63	36	01
Richesse en gras	Gras	Moy.gras	Maigre	Gras	Moy.gras	Maigre
% des panélistes	13	80	7	10	82	8
Jutosité	Peu juteux	Juteux	Très juteux	Peu juteux	Juteux	Très juteux
% des panélistes	15	75	10	17	73	10
Flaveur	Peu prononcée	Prononcée	Très prononcée	Peu prononcée	Prononcée	Très prononcée
% des panélistes	55	40	5	57	39	4
Couleur	Blanc	Rose	Rouge	Blanc	Rose	Rouge
% des panélistes	67	33	-	66	44	-
Saveur	Bonne	Excellente	Mauvaise	Bonne	Excellente	Mauvaise
% des panélistes	60	40	-	59	41	-

Résultat et Discussion

Tableau (25) : Effets de l'ajout de gland de chêne vert sur la qualité organoleptique des cuisses

	Poulet Témoin			Poulet expérimental (GCV)		
Tendreté	Tendre	Moy.tendre	Dur	Tendre	Moy.tendre	Dur
% des panélistes	70	30	-	77	23	-
Richesse en gras	Gras	Moy.gras	Maigre	Gras	Moy.gras	Maigre
% des panélistes	13	80	7	16	67	17
Jutosité	Peu juteux	Juteux	Très juteux	Peu juteux	Juteux	Très juteux
% des panélistes	15	75	10	40	47	13
Flaveur	Peu prononcée	Prononcée	Très prononcée	Peu prononcée	Prononcée	Très prononcée
% des panélistes	55	40	5	30	60	10
Couleur	Blanc	Rose	Rouge	Blanc	Rose	Rouge
% des panélistes	67	33	-	65	35	-
Saveur	Bonne	Excellente	Mauvaise	Bonne	Excellente	Mauvaise
% des panélistes	60	40	-	66	34	-

Résultat et Discussion

Tableau (26) : Effets de l'ajout de gland de chêne vert + la bentonite sur la qualité organoleptique des cuisses

	Poulet Témoin			Poulet expérimental (GCV) +bentonite		
Tendreté	Tendre	Moy.tendre	Dur	Tendre	Moy.tendre	Dur
% des panélistes	70	30	-	79	21	-
Richesse en gras	Gras	Moy.gras	Maigre	Gras	Moy.gras	Maigre
% des panélistes	13	80	7	19	66	15
Jutosité	Peu juteux	Juteux	Très juteux	Peu juteux	Juteux	Très juteux
% des panélistes	15	75	10	35	50	15
Flaveur	Peu prononcée	Prononcée	Très prononcée	Peu prononcée	Prononcée	Très prononcée
% des panélistes	55	40	5	28	62	10
Couleur	Blanc	Rose	Rouge	Blanc	Rose	Rouge
% des panélistes	67	33	-	65	35	-
Saveur	Bonne	Excellente	Mauvaise	Bonne	Excellente	Mauvaise
% des panélistes	60	40	-	64	36	-

Dans notre étude, aucune différence significative n'a été enregistrée pour tous les paramètres de qualité sensorielle de la viande évalués (couleur, jutosité, tendreté, gras, flaveur et saveur).

Les cuisses des carcasses des poulets nourris aux régimes à base des glands de chêne vert (*Quercus ilex*) additionnés de bentonite ont été les mieux appréciés au plan du saveur, de la flaveur, de la jutosité par le jury de dégustation par rapport à ceux issus de régime témoin, sans gland, à base de maïs. Par ailleurs, les panélistes ont qualifié la viande des poulets élevés aux glands de comparable à celle d'un poulet fermier, ainsi, les panélistes trouvent que la viande des animaux témoins et expérimentaux est de couleur blanche.

Nos résultats obtenus lors du test de dégustation montrent que la viande du poulet élevés en batterie est jugée dure et peu juteux et avec une flaveur et saveur très marquée par rapport au poulet élevés au sol.

3. Discussion :

3.1 Caractéristiques biochimiques de la viande

Chez la volaille, les lipides ne sont pas répartis uniformément dans la carcasse, puisqu'une grande partie se trouve dans la cavité abdominale et en périphérique de la carcasse (**Mourot, 2010**). Il est bien établi que les viandes blanches sont moins grasses que les viandes rouges (**Gigaud et Combes, 2007**).

Les lipides intramusculaires sont plus élevés dans le muscle des poulets de chair alimentés en gland plus bentonite seule. Les résultats indiquent un dépôt musculaire plus important de lipides, l'augmentation de la concentration des graisses avec l'addition de bentonite calcique peut être attribuée au ralentissement du transit intestinal et aux concentrations les plus élevées de triglycérides sériques induites par la bentonite. Cependant, **Safaei et al., (2014)** ont montré que la supplémentation en minéraux d'argile diminuait la graisse intramusculaire et la graisse abdominale.

Cependant, il ressort que l'addition de la bentonite a exercé un effet significatif sur la matière minérale du muscle.

Durant l'expérimentation, l'élevage en cage contrairement à l'élevage réalisé au sol a montré une augmentation en profile lipidique dans les deux muscles. On peut expliquer ces résultats par le faible mouvement de poulet dans le cage à cause de l'effet de densité.

Cette expérience suggère que l'utilisation de gland de chêne de vert dans l'alimentation de poulet est donc tout à fait possible et l'addition de 2% de bentonite calcique présente les meilleurs effets bénéfiques sur l'amélioration de l'état de santé.

3.2 Propriétés sensorielles de la viande

L'incorporation des glands à l'état cru et substitués partiellement au maïs dans le régime a permis de produire un poulet fermier ayant des caractéristiques organoleptiques particulières.

Nos résultats obtenus lors du test de dégustation montrent que la viande du poulet nourris à base de GCV est jugée tendre et avec une saveur très marquée par rapport au poulet maïs. De tels résultats ont été également rapportés par **Ait Saada 2017** chez la viande de poulet nourris aux glands de chêne vert.

La saveur du poulet gland est très marquée par rapport à celle du poulet maïs. Un effet net de la nature du régime dans l'appréciation de la saveur mentionnée est donc observé. Sur cet aspect **Ajuyah et al., (1991)** notent que l'emploi de graines de lin (riche en C18 :3), modifient significativement les notes de saveur de la viande du poulet..

Globalement, la nature de la ration peut modifier la tendreté de la viande et intervient davantage sur sa saveur. Cette dernière joue un rôle primordial car elle conditionne pour une part l'acceptabilité de l'aliment par le consommateur.

Concernant la jutosité, pour certains auteurs, la nature du régime n'influe pas sur la jutosité (**Geay et al., 2002**).

Chapitre 3.

*Conditions d'hygiène et état de santé
des poulets nourris par des régimes à
base de gland de chêne vert
additionnés de Bentonite calcique*

1. Caractéristiques biochimiques du sérum :

Les teneurs du glucose, triglycérides, cholestérol total, cholestérol – HDL, cholestérol – LDL, protéines totales, calcium, créatinine et urée obtenues sur du sérum des animaux de chaque lot sont présentées dans le **tableau(27)**.

Tableau (27) : Effet du mode d'élevage et régime alimentaire sur les caractéristiques biochimiques du sérum.

Paramètre sanguins Lots	Glycémie (g/l)	Cholestérol (g/l)	Tg (g/l)	HDL (g/l)	LDL (g/l)	Urée (g/l)	Créatinine (g/l)	Ca ⁺ (mg/l)	Protéine (g/l)
TB 42 j	2,59	1,29	0.5	0.85	0.35	0.012	0.88	100.73	32.82
TB 55j	1.48	1.13	0.88	0.71	0.25	0.42	0.028	104.6	32.42
TS 42 j	1,94	1,24	0.67	0.74	0.38	0.008	0.36	124.78	36
TS 55 j	1,20	1,23	0.69	0.73	0.37	0.28	0.017	90.08	36.56
GB 42j	1.87	1.34	0.45	0.95	0.30	0.006	1.3	108.74	28.22
GB 55j	1.38	1.12	0.79	0.66	0.30	0.38	0.028	93.04	31.92
GBB 42j	2.41	1.36	0.61	0.87	0.37	0.016	1.52	110.07	32.32
GBB 55j	1.63	1.07	0.63	0.70	0.24	0.56	0.022	91.16	30.32
SEM	0.03	0.06	0.09	0.07	0.14	0.08	0.17	0.29	0.51
Effet mode d'élevage	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Effet régime	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Pour chaque groupe n = 5. Les résultats sont exprimés par la moyenne suivie de l'erreur standard de la moyenne (SEM). Tg : triglycéride, P<0.05 = effet significatif NS = Non significatif.

Selon ces résultats obtenus les concentrations de glucose, de protéines n'ont pas été affectées significativement par la supplémentation en bentonite, par contre l'addition du gland affecte le taux de protéine chez les poulets par diminution (GB 42 j vs TB 42 ; 28.22 vs 32.82 g/l).

Le taux sérique de triglycérides, de cholestérol total, de créatinine a été augmenté chez les poulets des groupes témoin élevés en batterie par rapport à ceux élevés au sol.

Cependant, les poulets recevant la bentonite ont enregistré une augmentation de la concentration sérique de triglycéride par rapport au groupe témoin en 42 jours.

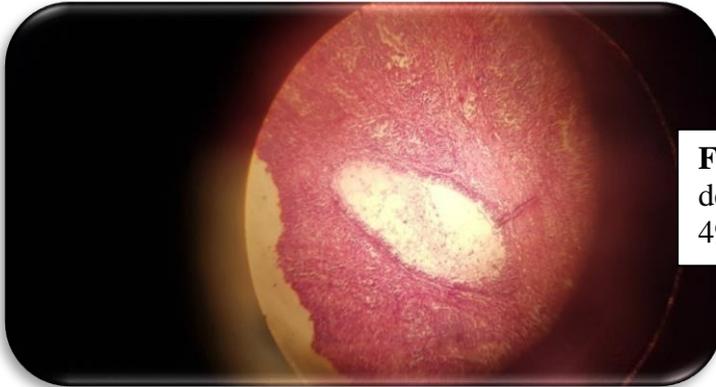
De plus, comparé au groupe témoin, une différence importante d'environ 13% à 20% des concentrations de cholestérol a été observée dans les groupes G cage et GB cage. La proportion du LDL cholestérol demeure plus élevée dans les groupes témoin. Ainsi, la concentration la plus faible a été observée chez les poulets recevant une addition de gland et bentonite. En ce qui concerne le HDL cholestérol, d'où l'on observe une situation inverse avec une concentration plus élevée de 0,95 contre 0,85 g/l dans le groupe recevant du gland contre le témoin.

Par ailleurs, la supplémentation en bentonite n'a pas d'effet significatif sur la teneur calcium. Cependant, les concentrations sériques de calcium sont plus élevées dans les groupes recevant le gland et la bentonite par rapport au témoin (110,07 vs 100,73).

2. Examen Histologique

Les coupes histologiques de la bourse de Fabricius, foie et intestins grêles des poulets sont présentées dans **les figures 8-9-10-11- 12-13-14 et le tableau(28).**

2.1 Bourses de Fabricius :



Figure(08) : Nécrose folliculaire avec présence de neutrophiles (témoin sol **TS** : 2^{ème} abattage, 49 jour)



Figure (09) : Légère fibrose (gland +bentonite batterie **GBB** : 2^{ème} abattage, 49



Figure (10) : Nécrose modéré des follicules lymphoïdes (gland batterie **GB** : 2^{ème}

Tableau (28). Caractéristiques microscopiques de la maladie de Gumboro.

Groupe	1 ^{er} Abattage 42 ^{ème} jour		Nombre de foyer Nécrotique	2 ^{ème} Abattage 56 ^{ème} jour		Nombre de foyer Nécrotique
	Grade			Grade		
	Nécrose	Fibrose		Nécrose	Fibrose	
TS	Modérée	Plus légère que Modérée	10	Modérée	Modéré à large	19
GS	Légère à large	Plus légère que large	04	Large	Plus modérée que large	08
GBS	Plus large que modérée	Plus légère que modérée	06	Plus modérée que large	Modéré	15
TB	Légère a large	Légère que modérée	03	Modérée	Modérée	06
GB	Large	Modéré que large	06	Modérée à large	Modérée	12
GBB	Large	Modéré	04	Modérée	Large	03

Selon le stade de l'affection, des lésions d'hyperplasie, d'atrophie folliculaires et de fibrose ont été observés chez les poulets de chair témoins et expérimentaux. La nécrose folliculaire était surtout dominante lors du deuxième sacrifice des poulets de chair. Durant l'expérimentation, cette dernière était également plus intense en élevage au sol. En se basant sur le régime alimentaire et en comparaison avec les lots témoins, la nécrose des follicules lymphoïdes était modérée dans le régime à base de gland. L'ajout de la bentonite au régime de gland a réduit presque de moitié l'intensité de la nécrose folliculaire comparée à l'aspect lésionnel des témoins. La cicatrization folliculaire exprimée par l'étendue de la fibrose était large sur les bourses issues du deuxième sacrifice. Tout au cours de l'expérimentation et selon le type d'élevage, la fibrose était légèrement plus étendue sur les bourses issues de l'élevage en cage. Par contre, le régime à base de gland et de bentonite a montré une large cicatrization folliculaire comparée aux témoins et les lots nourris au gland (**Figure 10**).

2.2 Foies :



Figure (11) :Infiltrats hétérogènes péri vasculaires hépatiques (Gland Batterie **GB** : 1^{er} abattage)



Figure (12) : Lyse et dégénérescence des hépatocytes (gland + bentonite batterie **GBB** : 1^{er} abattage)

Les trois régimes n'ont pas pu empêché l'apparition de lésions microscopiques hépatiques (**figure 11 et 12**) qui comprenaient la présence d'infiltrats hétérogènes périvasculaires, de cytogrésomes, de mégaloctose, de stéatose hépatique, d'hépatite, de lyse et de dégénérescence des hépatocytes. Selon le type d'élevage les lésions de stéatose et de mégaloctose étaient plus évidentes en élevage en cage. Par contre, la présence de cytogrésomes au niveau du cytoplasme des hépatocytes était plus intense dans l'élevage sur sol. Les lésions de lyse et de dégénérescence étaient souvent observées sur les lots élevés sur sol comparés à ceux en batterie.

2.3 Intestins grêle :



Figure (13) :Entérite avec légère infiltration de neutrophiles dans les cryptes (témoin batterie TB :

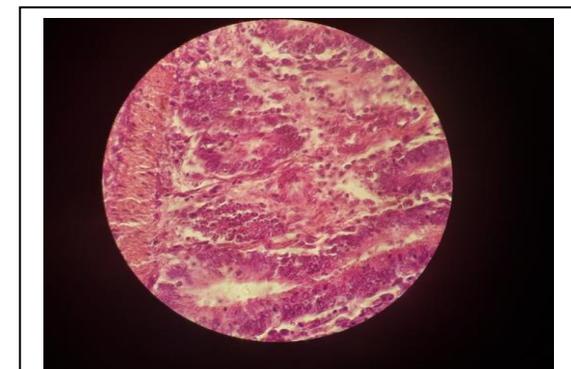


Figure (14) : Entérite avec forte infiltration neutrophiles dans les cryptes (gland sol GS : 2^{er} abattage

La majorité des coupes intestinales transversales présentaient des changements tissulaires à différents grades d'activité inflammatoire. En effet, la gravité des lésions d'entérites s'étalaient de la légère, localisée dans la lamina propria, puis de la forte infiltration de neutrophiles dans les cryptes jusqu'à l'ulcération diffuse avec présence du tissu de granulation au niveau de l'épithélium de la muqueuse intestinale.

Selon le type d'élevage, en générale, les lésions d'entérite montraient au niveau de la sous muqueuse et la muqueuse des infiltration des cryptes par les neutrophiles et des érosions épithéliales locales plus ou moins importantes dans les lots élevés sur sol comparés à ceux sur cages. Selon le régime, le lot témoin présentaient une activité inflammatoire moins importante en comparaison avec les deux autres régimes. Par contre sur les trois régimes, le lot nourri au gland a montré une inflammation transmurale plus marquée. Celle du régime témoin était moins intense comparée au lot alimenté par le gland et bentonite (**Figures 13 et 14**).

3. Résultats microbiologiques

3.1 Matière sèche et humidité des fientes

Les fientes d'animaux nourris au témoin à présenté en élevage au sol comme en batterie des teneurs en humidité significativement ($p < 0.01$) plus élevés que d'animaux ayant reçu le régime gland supplémenté de bentonite ;(72 et 59%) vs (64 et 52 %), respectivement.

Les résultats de la matière sèche s'avèrent suivre un chemin inverse à celui de l'humidité. En effet, l'élevage mené au sol a montré des teneurs les plus élevées ($p < 0.01$) dans les fientes d'animaux nourris au régime gland additionné de bentonite (27%) ; alors que les faibles résultats ont été obtenus chez les poulets nourris au témoin (17%) et le régime à base de gland (20%) . Cette tendance est maintenue en mode d'élevage établi en cage ; avec des teneurs de 27.20 et 17 % dans les fientes d'animaux alimentés respectivement de régimes gland additionné de bentonite, régime gland et témoin (tableau 29).

Tableau (29) : Effet des régimes sur l’humidité des fientes et le taux de matière sèche

Mesures		Régime			Effet de facteur (p<0.01)
		T	G	GB	
Batterie	Humidité	59	52	47	(p<0.01)
	MS	13	18	23	(p<0.01)
Sol	Humidité	72	64	53	(p<0.01)
	MS	17	20	27	(p<0.01)

3.2 Analyses microbiologiques

3.2.1 Flore Totale aérobie mésophile

Les résultats consignés dans le **tableau 30** montrent que le niveau de contamination par la FTAM au niveau des lots témoin des surfaces des murs (60.10^3 UFC/US), du sol (Ind), animaux (34.10^2 UFC/US) des mangeoires (160.10^2 UFC/US), des abreuvoirs (120.10^2 UFC/US), d’ambiances (Ind), est fortement élevé ($p<0.05$) en comparaison avec les lots supplémentés du gland et les lots additionné du gland et du bentonite (52.10^3 vs 10.10^2 UFC/US), (12.10^3 vs 8.10^3 UFC/US), (29.10^2 vs 19.10^2 UFC/g), (100.10^2 vs 80.10^2 UFC/US), (50.10^2 vs 30.10^2 UFC/US), (72.10^3 vs 3.10^3 UFC/US) respectivement.

Pour les prélèvements des fientes et l’eau le niveau de contamination par ce germe dans les lots témoins est assez important par rapport aux lots additionnés du gland et du gland plus bentonite (67.10^2 vs 60.10^2 vs 32.10^2 UFC /US), (20.10^2 vs 10^2 vs 73 UFC /ml).

Par ailleurs, un nombre indénombrable de germe aérobie mésophile totale a été enregistré au niveau des intestins des lots témoin et un nombre de germes qui diminuent de 18.10^3 à 13.10^3 UFC/g chez ceux d’animaux nourris au régime gland additionné de bentonite.

Résultat et Discussion

Le groupe supplémenté du gland et additionné de la bentonite montre de meilleurs résultats dans les différents points de prélèvements par comparaison aux autres groupes.

Le nombre de la Flore Totale aérobie mésophile enregistré au niveau des même points de prélèvements effectués sur les surfaces des (mur, mangeoires et abreuvoirs) en mode d'élevage en batterie est nettement plus réduit ($p < 0.01$) que celui recensés en mode d'élevage au sol, soit un nombre de germes de (30.10^3 vs 40.10^3 vs 32.10^2 UFC /US, 100.10^2 vs 140.10^2 UFC /US 30.10^2 vs 100.10^2 UFC /US) successivement.

Le niveau de contamination du personnel par ce germe montre une valeur indénombrable au niveau des bottes en comparaison avec les blouses, on a (5.10^2 UFC /US), par ailleurs au niveau des mains gauche on a enregistré le nombre le plus réduit (3.10^2 UFC /US).

Tableau (30):Dénombrement en germes aérobies mésophiles.

	Sol			Batterie			Effet F1	Effet F2
	T	G	GB	T	G	GB		
Litière (UFC/g)	Ind	38.10^3	31.10^3	-	-	-	-	-
Animaux (UFC/US)	38.10^2 ^a	32.10^2 ^b	22.10^2 ^a	31.10^2 ^c	26.10^2 ^d	17.10^2 ^f	<0.01	<0.01
Fientes (UFC/g)	70.10^2 ^a	65.10^2 ^b	43.10^2 ^d	64.10^2 ^b	54.10^2 ^c	22.10^2 ^e	<0.01	<0.01
Intestins (UFC/g)	Ind	18.10^3	13.10^3	Ind	9.10^3	7.10^3	-	-
Eau 22°(UFC/ml)	24.10^2	16.10^2 ^c	8.10^2	14.10^2	7.10^2	200^2	<0.01	<0.01
Eau 37°(UFC/ml)	26.10^2 ^a	2.10^2 ^c	10^2 ^c	15.10^2 ^b	10^2 ^c	46 ^c	<0.01	<0.01
Ambiance(UFC/boite)	Ind	72.10^3	3.10^3	Ind	41.10^3	10^3	-	-
Murs (UFC/US)	52.10^3	56.10^3	6.10^3	67.10^3	47.10^3	10^3	NS	<0.01
Aliments(UFC/g)	73.10^2 ^a	25.10^2 ^b	200^2 ^c	16.10^2 ^b	7.10^2 ^c	6.10^2 ^a	<0.01	<0.01
Sol (UFC/US)	Ind	12.10^3	8.10^3	Ind	7.10^3	6.10^3	-	-
Mangeoires (UFC/US)	200.10^2	110.10^2	110.10^2	140.10^2	100.10^2	50.10^2	<0.01	<0.01
Abreuvoirs(UFC/US)	150.10^2	90.10^2	50.10^2	80.10^2	6.10^2	3.10^2	<0.01	<0.01

Pour chaque groupe n= 5; SEM : erreur standard de la moyenne. $P < 0.05$ = effet significatif, NS = Non significatif, $P < 0.01$ = effet hautement significatif, a, b, cgroupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux par le test de Newman et Keuls, Ind = nombre indénombrable.

3.2.2 Coliformes totaux

L'exploitation du **tableau 31** permet de constater que le lot supplémenté en bentonite a une différence significative en nombre de coliformes totaux, par rapport au lot témoin. Dans le lot témoin, il a été noté au niveau de la litière un nombre (21.10^3 UFC/g) ; une présence relativement importante en ces germes, dans les fientes (32.10^2 UFC/g), les intestins (6.10^5 UFC/g), et l'aliment (41.10^2 UFC/g) en comparaison avec les lots supplémentés du gland et les lots additionnés du gland et les lots supplémentés du gland et de bentonite (28.10^2 vs 17.10^2 UFC/US), (3.10^3 vs 8.10^2 UFC/US), (29.10^2 vs 19.10^2 UFC/g), (27.10^2 vs 13.10^2 UFC/US) respectivement.

Concernant la propreté de plumage, elle s'avère varier d'un lot à l'autre de façon significative. Il a été constaté que le plumage des poulets est globalement moins propre dans le lot témoin où le nombre est un peu bas que celui du lot additionné de gland et celui du lot alimenté de gland et supplémenté de bentonite (25.10^2 vs 21.10^2 vs 16.10^2 UFC/US) respectivement.

Une très légère contamination par ces germes dans les surfaces de prélèvements (murs, sols, mangeoires et abreuvoirs) a été signalée au niveau du lot supplémenté du gland et additionné de la bentonite par rapport au lot témoin et lot à base de régime gland (38 vs 3.10^2 vs 14.10^2 UFC/US) respectivement.

Le nombre de coliformes totaux enregistré au niveau des différents points de prélèvement effectués en mode d'élevage batterie est nettement plus réduit ($p < 0.01$) que celui recensé en mode d'élevage mené au sol, soit un nombre de germe de (37.10^2 vs 26.10^2 UFC/g) au niveau des fientes ; (780 vs 480 UFC/ml) eau ; (46.10^2 vs 37.10^2 UFC/g) d'aliment ; (20.10^2 vs 4.10^2 UFC/boite) ambiances ; (28.10^2 vs 14.10^2 UFC/US) murs ; (32.10^2 vs 6.10^2 UFC/US) sols ; (20.10^2 vs 17.10^2 UFC/US) mangeoires ; (11.10^2 vs 9.10^2 UFC/US) abreuvoirs.

Une contamination notable aux germes totaux est décelée chez le personnel, notamment au niveau des bottes (14.10^2 UFC/US) et blouses (3.10^2 UFC/US). Par ailleurs une légère contamination par ces germes a été enregistrée au niveau des mains avec un nombre moyen de (2.10^2 UFC/US).

Tableau (31) : Evaluation du niveau de contamination aux Coliformes Totaux des différents points de prélèvement

	Sol			Batterie			Effet F1	Effet F2
	T	G	GB	T	G	GB	-	-
Litière (UFC/g)	21.10 ³	11.10 ³	8.10 ³	-	-	-	<0.01	<0.01
Animaux (UFC/US)	25.10 ^{2 a}	21.10 ^{2 b}	16.10 ^{2 c}	20.10 ^{2 b}	10 ^{2 c}	5.10 ^{2 e}	>0.05	<0.01
Fientes (UFC/g)	37.10 ²	30.10 ²	19.10 ²	26.10 ²	27.10 ²	15.10 ²	-	-
Intestins (UFC/g)	Ind	37.10 ³	23.10 ²	6.10 ⁵	3.10 ³	8.10 ²	<0.01	<0.01
Eau 22°(UFC/ml)	78.10	20.10 ^c	12 ^d	48.10 ^b	16.10 ^c	8 ^d	<0.01	<0.01
Ambiance(UFC/boite)	20.10 ^{2 a}	17.10 ^{2 a}	16.10 ^{2 a}	4.10 ^b	10 ^{2 b}	35 ^b	<0.01	<0.01
Murs (UFC/US)	28.10 ²	20.10 ²	8.10 ²	14.10 ²	3.10 ²	38	<0.01	<0.01
Aliments(UFC/g)	46.10 ²	30.10 ²	15.10 ²	37.10 ²	23.10 ²	10.10 ²	<0.01	<0.01
Sol (UFC/US)	32.10 ^{2 a}	9.10 ^{2 b}	2.10 ^{2 d}	6.10 ^{2 c}	3.10 ^{2 d}	2.10 ^{2 d}	<0.01	<0.01
Mangeoires (UFC/US)	20.10 ²	10.10 ²	7.10 ²	17.10 ²	6.10 ²	83	<0.01	<0.01
Abreuvoirs(UFC/US)	11.10 ^{2 a}	10.10 ^{2 b}	7.10 ^{2 d}	9.10 ^{2 c}	4.10 ^{2 e}	2.10 ^{2 f}	<0.01	<0.01

Pour chaque groupe n= 5; SEM : erreur standard de la moyenne. P<0.05 = effet significatif, NS = Non significatif, P<0.01= effet hautement significatif, a, b, cgroupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux par le test de Newman et Keuls, Ind = nombre indéterminable, F1= mode d'élevage, F2= effet régime .

3.2.3 Coliformes fécaux

Une pollution par ces germes très remarquable dans les surfaces litières, un score significatif entre les lots contenant de la bentonite par rapport au lot additionné de gland et le lot témoin (6.10² vs 32.10² vs 52.10² UFC/g) respectivement.

Il apparaît nettement que la pollution par ces germes présentent les taux les plus élevés au niveau des lots aux régimes témoins dans l'ensemble des surfaces des murs (30 UFC/US), du sol(4.10² UFC/US), animaux (11.10² UFC/US), des mangeoires (75 UFC/US), des abreuvoirs (10² UFC/US), l'ambiances(8) suite d'une diminution remarquable dans les lots supplémentés du gland et les lots additionné du gland plus bentonite (12 vs 4 UFC/US),(300 vs 200 UFC/US), (61 vs 13 UFC/g), (26 vs 7 UFC/US), (1 vs 0 UFC/US) respectivement.

Le nombre de coliformes fécaux enregistré au niveau de l'eau des lots témoins est plus élevé que celui de l'eau de régime additionné du gland et le lot supplémenté de la bentonite soit un nombre de (10^2 vs 63 vs 30 UFC/ml).

Une différence significative entre les lots en mode d'élevage au sol et les lots en mode d'élevage mené en batterie ; la pollution par ces germes était très remarquable soit un nombre de germe de (17.10^2 UFC/g) aux fientes ; (6.10^2 UFC/g) aux intestins ; (10^2 UFC/ml) au niveau des eaux ; (10^2 UFC/g) aux aliments ; (6.10^2 UFC/boite) aux ambiances ; (23 UFC/US) aux murs ; (3.10^2 UFC/US) aux sols ; (90 UFC/US) aux mangeoires ; (78 UFC/US) aux abreuvoirs au mode d'élevage sol contre (14.10^2 UFC/g), (4.10^2 UFC/g), (36 UFC/ml), (0 UFC/ml), (0.10^2 UFC/boite), (7 UFC/US), (2.10^2 UFC/US) , (1 UFC/US) , (16 UFC/US) respectivement en mode d'élevage mené en batterie.

Au niveau de l'intestin, la différence entre les lots supplémentés du gland et les lots additionné du gland et du bentonite n'est pas significative ($p < 0.05$), en outre le niveau de contamination de ces deux lots avec le lots témoin est significative en étant le taux le plus enregistré (7.10^2 UFC/g) chez les sujets des lots témoins alors que ceux des lots à base régime gland (6.10^2 UFC/g) tandis que le lots contenant de la bentonite avait le taux le plus bas (3.10^2 UFC/g).

La variation du niveau de contamination de l'ambiance par ces germes est significative entre le lot témoin et les deux autres lots ; lot additionné du gland et lot additionné du gland plus bentonite.

En comparaison avec le mode d'élevage, les poulets élevés en batterie ont montré une amélioration significative ($p < 0.01$).

Il est enregistré une très légère contamination du personnel par les coliformes fécaux avec un nombre moyen de (15 UFC/US) sur les mains. La blouse s'avère relativement très peu contaminée (50 UFC/US) par contre le niveau de contamination par ces germes détectés au niveau des bottes est très appréciable (240 UFC/US).

Tableau (32): Evaluation du niveau de contamination aux Coliformes Fécaux des différents points de prélèvement.

	Sol			Batterie			Effet F1	Effet F2
	T	G	GB	T	G	GB		
Litière (UFC/g)	52.10 ^{2 a}	32.10 ^{2 a}	6.10 ^{2 c}	-	-	-	-	-
Animaux (UFC/US)	5.10 ²	410	3.10 ²	16.10 ²	2.10 ²	10 ²	NS	NS
Fientes (UFC/g)	26.10 ²	22.10 ²	2.10 ²	26.10 ²	14.10 ²	200 ²	NS	<0.01
Intestins (UFC/g)	8.10 ²	6.10 ²	4.10 ²	6.10 ²	5.10 ²	200 ²	<0.01	<0.01
Eau (UFC/ml)	200 ^{2 a}	10 ^{2 b}	6 ^c	10 ^{2 b}	0	0	<0.01	<0.01
Ambiance(UFC/boite)	15 ^a	3 ^b	0	1 ^b	0	0	<0.01	<0.01
Murs (UFC/US)	41 ^a	21 ^b	8 ^c	20 ^b	2 ^d	0	<0.01	<0.01
Aliments(UFC/g)	2.10 ^{2 a}	84 ^b	89 ^b	0	0	0	<0.01	<0.01
Sol (UFC/US)	6.10 ^{2 a}	300 ^b	29 ^d	2.10 ^{2 b}	2.10 ^{2 bc}	25 ^d	<0.01	<0.01
Mangeoires (UFC/US)	10 ^a	100 ^a	26 ^b	3 ^b	0	0	<0.01	<0.01
Abreuvoirs (UFC/US)	200 ^{2 a}	51 ^b	13 ^b	45 ^b	2 ^b	1 ^b	<0.01	<0.01

Pour chaque groupe n= 5; SEM : erreur standard de la moyenne. P<0.05 = effet significatif, NS = Non significatif, P<0.01= effet hautement significatif, a, b, c ...groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux par le test de Newman et Keuls, Ind = nombre indéterminable, F1= mode d'élevage, F2= effet régime.

3.2.4 Staphylococcus aureus

Les résultats rapportés dans le (**Tableau 33**)révèlent une contamination un peu élevé par les Staphylococcus aureus au niveau des lots témoin des surfaces des animaux(24 UFC/US), ambiances (238 UFC/ boite), fientes(46 UFC/g), intestins(156.10² UFC/g), eau (20.10² UFC/ml) en comparaison avec les lots supplémentés du gland et les lots additionné du gland plus bentonite (24 vs 6 UFC/US), (202 vs 67 UFC/ boite), (32 vs 40 UFC/g), (27.10² vs 2.10² UFC/g), (17.10² vs 9.10² UFC/ml).

Les degrés de pollution observées au niveau des lots en mode d'élevage mené en batterie est moins marquée que celui enregistré en mode d'élevage au sol soit un nombre de germe de (18 vs 14 UFC/US) animaux, ambiances (169 vs 29 UFC/ boite), fientes (39 vs 32 UFC/g), intestins (62.10² vs 49.10² UFC/g), eau (16.10² vs 27.10² UFC/ml) respectivement.

Les résultats d'évaluation des coliformes fécaux au niveau du personnel montre une très légère contamination avec un nombre moyen de (1 UFC/US) sur les mains gauches et au niveau des blouses (4 UFC/US). En effet, le nombre de ces germes s'avère un peu élevé au niveau des bottes (25 UFC/US).

Tableau (33) : Evaluation du niveau de contamination aux *Staphylococcus aureus* des différents points de prélèvement

	Sol			Batterie			Effet F1	Effet F2
	T	G	GB	T	G	GB		
Litière (UFC/g)	31.10 ²	21.10 ²	15.10 ²	-	-	-	-	-
Animaux (UFC/US)	24	24	6	21	14	8	NS	<0.01
Fientes (UFC/g)	46	32	40	32	28	37	NS	NS
Intestins (UFC/g)	156.10 ² ^a	27.10 ² ^c	246 ^d	128.10 ² ^b	17.10 ² ^c	146 ^d	<0.01	<0.01
Eau (UFC/ml)	20.10 ²	17.10 ²	9.10 ²	64.10 ²	11.10 ²	7.10 ²	NS	NS
Ambiance(UFC/boite)	238 ^a	202 ^b	67 ^c	53 ^c	24 ^d	11 ^d	<0.01	<0.01

Pour chaque groupe n= 5; SEM : erreur standard de la moyenne. P<0.05 = effet significatif, NS = Non significatif, P<0.01= effet hautement significatif, a, b, c ...groupes homogènes de comparaison des moyennesdeux à deux par le test de Newman et Keuls, Ind = nombre indénumérable,F1= mode d'élevage, F2= effet régime.

3.2.5 Streptocoques fécaux

Il est mentionné dans le **Tableau 34**une contamination de la litière au niveau de tout les lots mais le lot le plus contaminé est celui du lot témoin par rapport aux deux autres lots soit un nombre de germe de (41.10² vs 13.10² vs 7.10²UFC/g) respectivement.

Par ailleurs, une pollution par ces germes moins marquée au niveau des lots additionnés de bentonite dans tous les surfaces de prélèvement, cette différence est significative entre les lots en mode d'élevage au sol et les lots mené en batterie où il a été marqué un nombre de germe (3.10² vs 2.10² UFC/g) au niveau des fientes ; (30 vs 20 UFC/ml) les eaux ; (3 10² vs 10 UFC/g) les aliments ; (152 vs 71 UFC/boite) l'ambiances ; (10² vs 28 UFC/US) les murs ; (59 10² vs 22 10² UFC/US) les sols ; (3 10² vs 2 10² UFC/US) les mangeoires ; (4 10² vs 3 10² UFC/US) et les abreuvoirs.

Résultat et Discussion

L'intestin a été chargé en streptocoques fécaux dans tout les lots .Cette charge a été variée d'une manière hautement significative ($p<0.01$) par rapport au effet mode d'élevage et par rapport aussi au effet régime.

Le niveau de contamination par les Streptocoques fécaux détectés au niveau des bottes du personnel est appréciable (76 UFC/US). Au contraire la plus faible contamination par ce germe à été noté au niveau des mains gauche (47 UFC/US).

L'état des blouses portées par le personnel semble un peu impropre , il a été signalé une présence de ce germe de (66 UFC/US) .

Tableau (34) : Evaluation du niveau de contamination aux Streptocoque Fécaux des différents points de prélèvement, au 56 éme jours d'élevage.

	Sol			Batterie			Effet régime	Effet mode d'élevage
	T	G	GB	T	G	GB		
Litière (UFC/g)	41 10 ^{2a}	13 10 ^{2bc}	7 10 ^{2cd}	-	-	-	-	-
Animaux (UFC/US)	200 ^{2a}	200 ^{2ab}	200 ^{2c}	2.10 ^{2ab}	200 ²	93 ^d	p<0,01	p<0,01
Fientes (UFC/g)	4 10 ²	200 ²	200 ²	4.10 ²	200 ²	10 ²	p<0,05	p<0,01
Intestins (UFC/g)	200 ^{2a}	200 ^{2b}	200 ^{2b}	2.10 ^{2b}	200 ^{2b}	2 10 ^{2c}	p<0,01	p<0,01
Eau 22°(UFC/ml)	22 ^{ab}	13 ^{ab}	6 ^b	14 ^{ab}	30 ^a	0	p>0,05	p<0,01
Eau 37°(UFC/ml)	200 ²	10 ²	98	10 ²	39	35	p<0,01	p<0,01
Ambiance(UFC/boite)	200 ^{2a}	10 ^{2b}	82 ^c	39 ^d	28 ^d	16 ^d	p<0,01	p<0,01
Murs (UFC/US)	200 ^{2a}	200 ^{2c}	10 ^{2d}	2.10 ^{2b}	200 ^{2b}	10 ^{2e}	p<0,01	p<0,01
Aliments(UFC/g)	91 10 ^{2a}	67 10 ^{2b}	19 10 ^{2d}	37.10 ^{2c}	20 10 ^{2d}	8 10 ^{2e}	p<0,01	p<0,01
Sol (UFC/US)	4 10 ²	200 ²	10 ^{2c}	4.10 ²	200 ²	94	p<0,05	p<0,01
Mangeoires (UFC/US)	5 10 ^{2a}	5 10 ^{2a}	3 10 ^{2b}	510 ^{2a}	400 ^{2b}	200 ^{2c}	p<0,01	p<0,01
Abreuvoirs(UFC/US)	41 10 ^{2a}	13 10 ^{2bc}	7 10 ^{2cd}	-	-	-	-	-

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes ; T : régime témoin ; G : régime à base de gland de chêne vert substitué au maïs à 33% ; G+B : régime à base de gland substitué au maïs à 33% et additionné de bentonite à 2% ; n=nombre de répétitions ; Fi : facteur étudié (mode d'élevage) ; F2 : facteur étudié, (régime test) ; p<0 ,01 : effet hautement significatif du facteur étudié ; p<0,05 effet significatif du facteur étudié, p>0,05 effet non significatif du facteur étudié, int (F1*F2) : effet de l'interaction des deux facteurs étudié (F1*F2) ; a,b,c,.....groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux par le test de Newman et Keuls, Ind : nombre indéterminable des germes .

3.2.6 Levures

L'exploitation de (**Tableau 35**) de dénombrement des levures permet de constater que le niveau de contamination des lots témoin des surfaces des murs (20 UFC/US), animaux (305 UFC/US), du sol (30 UFC/US), des mangeoires (160 UFC/US), des abreuvoirs (131 UFC/US), d'ambiances (119 UFC/US), en levures est fortement élevé ($p < 0.01$) en comparaison avec les lots supplémentés du gland et les lots additionnés du gland et de bentonite (11 vs 05 UFC/US), (274 vs 181 UFC/US), (10 vs 00 UFC/US), (178 vs 90 UFC/US), (173 vs 69 UFC/US), (85 vs 44 UFC/US) Respectivement.

Pour les prélèvements des fientes et l'eau le niveau de contamination par ce germe dans les lots témoin est assez important ($p < 0.01$) par rapport aux lots additionnés du gland et du gland plus bentonite (14.10^2 vs 05.10^2 vs 03.10^2 UFC/g et 72 vs 65 vs 40 UFC/ml) respectivement.

Un nombre un peut élever des levures à été en enregistré au niveau de prélèvement de l'intestin du lot supplémenté du gland additionné de bentonite (95 UFC/g) en comparaison avec le lot supplémenté du gland (92 UFC/g) mais reste inférieur au niveau de contamination par rapport au groupe témoin (115 UFC/g).

Le groupe supplémenté du gland additionné de la bentonite donne les meilleurs résultats dans la réduction de la charge en levures en comparaison avec les lots supplémenté du gland et le témoin.

Le dénombrement des levures au niveau des différents points de prélèvement effectués, mur, mangeoires, abreuvoirs, ambiance, aliment, intestin en mode d'élevage en batterie est nettement plus réduit ($p < 0.01$) que celui récentes en mode d'élevage au sol, soit un nombre de germe de (10 vs 15 UFC/US, 122 vs 163 UFC/US, 112 vs 136 UFC/US, 66 vs 100 UFC/boite, 11.10^2 vs 16.10^2 UFC/g, 94 vs 106 UFC/g) successivement.

Résultat et Discussion

Tableau (35) : Evaluation du niveau de contamination aux Levures des différents points de prélèvement, au 56^{ème} jours d'élevage.

	Sol			Batterie			Effet régime	Effet mode d'élevage
	T	G	GB	T	G	GB		
Litière (UFC/g)	Ind	100 10 ³	75 10 ³	-	-	-	-	-
Animaux (UFC/US)	300 ^a	274 ^b	200 ^c	292 ^b	273 ^b	141 ^d	p<0,01	p<0,01
Fientes (UFC/g)	18 10 ²	6 10 ²	4 10 ²	900	330	153	p<0,01	p<0,01
Intestins (UFC/g)	100	93	98	101	90	98	p<0,01	p<0,01
Eau 22°(UFC/ml)	76	67	47	68	63	33	p<0,01	p<0,01
Eau 37°(UFC/ml)	146	93	61	93	77	27	p<0,01	p<0,01
Ambiance(UFC/boite)	21 ^a	15 ^b	9 ^c	20 ^a	7 ^c	2 ^c	p<0,01	p<0,01
Murs (UFC/US)	18 10 ²	16 10 ²	13 10 ²	16 10 ²	10 10 ²	7 10 ²	p<0,01	p<0,01
Aliments(UFC/g)	6.10 ^a	2.10 ^b	0	0	0	0	p<0,01	p=0,01
Sol (UFC/US)	233	170	86	86	186	95	p>0,05	p>0,05
Mangeoires (UFC/US)	190	143	76	73	202	61	p=0,05	p=0,01
Abreuvoirs(UFC/US)	Ind	100 10 ³	75 10 ³	-	-	-	-	-

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes ; T : régime témoin ; G : régime à base de gland de chêne vert substitué au maïs à 33% ; G+B : régime à base de gland substitué au maïs à 33% et additionné de bentonite à 2% ; n=nombre de répétitions ; Fi : facteur étudié (mode d'élevage) ; F2 : facteur étudié, (régime test) ; p<0,01 : effet hautement significatif du facteur étudié ; p<0,05 effet significatif du facteur étudié, p>0,05 effet non significatif du facteur étudié, int (F1*F2) : effet de l'interaction des deux facteurs étudié (F1*F2) ; a,b,c,.....groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux par le test de Newman et Keuls, Ind : nombre indéterminable des germes .

3.2.7 Moisissures

Les résultats consignés dans le **tableau 36** montrent que le niveau de contamination par les moisissures des lots témoin des surfaces des murs (15 UFC/US), du sol (52 UFC/US), animaux (100 UFC/US), mangeoires (45 UFC/US), des abreuvoirs (44 UFC/US), l'ambiances (22 UFC/US), en moisissure est plus élevé ($p < 0.01$) en comparaison avec les lots supplémentés du gland et les lots additionnés du gland plus bentonite (11 vs 08 UFC/US), (43 vs 22 UFC/US), (20 vs 18 UFC/US), (36 vs 27 UFC/US), (33 vs 16 UFC/US), (15 vs 14 UFC/US) respectivement.

Le niveau de contamination pour les prélèvements de la litière et de l'eau par les moisissures dans les lots témoins est assez important par rapport aux lots additionnés du gland et du gland plus bentonite (150 vs 132 vs 88 UFC/g, 22 vs 16 vs 12 UFC/ml) respectivement.

Le groupe supplémenté du gland additionné de la bentonite donne les meilleurs résultats dans la réduction de la charge en moisissures.

Le nombre de moisissure enregistré au niveau des différents points de prélèvement effectués, mur, mangeoires, abreuvoirs, en mode d'élevage en batterie est nettement plus réduit ($p < 0.01$) que celui récentes en mode d'élevage au sol, soit un nombre de germe de (11 vs 14 UFC/US, 52 vs 63 UFC/US, 23 vs 33 UFC/US) successivement.

Tableau (36) : Evaluation du niveau de contamination aux Moisissures des différents points de prélèvement, au 56^{ème} jours d'élevage.

	Sol			Batterie			Effet régime	Effet mode d'élevage
	T	G	GB	T	G	GB		
Litière (UFC/g)	150	132	88	-	-	-	-	-
Animaux (UFC/US)	100 ^a	75 ^b	50 ^c	80 ^b	65 ^b	35 ^d	p<0,01	p<0,01
Fientes (UFC/g)	10 ²	80	66	92	71	58	p<0,01	p<0,01
Intestins (UFC/g)	22	18	20	17	17	10	p<0,01	p<0,01
Eau 22°(UFC/ml)	30	29	27	48	43	40	p<0,01	p<0,01
Eau 37°(UFC/ml)	46	32	31	41	31	17	p<0,01	p<0,01
Ambiance(UFC/boite)	16 ^a	14 ^b	9 ^c	17 ^a	13 ^c	7 ^c	p<0,01	p<0,01
Murs (UFC/US)	112	101	93	109	95	87	p<0,01	p<0,01
Aliments(UFC/g)	95 ^a	82 ^b	62	98	80	65	p<0,01	p=0,01
Sol (UFC/US)	92	74	71	87	82	72	p<0,01	p<0,01
Mangeoires (UFC/US)	72	68	62	64	56	46	p<0,01	p<0,01
Abreuvoirs(UFC/US)	150	132	88	-	-	-	-	-

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes ; T : régime témoin ; G : régime à base de gland de chêne vert substitué au maïs à 33% ; G+B : régime à base de gland substitué au maïs à 33% et additionné de bentonite à 2% ; n=nombre de répétitions ; Fi : facteur étudié (mode d'élevage) ; F2 : facteur étudié, (régime test) ; p<0,01 : effet hautement significatif du facteur étudié ; p<0,05 effet significatif du facteur étudié, p>0,05 effet non significatif du facteur étudié, int (F1*F2) : effet de l'interaction des deux facteurs étudiés (F1*F2) ; a,b,c,....groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux par le test de Newman et Keuls, Ind : nombre indéterminable des germes .

3.2.8 Clostridium sulfito réducteur

Les résultats de dénombrement de clostridium sulfito réducteur illustré dans le (**Tableau 37**) montrent que le niveau de contamination des lots témoin par ce germe dans les prélèvements des litières, fientes, intestins et l'eau est plus élevé par rapport aux lots additionnés du gland et du gland plus bentonite (190 vs 120 vs 35 UFC/g) et (120 vs 33 vs 01 UFC/g et 520 vs 460 vs 300 UFC/g), (11 vs 10 vs 01 UFC/ml) respectivement.

Une charge bactérienne élevée a été enregistré dans les prélèvements du sol du lot témoin par rapport aux lots additionnés du gland et du gland plus bentonite (57 vs 16 vs 11 UFC/g) successivement.

Une absence totale de ce germe à été enregistré au niveau des surfaces mangeoires, abreuvoirs, mur et ambiance des différents lots.

Il est à noter que le niveau de contamination des différents points de prélèvement effectués sur litières, fientes, intestins et l'eau en mode d'élevage en batterie est nettement plus réduit ($p < 0.01$) que celui recensé en mode d'élevage mené en sol, soit un nombre de germe de (51 vs 180 UFC/g, 04 vs 98 UFC/g, 250 vs 600 UFC/g) successivement.

Tableau (37) : Evaluation du niveau de contamination aux Clostridium Sulfito Réducteurs des différents points de prélèvement, au 56^{ème} jours d'élevage .

	Sol			Batterie			Effet régime	Effet mode d'élevage
	T	G	GB	T	G	GB		
Litière (UFC/g)	32.10 ^a	2.10 ^b	100 ^c	-	-	-	-	-
Animaux (UFC/US)	57 10 ²	57 10 ²	57 10 ²	57 10 ²	57 10 ²	57 10 ²	p<0,01	p<0,01
Fientes (UFC/g)	23 10	63	2	10	2	0	p<0,05	p<0,05
Intestins (UFC/g)	78 10 ^a	60 10 ^b	40 10 ^c	26 10 ^{cd}	31 10 ^{cd}	20 ^d	p<0,01	p<0,01
Eau 22°(UFC/ml)	19 ^a	16 ^a	1 ^b	5 ^b	4 ^b	0	p<0,01	p<0,01
Eau 37°(UFC/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambiance(UFC/boite)	0	0	0	0	0	0	0	0
Murs (UFC/US)	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliments(UFC/g)	62	32	23	53	0	0	p<0,01	p<0,01
Sol (UFC/US)	0	0	0	0	0	0	p<0,01	p<0,01
Mangeoires (UFC/US)	0	0	0	0	0	0	p<0,01	p<0,01
Abreuvoirs(UFC/US)	32.10 ^a	2.10 ^b	100 ^c	-	-	-	-	-

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes ; T : régime témoin ; G : régime à base de gland de chêne vert substitué au maïs à 33% ; G+B : régime à base de gland substitué au maïs à 33% et additionné de bentonite à 2% ; n=nombre de répétitions ; Fi : facteur étudié (mode d'élevage) ; F2 : facteur étudié, (régime test) ; p<0,01 : effet hautement significatif du facteur étudié ; p<0,05 effet significatif du facteur étudié, p>0,05 effet non significatif du facteur étudié, int (F1*F2) : effet de l'interaction des deux facteurs étudiés (F1*F2) ; a,b,c,.....groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux par le test de Newman et Keuls, Ind : nombre indéterminable des germes .

3.2.9 Les Salmonelles

Les résultats de dénombrement des salmonelles sont présentés dans le **tableau 38** montrant une absence totale de ce germe dans les points de prélèvements mangeoires, abreuvoirs, sol, mur, ambiance des différents lots.

Le prélèvement de surface animale pour les lots supplémentés du gland additionné de la bentonite montre une absence totale de ce germe par rapport au lot supplémenté du gland et celle du gland additionné de la bentonite (00 vs 01 vs 01 UFC/US) successivement.

Une présence de salmonelle au niveau des prélèvements des fientes des lots témoins par rapport aux lots additionnés du gland et gland plus bentonite (01 vs 00 vs 00 UFC/US).

Le niveau de contamination pour les poulets élevés en batteries pour les prélèvements des fientes, animaux étant réduit en comparaison aux lots témoins (00 vs 01 UFC/g, 00 vs 01 UFC/g, 03 vs 01 UFC/g) successivement.

Le poulet élevé en sol présente une charge bactérienne par ce germe plus importante que les poulets élevés en batterie pour la surface animale (1 UFC/US) pour l'élevage au sol contre 0 UFC/US mené en élevage batterie.

Tableau (38) : Evaluation du niveau de contamination aux Salmonelle des différents points de prélèvement, au 56^{ème} jours d'élevage.

	Sol			Batterie			Effet régime	Effet mode d'élevage
	T	G	GB	T	G	GB		
Litière (UFC/g)	7	4	1	6	3	0	>0,05	p<0,01
Animaux (UFC/US)	2	1	0	0	1	0	>0,05	p<0,05
Fientes (UFC/g)	2 ^a	0	0	0	0	0	<0,01	p<0,01
Intestins (UFC/g)	2	0	0	0	0	0	0	0
Eau 22°(UFC/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0
Eau 37°(UFC/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambiance(UFC/boite)	0	0	0	0	0	0	0	0
Murs (UFC/US)	0	0	0	0	0	0	0	0
Aliments(UFC/g)	0	0	0	0	0	0	0	0
Sol (UFC/US)	0	0	0	0	0	0	0	0
Mangeoires (UFC/US)	0	0	0	0	0	0	0	0
Abreuvoirs(UFC/US)	7	4	1	6	3	0	>0,05	p<0,01

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes ; T : régime témoin ; G : régime à base de gland de chêne vert substitué au maïs à 33% ; G+B : régime à base de gland substitué au maïs à 33% et additionné de bentonite à 2% ; n=nombre de répétitions ; Fi : facteur étudié (mode d'élevage) ; F2 : facteur étudié, (régime test) ; p<0,01 : effet hautement significatif du facteur étudié ; p<0,05 effet significatif du facteur étudié, p>0,05 effet non significatif du facteur étudié, int (F1*F2) : effet de l'interaction des deux facteurs étudiés (F1*F2) ; a,b,c,.....groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux par le test de Newman et Keuls, Ind : nombre indéterminable des germes .

4. Discussion

4.1. Paramètres biochimiques du sérum

Dans nos essais le type d'élevage n'a aucun effet sur les paramètres sanguins. Mais on a remarqué que le taux de protéine a été diminué chez le lot élevé en batterie, ceci peut être expliqué par la différence de densité entre les deux élevages où l'alimentation était moins accessible pour les animaux élevés en cage par rapport à ceux élevés au sol.

Nous avons constaté que les concentrations de glucose, de protéines et créatinine n'étaient pas affectées par l'addition de la bentonite dans tous les traitements. Mais à ce propos, **Che et al., (2011); Yang et al, (2014)** ont rapporté une diminution des taux sériques de ces composés, quels que soient les animaux qui ont reçu un régime supplémenté d'argile mais contaminés par des *Fusariums*. Nos résultats ont montré que les poulets recevant la bentonite respectivement traitée et brute ont augmenté la concentration sérique de triglycérides en 42^{ème} jour.

Le taux de protéine a été affecté par l'ajout de gland à cause de présence de tannins qui sont les principaux facteurs antinutritionnels responsables des effets principalement dirigés contre la digestibilité des protéines ;soit en inhibant certaines enzymes protéolytiques (**Longstaff et McNab, 1991 et Kaysi etMelcion, 1992**).

La teneur du cholestérol LDL a été diminuée dans les deux groupes de poulets alimentés par la bentonite et gland plus bentonite par rapport au groupe témoin. Cependant, la tendance est inversée avec le cholestérol HDL. Ces observations indiquent l'effet positif de l'addition de bentonite traitée dans le régime de poulet sur le cholestérol HDL. Des concentrations analogues ont été enregistrées par **Hermier et Chapman, (1985)** chez des poulets de chair sélectionnés pour une forte adiposité. **Wahl et al., (1984)** ont indiqué que, dans de nombreux cas, la relation positive entre le cholestérol LDL et d'autres lipides lipoprotéiques devient inverse en présence de fortes proportions de triglycérides.

L'augmentation des concentrations de minéraux au niveau sérique peut être attribuée à l'ajout de bentonite calcique à des doses élevées de 2% et 5%, en particulier le contenu en calcium qui était plus élevé dans le groupe qui a été alimenté par un régime complémenté de bentonite calcique. Cependant, **Khanedar et al., (2012)**, ont rapporté que l'addition de bentonite à 1% et 1,5% n'a pas augmenté les concentrations de minéraux dans le sérum de poulets de chair. La biodisponibilité améliorée du minéral peut être due à la forte capacité de gonflement des minéraux argileux (**Lees et al., 2010**), ce qui entraîne un ralentissement de la vitesse de passage digestive dans le

tractus gastro-intestinal ou pourrait être lié à la capacité d'échange cationique élevée de l'argile minéral (**Fenn et Leng, 1989**).

4.2 Histologie :

L'autopsie n'a pas révélé des lésions macroscopiques évidentes sur les différents organes prélevés chez les différents groupes d'animaux expérimentaux, à l'exception de celles observés sur la bourse de Fabricius qui ont montré de la tuméfaction associée à de la congestion et de l'atrophie accompagnée de couleur grisâtre. L'atteinte de ces bourses était accompagnée de péri hépatite légère, de congestion et de pétéchies intestinales plus marquées chez les poulets nourris au témoin et au régime à base de gland et moins prononcées chez les animaux ayant consommé la ration supplémentée de bentonite.

En fonction du régime alimentaire consommé et en comparaison au lot témoin, l'histologie a révélé une nécrose des follicules lymphoïdes des bourses de Fabricius plus modérée avec le régime à base de gland. L'ajout de la bentonite au régime de gland a réduit presque de moitié l'intensité de la nécrose folliculaire en comparaison à l'aspect lésionnel des animaux témoins.

Par ailleurs, selon le régime consommé, les infiltrats hépatiques ont été beaucoup moins importants dans le régime à base de gland et de bentonite, qui a même réduit l'apparition de lyse et de dégénérescence hépatocytaire par rapport aux autres régimes expérimentaux. La microscopie intestinale a révélé aussi que le lot témoin a présenté une activité inflammatoire transmurale moins importante en comparaison surtout au lot alimenté au gland et bentonite.

A titre indicatif, **De Vries et al. (2006)** ont estimé la consommation de terre par une poule pondeuse élevée en plein-air à près de 10 % de la matière sèche ingérée.

Apparemment, l'ajout de la bentonite à l'alimentation du poulet de chair consolide plus l'immunité de l'animal et réduit considérablement chez celui-ci :

- de l'intensité de la nécrose folliculaire des bourses de Fabricius ;

- des infiltrats hépatiques, de la lyse et de la dégénérescence hépatocytaire ;
- de l'activité inflammatoire transmurale intestinale ;
- et du nombre des manchons péri artériels dans la rate.

Tout au long de l'expérimentation et selon le type d'élevage, la fibrose était légèrement plus étendue sur les bourses issues de l'élevage en cage contrairement à l'élevage réalisé au sol. Des lésions de stéatose et de mégalocytose, ainsi que des lésions de lyse et de dégénérescence ont été plus évidentes aussi dans les hépatocytes d'animaux élevés en batterie. Par contre, seule une présence de cytogrésomes au niveau du cytoplasme des cellules hépatique a été remarquée dans l'élevage mené au sol.

Au niveau intestinal, des lésions d'entérite au niveau de la sous muqueuse et de la muqueuse, des infiltrations des cryptes par les neutrophiles et des érosions épithéliales locales plus ou moins importantes ont été observées chez les animaux des lots élevés au sol que ceux élevés en cages.

Ces réponses sont, assurément dues, à une différence de densité d'élevage dont l'élevage en cage a été mené plus en souffrance par les animaux en raison de la forte densité de 20 sujets au mètre carré par comparaison à l'élevage au sol ayant été établi selon la norme requise de 10 sujets au mètre carré.

4.3 Analyses microbiologiques

4.3.1 Matière sèches des fientes :

L'analyse statistique des résultats de l'humidité des fientes a montré que la supplémentation du gland plus la bentonite au régime des poulets de chair affecte significativement ($p < 0.01$) de la teneur en matière sèche des fientes d'animaux en comparaison à ceux des lots d'animaux nourris au régime gland et le régime témoin.

Ces résultats sont similaires avec ceux obtenus par **Madkour et al., (1993)** qui ont rapporté que les argiles sont des substances absorbantes représentent un moyen pour réaliser le contrôle de l'humidité des excréments grâce à leur propriété de former un complexe avec de l'eau empêchant son état libre dans les fèces excrétées.

Comme le contrôle de la qualité de la litière et de l'humidité des excréments est l'une des principales préoccupations de l'industrie avicole (**Francesh et Brufau, 2004 ; Kim et al., 2006**), diverses recherches ont été menées pour trouver des solutions diminuant la propagation des polluants des exploitations avicoles dont l'usage d'argile comme la bentonite constitue l'un des moyens les plus efficaces pouvant atteindre ces objectifs, selon les rapports de (**Shariatmadari, 2008 et de Safaeikatouli et al., 2010**).

Selon **Evans et Ferrell (1993) et Olver (1997)**, l'utilisation de ces argiles dans l'alimentation animale est très intéressante en raison de leurs pouvoirs positifs sur la digestion et l'assimilation des nutriments, ainsi que sur la réduction d'humidité des fèces.

D'après (**Carré et al., 2003**) l'humidité des fientes est étroitement liée à la viscosité du contenu digestif. Les régimes à caractère viscosant entraînent le plus souvent des modifications histo-morphologiques avec des conséquences digestives négatives (**Francesh, 2005 et Tiwari, 2007**) en augmentent l'humidité des fientes.

Les argiles améliorent l'efficacité digestible de la matière organique et réduisent l'humidité des fèces et de plus d'après (**Tortuero, 1983**) les argiles permettent une meilleure utilisation des minéraux.

4.3.2 Niveau de contamination des bâtiments d'élevage

Les niveaux de contamination aux germes (Flore Totale Aérobie Mésophile, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux, *Staphylococcus aureus*, Salmonelles, les levures et moisissure) dans les bâtiments d'élevage des poulets de chair élevés au régime gland et surtout au régime gland avec bentonite sont nettement plus faibles ($p < 0.05$) par comparaison à celui du lot témoin d'animaux ayant reçus le

régime standard élaboré par l'UAB-Mostaganem (l'unité d'aliment pour bétail de Mostaganem).

Ces réponses sont certainement dues au fait que les fientes des poulets élevés au régime à base de bentonite étaient significativement ($p < 0.01$) plus sèches que celles des autres groupes d'animaux expérimentaux.

A ce propos, il est bien établi que l'argile composée principalement de smectite a pour effet d'absorber les liquides (eau, urine, ect.....) et diminuer l'humidité de la litière, induisant ainsi à une meilleure absorption des nutriments et entraînant une diminution significative du fumier humide (**Bouderoua et al, 2021, Tauquir et Nawaz, 2001**).

Britton et al.(1978) confirment également que l'utilisation de la bentonite additionnée du gland peut absorber l'ammoniac de la litière et réduire ses effets néfastes sur les animaux et l'environnement dans les fermes avicoles.

La propriété absorbante de cette argile vis-à-vis de l'humidité peut lui conférer, sans doute, le titre d'additif alimentaire naturel par excellence pouvant réduire l'activité de l'eau, induisant ainsi à une faible prolifération des germes de contamination et à une meilleure conservation de l'aliment (**Abdelouahab et al.,1987**). Il semble aussi que la bentonite incorporée dans le régime peut améliorer l'intégrité grâce à son rôle dans l'adsorption et l'élimination des micro-organisme pathogène du tube digestif de volailles, ce qui favorise l'amélioration de l'environnement et de l'épithélium intestinaux et par conséquent une plus grande utilisation des nutriments.

La bentonite peut réduire le nombre d'*Escherichia coli* et de *Clostridium perfringens* en dépriment l'activité de leurs enzymes dans l'intestin grêle de poulet (**Xu et al., 2003**). De plus, pour l'argile montmorillonite, **Hu et al.(2013)** ont observé une amélioration de l'intégrité intestinale mesurée par la hauteur des villosités en fournissant cette argile aux poulets. Ces auteurs indiquent que le maintien de l'intégrité intestinale est indispensable au bon fonctionnement des cellules épithéliales et l'utilisation d'argiles dans l'alimentation de volaille peut constituer une excellente

alternative aux antibiotiques pour maintenir la santé intestinale et par conséquent les performances des animaux.

Anciennement, il a été signalé d'après l'étude **d'Oliver et al.(1983)** que la zéolite naturelle réduit le nombre des colonies microbiennes dans l'intestin proximal et distal et décrit une baisse de la mortalité chez les poulets de chair.

Apparemment, la bentonite de type calcique objet de cette étude a présenté les mêmes caractéristiques que la zéolite, ce qui par voie de conséquence a nettement amélioré l'environnement d'élevage au plan de la contamination microbienne et des émanations d'ammoniac.

En outre, **Dorman et al.(2000)** ont prouvé que l'argile de type montmorillonite avait une faible capacité antibactérienne en modifiant la perméabilité des membranes cellulaires bactériennes ; ce qui permet aux ions intercellulaires et aux métabolites de faible poids moléculaire de se diffuser (**Malachova et al.,2009**).

Par ailleurs, il est connu que les glands de chêne usuellement employés en médecine traditionnelle sont une source riche d'hydrates de carbone, d'acides aminés, protéines, de lipides et divers stéroïdes (**Leon-Camacho et al. 2004 ; Lopes et Bernardo-Gil, 2005**). À côté de ces constituants alimentaires, ils contiennent divers composés biologiquement actifs (des tannins, l'acide gallique et différents dérivés hexahydroxydiphénol) qui possèdent des activités antioxydantes et antimicrobiennes avérées (**Rakic et al., 2004 et 2006**).

En effet, plusieurs études liées à l'activité antimicrobienne des polyphénols de gland ont montré des pouvoirs efficaces contre les bactéries pathogènes, les moisissures et les levures dont l'activité est fortement corrélée au contenu polyphénolique du fruit de la plante.

Ceci peut expliquer la réduction constatée du niveau de contamination aux germes étudiés dans le régime à base de gland par rapport au témoin, et le faible niveau de contamination des fientes issues d'animaux élevés à la bentonite par rapport à celles des autres lots expérimentaux.

Selon le mode d'élevage entrepris, il apparait clairement que l'environnement dans les bâtiments des poulets élevés au sol est plus souillé aux germes de contamination que les élevages menés en batteries. Cette amélioration du niveau de contamination de l'élevage en batteries peut être expliquée par :

- La suppression de la litière qui constitue le premier milieu pouvant héberger les nombreux agents infectieux.

- Le manque de contact direct entre les animaux et les déjection rejetées à travers le grillage des cages d'élevage.

- Le nettoyage fréquent du sol marqué par raclage facile des fientes considérées comme étant les principales sources de contaminations.

Conclusion générale

Au terme de cette étude et à travers les résultats obtenus il apparaît que durant l'élevage, les poulets nourris au régime témoin ont présenté de meilleures ($p < 0.01$) performances de croissance et pondérales (poids des carcasses pleines, poids des carcasses éviscérées, poids des cuisses, poids des filets) que les autres animaux expérimentaux.

Cependant, les poulets de chair ayant consommé le régime à base de gland ont accusé des poids des carcasses éviscérées, des cuisses et des filets comparables ($p > 0.05$) à ceux élevés au régime associant gland et bentonite.

Les performances des poulets élevés en cage sont plus médiocres que ceux d'animaux issus d'élevage au sol.

Les performances pondérales des carcasses des poulets élevés en cage ont été relativement ($p < 0.05$) plus médiocres que ceux d'animaux issus d'élevage au sol.

Quelque soit le régime distribué, aucune variation pondérale hépatique et du cœur n'a été détectée chez l'ensemble des sujets expérimentaux.

Concernant le gras abdominal, en fin d'élevage, au 56^{ème} jour, les animaux du lot témoin ont accumulé moins de gras au niveau de l'abdomen par rapport à ceux nourris au régime à base de gland et la ration à base de gland et de bentonite ayant accusé un même dépôt lipidique.

L'étude a montré qu'il est donc possible d'ajouter le gland dans la ration, sans que les performances de croissance et les paramètres des carcasses des poulets de chair ne soient altérés. Cette valorisation des glands en alimentation aviaire ouvre une opportunité très intéressante de produire en Algérie un poulet Label-Gland ayant des caractéristiques organoleptiques semblables au poulet fermier et des vertus diététiques particulières : riche en acides gras polyinsaturés (AGPI).

Apparemment, l'ajout de la bentonite dans l'alimentation des volaille réduit remarquablement chez particulièrement les poulets de chair de l'intensité de la nécrose folliculaire des bourses de Fabricius, des infiltrats hépatiques, ainsi que de la lyse et

de la dégénérescence hépatocytaire, de l'activité inflammatoire transmurale intestinale .

La mesure des paramètres biochimiques du sang a montré que la bentonite a amélioré l'état de santé des poulets, car la teneur en cholestérol – LDL a été faible par rapport au cholestérol – HDL, ainsi que l'augmentation des proportions de minéraux à l'échelle sérique, ce qui est dû à l'apport minéral de l'argile qui a probablement joué un rôle intéressant dans ce mécanisme.

En ce qui concerne la qualité hygiénique des bâtiments d'élevage, il apparaît que l'addition du gland et de la bentonite au régime alimentaire du poulets semble avoir influencé le niveau de pollution d'origine microbienne dont la charge microbienne mesurée est diminuée par rapport au régime sans bentonite.

Selon le mode d'élevage entrepris, il apparaît clairement que l'environnement dans les bâtiments des poulets élevés au sol est plus souillé aux germes étudiés que les élevages menés en batterie.

Durant l'expérimentation, l'élevage en cage contrairement à l'élevage réalisé au sol a montré une fibrose légèrement plus étendue sur les bourses de Fabricius ; des lésions de stéatose et de mégalocytose, ainsi que des lésions de lyse et de dégénérescence plus marquées.

Alors, on peut dire que l'utilisation de la bentonite calcique dans l'élevage avicole peut résoudre différents problèmes tels que la pollution des bâtiments d'élevage, diminution des risques sanitaires .

Au vu de l'amélioration de la valeur santé de la viande de poulet par l'addition supplémentaire de la bentonite, l'utilisation de gland de chêne de vert dans l'alimentation de poulet est donc tout à fait possible car le gland agit probablement sur la qualité et la valeur santé de la viande grâce à sa richesse en principes bio actifs.

En perspective, pour mieux cerner l'effet d'ajout de la bentonite et du gland dans la ration sur les performances, la qualité des viandes et la santé du poulet de chair élevé en cage et au sol il serait très important de reconduire cette étude qui ne constitue à notre avis qu'une ébauche de résultats préliminaires en maîtrisant au mieux toutes les contraintes rencontrées au cours du premier essai dont la mise en place durant l'élevage surtout de batteries appropriées pour le poulet de chair; des bâtiments propres adéquats bien aérés et un système d'abreuvement bien adapté et il serait intéressant de poursuivre les études visant à mieux comprendre et maîtriser les mécanismes par lesquels jouer sur la densité de l'effectif dans la batterie .

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abdelouahab C , Ait Amar H, Obretenov T Z.,(1988) . Physiological and structural characteristics of some bentonitic clays from north-Western Algeria ;16-292

Abdelouahab, C., Ait Amar, H., Gaid, A,1987 .Fixation sur des argiles bentoniques d'ions métalliques dans les eaux résiduaires, Rev. Int. Sci. De l'eau, 3, 33-44.

Adel Benchabane.2006 « Etude du comportement rhéologique de mélanges argiles - polymères. Effets de l'ajout de polymères, thèse doctorat, université de Louis Pasteur - Strasbourg ».

Afraitane K . ,1990. Contribution à l'étude biochimique du fruit de chène liège de la suberaie de la MAMORA (MAROC). Thèse de doctorat 3^{ème} cycle . ENSA de RABAT., 125 .

Ait saada D., 1997. Essai nutritionnels des farines de gland en alimentation du poulet de chair.

Ait Saada, D., Ait Chabane, O., Selselet-Attou, G., Boudroua, K., Et Kedam, R., 2017. Essais nutritionnels de la farine des glands en alimentation du poulet de chair (caractéristiques organoleptiques- biochimiques- digestives et diététiques). 1-29

Aggad H., Mahrouz F., Ahmed Ammar Y. et Kihal M., 2010 .Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. Revue Méd. Vet. 160, 12, 590-595.

Ajuyah A., Lee KH., Hardin RT., Jeonga S., 1991. Modification du rendement et de la composition en acides gras de la carcasse entière et de portions de viande sélectionnées de poulets à griller nourris avec des graines oléagineuses entières. Sciences de la volaille 70 (11) : 2304 – 2314.

Alloui (2006). Conduite de l'élevage avicole (poulet de chair) Dans la wilaya d'Ouargla (cas de daïra sidi amrane)

Alloui A, Begon S, Chassaig C, Eschalièr A, Gueux E, Rayssiguier Y, Dubry C.2003. Does Mg²⁺ deficiency induce a long-term sensitization of the central nociceptive pathways ? Eur J Pharmacol. ; 469 :65-69.

Ambula, M. K., G. W. Oduho and J. K. Tuitoek. 2003. Effect of high-tannin sorghum and bentonite on the performance of laying hens. Trop. Anim. Health Prod . 35 :285-292

Aravind, K.L., Patil, V.S., Devedowda, G., Umakantha, B., Ganpule, S.P., 2003. Efficacy of esterified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance and serum biochemical and hematological parameters in broilers. Poult. Sci.. 82, 571-5786.

Références bibliographiques

Azzouz. A, Nistor. D, Miron. D, Ursu. A.V, Sajin. T, Monette. P, Niquette. R. 2006. Assessment of acide-base strength distribution of ion-exchanged montmorillonite through NH₄⁺ and CO₂-TPD measurements, *thermochim. Acta* 449- 27.

Bartos. S.; M. Marounek, J. Petrzik; L. Kopečný; F.M. Kolouch and G.I. Kalacnjuk, 1982. The effect of bentonite on rumen fermentation and nitrogen metabolism in ruminants. *Biol. Chem. Vet. Praha*, XVIII:333.

Bates, R. L. and J. A. Jackson. 1980. Glossary of geology. American Geological Institute, Alexandria, VA, USA.

Belaid B., 1993. Notion de zootechnie générale. Office des publications universitaires. Alger .

Belala, Talah .(2019). Suivi d'élevage de poulet de chair au niveau de la daïra de khmismiliana

Berri, C., & Jehl, N. (2001) .Facteurs de Variation de la Qualité Technologique et Organoleptique des Viandes de Poulets. Pages 245-252 in : Quatrième Journée de la Recherche Avicole, Nantes, France.

Benathmane F., 2012. Impacte des aliments enrichis en acides gras polyinsaturés n-3 sur les performances zootechniques et la qualité nutritionnelle des viandes : Cas du lapin et du poulet de chair .

Blum J.C., 1984. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. Ed. INRA., 281.

Borisove , M., Laor, Y., Saadi, I., Lado, M., Bukhanovsky, N., 2011. Tracing organic footprints from industrial effluent discharge in recalcitrant riverine chromophoric dissolved organic matter. *Water Air Soil Pollut.* 222 (1-4), 255- 269

Bouderoua K., 1995. Caractéristique biochimique et aptitudes nutritionnelles des glands de chêne vert et de chêne liège en alimentation des poulets de chair ; Thèse de Magistère en science agronomie l'INA Alger. P 107.

Bouderoua K., Selselet-Attou G et Mourot J., 2003. Body composition and meat sensory Properties of broilers fed green oak (*Quercus ilex*), cork acorn (*Quercus suber* L.) based diet. XVIth European symposium on the quality of meat poultry, Proceeding (2003)., 312-317.

Références bibliographiques

- Bouderoua K., Selselet-Attou G., 2003.** Fattyacid composition of abdominal adipose tissue in broilersfed green-oak (*Quercus ilex*), corkoakacorn (*Quercus suber* L) baseddiets. *Anim. Res.*, 52, 377-382
- Bouderoua K., 2004.** Lipogenèse hépatique et composition en acides gras du tissu adipeux et musculaire des poulets de chair nourris par des régimes de gland de chene vert et de liège. Thèse de doctorat d'état en Sciences Agronomiques, INA d'El-Harrach, Alger, 125p.
- BouderouaK.,Selselet-Attou G et Mourot J., 2009.** The effect of green oakacorn (*Quercus ilex*)baseddiet on growth performance and meatfattyacid composition of broilers. *Australi .Sian. Journal of Animal Science* .,22(6) :843-848.
- Bouderoua Y., Ait-Saada D, Selselet-Attou G, Mourot J, Perier C and Robin G., 2016.**Effects of Dietary Addition of Raw and Treated Calcium Bentonite on Growth, Digesta Characteristics, Blood Profiles and MeatFattyAcids Composition of BroilersChicks. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 11 (12): 805-814 .
- Bouderoua Y., Ait-Saada ., Benmahdi T., Selselet-Attou G. ,2021.** Dietary addition of Calcium Bentonite enhances conditions of livestockhygiene and DroppingsCharacteristics and Health of BroilersChicks. *South Asian Journal* ., 11(1). P25-35.
- Bouziiane, N. 2007.** Elimination du 2-mercaptobenzothiazole par voie photochimique et par adsorption sur la bentonite et le charbon actif en poudre. Mémoire de magister
- Briggs, G.M et M.R. Spivey. 1954.** Vitamin A de ficiency in chicksproduced by feeding bentonites in syntheticdiets. *Poultry Science*, 33 :1044
- Britton RA., Cooling DP., &Klopfenstein TJ. 1978.** Effect of complexing sodium bentonite withsoybeanmeal or urea in vitro ruminal ammonia release and nitrogenutilization in ruminants. *J Anim Sci.* 46:1738–1747
- Caillère S., Hélin S., Rautureau M., 1982.** Minéralogie des argiles. 1 : Structure et propriétés physicochimiques. INRA n, 8 (2°ed), Masson, Paris, 184p.
- Carré et al., 2003.** Effet de la dureté du grain de blé sur la digestibilité de l'amidon chez les poulets de chair de 3 semaines. Cinquième Journées de la Recherche Avicoles, Tours, 26 et 27 mars 2003.
- Carter W., Thomas L ; Adkisson C. S . , 1993.** Dietarycircumvention of acorn tannins by jays. *Oecologia*. Vol 94 : 159 – 164 (p).
- Carretero MI. 2002.** Clay minerals and theirbeneficialeffectsuponhumanhealth. A review : *Applied Clay Science.* ; 21 :155-163.

Références bibliographiques

- Celso G. Velho J. et Ramirez C. 1998** « Minerais industriels. Geologia, propriedade de tratamentos, aplicações, especificações, produções e mercados. Ed. Univ. De Aveiro, 591p ».
- Chaumande, B., 2011.** Apport des analyses protéomique et métallogréomique pour l'étude de la géographie. Thèse de doctorat. Université de Strasbourg, France, pp : 238
- Che, Z., Y. Liu H. Wang H. Zhu, Hou Y. and B. Ding. 2011.** The protective effects of different mycotoxin adsorbents against blood and liver pathological changes induced by mold-contaminated feed in broilers. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 24, No. 2 : 250 - 257.
- Chen, X., Horn, N., Applegate, T.J., 2014.** Efficiency of hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the adverse effects of graded levels of aflatoxin B1 in broilers chicks. Poultry Sci., 93, 2037-2047 .
- Chen, Y.P., Y.F. Cheng, X.H. Li, H. Zhang, W.L. Yang, C. Wen, and Y.M. Zhou. 2016.** Dietary palygorskite supplementation improves immunity, oxidative status, intestinal integrity, and barrier function of broilers at early age. An. Feed Sci. Tech. 219 (2016) 200–209
- Crilly, J. Power, E.P. Cowman, H.J. Cryan, B. et Buckley, J.F. 2001.** Epidemiology of Salmonella infection in the south of Ireland. Ir. J. of Agri. and Food Resea., 40, 215-226.
- Damiri H, M. Chaji, M. Bojarpour, M. Eslami and M. Mamoei. 2011.** Effect of different sodium bentonite levels on performance, carcass traits and passage rate of broilers. Pak. Vet. J., 32(2): 197-200.
- Damiri H, M Chaji, M Bojarpour, M Eslami and M Mamoei, 2012.** The effect of sodium bentonites on economic value of broiler chickens diet. J Anim Vet Adv, 9: 2668-26670.
- Dembinski Z, Wieckowski W, Kulinske A., 1985.** The effect of bentonite polish production on chosen parameters of a healthy state and productivity in dairy cattle. Nutr. Abst. and Rev 58 : 39
- Demirbas A., 2009.** Agricultural based activated carbons for the removal of dyes from aqueous solutions : a review, J. Hazard. Mater. 167, 1-9.
- De Vries, M., Kwakkel, R.P., Kijlstra, A., 2006.** NJAS, 54 : 207.
- Deribere et Esme, 1943.** La Bentonite, les argiles colloïdales et leurs emplois : Par Maurice Déribéré, et Agnan Esme, 2e édition.

Références bibliographiques

- Djerrou Z, Benmakhlouf A (2006)** . Influence des conditions d'élevage sur les performances chez le poulet de chair.
- Dominy N.J., Davoust E., Minekus M. 2004.** Adaptive function of soilconsumption: an in vitro studymodelling the humanstomach and small intestine. *J. Exp. Biol.*, 207, 319–324.
- Dorman H. J., DeansS.G.(2000).** Antimicrobial agents from plants : antibacterialactivity of plant volatile oils. *Journal of AppliedMicrobiology*, 88 : 308 – 316.
- Driouche, Hamidi .(2017)** . Etat des lieux de la pratique de l'aviculturetype chair dans la wilaya de Ain Defla. Cas des exploitations agréées.
- Drouin P.,1988.** Aspect généraux de la pathologie aviaire p 441 – 454 6 l'aviculture FRAN9AISE Edition : Rosset.
- Drouin P., 2000.** *Sci. Et Tech. Avicoles*, (hors série, sept), 17-34.
- Dufour F., Silim A., 1991** . Régie d'élevage des poulets et des dindes. Manuel de pathologie aviaire. Edition chaire de pathologie médicale et des animaux de basse-cour.
- Erwin, E.S.,C.J.Elam et I.A.Dyer. 1957.** The influence of sodium bentonite in vitro and in the ration of streers. *Journal of Animal Science*, 16 :858-862.
- Evans, M and D.J. Farrel, 1993.** Are there economic bentefits to adding zeolites to poultry diets ? in :Farrel, D.J(Edt.) *Recent advances in animal nutrition in Australia*, Armidale, University of New England, pp. 303- 316.
- FAO 2022** .,Passerelle sur l'aviculture et les produits avicoles .
- FAO 2021.,** PERSPECTIVES AGRICOLES DE L'OCDE ET DE LA FAO 2021-2030 © OCDE/FAO
- FAOSTAT ,(2009)** . Production mondiale de viandes en 2009.
- Fenn, P.D. and R.A. Leng, 1989.** Wool growth and sulfur amino acid entry rate in sheep fed roughage based diets supplemented with bentonite and sulfur amino acids. *Aust. J. Agric. Res.*, 41: 889-896.
- Folch J., Lees M., Sloane-Stanely G.H.,** A simple method for the isolation and purification of total lipidsfrom animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 233(1957), 311-320.

Références bibliographiques

Francesh M., Brufau J., 2004. Nutritional factors affecting excreta /litter moisture and quality. *World's Poult. Sci. j.* 60 :64-75.

Francesh M., 2005. Facteurs nutritionnels modifiant l'humidité et la qualité des excreta et de la litière de volailles. Sixième Journées de la Recherche Avicole, 146 – 152.

Geay Y., Bauchart D., Hocquette J-F., Culiol J., 2002. Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Prod. Anim.* 15, 35 -52.

Gigaud V., Combes S. Les atouts nutritionnels de la viande de lapin : comparaison avec les autres produits carnés 12^{ème} Journées de la Recherche Cunicole 27 – 28 novembre 2007, Le Mans, France .

Gilardi J.D., Duffey S.S., Munn C.A., Tell L.A., 1999. Biochemical functions of geophagy in parrots: Detoxification of dietary toxins and cytoprotective effects. *J. Chem. Ecol.*, 25, 897–922.

Goret, 1954 Cité par Drouin P. Aspect généraux de la pathologie aviaire p 441 – 454 6 l'aviculture FRANÇAISE Edition : Rosset.

Grant P.G., Phillips T.D. 1998. Isothermal adsorption of aflatoxin B(1) on HSCAS clay. *J. Agric. Food Chem.*, 46,599–605.

Guérin L., Laforgue R., Pernelle J.J, Bouix M., 2009 .Study of fungal diversity of grapes using the PCR – DGGE method. Colloque In *Vino Analytica Scienta*, organisé par l'UMT Vinitera, Angers, 02 – 04 Juillet 2009.

Guérin L., Bouix M., Laforgue R., Poupaut P., Mallier P., Mallet A., Dupont J., 2010. Différentiation de parcelles de chenin du Val de Loire à l'aide de l'étude des flores fongiques des raisins, en utilisant l'outil DGGE. XXXII^{ème}.

Hermier, D. and M. J. Chapman. 1985. Plasma lipoproteins and fattening: description of a model in the domestic chicken, *Gallus domesticus*. *Rep. Nut. Dev.* 25(1B): 235-241.

Hochbichler, E., 1993: Methods of oak silviculture in Austria. *Annales des Sciences Forestières.* 50: 583-591

Hu C. H., Qian Z. C., Song J., Luan Z. S., Zuo A. Y., 2013. Effects of zinc oxidemontmorillonite hybrid on growth performance, intestinal structure, and function of broiler chicken. *Poult. Sci.* 92 : 143-150.

Hubbard, 2008. Guides de bonnes pratiques d'élevage de poulet de chair.

Références bibliographiques

Hubbard (2015). www.hubbardbreeders.com. Guide d'élevage poulet de chair. (Consulte le 25 novembre 2015)

Inal F., Gulsen N., Coskun B., Arslan C., 2000. Améliorative effects of sodium bentonite on phagocytosis and Newcastle disease antibody formation in broiler chickens during aflatoxicosis. *Research in Veterinary Science* ; 69 : 119 – 122.

ITAVI (2009). Guide d'Élevage Aviculture Fermière. Editions ITAVI - 28 rue du Rocher - 75008 PARIS, 1er trimestre 2009.

ITAVI (2014). Indicateurs de coûts et de prix dans le secteur des œufs et ovoproduits.

ISA . 1995. Guide d'élevage : poulet de chair.

Jarrige R., Grenet E., Demarquilly C., Begle J.M. 2002. Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères.

Johns, T. and M. Duquette. 1991. Detoxification and mineral supplementation as functions of geophagy. *Am. J. Clin. Nutr.* 53, 448–456.

Kaysi et Melcion, 1992. Traitements technologiques des protéagineux pour le monogastrique: exemples d'application à la graine de féverole. *INRA Prod. Anim.* 5: 3-17.

Keddam R, 2016. Composition biochimique et propriétés organoleptiques de la viande d'agneaux nourris aux glands de chêne vert (*Quercus ilex*)

Khanedar F., R. Vakili and S. Zakizadeh. 2012. Effects of two kinds of bentonite on the performance, blood biochemical parameters, carcass characteristics and tibia ash of broiler chicks. *Global Vet.* 9 (6): 720-725.

Kim, W. K., C. A. Froelich, P. H. Patterson and S. C. Ricke, 2006. The potential to reduce poultry nitrogen emissions with dietary methionine or methionine analogues supplementation. *World's Poultry Sci. J.* 62:338-353.

Koenig W.D., Heck M. K., 1988. Ability of two species of oak woodland birds to subsist on acorns, *The Condor* 90 : 705 – 708.

Koyabizo Ahonziala Yves-François. 2009. La poule, l'aviculture et le développement - Science et technique de base. L'Harmattan. 978-2-296-09255-6. Koyabizo Ahonziala Yves-François. 2009. La poule, l'aviculture et le développement - Science et technique de base. L'Harmattan. 978-2-296-09255-6.

Lala, A.O., A.O. Oso , A.M. Ajao , O.M. Idowu and O.O. Oni. 2015. Effect of supplementation with molecular or nano-clay adsorbent on growth performance and

Références bibliographiques

haematological indices of starter and growerturkeysfeddietscontaminatedwithvarying dosages of aflatoxin B1. *LivestockSci.* ,178 (2015) 209–215.

Larbier M., Leclercq B., (1992) . Nutrition et alimentation des volailles. INRA Edition, Paris, 335p

Lawrance F., Boudouma D., Longo F., Ziki B. 1994. Les aliments et constitution chimique . Département production animale, INRA Alger 100p. 89-93.

Lazaro Garcia R. 2003. Management of growingbroilers and turkeys. Zaragoza (Spain).

Lees S., Y., Kim and W. Kwak. 2010. Effects of dietary addition of bentonite on manure gas emission, health, production, and meat characteristics of hanwoo (*bostauruscoreanae*) steers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*,(23(12) : 1594 -1600.

Leon-Camacho, M., Viera-Alcaide, I., Vicario, I.M. 2004.Acorn (*Quercus* spp.) fruit lipids: saponifiable and unsaponifiable fractions: adetailedstudy. *Journal of American OilChemists Society*, 81: 447–453.

Le Menec., 1988. Les bâtiments d'élevage des volailles. L'aviculture Française. Informations techniques des services vétérinaires.

Lissot G., 1987. Poules et œufs. Editions La Maison Rustique Flammarion, Paris, France, 285 p.

Longstaff, M., and McNab,J. M.1991. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*viciafaba* L) on the digestion of amino acids, starch and lipid ondigestive enzyme activities in young chicks.*Br.J .Nutrit.* 65, 199-216. doi: 1079/BJN19910081.

Longstoff M., Mc Nab J.B., 1989 .Digestion of fibrs polysaccharides of pecan (*pisumsativum*) huls, carrotcabbayeadultcockerls. *BR.J. nutr.* Vol 62 :563 -577 (p).

Lopes I MG., Bernardo-Gil M., 2005. Caractérisation des huiles de gland extraites par l'hexane et par le dioxyde de carbone supercritique. *Journal européen de la science et de la technologie des lipides* : T 107, p .12 – 19.

Luna, L.G. 1968. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. McGrawHill, New York, 258 pp

ŁukaszWlazło a, Bo_zenaNowakowicz-De_łbek a, Jacek Kapica b, *, MałgorzataKwiecie_n c, Halina Pawlak, 2016.Removal of ammoniafrompoultrymanure by aluminosilicates. *Journal of Environmental Management* 183 (2016) 722e725.

Références bibliographiques

Madkour AA., MadinaEM ., 1993. Smectite dans la diarrhée aigue des enfants : un essai clinique en double aveugle contre placebo. *J. Pediastroentérol. Nutr.*, 17 (2), 176-181.

Malachová K, Praus P, Pavlíčková Z, Turicová M, 2009. Activity of antibacterial compounds immobilised on montmorillonite. *Appl Clay Sci*43:364–368.

Mathlouti N., Mathlouthi L., Saulnier B., Quemener M., Larbier, 2002. Xylanases, β -glucanase, and othersideenzymaticactivities have greatereffects on the viscosity of severalfeedstuffsthanxylanase and β -glucanaseusedalone or in combination. *J Agric Food Chem*, 50 (2002), pp. 5121 – 5127.

Mitjavila S., Saint Blanquat G., Derache R., 1970.Effect of tannicacid on intestinal absorption in the mouse. *Food and Cosmetics Toxicology*, Feb; 8(1): 27-33

Moore D .M.ET Renolds R.C.1989 « X-ray diffraction and the identification andanalysis of clqy ;inerals.OxfordUniv.Press,New York,332 p ». Moore D .M.ET Renolds R.C.1989 « X-ray diffraction and the identification and analysis of clqy ;inerals.OxfordUniv.Press,New York,332 p ».

Mouloua F Z et djilali A, 2017 : Suivi d'élevage de poulet de chair dans la wilaya de BLIDA Institut des Sciences Vétérinaires Blida 2016 2017.

Mourot J., 2010. Modification des pratiques d'élevage : conséquences pour la viande de porc et autres monogastriques, *CahNut Diet*, 45, 320-326.

Nowakowicz-Dełbek, B., Wlazło, Ł., Tymczyna, T., Chmielowiec-Korzeniowska, A., 2011. Absorption of ammoniafrom the faeces of mink by using sodium bentonite. *Przem. Chem.* 90 (5), 174e176.

Nowakowicz-Dełbek, B., Wlazło, Ł., Tymczyna, L., Chmielowiec-Korzeniowska, A., Krukowski, H., Bis-Wencel, H., 2013. Assessment the efficiency of sodium bentonite in limitingemission of gaseousinorganicpollutantsemittedfromminkfarms. *Przem. Chem.* 92 (5), 736e739

Olentine C., 1980. Pelletingaids. *Feed Management*, 31 (11), 8-12. Olentine C., 1980. Pelletingaids. *Feed Management*, 31 (11), 8-12.

Olver M. D., 1983. Effect of feedingclinoptilolitezeolite on the performance of threestrains of *Sci.* 13, 107-110

Références bibliographiques

Ouachem D., Soltane M., Kalil T., Mekaoussi S., et 2009. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 25 et 26 mars 2009.

O.R.AVI.E. (Office Régional d'Aviculture de l'Est),(2004) : Contrôle sanitaire en aviculture du 11 août 2004.

O'zcan A., Omeroglu C., Erdogan Y., Ozcan A.S., 2007. Modification of bentonite with a cationic surfactant : An adsorption study of textile dye Reactive Blue 19. *Journal of Hazardous Materials.* 140, 173 – 179.

Patience, J.F., Myers, A.J., Ensley, S., Jacobs, B.M., Madson, D., 2014., Evaluation of two mycotoxin mitigation strategies in grow-finish swine diets containing corn dried distillers grains with solubles naturally contaminated with deoxynivalenol. *J. Anim. Sci.* 92, 620-626.

Phillips T.D., Lemke S.L., Grant P.G., 2002. Charakterization of clay-based enterosorbents for prevention of aflatoxicosis. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 504, 157–171.

Prvulovic D, D. Kojic, G. Grubor-Lajsic and S. Kosarcic. 2008. The effects of dietary inclusion of hydrated aluminosilicate on performance and biochemical parameters of broiler chickens. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 32: 183-189.

Quezel P., Santa S., 1962. Nouvelle flore de l'algerie et des régions désertiques méridionales. Edition du centre national de la recherche scientifique :15, quai Anatole-France -Paris T 1962.

Quissenberry J H., 1967. The use of clay in poultryfeed. *Clay and clayminerals*, 16 : 267 – 270.

Quisenberry J H., 1968. Effects of protein and energy levels during the growing and laying periods on performance and egg production costs. *Poultry Sci.* 47 : 1714-1715.

Références bibliographiques

Rakic S., Maletic R., Perunovic M., & Svrzic G., 2004 : Influence of thermal treatment on tannins content and antioxidant effect of oak acorn *Quercus cerris* extract, *J. Agri. Sci.* Edited by Agriculture Faculty Belgrade, 49 : 97 – 106.

Rakic S., Perunovic M., Tesirvic V., Simic M. & Maletic R., 2006: Oak acorn, polyphenols and antioxidant activity in functional food. *Journal of Food Engineering*, 74, 416 – 423.

Rappert, S., Müller, R., 2005. Odor compounds in waste gas emissions from agricultural operations and food industries. *Waste Manage* 24, 887e907.

M. Safaei, F. Boldaji, B. Dastar, S. Hassani, M.S.A. Mutalib and R. Rezaei, 2014. Effects of Inclusion Kaolin, Bentonite and Zeolite in Dietary on Chemical Composition of Broiler Chickens Meat. *Asian J. of Ani and Vet Adv*, 9: 56-6.

Safaeikatouli M, F. Boldaji, B. Dastar and S. Hassani. 2010. Effect of different levels of kaolin, bentonite and zeolite on broilers performance. *J. Biol. Sci.*, 10: 58-62.

Safaeikatouli, M., Y. Jafariahangari, A. Baharlouei and G. Shahi, 2011. The efficacy of dietary inclusion of sodium bentonite on litter characteristics and some blood hormones in broiler chickens. *J. Biol. Sci.*, 11: 216-220.

Sagna R-F,(2010) .Essai de substitution du tourteau d'arachide par le tourteau de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur les performances en vif et en carcasse du poulet de chair. Thèse doctorat.

Santurio J.M., Mallmann C.A., Rosa A.P., Appel G., Heer A., Dageforde S., Bocher M. (1999): Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens intoxicated with aflatoxins. *Brit. Poult. Sci.*, 40, 115–119.

Sarir, R., 2016. Etude comparative de la croissance végétative et du développement de jeunes semis de trois espèces de chênes (chêne vert, chêne liège et chêne zéen)

Références bibliographiques

cultivés en pépinière. Thèse de master en protection des forêts. Université de Tlemcen. 59 p.

Sauveur B., 1988. Reproduction des volailles et production d'œufs, Paris.

Schell T.C., Lindemann M.D., Kornegay E.T., Blodge D.J., Doerr J.A. (1993a): Effectiveness of different types of clay for reducing the detrimental effects of aflatoxin contaminated diets on performance and serum profiles of weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 71, 1226–1231.

Scrano L., Transformations photochimiques des diphenyléthers en phase liquide et sur support solides. Doctorat Européen (chimie industrielle). (1997)

Shariatmadari F., 2008. L'application de la zéolite dans la production de volailles. *World's Poultry Science Journal* 64 (01) : 76 – 84.

Solymos, R. 1993. Improvement and silviculture of oaks in Hungary. *Annales des Sciences Forestières*. 50: 607-614
Solymos, R. 1993. Improvement and silviculture of oaks in Hungary. *Annales des Sciences Forestières*. 50: 607-614

Sposito, Grasso., 1999. *Surfact. Sci. Ser.*, 85 (1999) 107.

Tauqir, N.A., G.I. Sultan and H. Nawaz, 2001. Effect of different levels of bentonite with varying energy levels on the performance of broilers. *Int. J. Agric. Biol.*, 3: 85-88.

Toma ., 1973 . Cité par Drouin P., 1988. Aspect généraux de la pathologie aviaire p 441 – 454 *6 l'aviculture FRANÇAISE* Edition : Rosset.

Tortuero Cosials F., 1983. *A. Y. M. A.*, 24, (13), 241- 242.

Tortuero Cosials, F., E. Fernandez Gonzalez, and L. Martin Martin. 1992. Efectos de la sepiolita en la dieta sobre el crecimiento, las medidas viscerales y el tránsito intestinal en pollos. *Arch. Zootec.* 41, 209-217.

Tiwari J., 2007. Zeolite as natural feed additives to reduce environmental impacts of swine manure. M.Sc. Thesis, McGill University, Montreal, Canada, pp : 100.

Van den Berg, N. Eterradossi , D. Toquin & G. Meulemans, 2000. La bursite infectieuse (maladie de Gumboro). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2000, 19 (2), 509-526.

Références bibliographiques

Wahl, P.W., C.E. Walden, R.H. Knopp, G.R. Warnick, J.J. Hoover, W.R. Hazzard and J.J. Albers. 1984. Lipid and lipoprotein triglyceride and cholesterol interrelationships: effects of sex, hormone use and hyperlipidemia. *Metabolism*. 33:502-508.

Wilson M.J. (2003): Clay mineralogical and related characteristics of geophagic materials. *J. Chem. Ecol.*, 29, 1525–1547. Wilson M.J. (2003): Clay mineralogical and related characteristics of geophagic materials. *J. Chem. Ecol.*, 29, 1525–1547.

Wings, S., Horton, R.A., Marshall, S.W., Thu, K., Taiik, M., Schinasi, L., 2008. Air pollution and odor in communities near industrial wine operations. *Environ. Health Perspect.* 116, 1362e1368.

Wlazlo, Ł., Nowakowicz-Debek, B., Tymczyna, T., Kwiecień, M., Bis-Wencel, H., Trawińska, B., 2014. Use of montmorillonite as a sorbent for ammonia. *Przem. Chem.* 93 (8), 1383e1385.

Wolter R., 1974. Toxicité des glands, revue med. Vet. ENV Alfort 125, 12 ; P 1481 – 1485.

Xia M.S., Hu C.H., Xu Z. R., 2004. *Poult. Sci.*, 83 : 1868 -1875. et al., 2004

Xu Z.R., Ma Y.L., Hu C.H., Xia M.S., Guo T. and Jin H.L., 2003. Effects of Cu (II)-exchanged montmorillonite on growth performance, intestinal microflora, bacterial enzyme activities, and morphology of broilers. *Asian-australas J. Anim. Sci.* 16 : 1673-1679

Yan, Z., Liu, X., Yuan, Y., Liao, Y., Li, X., 2013. Deodorization study of the swine manure with two yeast strains. *Biotechnol. Bioprocess E.* 18, 135e143

Yang, K. T., Lin C., Liu C. W. and Chen, Y. C. 2014. Effects of chicken-liver hydrolysates on lipid metabolism in a high-fat diet. *Food Chemistry*, 160, 14, 148-156.

Yegani, M., Smith, T.K., Leeson, S., Boermans, H.J., 2006. Effects of feeding naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on performance and metabolism of broiler breeder. *Poult. Sci.*, 85, 1541-1549.