

Département d'Agronomie

N°...../SNV/2019

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté par

BENMAHDI Riad

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Agronomie

Spécialité : Contrôle de qualité Alimentaire

Thème

Contribution à l'étude de l'impact d'ajout de la bentonite de type calcique et du gland de chêne vert (*Quercus ilex* L) dans la ration sur les performances de carcasse et l'état histopathologique des organes chez les poulets de chair élevés en sol et en batterie.

Soutenu publiquement le : 18/09/2019

Devant le jury :

Président :	M. BEKADA A.M.A	Professeur	CU de Tissemsilet
Rapporteur :	M. AIT SAADA. D	MCA	Univ. De Mostaganem
Examineur :	Mme. AIT CHABANE. O	MCB	Univ. De Mostaganem
Invité :	Mme. BERKANE F	Doctorante	Univ. De Mostaganem

Structure d'accueil : le Laboratoire de Technologie alimentaire et nutrition, Université de Mostaganem.

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

A l'issue de la rédaction de cette recherche, je suis convaincue que la thèse est loin d'être un travail solitaire. En effet, je n'aurais jamais pu réaliser ce travail de master sans le soutien d'un grand nombre de personnes dont la générosité, la bonne humeur et l'intérêt manifestés à l'égard de ma recherche m'ont permis de progresser dans cette phase délicate de « l'apprenti-chercheur ».

En premier lieu, je remercie très chaleureusement mon directeur de thèse, Monsieur Ait SADA Djamel, maître de conférences A à l'université de Mostaganem qui, malgré ses nombreuses occupations, a accepté de prendre la direction de cette thèse en cours de route, transformant ainsi les difficultés rencontrées en une expérience enrichissante. Je lui suis également reconnaissante de m'avoir assuré un encadrement rigoureux.

En deuxième lieu, j'adresse mes plus sincères remerciements à mon père. Je ne saurais également omettre toute l'aide que vous m'avez apporté particulièrement au tout début de l'élevage de poulet de chair. Votre disponibilité, vos encouragements m'ont permis de croire et d'aller de l'avant malgré toutes les difficultés rencontrées pour concrétiser ce travail.

Mes vifs remerciements sont également à :

- Monsieur BEKADA. Ahmed Hadj M. Ali, Professeur au centre universitaire de Tissemsilt, pour avoir accepté de présider ce jury malgré ses charges. Je le remercie profondément.
- Madame AIT CHABANE. Ouiza, Maître de conférences B à l'université de Mostaganem, de l'intérêt qu'elle a apporté à ce travail en acceptant d'être examinatrice. Qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect.

Résumé

Cette étude vise à suivre l'impact de l'ajout de la bentonite et du gland dans la ration sur les performances de carcasse et l'état histo-pathologique des organes chez le poulet de chair élevé en sol et en cage. Le gland a été récolté dans la forêt de ZEBOUDJA près de Chelif-Algérie. La bentonite à base calcique provient du gisement de Hammam Bouhrara à Maghnia- Algérie. L'expérimentation a été réalisée chez 216 poussins Hubbard ISA chair répartis au 10^{ème} jour d'élevage en 6 lots de 36 sujets chacun dont trois lots d'animaux ont été élevés au sol avec une densité traditionnelle de 10 sujets au mètre carré et 03 autres lots d'animaux élevés en batterie avec une densité plus élevées de 20 sujets. Les régimes tests distribués aux animaux des lots expérimentaux jusqu'au 58^{ème} jour d'élevage ont concerné un régime témoin, une ration à 33 % de substitution du maïs par le gland et un régime à 33 % de substitution du maïs par le gland supplémenté de bentonite à 2%. Des mesures pondérales des carcasses et de multiples prélèvements d'organes en vue d'une étude histo-pathologique ont été effectués au 42^{ème}, 49^{ème} et 56^{ème} jour d'élevage chez 5 poulets de chaque lot expérimental. Les données pondérales des carcasses obtenues périodiquement ont subi une analyse statistique de variance bifactorielle complétée par une comparaison des moyennes.

Le gland et la bentonite ajoutés dans le régime semblent induire des carcasses de poulets plus maigres que le témoin malgré le fort dépôt de gras abdominal constaté chez les animaux.

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.

La microscopie a révélée que l'ajout de la bentonite dans l'alimentation de volailles élevées particulièrement au sol semble préserver au mieux au plan histologique certains organes des animaux : bourses de Fabricius, foie, intestins et rate.

Mots clés : poulet de chair, élevage, sol, batterie, gland, bentonite, performances, carcasse, histologie.

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effect of addition of bentonite and acorn to ration on the carcass parameters and histopathological changes of visceral organs belonging to broilers meat raised on soil and in coop. The acorn was harvested in the forest of ZEBOUDJA near Chelif-Algeria. The bentonite calcic was extracted from strata of Hammam Boughrara at Maghnia-Algeria. The experiment was conducted on 216 ISA chicks meat which were divided on the 10th day of rearing into 6 groups of 36 subjects each and seted out into 3 batches raised on ground with a traditional density of 10 chicks by square meter and the 3 remaining groups reared in coops with a higher density of 20 subjects. The tested diets were delivered to birds of the experimental batches until the 58th day of rearing and concerned a standart ONAB food, a diet with a 33% maize substitution by the acorn and a third ones with 33% maize substitution by the acorn to which is added 2% bentonite. Measures of carcasses weight and many organs samples were taken from 5 chickens of each experimental group on the 42^{sd}, 49th and 58th days of rearing in order to do the histopathological test. The weight carcasses data recorded periodically were performed by a bi-factorial statistical analysis completed by comparaisn of averages.

The incorporation of acorn and bentonite in diets seems to result in leanness carcass chickens compared to the control ones in spite of the abdominal fat deposit seen in birds.

Regarding the performance of carcasses, chickens reared in coops were relatively ($P < 0.05$) more mediocre than birds raised on ground.

Keywords : Broiler, rearing, soil, coop, acorn, bentonite, performance, carcass, histology.

Liste des figures

Figure 1. Production mondiale de viande (millions de tonnes).....	16
Figure 2. Gland de chêne vert	20
Figure 3. Nécrose folliculaire avec présence de neutrophiles (Témoin sol : 3 ^{ème} abattage)	65
Figure 4. Infiltrats hétérogènes péri vasculaires hépatiques (Gland cage/ 1 ^{er} abattage).....	66
Figure 5. Lyse et dégradation des hépatocytes (gland + bentonite cage/1 ^{er} abattage)	66
Figure 6. Infiltrations de cellules mononuclées sur le myocarde (Gland cage /3 ^{ème} abattage)	67
Figure 7. Artérite et début de thrombose du myocarde (gland+bentonite cage /3 ^{ème} abattage)	67
Figure 8 : Entérite avec légère infiltration de neutrophiles dans les cryptes (témoin cage/ 3 ^{ème} abattage).....	68
Figure 9. Entérite avec forte infiltration neutrophiles dans Les cryptes (gland sol /3 ^{ème} abattage).....	68
Figure 10 Manchons péri artériels lymphoïdes avec deux centres germinatifs (témoin cage 1 ^{er} abattage)	69

Liste des tableaux

Tableau 1. Besoins alimentaires chez le poulet de chair (Manuel de gestion poulet de chair, 2010).....	10
Tableau 2. Composition chimique des glands de chêne vert et des glands de chêne liège entiers comparés au maïs.....	20
Tableau 3. Données pondérales concernant le poulet et son tissu adipeux (Bouderoua et Selselet-Attou; 2003)	21
Tableau 4. Composition protéique des viandes de poulet nourris aux glands de chêne (Bouderoua, 2004)	22
Tableau 5. Teneur du filet et de la cuisse en lipides totaux en (g/100g de muscle) (Hammou, 2008).....	23
Tableau 6. 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)	23
Tableau 7. Gain du poids en grammes des poulets de chair (Hojat Damiri et al., 2012).....	28
Tableau 8. Composition et caractéristiques biochimiques des régimes alimentaires	34
Tableau 9. Lésion macroscopique de la maladie de gumboro	38
Tableau10. Durée des étapes de préparation.....	42
Tableau11. Artefacts et remèdes le ruban se forme	46
Tableau12. Artefacts et remèdes le ruban ne se forme pas	47
Tableau13. Lisions microscopiques	50
Tableau 14. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids vifs (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.....	53
Tableau 15. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids des carcasses pleines (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage	54
Tableau 16. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids des carcasses éviscérées (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage	56
Tableau 17. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids des cuisses (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage	57

Tableau 18. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids des pilons (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.....	58
Tableau 19. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids des filets (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage	59
Tableau 20. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids du foie (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage	61
Tableau 21. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids du cœur (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage	62
Tableau 22. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids du gras abdominal (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.....	63
Tableau 23. Caractéristiques microscopiques de la maladie de Gumboro.....	65

Table des matières

Introduction	01
Partie01 : Etude bibliographique	
Chapitre I : Elevage en sol et en batterie du poulet de chair	
1. Généralités sur l'élevage avicole	06
1.1 Modes d'élevage des volailles dans le monde	06
a. L'élevage en batterie	06
b. L'élevage au sol	07
1.2 Conditions d'élevage	07
1.2.1 Température	07
1.2.2 Humidité	08
1.2.3 Litière	08
1.2.4 Ventilation	09
1.2.5 Eclairage	09
1.3 Alimentation des volailles	09
1.4 Problèmes liés aux conditions d'élevage	11
1.4.1 Microbisme des bâtiments d'élevage	11
1.4.2 Maladies liées à la qualité de la nutrition	12
1.4.3 Maladies virales	13
1.4.4 Maladies bactériennes	14
1.4.5 Maladies parasitaire	14
1.5 Vaccination	14
Chapitre I: Généralités sur le gland de chêne vert (<i>Quercus ilex</i> L)	
1. Caractéristiques biochimiques du gland de chêne vert	20
2. Aptitudes nutritionnelles du gland de chêne vert en alimentation des poulets de chair	21

2.1. Composition chimique de la viande de poulet	21
II.1.1. Protéines.....	22
II.1.2. lipides.....	22
II.1.3. Les acides gras	23
Chapitre III : Revue sur la bentonite et son importance chez la volaille	
2.1 Origine de la bentonite.....	25
2.4 Propriétés fondamentales de la bentonite
2.5 Purification de la bentonite naturelle	26
3. Utilisations de la bentonite	27
3.1 En alimentation animale	27
3.1.1 Utilisation chez la poule pondeuse	27
3.1.2 Utilisation chez le poulet de chair	28
3.2 Effet de la bentonite sur les mycotoxines	28
3.2.1 Effet sur les aflatoxines	
4. Effet général sur les animaux.....	30
4.1. Energie et protéines.....	30
4.2. Minéraux et vitamines	30
Partie 2 : Méthodologie expérimentale	
1. Objectifs	32
2. Matériel et méthodes	32
2.1 Site et période de travail	32
2.2 Animaux	32
2.3 Régimes alimentaires	32
2.4 Conditions d'élevage	33
2.4.1 Mode d'élevage	33
2.4.1.1 Elevage au sol.....	33
2.4.1.2 Elevage en batterie	33

2.4.2 Alimentation	34
2.5 Mesures et contrôles.....	35
2.5.1 Paramètres de carcasse	35
2.5.2 Coupes histologiques	36
I Protocole d'autopsie.....	36
1 Locaux	36
2) Matériel.....	36
2.1. Tenue d'autopsie.....	36
2.2. Matériel	36
3) Sacrifice des oiseaux	37
4) Examen direct et préparation à l'autopsie	37
5) Ouverture du cadavre et éviscération	37
5.1. Incision cutanée médiane.....	37
5.2 Mise à nu des organes thoraco-abdominaux.....	37
6. Autopsie du tube digestif	38
7. Autopsie des glandes annexes.....	38
8. Autopsie du cœur.....	39
9. Autopsie de l'appareil respiratoire	39
10. Autopsie de l'appareil génital.....	39
11. Autopsie de l'appareil urinaire	39
12. Autopsie des organes hémato-lymphopoétigue.....	39
13) Prélèvements aviaires	40
14 Prélèvement histologique	40
15) Fixation et type de fixateurs.....	40
15.1. Fixation.....	40
15.2. Type de fixateurs.....	40
15.3. Méthode de préparation de la solution de Bouin.....	40

15.3.1. But.....	40
15.3.2. Réactifs.....	41
15.3.3. Information toxicologique.....	41
15.3.4. Manipulation.....	41
1.5.3.5. Incompatibilités	41
1.6.3.6. Temps de fixation	41
2) Recoupe des organes fixés	41
2.1- Technique de la recoupe.....	42
2.2 Matériel	42
3. Inclusion	42
3.1. Déshydrations	42
3.2. Clarification	43
3.3. L'imprégnation.....	43
3.4. L'enrobage	43
4) Préparation des coupes histologiques	44
4.1 Bains marie	44
4.2 Vérification du microtome à rotation manuelle	44
4.3 Identification	44
4.4 La coupe des tissus	45
4.1) Technique	47
5) Séchage des lames	49
6) Coloration standart à l'hématoxyline et éosine.....	49
6.1 Réactifs	50
6.2 Information toxicologique	50
6.2.1 Chlorure de mercure.....	50
6.2.2. Acide acétique glaciale	50
6.3 Méthode de préparation des colorants	50

6.3.1. Hématoxyline	50
6.3.2 Mesures de protection lors de la préparation de la solution	50
6.3.3 Eosine 1%	50
6.4 Technique de coloration	50
6.5 Résultat	51
2.6. Traitement statistiques	51
Partie 03 : Résultats et discussion	
1. Résultats	53
1.1. Performances des carcasses.....	53
1.1.1. Poids vifs.....	53
1.1.2 Carcasse pleine	53
1.1.3 Carcasse éviscérées.....	53
1.1.4. Cuisses	56
1.1.5 Pylons	56
1.1.6 Filets.....	56
1.1.7 Foie.....	61
1.1.8 Cœur	61
1.2 Autopsie et coupes histologiques	65
1.2.1 Autopsie.....	65
1.2.2 Histologie.....	65
1.2.2.1 Bourses de Fabricius	65
1.2.2.2 Foies	65
1.2.2.3 Cœurs.....	67
1.2.2.4 Intestins grêle.....	68
1.2.2.5 Rates	69
2. Discussion.....	71
Conclusion.....	76

Introduction.

La volaille constitue une source de protéines d'origine animale très appréciable et économique, notamment pour les pays en voie de développement, ce qui justifie son développement très rapide sur l'ensemble du globe depuis plusieurs années (**Sanofi, 1999**).

En l'espace de quelques dizaines d'années, l'élevage fermier et artisanal de caractère traditionnel a été progressivement remplacé par une véritable activité industrielle, intégrée dans un circuit économique complexe. Les unités avicoles modernes, dont la taille moyenne ne cesse de croître, s'orientent de plus en plus vers la spécialisation. Ainsi, pour le poulet de chair, il existe plusieurs qualités des productions : "export", "standard", "label"

Cependant, l'élevage du poulet de chair se heurte de plus en plus à de nombreux problèmes, entre autres ceux d'ordre sanitaire, pathologique et nutritionnelle. Souvent, ces problèmes sont liés aux conditions et modes d'élevage inadéquats et au mauvais stockage de l'aliment, notamment, sur la teneur en gras de la viande.

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, Etat 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 et 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 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.

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; Safaei et 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 (**Prvulovic et al., 2008; Safaeikatouli et 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. L'adsorption désigne la faculté d'échanger des particules (c'est le cas lorsque les ions de l'argile ne sont pas saturés), par exemple les minéraux contre 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, Santurio et 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., 2010**). Selon **Tortuero Cosialls 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 (**Safaeikatouli et al., 2011**).

Il a été amplement démontré que chez les poulets, la nature des lipides apportés par l'alimentation influence fortement la composition des acides gras déposés dans les tissus. Ainsi, les graisses animales enrichissent les dépôts lipidiques en C16 :0 et C18 :0, alors que les huiles végétales accroissent les proportions des AGPI.

donc, l'enrichissement de la viande du poulet en acides gras insaturés à travers leur régime alimentaire serait très intéressant et recherché par le nutritionniste et le consommateur en particulier les acides gras polyinsaturés n-3, en raison de leur effet protecteur vis-à-vis des maladies cardiovasculaires (**Geay *et al.*, 2002**). De plus, l'acide linoléique et l'acide linoléique, dits acides gras essentiels, sont des acides gras indispensables à l'homme car l'organisme ne peut les synthétiser (**Lessire, 2001 et Geay *et al.*, 2002**).

A ce titre, des travaux antérieurs menés par des chercheurs Algériens ont montré la possibilité d'utiliser le gland de chêne vert (GCV) dans l'alimentation du poulet de chair sans que les performances de croissance et la composition corporelle ne soient altérées (**Bouderoua et Selselet –Attou, 2003 ; Bouderoua, 2004, 2006 et Bouderoua *et al.*, 2009, Hamou, 2005**).

Ces mêmes auteurs rapportent que la viande du muscle *sartorius* obtenue se caractérise par une faible teneur en lipides, en AGS et une teneur élevée en AGI notamment en acide linoléique et linoléique mettant ainsi à la disposition du consommateur un produit de meilleure qualité.

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui vise à suivre les effets d'ajout du gland et de la bentonite dans l'alimentation sur les performances de carcasse et l'état histopathologique des organes chez le poulet de chair élevé en sol et en batterie.

Le manuscrit comporte 03 parties :

- Une étude bibliographiques contenant l'essentielles des informations littéraires sur les modes d'élevages, le gland et la bentonite objets de l'étude.
- La méthodologie relatant le matériel et méthodes adoptés dans la partie expérimentale.
- Et la discussion des résultats obtenus, ainsi que des perspectives recherche développement à promouvoir dans le cadre de cette étude.

Partie01 : Etude bibliographique

Chapitre I : Elevage en sol et en batterie du poulet de chair

Partie01 : Etude bibliographique

Chapitre I : Elevage en 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.

1.1 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.

a. 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 présenter 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**).

b. 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**).

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**).

1.2 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.

1.2.1 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 (**Castaing, 1979**).

1.2.2 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**).

1.2.3 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.

1.2.4 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.

1.2.5 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.

1.3 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 1-15jours	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**).

1.4 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.

1.4.1 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 quel que 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.

1.4.2 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., 2011).**

- 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., 2011**).

1.4.3 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).

1.4.4 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).

1.4.5 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).

1.5 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 4 suivant montre le programme de prophylaxie correspond au poulet de chair.

2. Production mondiale de poulet de chair

En 2008, 93 millions de tonne de viande de volaille ont été produites dans le monde, dont les deux tiers aux Etats-Unis, en Chine, dans l'Union européenne et au Brésil (FAOSTAT, 2009).

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 2008 la production mondiale de volaille a progressé de 4 %, en réponse à une demande globalement en hausse. La croissance a été particulièrement soutenue au Brésil, en Chine et, dans une moindre mesure, aux Etats-Unis (**FAOSTAT, 2009**). Une telle croissance de la production peut surprendre, dans un contexte où les tensions sur les marchés céréaliers ont entraîné une hausse des coûts de production au niveau mondial pendant deux années consécutives. La raison tient sans doute à la relative efficacité des volailles à transformer les produits végétaux en viande. En effet, dans les systèmes de production intensifs, l'indice de consommation de la volaille est nettement inférieur à celui du porc. De ce fait, en cas d'augmentation du prix des céréales et des protéagineux, le coût de production de la volaille évolue moins vite que celui des autres viandes, ce qui lui confère un avantage relatif (**FAOSTAT, 2009**).

La consommation mondiale de volaille a augmenté de 4 %. Avec 18,6 millions de tonne en 2008, la Chine a confirmé son rang de premier pays consommateur de viande de volaille. Le niveau de consommation individuelle dans ce pays, de 13,9 kg/hab/an, correspond à peu près à la moyenne mondiale. Il reste faible, comparé à celui observé dans les autres pays considérés ici, mais à tendance à se développer rapidement depuis plusieurs années (**FAOSTAT, 2009**). Aux Etats-Unis, la consommation a atteint 16 millions de tonnes. Sa progression, de 0,7 %, correspond à une stagnation, voire une légère érosion de la consommation individuelle, à 52,6 kg/hab/an. La consommation individuelle de volaille a également stagné dans l'UE à 27, à 23,7 kg hab/an.

L'accroissement de la population s'est accompagné d'une légère augmentation de la consommation, qui a atteint 11,8 millions de tonne (+ 0,7 %).

En Russie, la consommation de viande en général, et de volaille en particulier, semble avoir des marges de développement importantes qui lui donnent la capacité d'absorber la croissance concomitante de la production et des importations. La consommation a ainsi fait un bond notable dans ce pays en 2008. Rapportée au nombre d'habitants, elle a atteint un niveau équivalent à celui observé dans l'Union européenne (**FAOSTAT, 2009**).

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.

Ces derniers ont aussi progressé d'environ 14 gramme/habitant/jour en 1980 à environ 20 gramme/habitant/jour en 1990, soit une hausse de 43%. A partir de 1990, le rythme de développement de la production s'est atténué à cause de la levée du monopole étatique sur les importations et l'instauration de la vérité des prix et la levée des subventions (Ferrah, 1993) (Figure 1).



Source : FranceAgriMer d'après FAO

Figure 1. Production mondiale de viande (millions de tonnes).

3. Problèmes environnementaux et hygiéniques de l'élevage des volailles

Selon le rapport de la FAO (2006), le secteur de l'élevage représente 9% du CO2 transmis dans l'air, mais produit une part beaucoup plus importante de gaz à effet de serre encore plus nocifs. Il génère 65 pour cent de l'oxyde nitreux lié à l'homme, qui a 296 fois le potentiel de réchauffement planétaire (GWP) de CO2. La plus grande partie provient du fumier.

Ainsi, l'élevage avicole est l'un des secteurs les plus préjudiciables aux ressources en eau de

plus en plus rares de la planète, contribuant entre autres à la pollution de l'eau, à l'eutrophisation et à la dégénérescence des récifs coralliens. Les principaux polluants sont les déchets animaux, les antibiotiques et les hormones.

De ce fait, il existe de nombreux problèmes liés à l'élevage et difficile de les gérer, qui sont d'ordre :

3.1 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.

Les humains habitant au voisinage des élevages industriels sont nombreux à se plaindre de l'odeur pestilentielle et de la surabondance de mouches, même lorsqu'ils résident à distance respectable des installations; cela donne une idée de l'état de l'atmosphère à l'intérieur même des bâtiments. Les étés de canicules, des millions de poules et poulets décèdent à cause de l'excès de chaleur dans certaines installations

3.2 Elevage intensif

Les maladies sont fréquentes dans les élevages industriels, malgré l'usage massif d'antibiotiques. Outre les problèmes respiratoires et ophtalmologiques évoqués précédemment, on rencontre fréquemment des ulcères gastriques et des diarrhées chroniques, causés par le stress chronique et l'alimentation inadaptée. La croissance très rapide, et l'absence de possibilités de se mouvoir, conduisent à des pathologies osseuses (chez les poules, l'ostéoporose est aggravée par les rythmes de ponte très élevés qui sont imposés: le calcium est mobilisé pour les coquilles des oeufs, au détriment des os qui se retrouvent très cassants). Les animaux souffrent aussi d'ampoules, de brûlures, et d'ulcères aux membres, leur vie ayant lieu en permanence sur une même litière sale.

Un autre problème que posent les techniques modernes d'élevage est la forte concentration des animaux sur de petites superficies, en stabulation permanente ou dans des parcs d'engraissement. Il arrive que les grandes exploitations concentrent sur une seule et même superficie de 400 000 poulets. En outre, ces exploitations ont tendance à se grouper près des usines de transformation de manière à abrégé le temps de transport des animaux jusqu'aux usines. Cette concentration des activités n'est pas sans avoir des répercussions sur l'environnement: déversements accidentels à partir des cuves à déjections, infiltrations et ruissellements chroniques ou effets pathologiques des épandages par voie aérienne. La percolation des nitrates dans la nappe phréatique et le ruissellement à partir des champs et des parcs d'engraissement sont d'importants facteurs de contamination de l'eau. Toute

utilisation intensive des parcs se traduit par une concentration des fumiers et accroît le risque de pollution des eaux souterraines.

La biodégradation des déchets animaux dégage également des gaz nauséabonds qui contiennent jusqu'à 60 composés. Parmi ceux-ci figurent l'ammoniac, les amines, les sulfures, les acides gras volatils, les alcools, les aldéhydes, les mercaptans, les esters et les carbonyles (**Sweeten, 1995**). Les odeurs dégagées par les exploitations pratiquant l'élevage intensif peuvent occasionner des nausées, des maux de tête, des difficultés respiratoires, des troubles du sommeil, une perte d'appétit ainsi que des irritations des yeux, des oreilles et de la gorge.

4. Cas de la situation hygiénique de l'élevage en Algérie

Les résultats obtenus par **Alloui et 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 ($>51\text{UFC} / 25\text{cm}^2$) 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 (**Mathlouti et 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 II: Généralités sur le gland de chêne vert *(Quercus ilex L)*

Chapitre I: Généralités sur le gland de chêne vert (*Quercus ilex* L)

1. Caractéristiques biochimiques du gland de chêne vert

La composition chimique du gland, fait ressortir les aspects suivants (**tableau 2**) :

- 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 2**).
- 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 linoléique, conférant ainsi aux glands une qualité diététique acceptable en nutrition animale et humaine (**Afraitane , 1990**).



Figure 2. Gland de chêne vert

Tableau 2. 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, 1995; Ait saada, 1997; Bouderoua et Selselet-Attou, 2003; Hamou, 2005; 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 Bouderoua (1995), 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 3).

Tableau 3. 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 3**).

II.1.1. Protéines

Les protéines dans le muscle de la cuisse (tableau 8) 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 4. 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

II.1.2. lipides

Hammou (2008), 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 3**).

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**).

II.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 10). 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 5. Teneur du filet et de la cuisse en lipides totaux en (g/100g de muscle) (**Hammou, 2008**)

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 monoinsaturés (**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 6. 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** : Eicosapentaoïque acide.
DHA : Docosahexaénoïque acide. - **AGMI** : Acides gras monoinsaturés.

Chapitre III : Revue sur la bentonite et son importance chez la volaille

Chapitre III : Revue sur la bentonite et son importance chez la volaille

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 contres des toxines.

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**).

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 (**Carreteo, 2002**).

2.2 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^+ , Ca^{2+} , ou Mg^{2+}) 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 m^2 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.

2.3 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 phase 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 lavages successifs 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 (**Quisenberry, 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 oeufs 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'oeufs 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 7**) (**Hojat 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

Tableau 7. Gain du poids en grammes des poulets de chair (**Hojat Damiri et al., 2012**).

3.2 Effet de la bentonite sur les mycotoxines

La bentonite permet d'éviter l'absorption des mycotoxines et des poisons dans l'intestin et facilite leur excrétion (**Carson et Smith, 1983**). Il a été prouvé que les contaminants de l'aliment animal tel que l'aflatoxine (mycotoxines) peut être éliminé par son absorption par la bentonite sodique qui par la suite a donné des résultats positifs contre la maladie de Newcastle provoquée par cette toxine (**Ibrahim et al., 2000**). Chez les bovins, la bentonite traite les empoisonnements provenant de l'ingestion des plantes toxiques (**Mackenzie, 1991**).

3.2.1 Effet sur les aflatoxines

Certaines argiles ajoutées à faibles doses aux aliments contaminés lient l'aflatoxine avant qu'elle ne soit absorbée par le système digestif. Ces argiles sont des bentonites au calcium. Ce type d'argile particulier dont la structure est un réseau de couches capable d'emprisonner et de garder l'aflatoxine en son sein. D'autres argiles ne font qu'absorber l'aflatoxine à leur surface avec une force insuffisante pour empêcher le système digestif d'annuler cette absorption et d'assimiler la toxine. L'ajout de bentonite aux aliments pour animaux à raison de 0,25 à 0,50%

du poids total des aliments suffit à réduire la teneur en aflatoxine à des niveaux sans danger pour toutes les espèces animales (**Grenier et Applegate, 2013**).

La bentonite est approuvée par la FDA, l'agence de contrôle des aliments et des médicaments des Etats-Unis, en tant qu'additif fonctionnel aux aliments humains, par exemple pour faciliter l'avalement de la nourriture. Elle est également efficace contre les rotavirus. Il pense que l'ajout de la bentonite dans la nourriture humaine et animale pourrait ainsi procurer l'avantage additionnel d'aider à éliminer ce type de virus lorsqu'il risque d'être présent dans l'eau (**Devegowda et Murthy, 2005**).

□ Plus efficaces pour les aflatoxines, mais peu d'efficacité sur :

- Zéaralénone

- Toxines T-2

- Ochratoxine

- Diacétoxyscirpénol

- Toxines de la fétuque

□ Argiles réduisent l'utilisation du Mn, Zn, Mg, Cl, Cu et Na. (**Devegowda et Murthy, 2005**)

Selon **Shi et al., (2005)**, constatent que des régimes alimentaires contenant de l'aflatoxine sont administrés à des porcs en croissance ou en finition, induisent des réductions du taux de croissance et des altérations métaboliques qui se reflètent dans un profil sérique altéré. L'addition de la bentonite peut diminuer les effets toxiques de l'aflatoxine (principalement par séquestration et biodisponibilité in vivo). Les résultats de ce travail **Shi et al., (2005)** suggèrent que la bentonite est un adsorbant à haute affinité pour l'aflatoxine chez les porcs et que l'utilisation de cette argile peut offrir une nouvelle approche à la gestion préventive de l'aflatoxicose chez les animaux.

Selon **Pasha et al., (2005)**, la présence de l'aflatoxine dans le régime alimentaire affecterait négativement tous les paramètres. Les poussins recevant un régime alimentaire contaminé par les aflatoxines avaient diminué le poids corporel, la consommation d'aliments et la valeur de l'indice de consommation. Ces effets négatifs ont été significativement améliorés avec l'ajout de 0,5% de bentonite sodique simple. Le poids relatif du foie (5,34%), du coeur (0,72%), du gésier (2,05%) et de la mortalité (40%) a augmenté de façon significative avec l'addition de 100 µg / kg d'aflatoxine mais il a été rétabli à 3,57, 0,57, 1,43 et 16,6%, respectivement, avec l'inclusion alimentaire de 0,5% de bentonite sodique simple

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'ammoniaque 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., (1958)** 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 02 : Méthodologie expérimentale

Partie 02 : Méthodologie expérimentale

1. Objectifs

Un grand nombre de travaux ont mis en évidence une corrélation positive entre la nature des matières grasses ingérées par les poulets et la composition en acides gras de leur carcasse. Ces études seront menées pour essayer d'augmenter l'apport en AGI dans la viande de cet animal pour mieux répondre aux souhaits des nutritionnistes.

D'autre part, L'argile est une substance économique et naturelle pouvant être utilisée pour renforcer la barrière sanitaire et d'optimiser la digestion et les performances aviaires.

Cette présente étude sera donc menée à fin d'étudier :

- L'effet du mode d'élevage étude comparée du poulet de chair élevé en cage et au sol.
- L'effet des régimes alimentaires à base de gland et de bentonite sur le poulet de chair.
- L'effet de la densité d'élevage sur la croissance et la qualité des carcasses.

2. Matériel et méthodes

2.1 Site et période de travail

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.

2.2 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).

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.

2.3 Régimes alimentaires

La récolte a été décidée lorsque la teneur en tannins est voisine de 1 %, signe de la pleine maturité du fruit. Immédiatement après récolte, le gland a été étalé et séché à température ambiante dans un local couvert et bien aéré. Pour assurer un bon séchage, les glands ont été

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.

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

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.

2.4 Conditions d'élevage

2.4.1 Mode d'élevage

L'expérience a duré 56 jours et elle se divisera en deux phases :

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

2.4.1.1 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'alimentation ont été distribués à volonté pour les animaux.

2.4.1.2 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.

Les espaces préconisés se présentent comme suit :

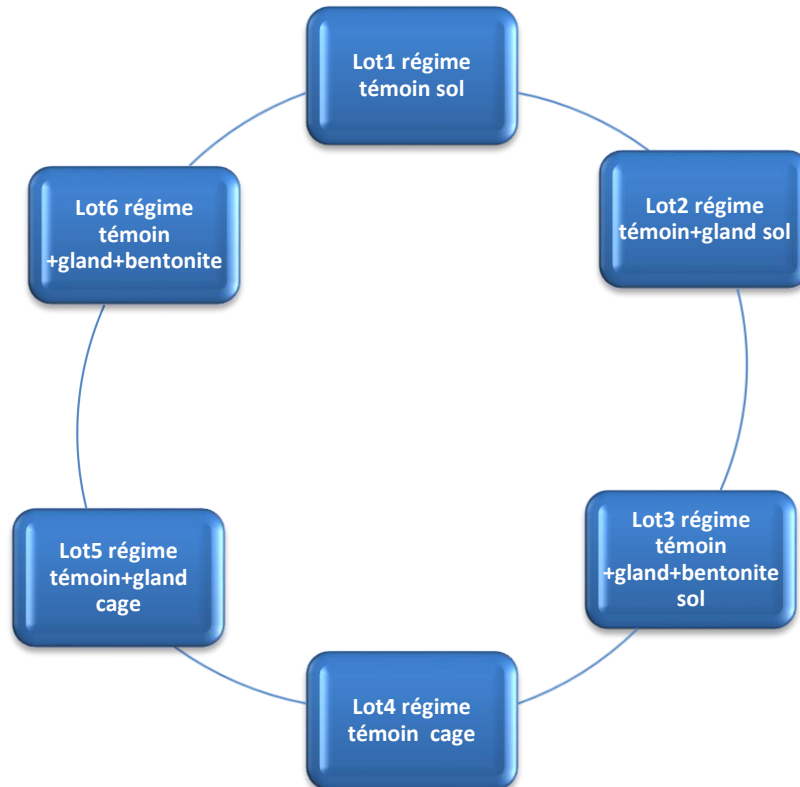
- surface : 450 cm² / poule,
- hauteur : 40 cm sur 65% de la surface,
- mangeoires,

-abreuvoir.

2.4.2 Alimentation

Durant la phase de démarrage (du 1er au 11ème 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 lots selon le schéma suivant:



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 08**)

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.

Tableau8. Composition et caractéristiques biochimiques des régimes alimentaires.

Ingrédients %	Régime standards	Régime à base de GCV sans bentonite	Régime à base de GCV+2%bentonite calcique
Maïs	68	34	34
Gland de chêne vert	0	34	34
Tourteau de soja	26	26	26
Son fin	4	4	4
Calcium	1	1	0
+Phosphore	1	1	0
CMV de croissance	0	0	2
Bentonite calcique			
Énergie métabolisable EM (Kcal/Kg)	3616	3625	3625

2.5 Mesures et contrôles

2.5.1 Paramètres de carcasse

Mesures de croissance pendant les trois abattages (42-49-56 jours)

- Poids vifs avant l'abattage
- Poids des carcasses pleines
- Poids des carcasses éviscérées
- Poids du gras abdominal
- Poids du foie
- Poids du cœur

- Poids des cuisses

- Poids des filets

-Poids des pilons

2.5.2 Coupes histologiques

I Protocole d'autopsie:

La technique de base en matière d'autopsie nécessite la connaissance de particularités anatomiques propres à l'espèce aviaire.

1 Locaux:

Il est recommandé de pratiquer des autopsies dans un local bien séparé des autres services du laboratoire susceptible de lavage et désinfection aisées et efficaces. Il sera équipé d'un réseau hydrique avec une abondance et pression en eau et d'une petite station de traitement des eaux usées issues des autopsies.

2) Matériel:

2.1. Tenue d'autopsie:

Le personnel responsable de l'autopsie et des prélèvements complémentaires doit être revêtu de blouses propres, de tabliers en plastic lavable et désinfectées, de gants en latex, de bottes en caoutchouc, de lunettes de laboratoire à rebords hermétiques et d'un masque.

2.2. Matériel:

Il faut prévoir le matériel suivant :

Un grand plateau en inox pour recevoir un poulet de chair disposé en extension partielle et en décubitus dorsal.

Un couteau aiguisé pour le sacrifice.'

Un bistouri à lames interchangeable, une paire de ciseaux forts à branches droites.

Des pinces à dents de souris de 16 à 20 cm de long.

Boîtes de pétrie stériles pour recueillir les prélèvements destinés à la bactériologie.

Tubes sec pour prélèvement sanguin avec portoirs pour la sérologie.

Flacons à larges col pour l'histologie.

Liquide fixateur de Bouin.

Un grand bac de liquide désinfectant pour recueillir les instruments souillés.

Un vaporisateur manuel rempli de TH5 ou autre désinfectant pour désinfecter la paillasse après nettoyage.

3) Sacrifice des oiseaux:

L'égorgeage sera préféré aux injections de barbiturique lesquels peuvent provoquer des altérations tissulaires et congestions vasculaires ainsi qu'à la luxation de l'articulation atloïdio-occipitale.

4) Examen direct et préparation à l'autopsie:

L'examen direct sera effectué par le responsable de l'autopsie. On examinera avec soin le revêtement cutané, le plumage, l'orifice cloacal, la crête, les barbillons, les membres postérieurs y compris articulations, doigts et griffes. On recherchera les changements de couleur, de taille et de température, la présence d'ectoparasites, de plaies et de tumeurs.

La préparation à l'autopsie sera réalisée par le technicien qui humectera la peau et le plumage avec une solution aqueuse contenant un antiseptique (TH5, ammonium quaternaires) afin d'éviter la dispersion de duvet et des germes nocifs.

On écarte latéralement les membres postérieurs jusqu'aux articulations des hanches et le poulet est disposé en décubitus dorsal.

5) Ouverture du cadavre et éviscération : L'ouverture peut se faire en 3 temps :

5.1. Incision cutanée médiane:

A partir d'une des sections commissurales du bec on incise avec les ciseaux droits le plan cutané cervical, longitudinalement, en rejoignant l'axe médian du bréchet. Il est nécessaire de procéder très doucement dans la région du jabot afin de ne pas percer le réservoir dont la très fine paroi est accolée au plan cutané. On poursuit l'incision cutanée médiane au sommet du bréchet sur la paroi abdominale, sans la perforer et on rejoint la région cloacale; cette incision cutanée médiane peut être complétée par des incisions perpendiculaires pratiquées en face ventrale des ailes et des cuisses. On note avec soin l'aspect du tissu conjonctif sous cutané et la présence de lésions (pétéchies et suffusions hémorragiques, œdème).

5.2 Mise à nu des organes thoraco-abdominaux :

On observera, le long du cou, latéralement à la trachée et à l'œsophage, Les muscles pectoraux et les muscles des cuisses sont examinés avec soin. La paroi abdominale est alors saisie, avec une paire de pince juste au dessus du cloaque; on y pratique une petite ouverture avec les ciseaux en notant la présence éventuelle de liquide d'épanchement. On prolonge latéralement et de chaque côté le point de ponction en s'arrêtant aux muscles pectoraux. Le volet abdominal est ensuite soulevé et récliné vers l'avant, on note alors soigneusement l'aspect des sacs aériens abdominaux qui, très rapidement, s'affaissent. Ensuite on incise les muscles pectoraux profondément et jusqu'à l'entrée de la poitrine, on sectionne au ciseau les côtes, les coracoïdes et les clavicules, on enlève alors la carène

pectorale et osseuse en découvrant les organes thoraciques, on examine soigneusement le cœur et les organes en place dans la cavité thoraco-abdominale.

5.3 Eviscération :

Elle sera facilitée par l'isolement immédiat du cœur et du foie très volumineux chez les oiseaux. La trachée est sectionnée immédiatement en arrière du larynx. L'œsophage sectionné en arrière du pharynx est disséqué postérieurement jusqu'au pro ventricule. La masse digestive est progressivement récliné vers l'arrière et on sépare avec les ciseaux, les attaches du gésier et de l'intestin jusqu'à l'arrivée à la région rectale en arrière des coecums. La masse digestive sera disséquée séparément dans un plateau qui lui est réservée. La rate en y isolée.

A ce stade, on peut enfin décoller les poumons de la paroi thoracique; cette opération sera faite très doucement avec un ciseau et les poumons seront alors examinés sous leurs différentes faces.

6. Autopsie du tube digestif:

L'œsophage est fondu sur toute sa longueur et le contenu du jabot est récolté et examiné. Le pro ventricule est ouvert et sa muqueuse rincée rapidement sous un filet d'eau froide est observé superficiellement puis après incision en profondeur. Le gésier est ouvert, vidé de son contenu et sa muqueuse est examinée. On fend alors longitudinalement avec les ciseaux droits le duodénum, l'iléon et le rectum, puis la muqueuse est rapidement rincée sous un filet d'eau froide et examinée pour d'éventuelle présence d'hémorragies pétéchiales (coccidiose). Les éventuels prélèvements pour l'examen histologique peuvent être faits à ce moment, la muqueuse ne doit jamais être raclée ou desséchée. On termine par l'ouverture des coecums qui seront examinés de façon identique.

7. Autopsie des glandes annexes:

Déjà isolés, le foie est soigneusement examiné superficiellement pour présence de d'abcès punctiformes (hépatite) puis après incision on explore la vésicule biliaire et son contenu.

8. Autopsie du cœur:

Après sa pesée. on dissèque le sac péricardique en récoltant un éventuel épanchement, on peut alors explorer les cavités cardiaques après avoir pratiqué une section transversale de l'apex. Des incisions complémentaires permettront d'explorer les cavités ventriculaires. Il est à rappeler que la valvule auriculo-ventriculaire gauche possède trois cuspidés et que la valvule auriculo-ventriculaire droite épaisse et de caractère franchement musculaire. Il existe également dans l'oreillette droite un élément valvulaire: la valvule d'eustache.

9. Autopsie de l'appareil respiratoire :

Elle est déjà en grande partie réalisée car la trachée et les bronches ont été explorées; ainsi que les sacs aériens dans l'ouverture de la cavité thoraco-abdominale pour d'éventuel présence d'aérosacculite. Les poumons, isolés, peuvent être examinés par des sections méthodiques transversales. Il reste à explorer les cavités nasales et sinusales, pour se faire, on sectionne transversalement le bec en avant des yeux avec le ciseau.

10. Autopsie de l'appareil génital:

Il est spécialement volumineux chez la poule pondeuse chez laquelle l'ovaire et l'oviducte seront systématiquement examinés pour la présence d'atrophie, d'abcès, hémorragies, ponte abdominale, salpingite.

11. Autopsie de l'appareil urinaire:

Isolement de l'appareil génital effectué, les reins, les uretères ainsi que les surrénales sont exposés et examinés pour présence de dépôts d'urates (collibacilose).

12. Autopsie des organes hémato-lymphopoétigue:

La rate et le thymus ont été examinés. On examinera avec soin la bourse de Fabricius qui se trouve au plafond du cloaque pour la présence d'hypertrophie, congestion, présence de pus (Maladie de Gumboro), elle régresse naturellement du deuxième au cinquième mois.

Il est à préciser que la consultation des tableaux suivants consacrés aux affections hépatiques, respiratoires, digestives, les affections diverses ainsi que le manuel de l'autopsie et des pathologies aviaires permettront de poser un diagnostic lésionnel et différentiel et d'orienter le choix des prélèvements à réaliser.

Tableau9. Lésion macroscopique de la maladie de gumboro

Maladies	Espèces Affectées	Elément de suspicion	Localisation des lésions	Lésions macroscopiques	Techniques courantes de diagnostic
Maladie de Gumboro (Birnavirus)	Poulet de chair	Age à partir de la 3 ^{ème} semaine Bourse enflammée Diarrhée blanchâtre	Bourse de Fabricius, gésier, duodénum et muscle squelettique	Forme aigue : Bourse enflammée congestionné, ulcérations gésier pétéchies duodénum hémorragie bréchet et	Histologie Sérologie

13) Prélèvements aviaires:

Le choix des prélèvements sera effectué par le responsable de l'autopsie. La réalisation des prélèvements sera faite par le technicien. Ces prélèvements sont constitués de cœurs, de foies, de rates, d'intestins et de bourses de Fabricius.

14 Prélèvement histologique:

Le plus tôt possible afin d'éviter le phénomène d'autolyse. Pour une bonne fixation, la taille du fragment d'organe sera de 1 à 2cm x 0.5 cm,

15) Fixation et type de fixateurs :

15.1. Fixation :

Définition :

La fixation a pour but essentiel d'assurer une immobilisation des constituants cellulaires ou tissulaires dans un état aussi voisin que possible de l'état du vivant. Son rôle est aussi de préserver le tissu de façon permanente et d'éviter le dessèchement et l'apparition des altérations cadavériques en bloquant les phénomènes d'autolyse et de décomposition. Les prélèvements d'organes sont immédiatement introduits dans un flacon (plastic de référence) à col large contenant le fixateur. Le volume du fixateur étant égal environ à 20 fois le volume des pièces. Nous avons utilisé un flacon par groupe pour chaque type d'organes prélevés. Chaque flacon est soigneusement identifié et fermé hermétiquement.

15.2. Type de fixateurs :

Il y a plusieurs types de fixateurs classés selon la préférence et leur mécanisme d'action. Le plus utilisé au niveau du service de Pathologie Générale et Parasitologie du L.V.R. de Mostaganem est le fixateur **de Bouin** : Classé parmi les picrates, c'est un excellent fixateur et permet des observations cytoplasmiques et nucléaires détaillées. Son mode d'action forme des picrates avec les protéines. Ses avantages, il préserve le glycogène, améliore la coloration du glycogène et l'acidophilie, diminue la basophilie des structures. Par contre, ses inconvénients il entraîne parfois la formation d'artéfacts, il rétracte les tissus, colore les tissus en jaune d'où l'intérêt de laisser quelques moments dans l'eau les prélèvements d'organes lors de la recoupe. En cas de sur-fixation, il diminue l'affinité tinctoriale et détruit les globules rouges et le fer ferrique.

15.3. Méthode de préparation de la solution de Bouin

15.3.1. But : Utilisée pour fixer les tissus destinés à l'histologie (colorant H.E.).

15.3.2. Réactifs :

Fixateur de Bouin :

Solution saturée aqueuse d'acide picrique :.....720ml

Formol de commerce (40%) :.....240ml

Acide acétique cristallisable :.....048ml

Bien mélanger, stable pour une année, identifier et dater le flacon.

15.3.3. Information toxicologique : Carcinogène, irritant et toxique.

15.3.4. Manipulation : Travailler dans une zone bien ventilée. Porter les gants, blouse et lunette de sécurité. Eviter le contact et l'inhalation.

15.3.5. Incompatibilités :

- **L'acide picrique :** Devient explosive à l'état sec et au dessus de 300°C (sensible aux chocs à la chaleur et aux frottements. A stocker immerger par l'eau.

- **Formol :** Irritation sévère des yeux et peau. Allergie peau appareil respiratoire après contact. Toxique après ingestion et inhalation. Corrosif et carcinogène.

- **Acide acétique :** Effet sur organe cible : appareil respiratoire corrosive.

16.3.6. Temps de fixation : Les prélèvements sont fixés dans le Bouin pendant 5 jours.

II Protocole d'histologie :

1) Réception et identification du prélèvement : importance de la traçabilité :

L'identification des prélèvements d'organes fixés de chaque groupe avec la fiche de transfert permet de vérifier la conformité du prélèvement. Les renseignements fournis par les poste gradués stagiaires demandeur devront également lors d'envoi d'organes fixés contenant l'aspect macroscopique des poulets sacrifiés sont nécessaires. Ces informations permettent, non seulement de veiller à une bonne traçabilité des prélèvements mais également de mettre en relation la clinique avec les analyses de laboratoire.

2) Recoupe des organes fixés :

Cette étape est fondamentale de l'analyse histologique puisque la lecture et l'interprétation microscopique de lame en dépendent. Elle permet d'ores et déjà d'orienter le diagnostique et la qualité de la réalisation de cette étape permettra le bon déroulement de la suite de l'analyse.

Elle consiste aussi à faire un échantillonnage des lésions de telle sorte que les coupes finales qui sont observées au microscope soient représentatives des lésions.

Ainsi, la technique de recoupe doit assurer la conservation des règles de qualité, de fixation, de traçabilité, et la qualité de réalisation des échantillons.

Après la vérification de la conformité de l'échantillon issue de la recoupe avec les informations transmises sur la fiche de transfert, les cassettes d'échantillons, sont séparées et identifiées conformément aux groupes étudiés. Pour cela on utilise pour le marquage un crayon noir (gras) afin que l'identification sur la cassette résiste aux solvants. Sur la face de la cassette est noté code d'identification.

Exemple : GBC 2 :

- G = gland ;
- B = bentonite
- C = cage
- 2 = 2^{ème} sacrifice

Cette identification permettra une meilleure traçabilité lors de la réception de plusieurs groupes d'organes en même temps.

2.1- Technique de la recoupe :

La recoupe est réalisée par un pathologiste. Il est aidé par les poste gradués stagiaires qui identifient les cassettes et remplient la fiche de paillasse. Les sections se font sur une planchette en liège. Elles doivent être fines et précises, correspondant à l'épaisseur des cassettes (fermeture) et surtout elles doivent être à la limite de la lésion avec le tissu sain.

2.2 Matériel :

La recoupe est réalisée sur une table aspirante performante qui permet d'aspirer les vapeurs de formol. Les manipulations s'effectuent avec les gants, un masque, un bistouri et des pinces. Les prélèvements d'organes fixés seront imbibés d'eau avant la recoupe afin d'éliminer l'odeur formolée.

3. Inclusion :

Cette étape permet d'imprégner les tissus des organes prélevés par un matériel inerte qui durcit pour obtenir des blocs homogènes renfermant des organes ou des fragments d'organes. Les bains qui permettent la déshydratation, clarification et imprégnation sont réalisés manuellement.

3.1. Déshydrations :

Un lavage rapide à l'eau du robinet éliminera l'excès d'acide picrique. Les tissus humides ne peuvent pas être directement infiltrés par la paraffine. En premier lieu, l'eau devra être retirée des tissus par la déshydratation. Cela est habituellement réalisé par passage dans une série de bains d'alcool (éthanol 100 %) aux gardiens ascendants : 70% – 95% -100% généralement deux suffisent 70% et 100% pour bien gérer le stock d'alcool.

3.2. Clarification :

Celle-ci consiste à extraire le déshydratant et le remplacer par une substance miscible avec la paraffine ce qui rend les organes plus transparents. Elle repose sur deux passages au chloroforme. L'agent clarifiant utilisé au niveau de notre labo d'histologie est le chloroforme. (Nocif et irritant). D'autres solvants clarifiants tels que le xylène et le toluène peuvent être également utilisés. On parle d'agents « éclaircissants ». Deux passages sont nécessaires :

- Le premier bain se compose de 50% chloroforme et 50% Alcool. Le second est réalisé par du chloroforme pur.

3.3. L'imprégnation :

Elle consiste à imprégner le tissu à chaud par une paraffine de routine dont le point de fusion est de l'ordre de 54 – 56° C. A notre niveau, l'imprégnation s'effectue en plongeant directement les cassettes dans l'appareil thermal renfermant la paraffine.

Tableau10. Durée des étapes de préparation

	Alcool 70%	Alcool 100%
Déshydratation	06 h et plus	20 h à 24h au maximum
Clarification	Chloroforme 50%, Ethanol 50 %	Chloroforme pur
	04 h	06 h
Imprégnation	Paraffine 20h au maximum 24h	

3.4. L'enrobage :

Elle consiste à mettre les organes dans un bloc de paraffine refroidie. Le principe de la mise en bloc a été adapté dans notre laboratoire selon le matériel et équipement disponibles. Faire chauffer les moules en acier inoxydable, sur une plaque chauffante histologique à 60° C. Faire couler la paraffine au quart dans les moules.. Après retrait des cassettes du bain de paraffine, déposer la face choisie du tissu à couper dans le moule à l'aide de pinces chauffées. Placer la face inférieure de la cassette sans le couvercle sur l'ensemble moule/échantillon. Immerger de paraffine et laisser le tout se solidifier sur la paille.

Après formation du bloc, dégager le moule et congeler le bloc (- 20°). La cassette qui contenait le prélèvement est fixée à l'ensemble. Son numéro permet de garantir sa traçabilité. Un bloc de tissu très homogène en consistance sans bulles d'air est ainsi obtenu. Ce caractère est d'une grande importance pour la confection des coupes.

4) Préparation des coupes histologiques :

Une fois le bloc de tissu paraffine congelé, il nécessite d'être réduit en coupes microscopiques qui devront être collées sur les lames. Cela est réalisé grâce à un microtome. Un microtome n'est autre qu'un couteau dont l'épaisseur des coupes est de l'ordre du micron grâce à un mécanisme qui fait avancer le bloc contre une lame bien affûtée spécifiquement pour l'histologie. Actuellement, il existe des lames spéciales jetables sous forme de boîtier de protection de 50 lames. Une épaisseur de 5 µm des coupes permet aux rayons lumineux du microscope de traverser les coupes et d'éviter les superpositions tissulaires. Certaines préparations sont nécessaires avant d'entamer les coupes des tissus.

4.1 Bains marie :

Allumer le bain marie d'histologie et chauffer l'eau jusqu'à la température de 50°C, ce dernier nécessite au minimum ½ heure pour atteindre cette température. Avec une feuille de papier, enlever les débris tissulaires à la surface de l'eau qui risquent de fausser la lecture microscopique. Le bain marie doit être remplie avec de l'eau distillée afin d'éviter le dépôt de calcaire qui pourra cacher le reflet des coupes transparentes à la surface de l'eau et rendre la prise difficile des coupes sur la lame.

4.2 Vérification du microtome à rotation manuelle :

Le microtome doit être entretenu et manipulé par un technicien spécialisé ou en sa présence qui demande du savoir faire et de l'expérience. Ces techniciens sont les artistes du laboratoire d'histologie dont il est le seul qui peut éviter la présence de plis et d'artefacts et facilitera la lecture du spécialiste. L'inclinaison de la lame est vérifiée (5°), de même que le porte bloc est rendu à sa position initiale sur lequel on place la cassette. Par mesure de PROTECTION la tige du protège doigt de sécurité est mise en place, l'angle de la lame est bien fixé, le mécanisme qui permet le déplacement de la lame de gauche à droite est également fixé, le mécanisme qui libère le porte lame pour le nettoyage du microtome est aussi fixé.

4.3 Identification :

Identifier en reportant le code d'ordre séquentiel des cassettes sur les lames à l'aide d'un crayon à aimant Mettre une goutte de la solution 50% albumine 50% glycérol sur la lame est

bien l'étalée. Cette dernière permettra l'adhésion de la coupe à la lame lors des étapes de coloration.

4.4 La coupe des tissus :

Cette étape étant manuelle, elle nécessite une grande habileté et une grande précision.

1) Matériels :

- Microtome et lames de rasoir jetables.
- Papier absorbant.
- Lame de bistouris.
- Chiffon non pelucheux, pinceau petit model.
- Xylène ou tout autre substitut et gants.
- Blocs d'inclusion identifiés et stockés au freezer (la paraffine sur les parois de la cassette sera détachée).
- Plaque froide.
- Pince.

Avant de commencer, contrôler l'état du matériel et préparer la paillasse :

- Porte lame et lame jetable neuve.
- Absence de résidu de paraffine sur les glissières du microtome.
- Poser les blocs à couper sur une plaque froide sortie du congélateur.
- Garder une lame de bistouri de chaque côté du microtome.

2) Technique :

- Bloquer le volant.
- Reculer le cylindre d'avance du porte objet.
- Insérer la cassette dans la pince.
- Fixer la lame jetable et remonter la protection.
- Régler l'angle de coupe à environ 45° (position 5 sur le microtome Leica).
- Réglages des parallélismes (vertical et horizontale) du bloc 10-20 microns.
- Débloquer le volant et enlever la protection de la lame.
- Le maintenir fermement de la main droite.
- Rapprocher doucement la lame du bloc, sans le toucher.
- De la main gauche régler les parallélismes puis les bloquer.
- Tourner le volant pour remonter le bloc et le bloquer.
- Bloquer le volant.
- Contrôler tous les blocages : blocs, lames et rasoirs, porte lame.
- Régler l'épaisseur de coupe pour dégrossir le bloc.

- En fin de dégrossissage, nettoyer sommairement lames et blocs avec le pinceau.
- Régler l'épaisseur de coupe à 5 µm pour former le ruban.
- Refroidir la surface du bloc sur la plaque froide.
- Tourner la manivelle sur 3 ou 4 tours pour former un petit bourrelet.
- Puis sans cesser de tourner la manivelle, doucement et régulièrement.
- Tenir ce petit bourrelet avec la pince.
- Accompagner le mouvement du ruban en tirant délicatement vers soi.
- Il est possible de faciliter le déroulement des images en soufflant en même temps sur le prélèvement et la lame.
- Bloquer le volant, bloc en position haute.
- Décoller de la lame à l'aide du bistouri, un ruban de 5 à 6 images minimum.
- Choisir et séparer à la lame de bistouri une ou deux images.
- Placer ces images sur une lame en verre immergée d'alcool à 70°.
- Remonter la protection.
- En fin de technique, garder la lame jetable pour une dernière coupe.
- Nettoyer le matériel et la paillasse avec un chiffon imprégné de xylène en portant des gants.
Aérer la pièce.

3) **Remarque :**

- Les lames jetables sont utilisées de la gauche vers la droite.
- En cas de difficultés de coupes se reporter au tableau << Artéfacts et remèdes >>.

4) **Etalement sur lame :**

Matériels :

- Poupin elle chauffée à 60°C.
- Bain marie pour histologie chauffée à 45°.
- 01 Lame de bistouri propre.
- Crayon à aimant, crayon de papier pour lame à bordure blanches.
- Lames porte objet propres.
- Portoir de lames.
- Solution d'albumine glycérolisée à 50% fraîchement préparée et filtrée.
- Erlenmeyer, bécher, entonnoir et filtre.
- Pissette.

Avant de commencer, préparer la paillasse :

Placer le bain marie devant vous et le brancher.

Régler la température sur 45°-50°C.

Préparer la solution d'albumine glycinée.

Nettoyer et identifier le nombre de lames nécessaires.

4.1) **Technique :**

- Choisir la ou les image(s) à étaler.

Tableau11. Artefacts et remèdes le ruban se forme :

Aspects	Causes possibles	Corrections à apporter
Les images sont tassées	Lame jetable trop inclinée	Réduire légèrement l'angle d'inclinaison
	Le volant est tourné trop vite	Tourner moins vite
	La lame jetable est usée	La déplacer vers la gauche ou la changer
Les coupes sont irrégulières	Lame trop droite	Elargir légèrement l'angle d'inclinaison
	Défaut de serrage	Contrôler les blocages du bloc, de la lame et/ou du porte lame
	Cylindre porte objet trop avancé	Reculer le cylindre avec la vis macro-métrique
Le ruban se déchire	Débris sur le fil de la lame	Nettoyer délicatement les 2 côtés de la lame avec un chiffon imprégné de xylène, de bas en haut
	Dents sur le fil de la lame	Déplacer la lame vers la gauche ou la changer
Les coupes sont vibrées ou craquelées	Défaut de serrage	Contrôler le serrage du bloc Contrôler le serrage de la lame Contrôler le serrage du porte lame
	lame trop inclinée	Réduire légèrement l'angle d'inclinaison
	Prélèvement très dur	Prendre une lame dite « objet dur » Tourner le volant plus lentement
	Le bloc est trop froid	Réchauffer en soufflant sur le prélèvement Tourner le volant plus lentement

Tableau12. Artefacts et remèdes le ruban ne se forme pas :

Aspect	Causes possibles	Corrections à apporter
Les images se séparent les unes des autres	Lame trop droite	Elargir légèrement l'angle d'inclinaison
	Débris sur le fil de la lame	Nettoyer délicatement les 02 côtés de la lame avec un chiffon imprégné de xylène, de bas en haut
L'image est incomplète	Défaut de parallélisme	Refaire les réglages
Un trou à la place du prélèvement	Défaut d'imprégnation du prélèvement	Le remettre en paraffine liquide pendant 12 ^H et refaire l'inclusion Si le problème persiste : la déshydratation a été incomplète prélèvement ➔ détérioré.

- Séparer cette sélection en coupant de chaque côté avec la lame de bistouri.
- Couper une image avant et après celle à étaler.
- Poser une lame sur le portoir plat.
- Etaler une petite goutte de solution albumineuse sur la lame identifiée.
- Poser l'image sélectionnée sur une lame recouverte d'alcool à 70°.
- Récupérer ce volume d'alcool dans le bécher sans perdre l'image.
- Déposer l'image sélectionnée sur la surface de l'eau du bain de Marie.
- La paraffine doit s'étirer sans fondre.
- A chaud, éliminer les derniers plis si possibles, sinon sélectionner une autre image et recommencer.
- Maintenir l'image au centre de la lame.
- Récupérer à angle droit l'image sur la lame identifiée.
- Eliminer les images en trop.
- Maintenir la lame dans le portoir sur du papier absorbant.
- L'égouttage doit être complet : l'albumine prend les colorants cytoplasmiques : lecture difficile.
- Fondre l'albumine tissulaire et séchée les lames en les plaçant sur la plaque chauffante histologique pendant 20 minutes chauffée à 60-70°C.
- Les lames n'ont pas le même aspect : la paraffine fondue ruisselle à travers la lame, les prélèvements ne sont pas détériorés.

- Enfin de technique, nettoyer le matériel et la paillasse avec un chiffon imprégné de xylène ou de substitut, en portant des gants. Aérer la pièce.
- Eliminer les rubans d'images comme des déchets contaminés.

5) Séchage des lames :

Matériel :

- Portoir de lame plat.
- Panier en verre.
- Plaque chauffante histologique 45°-50°C ou à 37°C. .

Seule une lame bien égouttée séchera correctement.

Séchage sur la plaque chauffante histologique :

Les lames sont placées dans panier en verre, puis étalée sur la plaque dans l'étuve à 45°-50°C pendant minimum 01^H00.

Les lames n'ont pas le même aspect : la paraffine est fondue, mais les prélèvements ne sont pas détériorés.

6) Coloration standart à l'hématoxyline et éosine :

Le fait de colorer les coupes permet de mettre en évidence les structures tissulaires et cellulaires. La coloration standard la plus utilisée est la coloration Hématoxyline –Eosine (H.E). Le but de cette coloration bio-chromique est d'associer un colorant nucléaire et un colorant cytoplasmique.

L'hématoxyline oxydée utilisée à notre niveau et de nature synthétique, basique qui possède une affinité vers l'acide nucléique des noyaux. Elle est aussi de type régressive, c'est à dire les sections, après la coloration à l'hématoxyline sont laissées dans l'eau de robinet pour une période de temps pour renforcer la coloration nucléaire.

L'éosine est un colorant acide possède une affinité pour l'acide ribonucléique du cytoplasme. Ce colorant ne représente pas beaucoup de problème comme l'hématoxyline sauf peut être lors d'une coloration intense du cytoplasme qui pourra être réduite par un passage prolongé des les alcools.

6.1 Réactifs :

Hématoxyline Alun de Harris :

- Hématoxyline :.....02.5g
- Alcool absolu :.....50ml
- Alun de Potassium :.....50g
- Eau distillée :.....500ml

- Chlorure de mercure :.....01.5g
- Acide Acétique glaciale :.....20ml

6.2 Information toxicologique :

6.2.1 Chlorure de mercure :

Très toxique par inhalation. Ne pas rejeter dans l'évier sous risque de formation d'amalgames avec les métaux (cuivre) qui ne peuvent pas être détaché de la canalisation.

6.2.2. Acide acétique glaciale :

Corrosive pour les tissus et provoque de graves brûlures. En cas de contact avec les yeux, laver abondement et consulter un spécialiste.

6.3 Méthode de préparation des colorants :

6.3.1. Hématoxyline :

Dissoudre l'hématoxyline dans l'alcool absolu et ajouter de l'alun de potassium dans l'eau distillée. Chauffer si c'est nécessaire pour dissoudre.

Mélanger les deux solutions. Chauffer à ébullition et ajouter du chlorure de mercure. Refroidir rapidement la solution en plongeant la solution préparée dans l'eau froide. Si tôt refroidie, la solution est prête pour la coloration.

Cependant et pour une lecture nucléaire sélective et précise, l'ajout de l'acide acétique glaciale est recommandée.

6.3.2 Mesures de protection lors de la préparation de la solution :

- Port de blouse, lunette de sécurité, gant spécial pour acide – Travailler sous une haute aspirante

6.3.3 Eosine 1% :

1% d'éosine dans 1% de calcium chloride auquel est ajouté un cristal de Thymol afin d'éviter la formation de moisissures.

6.4 Technique de coloration :

- Déparaffiner d'avantage par passage dans deux bains de xylène de 15 min chacun.
- Réhydrater graduellement, bains dans l'alcool absolu de 5mn chacun puis dans un bain d'alcool à 70° C pendant 5mn.
- Colorer avec l'hématoxyline pendant 25 mn.
- Foncer (To bleu) dans l'eau du robinet pendant 15mn.
- Colorer à l'éosine pendant 15 mn.

- Lavage à l'eau pour éliminer l'excès de colorant.
- Déshydrater graduellement dans l'alcool à 70° pendant 10 mn puis dans l'alcool absolu pendant 3mn.
- Sécher les lames avec précaution dans du papier buvard (ou papier hygiénique).
- Clarifier dans du xylène pendant 15mn.
- Monter entre lamelle et lame en prenant le soin de dégager les bulles d'air du baume de canada à l'aide d'une seringue.
- Laisser sécher les lames sur la plaque chauffante histologique à 60° C pendant une nuit.

6.5 Résultat :

- ✓ Noyau coloré en bleu noir ;
- ✓ Cytoplasme coloré rose orange.

Protection lors de la manipulation :

Une bonne fixation au Bouin jouera le rôle de bactéricide cependant la pénétration du fixateur à l'intérieur du tissu est incomplète, des mesures de port de gant, de masque et de blouse sont nécessaires.

Tableau13. Lisions microscopiques

Maladie de Gumboro	<p><u>Forme aigue</u> : œdème et hémorragie folliculaire, nécrose folliculaire avec présence de débris pycnotique.</p> <p><u>Forme sub aigue et chronique</u> : atrophie folliculaire associée à une infiltration fibrocytaire (sclérose)</p>
---------------------------	---

2.6. Traitement statistiques

Les résultats ont subi une analyse de la variance bi factorielle en bloc, suivie d'une comparaison des moyennes deux à deux selon le test de newman et keuls. Les données ont été traitées par usage d'un logiciel statistique le Star Box 6.4.

Les résultats ont été exprimées en valeurs moyennes plus ou moins écarts types correspondants.

L'effet du facteur étudiée à été démontré aux deux seuils de probabilité : $p < 0.05$ et à $p < 0.01$.

Partie 03 : Résultats et discussion

Partie 03 : Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Performances des carcasses :

1.1.1. Poids vifs :

Durant l'élevage, le poids vif des poulets élevés en cage est nettement plus faible ($p < 0.01$) surtout au 42^{ème} (1156.33g) et au 56^{ème} jour (2180.39g) que ceux des animaux élevés au sol ayant accusé des poids de l'ordre de 1401.00 et 2607.60g, respectivement.

Concernant les régimes distribués, les meilleurs résultats ($p < 0.05$) ont été obtenus au 42^{ème} et 49^{ème} jour d'élevage avec le régime standard, suivis de ceux des sujets nourris au régime gland d'une part et de ceux alimentés avec la ration à base de gland et de bentonite en d'autre part ; 1399.00 vs 1274.50 vs 1162.50 g et 1891.50 vs 1693.50 et vs 1500g, successivement.

Au 56^{ème} jour, en fonction des régimes consommés, les animaux ont présenté des performances de poids vif comparables ($p > 0.05$); 2318 à 2500g, en moyenne (**Tableau 14**).

1.1.2 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; 1266.66 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 15**).

1.1.3 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 ($p < 0.01$); 875.66 vs 741.66 et 1932.66 vs 1564.53g, 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.

Tableau 14. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids vifs (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.

Périodes d'élevage	Elevage au sol (n=5)			Elevage en batterie (n=5)			Mode d'élevage (n=15)		Type de Régime distribué (n=10)			Effet des facteurs		
	T	G	G+B	T	G	G+B	Sol	Batterie	T	G	G+B	F ₁	F ₂	Int. (F ₁ × F ₂)
42 ^{ème} jours	1421.00 ^a	1336.00 ^a	1446.00 ^a	1377.00 ^a	1213.00 ^a	879.00 ^b	1401.00 ^a	1156.33 ^b	1399.00 ^a	1274.50 ^{ab}	1162.50 ^b	**	*	*
	± 338.76	± 140.31	± 56.75	± 173.51	± 135.94	± 107.79	± 198.33	± 131.15	± 253.74	± 130.24	± 81.21			
49 ^{ème} jours	1868.00	1767.00	1672.00	1915.00	1620.00	1328.00	1769.00	1621.00	1891.50 ^a	1693.50 ^{ab}	1500.00 ^b	NS	*	NS
	± 127.68	± 380.17	± 216.6	± 248.44	± 304.99	± 162.99	± 243.63	± 227.60	± 186.22	± 324.93	± 180.72			
56 ^{ème} jours	2620.00	2530.80	2672.00	2380.00	2198.10	1964.00	2607.60 ^a	2180.93 ^b	2500.00	2364.80	2318.00	**	NS	NS
	± 157.68	± 326.50	± 245.85	± 326.80	± 154.38	± 274.77	± 234.16	± 242.68	± 241.90	± 240.77	± 245.80			

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, suivies des écarts types correspondants, avec un nombre n de répétitions ; T : Régime témoin ; G : régime à base de gland ; G+B : Régime à base de gland et de bentonite ; 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) ; Int. Interaction des deux facteurs étudiés ; a,b...etc. : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux.

Tableau 15. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids des carcasses pleines (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.

Périodes d'élevage	Elevage au sol (n=5)			Elevage en batterie (n=5)			Mode d'élevage (n=15)		Type de Régime distribué (n=10)			Effet des facteurs		
	T	G	G+B	T	G	G+B	Sol	Batterie	T	G	G+B	F ₁	F ₂	Int. (F ₁ × F ₂)
42^{ème} jours	1178.00 ± 151.58	1341.00 ± 222.44	1281.00 ± 185.55	1045.00 ± 89.15	1111.00 ± 140.11	768.00 ± 139.28	1266.66 ^a ± 174.75	974.66 ^b ± 115.85	1111.50 ± 117.24	1226.00 ± 175.26	1024.50 ± 154.67	**	NS	NS
49^{ème} jours	1356.00 ± 216.02	1309.00 ± 240.65	1200.00 ± 117.76	1342.00 ± 279.77	1199.00 ± 135.79	1175.00 ± 104.05	1288.33 ± 183.96	1238.66 ± 175.28	1349.00 ± 235.64	1254.00 ± 184.21	1187.50 ± 104.76	NS	NS	NS
56^{ème} jours	2362.00 ± 168.26	2302.00 ± 265.37	2386.40 ± 232.98	2107.60 ± 295.29	1934.40 ± 71.69	1767.60 ± 265.68	2350.13 ^a ± 209.09	1936.53 ^b ± 215.75	2234.80 ± 226.58	2118.20 ± 183.25	2077.00 ± 235.58	**	NS	NS

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, suivies des écarts types correspondants, avec un nombre n de répétitions ; T : Régime témoin ; G : régime à base de gland ; G+B : Régime à base de gland et de bentonite ; 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) ; Int. Interaction des deux facteurs étudiés ; a,b...etc. : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux.

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 ($p < 0.05$) ; 876.50 vs 804.00 vs 745.50g, en moyenne (**Tableau16**).

1.1.4. 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; 161.46 vs 145.27g et 260.10 vs 215.36g, en moyenne. Au 49^{ème} jour selon le mode d'élevage, les animaux ont présentés des poids des cuisses comparables ($p > 0.05$) ; 185.03 vs 186.81g, 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; 165.01vs149.62vs145.47g, en moyenne (**Tableaux17**).

1.1.5 Pillons

Au 49^{ème} jour il apparait nettement que le poids des pilons des poulets ne connait aucune variation significatif ($p > 0.05$) selon le mode d'élevage et les régimes distribués ; 90.45 à 111.57g, en moyenne.

Cependant, au 56^{ème} jours, les poulets élevés au sol ont marqué un poids des pilons supérieur à ceux élevés en cage ($p < 0.01$) ; 135.96 vs 113.06g, en moyenne (**Tableau 18**).

1.1.6 Filets

Au cours de toute la période expérimentale, l'élevage au sol à montré de meilleurs valeurs pondéraux des filets que celui mené en batterie ; avec des résultats estimés à 151.21 vs 129.30g, au 42^{ème} jour et 260.94 vs 198.67g 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; 152.71 vs 129.60 vs 138.44g et 200.75 vs 170.72 vs 163.68g, en moyenne, successivement (**Tableau 19**).

Tableau 016. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids des carcasses éviscérées (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.

Périodes d'élevage	Elevage au sol (n=5)			Elevage en batterie (n=5)			Mode d'élevage (n=15)		Type de Régime distribué (n=10)			Effet des facteurs		
	T	G	G+B	T	G	G+B	Sol	Batterie	T	G	G+B	F ₁	F ₂	Int. (F ₁ × F ₂)
42^{ème} jours	937.00 ± 108.40	833.00 ± 57.57	857.00 ± 99.67	816.00 ± 128.21	775.00 ± 84.43	634.00 ± 48.18	875.66 ^a ± 84.52	741.66 ^b ± 86.01	876.50 ^a ± 111.93	804 ^{ab} ± 68.13	745.50 ^b ± 73.80	**	*	NS
49^{ème} jours	1185.00 ± 104.15	1019.00 ± 188.24	969.00 ± 119.50	1092.00 ± 290.47	958.00 ± 195.36	964.00 ± 159.39	1057.66 ± 131.54	1004.66 ± 205.60	1138.50 ± 205.72	988.50 ± 180.86	966.50 ± 132.81	NS	NS	NS
56^{ème} jours	1963.60 ± 144.42	1886.00 ± 210.13	1948.40 ± 224.57	1734.40 ± 218.60	1548.00 ± 87.11	1411.20 ± 197.98	1932.66 ^a ± 181.61	1564.53 ^b ± 164.38	1849.00 ± 174.67	1717.00 ± 151.65	1679.80 ± 199.59	**	NS	NS

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, suivies des écarts types correspondants, avec un nombre n de répétitions ; T : Régime témoin ; G : régime à base de gland ; G+B : Régime à base de gland et de bentonite ; 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) ; Int. Interaction des deux facteurs étudiés ; a,b...etc. : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux.

Tableau 17. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids des cuises (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.

Périodes d'élevage	Elevage au sol (n=5)			Elevage en batterie (n=5)			Mode d'élevage (n=15)		Type de Régime distribué (n=10)			Effet des facteurs		
	T	G	G+B	T	G	G+B	Sol	Batterie	T	G	G+B	F ₁	F ₂	Int. (F ₁ × F ₂)
42^{ème} jours	171.00 ± 19.89	147.15 ± 16.39	166.23 ± 13.65	159.02 ± 12.97	143.80 ± 9.05	133.00 ± 13.88	161.46 ^a ± 15.59	145.27 ^b ± 11.25	165.01 ^a ± 15.83	145.47 ^b ± 12.48	149.62 ^b ± 12.98	*	*	NS
49^{ème} jours	197.91 ± 20.26	188.71 ± 31.01	168.46 ± 16.83	206.01 ± 36.77	178.00 ± 12.59	176.42 ± 15.55	185.03 ± 21.75	186.81 ± 22.37	201.96 ± 27.99	183.35 ± 22.31	172.44 ± 15.28	NS	NS	NS
56^{ème} jours	272.40 ± 26.88	248.98 ± 41.34	258.92 ± 27.77	238.77 ± 41.39	213.68 ± 17.11	193.62 ± 33.03	260.10 ^a ± 30.25	215.36 ^b ± 29.75	255.58 ± 32.90	231.33 ± 29.82	226.27 ± 28.77	**	NS	NS

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, suivies des écarts types correspondants, avec un nombre n de répétitions ; T : Régime témoin ; G : régime à base de gland ; G+B : Régime à base de gland et de bentonite ; 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) ; Int. Interaction des deux facteurs étudiés ; a,b...etc. : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux.

Tableau 18. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids des pilons (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.

Périodes d'élevage	Elevage au sol (n=5)			Elevage en batterie (n=5)			Mode d'élevage (n=15)		Type de Régime distribué (n=10)			Effet des facteurs		
	T	G	G+B	T	G	G+B	Sol	Batterie	T	G	G+B	F ₁	F ₂	Int. (F ₁ × F ₂)
42 ^{ème} jours	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
49 ^{ème} jours	103.84 ± 10.20	101.66 ± 17.02	90.45 ± 10.68	111.57 ± 18.94	99.80 ± 6.36	93.26 ± 9.99	98.65 ± 12.04	101.55 ± 11.94	107.71 ± 14.34	100.73 ± 12.11	91.86 ± 9.75	NS	NS	NS
56 ^{ème} jours	143.97 ± 20.19	128.72 ± 17.82	135.18 ± 16.04	125.91 ± 25.41	112.01 ± 9.61	101.27 ± 17.02	135.96 ^a ± 16.75	113.06 ^b ± 17.14	134.94 ± 21.63	120.37 ± 13.5	118.23 ± 15.59	**	NS	NS

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, suivies des écarts types correspondants, avec un nombre n de répétitions ; T : Régime témoin ; G : régime à base de gland ; G+B : Régime à base de gland et de bentonite ; 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) ; Int. Interaction des deux facteurs étudiés ; a,b...etc. : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux.

Tableau 19. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids des filets (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.

Périodes d'élevage	Elevage au sol (n=5)			Elevage en batterie (n=5)			Mode d'élevage (n=15)		Type de Régime distribué (n=10)			Effet des facteurs		
	T	G	G+B	T	G	G+B	Sol	Batterie	T	G	G+B	F ₁	F ₂	Int. (F ₁ × F ₂)
42^{ème} jours	165.61 ^a ± 21.23	125.20 ^b ± 19.11	162.80 ^a ± 14.36	139.80 ^{ab} ± 11.54	134.00 ^{ab} ± 14.54	114.08 ^b ± 15.38	151.21 ^a ± 17.09	129.30 ^b ± 12.89	152.71 ^a ± 16.11	129.60 ^b ± 16.01	138.44 ^{ab} ± 14.03	**	*	**
49^{ème} jours	206.65 ± 15.29	174.84 ± 31.26	165.67 ± 17.65	194.86 ± 35.02	166.6 ± 12.69	161.69 ± 20.08	182.38 ± 20.86	174.38 ± 22.62	200.75 ^a ± 25.47	170.72 ^b ± 22.49	163.68 ^b ± 17.82	NS	**	NS
56^{ème} jours	267.2 ± 22.70	250.81 ± 46.28	264.8 ± 40.36	228.8 ± 32.10	201.71 ± 13.59	165.50 ± 25.46	260.94 ^a ± 34.99	198.67 ^b ± 23.07	248 ± 26.21	226.26 ± 32.16	215.15 ± 31.82	**	NS	NS

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, suivies des écarts types correspondants, avec un nombre n de répétitions ; T : Régime témoin ; G : régime à base de gland ; G+B : Régime à base de gland et de bentonite ; 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) ; Int. Interaction des deux facteurs étudiés ; a,b...etc. : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux.

1.1.7 Foie

Les poulets élevés au sol ont présentés des poids du foie supérieurs a ceux élevés en batterie ($p<0.01$) ; (45.88 vs 39.52g) au 42^{ème} jour, (45.01 vs 39.09g) au 49^{ème} jour, (57.02 vs 46.09g) au 56^{ème} jour.

Au 49^{ème} et au 56^{ème} jours d'élevage, pratiquement 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; 40.50 vs 48.09 vs 39.51g, en moyenne (**Tableau 20**).

1.1.8 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 (12.26g) et ceux élevés en batterie (9.79g).

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 (8.74g) 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 (7.31g) (**Tableau 21**).

1.1.9 Gras abdominale

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; 1.23 à 1.81g et 1.25 à 1.99g, 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 (2.05 et 1.82g) que ceux alimentés au régime témoin sans gland ni bentonite (1.10g) (**Tableau 22**).

Tableau 20. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids du foie (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.

Périodes d'élevage	Elevage au sol (n=5)			Elevage en batterie (n=5)			Mode d'élevage (n=15)		Type de Régime distribué (n=10)			Effet des facteurs		
	T	G	G+B	T	G	G+B	Sol	Batterie	T	G	G+B	F ₁	F ₂	Int. (F ₁ × F ₂)
42^{ème} jours	42.90 ^b ± 6.60	55.21 ^a ± 3.49	39.52 ^b ± 6.47	38.07 ^b ± 5.03	40.96 ^b ± 2.49	39.50 ^b ± 7.03	45.88 ^a ± 5.28	39.52 ^b ± 4.81	40.50 ^a ± 5.53	48.09 ^a ± 2.86	39.51 ^b ± 6.37	**	**	*
49^{ème} jours	46.49 ± 4.35	47.38 ± 6.97	41.18 ± 4.69	44.87 ± 7.81	37.06 ± 4.59	35.33 ± 9.86	45.01 ^a ± 5.05	39.09 ^b ± 7.16	45.68 ± 5.96	42.22 ± 5.56	38.25 ± 7.28	*	NS	NS
56^{ème} jours	53.74 ^{ab} ± 5.84	59.43 ^a ± 6.82	57.90 ^a ± 5.08	51.74 ^{ab} ± 4.03	46.69 ^{bc} ± 7.26	39.85 ^c ± 4.49	57.02 ^a ± 5.52	46.09 ^b ± 5.05	52.74 ± 4.73	53.06 ± 6.64	48.87 ± 4.52	**	NS	*

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, suivies des écarts types correspondants, avec un nombre n de répétitions ; T : Régime témoin ; G : régime à base de gland ; G+B : Régime à base de gland et de bentonite ; 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) ; Int. Interaction des deux facteurs étudiés ; a,b...etc. : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux.

Tableau 21. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids du cœur (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.

Périodes d'élevage	Elevage au sol (n=5)			Elevage en batterie (n=5)			Mode d'élevage (n=15)		Type de Régime distribué (n=10)			Effet des facteurs		
	T	G	G+B	T	G	G+B	Sol	Batterie	T	G	G+B	F ₁	F ₂	Int. (F ₁ × F ₂)
42 ^{ème} jours	8.31 ± 0.61	9.26 ± 1.38	7.76 ± 0.50	8.04 ± 0.46	8.21 ± 1.40	6.85 ± 1.34	8.45 ± 0.85	7.70 ± 1.07	8.18 ^{ab} ± 0.51	8.74 ^a ± 1.32	7.31 ^b ± 0.95	NS	*	NS
49 ^{ème} jours	9.44 ± 0.97	9.25 ± 2.07	8.65 ± 1.12	10.27 ± 2.02	8.64 ± 1.33	9.22 ± 2.09	9.12 ± 1.36	9.38 ± 1.71	9.86 ± 1.49	8.94 ± 1.64	8.94 ± 1.58	NS	NS	NS
56 ^{ème} jours	14.27 ± 1.88	11.03 ± 0.92	11.47 ± 1.73	9.94 ± 2.27	10.51 ± 2.68	8.93 ± 1.04	12.26 ^a ± 1.45	9.79 ^b ± 1.96	12.10 ± 1.97	10.77 ± 1.89	10.20 ± 1.35	**	NS	NS

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, suivies des écarts types correspondants, avec un nombre n de répétitions ; T : Régime témoin ; G : régime à base de gland ; G+B : Régime à base de gland et de bentonite ; 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) ; Int. Interaction des deux facteurs étudiés ; a,b...etc. : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux.

Tableau 22. Effet des régimes à base de gland et de la bentonite sur le poids du gras abdominal (grammes) des poulets de chair élevés au sol et en batteries au cours de l'élevage.

Périodes d'élevage	Elevage au sol (n=5)			Elevage en batterie (n=5)			Mode d'élevage (n=15)		Type de Régime distribué (n=10)			Effet des facteurs		
	T	G	G+B	T	G	G+B	Sol	Batterie	T	G	G+B	F ₁	F ₂	Int. (F ₁ × F ₂)
42 ^{ème} jours	1.30 ± 0.55	0.99 ± 0.65	1.69 ± 0.49	1.15 ± 0.35	1.52 ± 0.34	1.93 ± 0.69	1.33 ± 0.53	1.54 ± 0.45	1.23 ± 0.43	1.26 ± 0.49	1.81 ± 0.56	NS	NS	NS
49 ^{ème} jours	1.55 ± 0.86	1.68 ± 0.50	2.04 ± 0.86	0.95 ± 0.53	2.17 ± 0.45	1.63 ± 0.60	1.76 ± 0.70	1.59 ± 0.49	1.25 ± 0.67	1.93 ± 0.45	1.84 ± 0.70	NS	NS	NS
56 ^{ème} jours	1.05 ± 0.31	1.95 ± 0.84	1.85 ± 0.37	1.14 ± 0.21	2.14 ± 0.54	1.78 ± 0.18	1.62 ± 0.52	1.69 ± 0.32	1.10 ^b ± 0.25	2.05 ^a ± 0.66	1.82 ^a ± 0.27	NS	**	NS

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, suivies des écarts types correspondants, avec un nombre n de répétitions ; T : Régime témoin ; G : régime à base de gland ; G+B : Régime à base de gland et de bentonite ; 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) ; Int. Interaction des deux facteurs étudiés ; a,b...etc. : Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux.

1.2 Autopsie et coupes histologiques :

1.2.1 Autopsie :

L'autopsie réalisée sur les poulets de chair des différents groupes n'a pas révélé des lésions macroscopiques évidentes sur les organes prélevés. A l'exception de certaines bourses de Fabricius qui ont montré de la tuméfaction associée à de la congestion et de l'atrophie accompagnée de couleur grisâtre. L'ouverture de ces bourses a révélé la présence d'un bouchon caséux de couleur jaune blanchâtre. L'atteinte des bourses était accompagnée de péri hépatite légères, de congestion et de pétéchies intestinales.

1.2.2 Histologie :

Les coupes histologiques réalisées sur les prélèvements d'organes fixés ont montré des lésions de nécrose de coagulation.

1.2.2.1 Bourses de Fabricius :

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 cicatrisation 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 cicatrisation folliculaire comparée aux témoins et les lots nourris au gland. (**Tableau23 et Figure 3**).

1.2.2.2 Foies :

Les trois régimes n'ont pas pu empêché l'apparition de lésions microscopiques hépatiques 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 cage.



Figure 3. Nécrose folliculaire avec présence de neutrophiles (témoin sol : 3^{ème} abattage)

Tableau 23. Caractéristiques microscopiques de la maladie de Gumboro.

Groupe	Abatage 42 ^{ème} jour		Nombre de foyer Nécrotique	Abatage 56 ^{ème} jour		Nombre de foyer Nécrotique
	Grade			Grade		
	Nécrose	Fibrose		Nécrose	Fibrose	
T _s	Modérée	Plus légère que Modérée	10	Modérée	Modéré à large	19
G _s	Légère à large	Plus légère que large	04	Large	Plus modérée que large	08
G+B _s	Plus large que modérée	Plus légère que modérée	06	Plus modérée que large	Modéré	15
T _c	Légère a large	Légère que modérée	03	Modérée	Modérée	06
G _c	Large	Modéré que large	06	Modérée à large	Modérée	12
G+B _c	Large	Modéré	04	Modérée	Large	03

Selon le régime, la présence d'infiltrats hétérogènes péri vasculaires était surtout observée chez les lots nourris au gland. Ces infiltrats étaient beaucoup moins denses dans le régime à base de gland et de bentonite. Aussi, ce régime a sensiblement réduit l'apparition de lyse et de dégénérescence hépatocytaire (**Figures 4 et 5**).

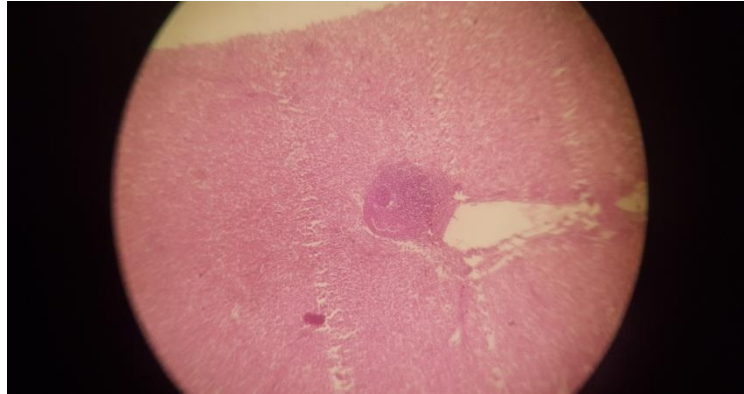


Figure 4. Infiltrats hétérogènes péri vasculaires hépatiques (Gland cage/ 1èr abattage)

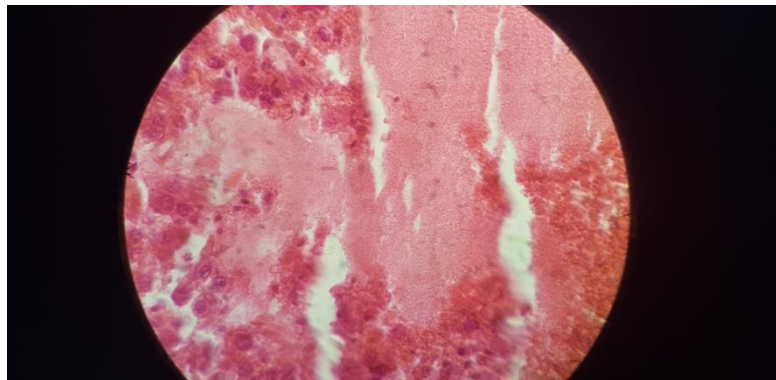


Figure 5 : Lyse et dégénérescence des hépatocytes (gland + bentonite cage/1èr abattage)

1.2.2.3 Cœurs :

Les lésions du cœur étaient surtout dominées par des infiltrations de cellules mononuclées au niveau du myocarde. Des neutrophiles et basophiles, peu nombreux avec présence d'artérite et de thrombose étaient également observées sur le myocarde.

Selon le type d'élevage, l'association de monocytes et de neutrophiles était seulement observée sur le lot témoin élevé sur sol. Par contre celui en cage, la microscopie a révélé de l'artérite et de la myocardite interstitielle avec présence de quelques basophiles.

Selon le type de régime, les lots nourris au gland l'infiltration mononucléée était présente sur tous les myocards. Par contre le régime associé a également révélé de l'infiltration mononucléée avec peu de basophiles et une myocardite nécrosante sur un cœur du lot élevé en cage (**Figures 6 et 7**).

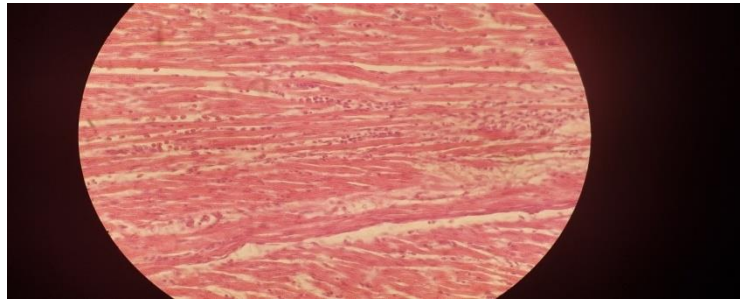


Figure 6. Infiltrations de cellules mononucléées sur le myocarde (Gland cage /3^{ème} abattage)

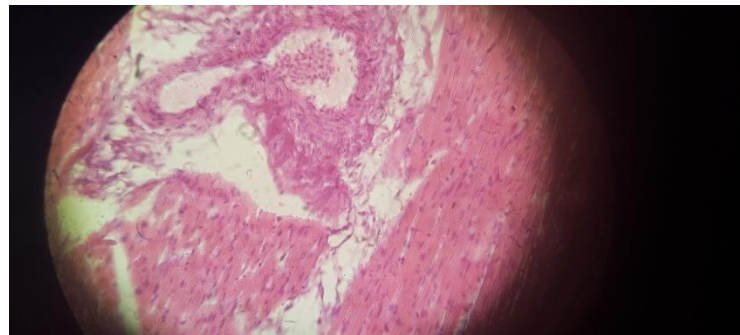


Figure 7. Artérite et début de thrombose du myocarde (gland+bentonite cage /3^{ème} abattage).

1.2.2.4 Intestins grêle :

La majorité des coupes intestinales transversales présentaient des changements tissulaires à différents grades d'activité inflammatoire. En effet, la gravité des lésions d'entérite s'étaient 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 présentait 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 8 et 9**).



Figure 8. Entérite avec légère infiltration de neutrophiles dans les cryptes (témoin cage/ 3^{ème} abattage).

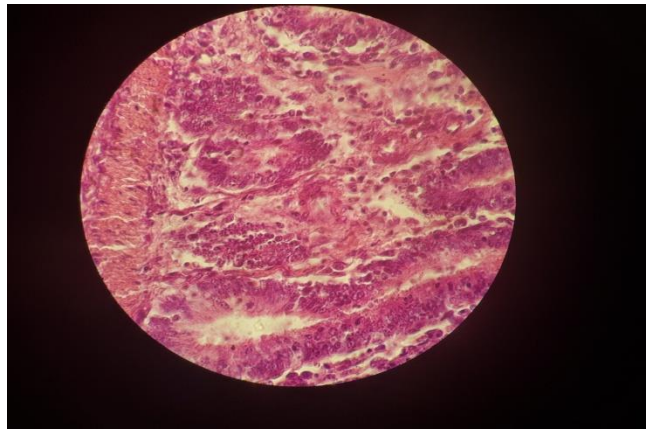


Figure9. Entérite avec forte infiltration neutrophiles dans les cryptes (gland sol /3^{ème} abattage).

1.2.2.5 Rates :

L'observation microscopique n'a pas montré de nécrose splénique comparée aux organes prélevés. Par contre, des follicules lymphoïdes péri artériels appelés aussi manchons péri artériels lymphoïdes avec des centres germinatifs à différents stades de maturité ont été observés au niveau de la pulpe blanche des rates. Ces manchons étaient plus nombreux dans les rates prélevées lors du premier sacrifice.

Selon le type d'élevage, le nombre des follicules était plus élevé dans les rates issues des lots élevés en cage.

Selon le régime, les manchons péri artériels étaient les plus nombreux dans le régime témoins. Ces derniers, par contre pour le régime gland étaient nombreux comparés au régime associé (**Figure 10**).

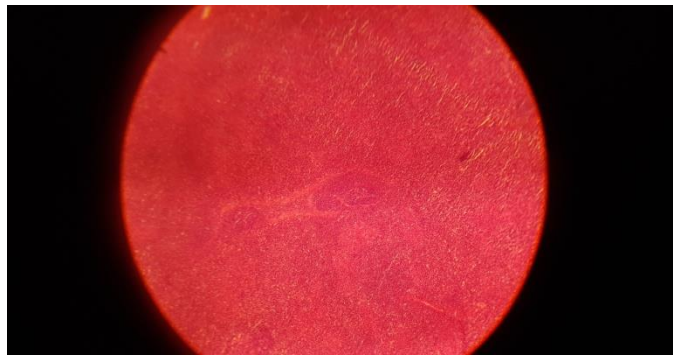


Figure 10. Manchons péri artériels lymphoïdes avec deux centres germinatifs (témoin cage 1^{er} abattage).

2. Discussion

Le chêne (*Quercus*) occupe une place remarquable parmi tout les peuplements forestiers ; avec 33% de la superficie mondiale boisée, soit près de la moitié des feuillus, qui représentent 66% du total (CNRS, 1975).

Le fruit sec indéhiscent du gland appelé Akène est constitué d'une partie comestible formée de 02 cotylédons riches en amidon. Etant un aliment énergétique de premier ordre, riche notamment en amidon, et en lipides le gland a été toujours utilisé, de part le monde, en alimentation animale et servi à différents espèces animales domestiques pour produire des viandes très appréciées par les consommateurs: porcs, ovins, bovins, volailles...etc.

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.

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 identifiés. 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 médiocres performances constatées chez les sujets alimentés de régime à base de gland par comparaison au témoin.

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.

Les performances pondérales des carcasses des poulets élevés en cage sont relativement plus médiocres que ceux d'animaux issus d'élevage au sol. Ceci peut être expliqué 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 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.

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 certaines bourses 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 légères, 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. Par ailleurs, le régime associant gland et bentonite a dévoilé au même titre que le régime à base de gland de l'infiltration mononucléée avec peu de basophiles et une myocardite

nécrosante sur un cœur du lot élevé en cage. Selon les régimes distribués, les manchons péri artériels ont été moins nombreux dans la rate d'animaux nourris au régime associé que le régime à base de gland et le témoin.

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.

Selon les mêmes auteurs, les argiles comme la bentonite de type calcique et à base sodique sont utilisées chez les animaux et trouvent plusieurs usages :

- Affections cutanées : blessures et affections liées à des virus ou à des bactéries ou, simplement, à des accidents physiques.
- En poudrage sur le porcelet comme agent séchant et désinfectant.
- En tant que protecteur du tube digestif (soit à titre préventif, soit à titre curatif) suite à des problèmes de diarrhées sur tous les animaux en croissance ou en finition.
- En usage externe, elle favorise la circulation et stimule la circulation sanguine et lymphatique.
- Comme inhibiteur de toxicité de l'aflatoxine du maïs chez le poulet.

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 mégaloctose, 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. La microscopie cardiaque, a révélé, également, chez les animaux issus de l'élevage en batterie, de l'artérite, de la myocardite interstitielle avec

quelques basophiles. Par ailleurs, des lésions du cœur dominées par une association de monocytes et de neutrophiles ont été remarquées chez particulièrement les poulets du lot témoin élevés 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. Le nombre des follicules, enfin, ont été plus élevés dans les rates issues des lots élevés en cage qu'au sol.

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.

Conclusion

Conclusion

Au terme de cette étude et à travers les résultats obtenus il apparaît que durant l'élevage, les poulets nourris au témoin ont présenté de meilleures ($p < 0.01$) 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 ($p > 0.05$) à ceux élevés au régime associant gland et bentonite.

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.

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'autopsie a révélé certaines tuméfaction associée à de la congestion et de l'atrophie accompagnée de couleur grisâtre au niveau des bourses de Fabricius des poulets au cours de l'élevage. L'atteinte de ces bourses était accompagnée de péri hépatite légères, de congestion et de pétéchies intestinales plus marquées chez les poulets nourris au témoin et au régime à base de gland que chez les animaux ayant consommé la ration à base de gland et de bentonite.

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 et du nombre des manchons péri artériels dans la rate.

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 marquantes ;
- de l'artérite, de la myocardite interstitielle avec quelques basophiles plus prononcées au niveau cardiaque ;
- et un nombre plus élevé des follicules dans les rates d'animaux.

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 en batterie 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.

Bibliographie :

CNRS (Centre National de Recherche Scientifique). 1975. La flore du bassin méditerranéen. Actes du colloque international du CNRS, Montpellier, 4-8 juin 1974, n° 235. Paris :497 p.

De Vries, M., Kwakkel, R.P., Kijlstra, A., 2006. NJAS, 54: 207.

Longstaff, M., and McNab, J. M. 1991. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba* L.) on the digestion of amino acids, starch and lipid and on digestive enzyme activities in young chicks. *Br. J. Nutrit.* 65, 199–216. doi: 10.1079/BJN19910081.

Ouachem Derradji, Soltane Mahmoud, Kalkil Toufik, Mekaoussi Salim, Abdessemed Fatiha, Soualah Zouheyr, Berghouti Farouk, Yakhlef Ilyes. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 25 et 26 mars 2009.

Xia, M.S., Hu, C.H., Xu, Z.R., 2004. *Poult. Sci.*, 83 : 1868-1875.