

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'AGRONOMIE

# *Mémoire*

*De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master*

*Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie (S.N.V.)*

*Filière : Sciences Agronomiques*

*Spécialité Eau et Environnement*

Intitulé du thème :

***Contribution a l'étude de la croissance  
du poulet de chair soumis a un  
régime alimentaire à base végétal***

Présenté par : **BENSLIMANE Salah**

Mémoire soutenu le ..juillet 2019, devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mr **MHAMDIA Chafik** (MCB, UDL-SBA).

Examineur : Mr **BELMAMOUN Ahmed Réda** (MCA, UDL-SBA).

Promoteur : Mr **AMAR Youcef** (Professeur , UDL-SBA ).

**Année universitaire 2018 - 2019**

## Remerciements

En préambule à ce mémoire, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et toute ma reconnaissance à mon directeur de thèse, le professeur **AMAR Youcef** .

Sa disponibilité, son écoute, ses conseils et qualités humaines m'ont permis d'achever ce travail dans de très bonnes conditions.

Ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qui a bien voulu me consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Nous remercions toutes les personnes qui ont accepté de juger ce travail, en faisant partie de jury, Monsieur **MHAMDIA CHAKIB** pour avoir accepté de présider ce jury

Nous remercions de même Monsieur **BELMAMOUNE AHMED REDA** pour avoir accepté de juger ce travail.

Je tiens également à remercier tous ceux qui m'ont encouragé à reprendre les études.

Merci à tous et à toutes.

# Dédicace

Tout d'abord, louage à « Allah » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de la réalisation de ce modeste travail, nous l'avons réalisé par votre grâce.

Je dédie ce modeste travail a la mémoire de mon Père **KHALED** avec lequel je n'aurais pas le plaisir de partager cet événement, J'espère que je serai à la hauteur des valeurs que tu as semées en moi

Je dédie aussi :

**A MA CHER MÈRE**

Que dieu la protège, leur donne santé et longue vie et les garde pour nous.

**A MA FEMME.**

**A MES CHÈRES ENFANTS ; Malek - Zora - Seradj - Anes et Khaled**

A mes proches et à toute la grande famille.

Je tiens également à remercier tous ceux qui m'ont encouragé à terminer mes études.

Sans oublier tous les enseignants qui ont contribué à ma formation, tous cycles confondus, je leur serai éternellement reconnaissant.

B. Salah

## ABREVIATIONS

|         |   |
|---------|---|
| AA      | Acides Amines   |
| AAE     | Acides Amines Essentiels                                      |
| COOPAWI | Coopérative Agricole De Wilaya                                |
| dE      | Digestibilité de l'Energie                                    |
| EB      | Energie Brute   |
| ED      | Energie Digestible  |
| EM      | Energie Métabolisable   |
| EN      | Energie Nette   |
| ENASEL  | Entreprise Nationale Des Sel                                  |
| ENASEL  | Entreprise Nationale Des Sels                                 |
| ERIOD   | Entreprise Des Industries Alimentaires Céréalières & Dérivés  |
| GAO     | Groupe Avicole Ouest  |
| GAC     | Groupe Avicole Centre   |
| GAE     | Groupe Avicole Est  |
| FAO     | (Food And Agriculture Organization Of The United Nations)     |
| IC      | Indice De Consommation  |
| INRA    | Institut Nationale Des Recherche Agronomique                  |
| ITAVI   | Institut Technique d'Aviculture                               |
| Kcal    | Kilocalorie   |
| MADR    | Ministère De L'agriculture Et Du Développement Rural          |
| OCDE    | L'Organisation de coopération et de développement économiques |
| ONAB    | Office National Des Aliments De Bétail                        |
| ORAC    | Office Régional De l'Aviculture Centre                        |
| ORAVIE  | Office Régional d'Aviculture de l'Est                         |
| ORAVIO  | Office Régional De l'Aviculture Ouest                         |
| ORAVIO  | : Office Régional De l'Aviculture Ouest                       |
| UAB     | Unité d'Aliments de Bétail                                    |
| UF      | Unité Fourragère  |

## LISTE DE TABLEAUX

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tableau 1-</b> Quelques différentes races de poules en Europe et Asie.   | <b>05</b> |
| <b>Tableau 2-</b> Races de volaille d'Europe et états unis (Siteweb 1).   | <b>06</b> |
| <b>Tableau 3-</b> Races de volailles moins performantes.  | <b>06</b> |
| <b>Tableau 4-</b> Production d'œufs commercialisés.   | <b>07</b> |
| <b>Tableau 5-</b> Production de volailles en 2016 et perspectives d'évolution (l'OCDE et la FAO.)   | <b>08</b> |
| <b>Tableau 6-</b> Evolution de production d'aliment de volaille (Harbi, 1997).  | <b>10</b> |
| <b>Tableau 7-</b> Evolution de la production avicole en Algérie : 80-90 (Madr, 1995 in Ferrah, 1999).   | <b>11</b> |
| <b>Tableau 8-</b> Evolution des effectifs et des productions 2000-2005 (Madr, 2008).  | <b>13</b> |
| <b>Tableau 9-</b> Composition et caractéristiques de l'Aliment démarrage (aliment standard) : (ITELV /ONAB 2009, groupe ONAB ».                                 | <b>16</b> |
| <b>Tableau 10-</b> Composition et caractéristiques de l'Aliment croissance (aliment standard) sous forme granulé : (ITELV /ONAB 2009).                          | <b>17</b> |
| <b>Tableau 11-</b> Composition et caractéristiques de l'Aliment finition (aliment standard) sous forme granulé : (ITELV /ONAB 2009).                            | <b>17</b> |
| <b>Tableau 12-</b> Apports recommandés pour poussin en démarrage :,Ouarest, 2008.   | <b>19</b> |
| <b>Tableau 13-</b> Apports recommandés pour poussin en croissance : , Ouarest, 2008.  | <b>20</b> |
| <b>Tableau 14-</b> Apports recommandés pour poussin en finition :, Ouarest, 2008.   | <b>21</b> |
| <b>Tableau 15-</b> Composition chimique du caroubier (Biner et al., 2007).  | <b>25</b> |
| <b>Tableau 16-</b> Composante des pulpes et graines (Gaouar et al, 2012).   | <b>25</b> |
| <b>Tableau 17-</b> Apports recommandés en minéraux essentiels chez le poulet de chair (INRA, 1979).   | <b>42</b> |
| <b>Tableau 18-</b> Poids moyens de départ des poussins mis en expérimentation.  | <b>47</b> |
| <b>Tableau 19-</b> Composition de l'aliment démarrage pour le poulet de chair.  | <b>50</b> |
| <b>Tableau 20-</b> Composition de l'aliment de croissance et finition chez le poulet de chair.  | <b>51</b> |
| <b>Tableau 21-</b> Suivi de l'alimentation des poussins du lot expérimental.  | <b>51</b> |
| <b>Tableau 22-</b> Représentation de l'évolution de la mortalité durant l'étude   | <b>53</b> |
| <b>Tableau 23 -</b> Evolution de la croissance en phase de démarrage (1 <sup>ère</sup> semaine).  | <b>54</b> |
| <b>Tableau 24-</b> Evolution du poids du poulet en phase de croissance (3 <sup>ème</sup> semaine)   | <b>55</b> |
| <b>Tableau 25 -</b> Représentatif des fluctuations des poids des deux lots de poulets mis en expérimentation (4 <sup>ème</sup> semaine de phase de croissance). | <b>56</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tableau 26</b> - Evolution des poids vif du poulet de chair mis en expérimentation (5 <sup>ème</sup> , 6 <sup>ème</sup> et 7 <sup>ème</sup> semaine de phase de croissance). | <b>58</b> |
| <b>Tableau 27</b> – Valeur du gain de poids durant l’expérimentation  | <b>59</b> |
| <b>Tableau 28</b> - Consommation alimentaire chez les poulets de chair dans les différents d’élevage  | <b>61</b> |
| <b>Tableau 29</b> - Indice de consommation partielle observé durant notre élevage l’élevage.  | <b>62</b> |

# LISTE DES FIGURES

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figures 1-</b> Différentes races de poules existantes actuellement (Siteweb2).   | <b>04</b> |
| <b>Figure 2-</b> Anciennes races de poules d'Europe et d'Asie (Siteweb 1).  | <b>04</b> |
| <b>Figure 3-</b> Les espèces de Leghorns blanches et brunes (Siteweb1).   | <b>05</b> |
| <b>Figure 4-</b> Pulpe et grain de <i>Ceratonia siliqua</i> .   | <b>23</b> |
| <b>Figure 5-</b> Arbre du Caroubier " <i>Ceratonia_siliqua</i> " .  | <b>24</b> |
| <b>Figure 6-</b> Squelette du poulet (IEMVT, 1991).   | <b>27</b> |
| <b>Figure 7-</b> Appareil de digestion de volaille.   | <b>28</b> |
| <b>Figure 8-</b> Répartition des besoins du poulet (Larbier. M et Leclerceq. B, 1992).                                      | <b>37</b> |
| <b>Figure 9-</b> Classement des acides aminés chez les volailles.   | <b>39</b> |
| <b>Figure 10-</b> <i>Gallus gallus domesticus</i> choisie dans notre étude.   | <b>47</b> |
| <b>Figure 11-</b> Dispositif expérimental schématique dans l'élevage du poulet de chair .                                   | <b>48</b> |
| <b>Figure 12-</b> Procédé expérimental au laboratoire. .  | <b>49</b> |
| <b>Figure 13-</b> Différents produits utilisés pour la préparation de l'aliment de volaille. .                              | <b>50</b> |
| <b>Figure 14-</b> La pesée du poulet .  | <b>51</b> |
| <b>Figure 15-</b> Croissance des poussins en phase de démarrage   | <b>54</b> |
| <b>Figure 16</b> - Représentation graphique de la croissance de la troisième semaine d'élevage.                             | <b>55</b> |
| <b>Figure15-</b> Représentation graphique de la croissance 3em semaine d'élevage .  | <b>54</b> |
| <b>Figure16-</b> Graphique représentatif de la croissance de la troisième semaine d'élevage (phase de croissance).          | <b>55</b> |
| <b>Figure 17</b> - Graphique représentatif de la croissance de la 4 <sup>ème</sup> semaine d'élevage (phase de croissance). | <b>56</b> |
| <b>Figure18-</b> Fluctuation de la croissance de la 4 <sup>ème</sup> et 5 <sup>ème</sup> semaine de phase de croissance .   | <b>57</b> |
| <b>Figure 19</b> - Le gain de poids hebdomadaire expérimental témoin et norme commerciale                                   | <b>60</b> |
| - Représentation graphique de la consommation d'aliment durant élevage.   | <b>61</b> |
| <b>Figure21</b> - Indice de consommation durant l'élevage   | <b>63</b> |

## RESUME

L'aviculture en Algérie est caractérisée par des industries qui sont en très grande partie dépendantes du marché extérieure dont la demande de plus en plus importante est couverte exclusivement par l'importation.

Des travaux de recherche sur la croissance de la volaille se sont intéressés sur la composition de l'aliment du jeune poussin au poulet de chair près à l'abatage tout en tenant compte de l'alimentation du poussin de 3 jours. Cette étape très fragile nécessite de grands efforts pour la maîtrise de la croissance surtout la première semaine du poussin car elle attire un profit quant à la performance du poulet de chair. Les réserves de vitellus du poussin nouveau né accompagnées d'un aliment adapté servent comme un nutriment permettant le développement du tube digestif d'une part et du muscle pectoral d'autre part surtout pendant les trois premiers jours de la vie.

C'est dans ce profil que l'objectif de notre travail est de trouver une combinaison idéale des ingrédients disponibles pour fournir des rations qui satisfont les besoins différents de chaque animal d'une part et de suivre la croissance de l'animal soumis à ce régime d'autre part.

Les résultats obtenus durant l'expérimentation montre que l'utilisation de l'aliment importé et celui que nous avons préparé à base de *Ceratonia siliqua*, aboutissent respectivement à une croissance de 89,60 % et 68,06 % par rapport aux normes commerciale.

De plus l'aliment élaboré avec ces deux formules différentes durant la période de croissance et de finition révèle une croissance intéressante car aucun symptôme de maladie ou de malformation ou de mortalité n'a été observé. C'est un progrès qui se traduit par une réduction de l'âge à l'abatage.

**Mots clés : Aviculture – Croissance – Poulet de chair – Composition de l'aliment – *Ceratonia siliqua***

## ملخص

تميز تربية الدواجن الجزائرية بصناعة أولية مرتبطة إلى حد كبير بالأسواق الخارجية ؛ حيث يتم تغطية الطلب المتزايد للأعلاف بشكل حصري عن طريق الواردات.

ركزت العديد من الأبحاث السابقة المتعلقة بتربية الدواجن على تكوين غذاء ملائم للككتوت الصغير من فترة الأولى حتى فترة قبل الذبح مع التركيز على تغذية الفراخ خلال الثلاث أيام الأولى . تتطلب هذه المرحلة الهشة للغاية بذل جهود كبيرة للتحكم في النمو ، خاصة في الأسبوع الأول للتربية لأنه سيجني ربحاً في مع تقدم التربية . ان نوعية الكتاكتيت الصغار حديث الولادة مصحوبة بأغذية مناسبة كمواد مغذية تسمح بتطوير الجهاز الهضمي من جهة والعضلة الصدرية من ناحية أخرى خاصة خلال الأيام الثلاثة الأولى من التربية .

ان الهدف الرئيسي من هذا البحث هو إيجاد مزيج مثالي من المكونات المتاحة لتوفير الحصص الغذائية التي تلبى الاحتياجات المختلفة لكل حيوان من جهة ومتابعة نمو الحيوان الذي يخضع لهذا النظام من ناحية أخرى.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها خلال التجربة أن استخدام الأغذية المستوردة وتلك التي أعدناها بالاعتماد على نبات *Ceratonia siliqua* ، يؤدي إلى نمو بنسبة 89.60 % و 68.06 % على التوالي مقارنة بالنموذج التجاري .

إن هذا التقدم الذي يترجم إلى انخفاض في سن الذبح . بالإضافة إلى ذلك ، فإن الغذاء احضر بصيغتين مختلفتين خلال فترة النمو والمرحلة النهائية كان مفيداً ، ولم تلاحظ أي أعراض للمرض أو التشوه أو اهلاك. مما يطور في خفض سن الذبح

## **Abstract**

Poultry farming in Algeria is characterized by industries that are largely dependent on the external market, whose growing demand is exclusively covered by imports.

Research on poultry growth focused on the composition of the young broiler chicken feed near slaughter while taking into account the 3-day chick feeding. This very fragile stage requires great efforts to control the growth especially the first week of the chick because it attracts a profit in the performance of the broiler. The yolk reserves of the newborn chick accompanied by a suitable food serve as a nutrient allowing the development of the digestive tract on the one hand and the pectoral muscle on the other hand especially during the first three days of life.

It is in this profile that the objective of our work is to find an ideal combination of the ingredients available to provide rations that meet the different needs of each animal on the one hand and to follow the growth of the animal subjected to this. Regime on the other hand.

The results obtained during the experiment show that the use of the imported food and the one that we have prepared with ***Ceratonia siliqua***, lead respectively to a growth of 89,60% and 68,06% compared to the commercial norms.

In addition, the food developed with these two different formulas during the growth and finishing period shows interesting growth because no symptoms of disease or malformation or mortality were observed.

This is progress that translates into a reduction in age at slaughter.

**Key words: Poultry farming - Growth - Broiler - Feed composition - *Ceratonia siliqua***

# TABLE DES MATIÈRES

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Introduction</b> ..... | 1 |
|---------------------------|---|

## CHAPITRE I - GÉNÉRALITÉS

|   |   |
|---|---|
| <b>1. Historique</b> .....                          | 3 |
| <b>1.1.DÉFINITION ET ROLE DE L'AVICULTURE</b> ..... | 7 |
| <b>1.2.AVICULTURE DANS LE MONDE</b> .....           | 7 |
| <b>1.3. AVICULTURE EN ALGERIE</b> .....             | 9 |

## CHAPITRE II - ALIMENTATION DU POULET

|  |    |
|--|----|
| <b>1- QU'EST CE QU'UN ALIMENT</b> .....                              | 15 |
| <b>2- QU'EST-CE QU'UNE CONDUITE ALIMNETAIRE</b> .....                | 15 |
| <b>3- INDICE DE CONSOMMATION (IC)</b> .....                          | 15 |
| <b>4- VALEUR ENERGETIQUE DES ALIMENTS</b> .....                      | 16 |
| <b>5- FABRICATION D'ALIMENTS</b> .....                               | 16 |
| <b>5.1. Secteur traditionnel</b> .....                               | 16 |
| <b>5.2. Secteur industriel</b> .....                                 | 16 |
| <b>6. Alimentation de démarrage</b> .....                            | 19 |
| <b>7. ALIMENTATION DE CROISSANCE ET FINITION</b> .....               | 20 |
| <b>7.1 Importance de l'alimentation en phase de croissance</b> ..... | 21 |
| <b>7.2 Importance de l'alimentation en phase de croissance</b> ..... | 22 |
| <b>8. BOTANIQUE ET CARACTERISTIQUE DE L'ESPECE VEGETAL UTILISEE</b>  |    |
| <b>8.1. Définition</b> .....   | 23 |
| <b>8.2. Description botanique</b> .....                              | 24 |
| <b>8.2.1. Le fruit</b> .....   | 24 |
| <b>8.2.2. Les grains</b> .....                                       | 24 |
| <b>8.3. Ecologie du caroubier</b> .....                              | 24 |
| <b>8.4. Usages du caroubier</b> .....                                | 25 |
| <b>8.5. Composition biochimique</b> .....                            | 26 |


## CHAPITRE III : NUTRITION ET MÉTABOLISME

|   |    |
|---|----|
| <b>Introduction</b> .....   | 28 |
| <b>3.1.ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DES VOLAILLES</b> .....                | 28 |
| Anatomie.....   | 28 |
| <b>3.1.1.Appareil de la locomotion</b> .....                          | 28 |
| 3.1.1.1. Les os.....  | 28 |
| 3.1.1.2. Articulations.....   | 29 |
| <b>3.1.2.Appareil digestif</b> .....                                  | 31 |
| 3.1.2.1. <i>La bouche</i> .....                                       | 31 |
| 3.1.2.2. <i>L'œsophage</i> .....                                      | 31 |
| 3.1.2.3. <i>L'estomac</i> .....                                       | 31 |
| 3.1.2.4. <i>L'intestin</i> .....                                      | 31 |
| 3.1.2.5. <i>Cloaque</i> .....   | 32 |
| <b>3.2. CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT MUSCULAIRE</b> .....              | 32 |
| 3.2.1. Croissance musculaire.....                                     | 32 |
| 3.2.2. Effet de l'alimentation sur la croissance musculaire.....      | 32 |
| <b>3.3. PHYSIOLOGIE DE LA DIGESTION</b> .....                         | 33 |
| - Digestibilité de l'aliment.....                                     | 33 |
| <b>3.4. DIGESTION DES CONSTITUANTS ESSENTIELS ET ABSORPTION</b> ..... | 32 |
| <b>3.5. METABOLISME ENERGITIQUE</b> .....                             | 34 |
| 3.5.1. Métabolisme.....   | 35 |
| 3.5.2. Activité physique.....   | 35 |
| 3.5.3. Thermogénèse alimentaire.....                                  | 36 |
| <b>3.6 . METABOLISME ET BESOIN EN GLUCIDES</b> .....                  | 40 |
| 3.6.1 Besoins énergétique du poulet de chair.....                     | 40 |
| <b>3.7. LE METABOLISME ET BESOIN EN PROTEIQUE</b> .....               | 40 |
| 3.7.1 Le rôle des acides aminés.....                                  | 42 |
| 3.7.2. Acides amines indispensables.....                              | 42 |
| 3.7.3. Valeur nutritionnelle des acides aminés.....                   | 42 |
| 3.7.4. Métabolisme protéique.....                                     | 43 |
| <b>3.8. APPORT EN OLIGOELEMENTS ET VITAMINES</b> .....                | 43 |

|   |    |
|---|----|
| <b>3.9. METABOLISME ET BESOIN EN LIPIDIQUE</b>                    | 44 |
| 3.9.1- Effet de la nature des lipides                             | 45 |
| a) Nature des lipides et croissance                               | 45 |
| b) Nature des lipides et besoins en sels minéraux et en vitamines | 45 |
| c) Nature des lipides et qualité de la viande                     | 44 |

## CHAPITRE IV - MÉTHODOLOGIE D'ÉTUDE

|  |    |
|--|----|
| <b>1. METHODOLOGIE</b>                             | 47 |
| 1.1. Dispositif expérimental et conduite d'élevage | 47 |
| 1.2. Préparation des lots d'expérimentation        | 48 |
| 1.3. Conditions d'expérimentation                  | 48 |
| 1.4. Préparation de l'aliment                      | 49 |
| 4.5. Suivi sur les animaux                         | 51 |
| 4.6. Le contrôle de croissance                     | 52 |
| 4.7- Paramètres mesurés                            | 52 |
| <b>2. RESULTATS ET DISCUSSION</b>                  |    |
| 2.1- Mortalité                                     | 53 |
| 2.2- Croissance                                    | 54 |
| 2.3- Gain de poids chez le poulet                  | 60 |
| 2.4- Consommation de l'aliment                     | 61 |
| 2.5- Indice de consommation                        | 63 |
| <b>3. CONCLUSION</b>                               | 64 |



# INTRODUCTION

## **Introduction**

L'aviculture désigne l'élevage des oiseaux ou volailles d'une manière générale. Il s'agit un élevage dans le but d'en tirer une production pour l'homme. Cette production couvre plusieurs produits consommables parmi lesquels la viande, œufs et autres. Elle concerne de volailles élevées destinés pour être abattus et consommés. Dans les restaurant et les cuisines cet élevage est utilisé sous plusieurs recettes : grillade entières, de morceaux découpés, de plats cuisinés, de foies à la sauce de tomate etc...

Les productions avicoles biologiques prennent aujourd'hui une place importante dans le commerce d'une part et dans le besoin de la population en protéique.

L'élevage de volaille présente une croissance importante depuis plusieurs années. Les techniques employées dans ce domaine laissent des spécialistes se posent des questions pour assurer une aviculture durable à intérêt économique.

Dans ce contexte, des réflexions sur l'alimentation sont particulièrement intéressantes. La recherche de nouvelles ressources alimentaires est l'une des préoccupations de ce siècle et de nombreux pays doivent faire face, aujourd'hui, à des pénuries chroniques afin de satisfaire les besoins de la population en protéines surtout dans les pays sous développés ou en voie de développement.

Aujourd'hui, la ration alimentaire de l'algérien moyen expose un grave déficit en protéines animales et particulièrement en viandes rouges (Dilmi-Bouras, 1998). L'homme puise ses besoins protéiques des végétaux (céréales, légumineuses,..). Ces dernières ne peuvent pas garantir à elles seules tous les besoins nutritionnels de l'homme.

En effet, les protéines ne sont pas toutes bien équilibrées en acides aminés indispensables (Pion et Foconneau). Il est important de consommer des protéines de diverses origines afin de couvrir au mieux les besoins de l'organisme. Il est admis que les protéines d'origines animales sont de qualité supérieure aux protéines végétales, car mieux équilibrées en acides aminés indispensables (Dilmi-Bouras, 1998 ; Pion et Foconneau, 1998).

Le développement de l'élevage passe impérativement par la maîtrise des techniques de reproduction d'une part et la protection et l'amélioration des races locales plus adaptées aux conditions écologiques algériennes d'autre part (Bessah et Touzi, 2001).

L'élévation de la température influe non seulement sur la croissance mais sur la mortalité.

Concevoir un aliment des volailles, les recherches se reposent sur l'étude de la composition du régime, de sa valeur nutritionnelle et de sa rentabilité économique globale, en tenant peu compte des comportements individuels des volailles (Richard, 1997).

En effet, l'alimentation représente la part principale du coût de production. Pour obtenir la rentabilité avec un élevage de poulets de chair ; c'est un défi de tous les jours. C'est la raison pour laquelle il est difficile à atteindre une alimentation répondant aussi bien sur le cout l'équilibre alimentaire de la volaille.

De nombreux produits contenant des huiles essentielles sont proposés pour améliorer les performances de croissance des animaux d'élevage, dont les volailles (Alleman *et al* 2013).

Des études récentes montrent que les poulets atteignent un poids vif moyen de 2,2 kg avec un gain moyen quotidien de 40 grammes sur une période d'élevage variant de 49 à 67 jours ; une mortalité de 8 % et un indice de consommation moyen de 2,4 (Allaoui, 2011 ; Meziane, 2012)

C'est dans ce profil, la présente étude a pour objectif dans un premier temps, de suivre la croissance de poulets de chair et dans un deuxième temps, de mettre en valeur l'amélioration quantitative et qualitative de l'aliment de volaille préparé à base de végétale. Il s'agit d'un aliment dont la composition est riche en glucide



# CHAPITRE I :

## Généralités

## 1- Historique

Les premiers hommes ont commencé à se regrouper en tribus et passent de la chasse des animaux à la production (agriculture et élevage). La domestication de la poule débute entre -8000 et -6000 ans avant notre ère en Asie. C'est une estimation où les poules pondent très peu d'œufs par an, vu le manque de maîtrise et connaissance de l'élevage du poulet. Ces élevages servaient beaucoup plus de réserve de nourriture facile à transporter par les caravanes de nomades lors de leur voyage et leur déplacement. Par cet intermédiaire, la poule s'est installée en Europe vers -700 av. J. C.

Dans l'antiquité, la poule ou plutôt le coq, était adoré et gardé comme un animal cultuel et symbolique. C'est vers le Moyen Age que la volaille a eu de l'importance dans l'élevage et le commerce comme fournisseur d'œufs et de viande.

Selon Harrison (1978) cité par Coquerelle (2000), il y a plus d'un million d'années, le genre *Gallus* était probablement constitué d'une seule population s'étendant sur tout le continent d'Europe et d'Asie. Pendant les périodes de glaciation, le genre *Gallus* s'est divisé en trois groupes:

- Le groupe méditerranéen ou moyen-oriental,
- Le groupe indien,
- Et celui d'Asie de l'Est.

La plupart des auteurs pensent que l'espèce ancestrale de la poule serait le *Gallus gallus* (poule de jungle Asiatique). Celle-ci donne des produits fertiles avec les poules domestiques actuelles. Sa diffusion s'est effectuée graduellement, allant de l'Est à l'Ouest et a fini par couvrir le globe (Fotsa, 2008).

Seul le groupe indien aurait survécu et évolué pour donner naissance aux quatre espèces actuellement reconnues la poule Bankiva (poule brune de la jungle ou *Gallus gallus*) est une poule domestique d'origine indonésienne. Elle a été introduite et adaptée au climat du Moyen Orient et aux divers écosystèmes à travers le monde.

De nos jours, il existe quatre espèces de poules primitives encore présentes à l'état sauvage ayant chacune leur zone géographique en Asie : le coq doré, le coq de Sonnerat, le coq de Lafayette et le coq vert de Java. On a longtemps cru que seul le coq Bankiva, une sous espèce de coqs dorés, était à l'origine de toutes nos poules domestiques, mais on sait depuis 2008 qu'une partie du patrimoine génétique de *Gallus gallus domesticus* provient du coq de Sonnerat et vraisemblablement d'autres espèces ou sous-espèces aujourd'hui disparues (Siteweb 1) .



Poule Sussex herminée



Poule Rhode-Island



Poule Plymouth



Poule Cochin Poule



Poule Malais (combatant)



Poule Australorp

Figures 1 - Différentes races de poules existantes actuellement (Siteweb2)

Les éleveurs et les scientifiques se sont consacrés à la génétique pour améliorer et sélectionner les meilleures variétés parmi les 150 races de poules connues actuellement. Cette variabilité se base aussi bien sur les caractères extérieurs (forme physique, la couleur du plumage, etc...) que sur la croissance et la bonne production de la viande ou les œufs ( figure 1 et tableau 1 ).



Figure 2 - Anciennes races de poules d'Europe et d'Asie (Siteweb 1)

Tableau 1 - Quelques différentes races de poules en Europe et Asie

| Nom vernaculaire du poulet | Caractères  |
|----------------------------|---|
| <b>Malais</b> (combattant) | Haut sur pattes, cou long, puissant, plumage serré au corps, encore actuellement important dans la région d'origine en tant qu'animal de combat, ponte moyenne. |
| <b>Bankiva</b>             | Léger à mi-lourd, élégant, agile et très actif, oreillons et coquille de l'oeuf de couleur blanche, performance de ponte de moyenne à très bonne.               |
| <b>Cochin</b> (asiatique)  | Grand, d'aspect assez lourd et avec un plumage moelleux très fourni, des oreillons rouges et la coquille d'oeuf de couleur jaunâtre à brunâtre, ponte moyenne.  |

Les poules à intérêt économique actuelles dérivent des types Bankiva et Cochin. L'évolution de ses races a eu un essor et une amélioration en Italie aux 18 et 19<sup>ème</sup> siècles puis s'est transmis rapidement en Europe centrale et en Europe du nord.

L'expansion de ce type d'élevage continue à se développer puis exporter les poules " *Leghorns* blanches et brunes" pour atteindre le grand marché américain.



Figure 3 - Les espèces de Leghorns blanches et brunes (Siteweb1).

Ce type de poules se répand très rapidement dans le monde et constituer l'origine des sélections des hybrides commerciales actuelles (tableau 2).

Tableau 2 - Races de volaille d'Europe et états unis (Siteweb 1)

| Autres Races          | Origine             |
|-----------------------|---------------------|
| Leghorns              | Italie              |
| Sussex et l'Orpington | Angleterre          |
| Barnevelder           | Pays bas (Hollande) |
| Rhodes Islands        | Etats unis          |
| Australorp            | Australie           |

C'est aux USA, que les autres animaux d'élevage, particulièrement les races pures de volaille furent systématiquement sélectionnées génétiquement en fonction de leur exploitation.

Le croisement entre les coqs *Cochin* et *Malais* et le *Leghorns* donne des races de *Leghorns* notamment les brunes appelé selon la région d'élevage *Rhodes Islands* qui s'adaptent et présente une grande résistance au froid des régions Nord-Est des Etats-Unis.

Dès 1940, les premiers croisements en aviculture atteignent un grand succès par les entreprises (Hy-line et Dekalb) qui les premiers, a commencé la vente et l'exportation des poussins hybrides à grande échelle vers l'Europe ; exemple la race *Cornirock* issue de croisement entre *Plymouth Rock* et *Cornish*. Il existe d'autres races moins performantes mais à production d'œufs (tableau 3).

Tableau 3 - Races de volailles moins performantes

| Races                               | Caractéristiques  | Qualité   | Poids max (Kg) |          |
|-------------------------------------|---|---|----------------|----------|
|                                     |   |   | Coq            | Poule    |
| <i>White Leghorn</i>                | Plumage blanc, grande crête, simple et droite. Les pattes bec jaunes.                         | Chair de qualité médiocre : sèche et filandreuse. | 2.5-2.7        | 1.5- 2.5 |
| <i>Rhodes Island Red</i>            | plumage est roux (rouge foncé). La crête est droite et les oreillons rouges.                  | Chair de bonne qualité et bonne pondeuse.         | 3-3.8          | 2.5-3    |
| <i>New Hampshire</i>                | Couleur acajou et les pattes jaunes.  | pondeuse moyenne (petits œufs).                   | 3.5-3.8        | 2.5-3    |
| <i>Light sussex</i>                 | plumage blanc avec un camaïlé bordé de plumes vert- noirâtre. Plumes de la queue sont noires. | bonne couveuse<br>La chair est très fine.         | 3-4            | 2.5-3    |
| <i>Wyandotte</i>                    | plumage blanc ou argenté. Becs et pattes jaunes.  | Chair jaune à qualité moyenne.                    | -              | 2.5-3    |
| <i>Races autochtones africaines</i> | plumage varié avec quelques traits communs (un petit gabarit)                                 | Chair de la volaille adulte est dure              |                | 1,2-1,8  |

### 1.1. Définition et rôle de l'aviculture

Elle concerne l'élevage d'oiseaux dans le but d'en tirer une production pour l'homme.

Jadis, les êtres humains élèvent des volailles pour diverses raisons, d'une part de satisfaire leur besoin en protéines animales à revenu simple et facile du point de vue gestion et d'autre part, de gagner leur vie et assurer une commercialisation durable.

### 1.2. L'aviculture dans le monde

La production mondiale de poulet de chair est au environ de 70 millions de tonnes par an.

Cette viande de volaille

Cette viande de volaille représente près de 85 % de la production mondiale de volaille suivi de la dinde puis le canard ; mais il existe d'autres élevages telles que : les pintades, les autruches, les pigeons etc...

A travers tous les continents et quelques soient les pays, c'est l'élevage de poulet de chair qui prédomine.

Depuis les années 60, les souches utilisées pour la production d'œufs sont parfaitement différentes de celles destinées à la production de poulet de chair. Ces souches sont commercialisées par des groupes internationaux dont les états unis, la Chine et le Brésil tiennent les premières places dans le monde (Tableau 4).

Tableau 4 – Production d'œufs commercialisés

| Pays       | Quantité<br>(Millions de tonnes) |
|------------|----------------------------------|
| États-Unis | 15                               |
| Chine      | 12                               |
| Brésil     | 5                                |

Par contre, la production d'autres espèces secondaires comme les canards, les oies, les pigeons, la première est classée en première position. En Afrique, la production de la viande d'autruche prend un essor en pleine croissance et un type d'élevage qui commence à se répartir à travers le monde.

La production mondiale de viande de volaille affiche la plus forte croissance au sein des productions de viandes. Depuis les années 2000, son taux de croissance annuel moyen est de 3,4 %

contre 1,6 % pour la viande porcine, 1,5 % pour la viande ovine et 0,95 % pour la viande bovine ; la production mondiale de volailles en 2016 été 115,8 Mt soit une hausse de 0,9 % par rapport à 2015. En 2017, la volaille devient la première viande produite dans le monde avec 118 millions de tonnes (Mt) devant la viande porcine (117 Mt), la viande bovine (70 Mt) et la viande ovine (14 Mt). Le poisson est aussi une source de protéines animales qui se développe avec 171 Mt (dont 79 Mt issues de l'aquaculture) en 2016. (ITAVI novembre 2017).

Selon les études de l'OCDE et de la FAO au cours des dix prochaines années (2017- 2026), la production de volaille devrait représenter près de la moitié de la croissance totale de la production de viande, avec cependant un ralentissement de la croissance annuelle. Ainsi, les perspectives de croissance de l'OCDE et de la FAO vont dans le sens d'un maintien de la croissance de la production mondiale de volaille à 1,2 % par an et prévoient un maintien des principaux pays et régions

Les perspectives agricoles de la FAO à horizon 2025 montrent que l'on peut s'attendre à une progression de la production de volailles de 14 % entre 2016 et 2025, tandis que la production toutes viandes confondues augmenterait de 12,5 %. La filière volaille deviendrait alors, d'ici 2025, la première production de viandes dans le monde (131,3 Mt en 2025),

En 2016, la production de viande de volaille reste relativement concentrée, autour des Etats-Unis (21 millions de tonnes), de la Chine (18,9 millions de tonnes), de l'Union Européenne (14,3 millions de tonnes), du Brésil (13,9 millions de tonnes) Le tableau 01 résume la forte progression de la production mondiale et les perspectives d'évolutions

Tableau 5 - Production de volailles en 2016 et perspectives d'évolution  
(d'après l'OCDE et la FAO)

| Pays       | Production 2016 | Part du Marche (%) | Perspectives de croissance annuelle en 5 ans (%) |
|------------|-----------------|--------------------|--|
| Etat –unis | 21              | 17                 | + 1,0  |
| Chine      | 18.9            | 16.18              | + 1,6  |
| UE-28      | 14.3            | 12.24              | + 0,8  |
| Bresil     | 13.9            | 11.90              | + 0,9  |
| Monde      | 116.8           | 100                | + 1,2  |

La consommation mondiale moyenne de viandes de volailles par habitant était estimée à 9,7 kg par an en 1990 puis une progression de 4% par an a permis d'atteindre en 2006, une consommation de 11,2 kg/ par habitant et par an. En effet, entre 2002 et 2006, la consommation mondiale de viandes de volailles a augmenté de 19 millions de tonnes (FAO, 2007) ; En (2014) elle s'approche au 98 millions de tonnes

En ce qui concerne la consommation apparente par personne, selon Chatellier et Magdelaine (2015), en 2011 la consommation de viande de volailles atteint 12.5kg/habitant/an, les Etats-Unis, l'Arabie Saoudite et le Brésil sont parmi les premiers consommateurs ou la consommation annuelle par personne en 2013 atteignait 44,42,41 kg successivement. Le niveau de consommation actuel des viandes blanches en Algérie, suite aux données du MADR, se situe entre 12 à 15kg/Habitant/An. L'objectif visé par les pouvoirs publics. Pour l'horizon 2014 pour atteindre 16 kg /Habitant/An est atteint et sera dépassé pour atteindre 20kg/Habitant/an (Zaaboube et Benrahou).

En 1997, la production de volaille dans le monde augmente de 5 % l'an y compris aux États-Unis, pourtant premier consommateur. Il faut aussi noter l'extraordinaire croissance de l'élevage de volaille en Chine : +15 % de croissance annuelle !

En terme de continents, c'est l'Asie qui occupe désormais la première place, suivie par l'Amérique du Nord.

### 1.3. L'aviculture en Algérie

En période coloniale ; l'élevage en général et l'aviculture en particulier n'ont pas connu un développement notable pendant l'époque coloniale puisque le modèle dominant était l'aviculture fermière de type familial. Les exploitations, où les conditions pédoclimatiques limitent le champ d'application des cultures sont entretenues avec des volailles dont la conduite est précaire et la productivité faible (Kaci, 1997).

Au lendemain de l'indépendance jusqu'à 1970, l'aviculture était essentiellement fermière sans organisation particulière. Les produits d'origine animale et particulièrement avicoles occupaient une place très modeste dans la structure de la ration alimentaire de l'Algérien. Ainsi une première enquête nationale réalisée en 1966-67, faisait apparaître que la ration contenait 7.8 gr/jour de protéines animales ; une seconde enquête effectuée en 1979-1980 estimait à gr /jour les protéines animales dans la ration, ce qui se rapproche des recommandations de la FAO-OMS fixées pour les pays en voie de développement à 76 gr/Jour. Cette augmentation de l'apport protéique d'origine animale dans la ration est dû essentiellement à l'intérêt accordé au développement de l'aviculture à travers les différents plans de développement.

le faible pouvoir d'achat des masses salariales durant la décennie soixante, n'a pas généré une forte demande des viande en général (Kaci, 1997). Alors l'aviculture se trouvait à un stade très marginal en comparaison avec le niveau atteint dans d'autres pays : elle était axée sur la production de poulets de chair basée essentiellement sur l'importation du poussin d'un jour puisque la production d'œufs à couvrir ne dépassait guère les deux millions d'unités/an (Kaci, 1997).

Afin de promouvoir de façon significative le développement de la filière avicole, l'Etat s'est engagé entre 1969 et 1980 dans la création de structures visant à organiser le secteur de la production.

En 1969, il y a eu la création de l'Office National d'Aliments de Bétail (ONAB), qui exerçait le monopole sur le commerce extérieur principalement matières premières et produits industriels destinés à l'alimentation animale (à l'exception du maïs qui était sous le monopole de l'Office algérien interprofessionnel pour l'importation des céréales (OAIC), ainsi que pour les facteurs de production et les produits finis de l'aviculture (Harbi, 1997).

Son domaine d'activité s'est élargi simultanément à la prise en charge des fonctions (Kaci, 1997). :

- De régulation du marché des viandes rouges.
- De développement de l'élevage avicole.

A partir de 1974, il y a eu création de six coopératives avicoles de Wilaya (COOPAWI) qui devaient assurer :

- La distribution des facteurs de production ;
- Le suivi technique des producteurs ;
- L'appui technique et la vulgarisation des aviculteurs

Durant la décennie 1970, l'offre en aliments de volaille, assurée par l'ONAB, pouvait satisfaire la demande. L'écart entre les capacités de production et la demande était de +42% pour l'année 1976 et +53% pour l'année 1980 (Kaci, 1997).le tableau 02 rapporte l'évolution des capacités de production et de demande en aliments

Tableau 6 - Evolution de production d'aliment de volaille (Harbi, 1997)

| Année       | Evolution des capacités de production<br>(U = 1000 tonnes). | Evolution de la demande | Ecart |
|-------------|---|-------------------------|-------|
| <b>1976</b> | 300   | 210                     | 90    |
| <b>1980</b> | 800   | 520                     | 280   |

L'introduction de la l'aviculture moderne durant la décennie des années 1970 a nettement amélioré le MCA (Modèle de Consommation Alimentaire) en faveur des viandes blanche en Algérie et a engendré certains insuffisance notamment :

- Maîtrise insuffisante de la technique et de la gestion du fait de la taille importante des centres de production.
- Personnel insuffisamment qualifié.
- Maintenance mal assurée.

La période de la planification centralisée (1980-1990) a été marquée par la restructuration de l'ONAB et la création des nouvelles structures d'appui à la production avicole.

Ces structures sont des offices régionaux qui sont doté de l'autonomie financière et de la liberté de gestion dans l'espace géographique régional. Leur vocation principale est la production et, le cas échéant, l'importation des facteurs de production avicoles. Chacun de ces offices exerce le monopole de l'Etat sur le commerce extérieur pour la région concernée sans interférence avec les autres régions. Les politiques avicoles mises en œuvre par l'Etat ont été à l'origine d'un accroissement significatif de la production et des disponibilités en produits avicoles depuis 1980

Tableau 7 - Evolution de la production avicole en Algérie : 1980-1990 (Madr, 1995 in Ferrah, 1999).

| Années               | Viandes blanche          |                                | Œufs de consommation            |                                  |
|----------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|                      | Production<br>(U 1000 T) | Disponibilités<br>(Kg/Hab./An) | Production<br>(Milliard Unités) | Disponibilités<br>(Œufs/Hab./An) |
| 1980                 | 95                       | 5.32                           | 1.04                            | 21                               |
| 1989                 | 257                      | 11.5                           | 3.00                            | 120                              |
| Accroissement<br>(%) | +170                     | +116                           | +188                            | +471                             |

Le Groupe industriel ONAB est né, en 1998, de la restructuration des entreprises publiques régionales de la filière avicole (Orac, Oravio et Oravie) et de la filière nutrition animale, l'entreprise nationale ONAB. Le groupe ONAB restructuré dans le but de faire face à la concurrence, dans un marché entièrement ouvert dans le cadre d'une nouvelle politique des pouvoirs publics, dispose de toutes les activités de la filière avicole faisant de lui un groupe intégré.

Ainsi, ses filiales spécialisées activent dans les domaines de l'importation et l'approvisionnement des matières premières, la production d'aliments de bétail (avicole et ruminants) et de condiments minéraux vitaminés, la production d'intrants avicoles : œufs à couver chair et ponte, poussins chair et ponte, poulettes futures pondeuses, la production de poulet de chair et d'œufs de consommation, l'abattage et la transformation, la maintenance et le froid. Ces activités se réalisent dans environ 150 unités et centres de production répartis en fonction des zones de production finale et de consommation, regroupés en 24 filiales (sociétés par actions) et totalisant un effectifs de 7 500 travailleurs. Le groupe ONAB, ainsi organisé dans un objectif d'encadrement plus poussé des activités de la filière, tant sur le plan de la maîtrise des coûts de production que sur celui de la qualité, s'est attelé à mettre en œuvre une stratégie d'actions coordonnées visant : n la coordination interne des expériences et des compétences existantes sur tous les plans et particulièrement sur celui de la qualité de ses produits, par des organisations plus adaptées à chaque activité, une amélioration des performances techniques et économiques permettant la création d'avantages concurrentiels ;

- Un investissement résolu de l'aval de la filière avicole à savoir la vente au détail de ses produits par le déploiement d'un réseau de magasins et par un développement des élevages en poulet de chair et des approvisionnements dans le cadre de partenariats d'élevages ;

- Un développement plus affiné des produits de la nutrition animale,

notamment des aliments granulés et de nouveaux produits, par la modernisation des usines de production ;

- Et enfin, la recherche de partenariats. Cette stratégie vise en définitive à hisser les produits du groupe au niveau des standards internationaux, mais aussi à des coûts en rapports avec les normes en vigueur. Elle vise aussi à valoriser davantage le potentiel économique à la disposition du groupe et de ses filiales pour la meilleure synergie possible.

Dès son passage à l'autonomie en avril 1997, l'EPE ONAB Spa fait l'objet d'une restructuration mise en oeuvre durant l'année 1998.

Ce processus se caractérise par l'émergence d'un Groupe Industriel dont l'EPE ONAB Spa est la Société mère. Aujourd'hui, l'EPE ONAB assure une gestion de portefeuille de (07) sept filiales dont ; l'EPE ONABTRADE ; trois (03) Groupes Avicoles Régionaux :GAC, GAE, GAO ; Une entreprise de maintenance 'ENIMI' Deux filiales PREMIX.

Avec un effectif de 7 500 employés et un potentiel de production important, le Groupe Industriel ONAB se présente comme un véritable leader dans la filière avicole en Algérie. Les Groupes Avicoles Régionaux exercent une mission de gestion de portefeuille représentée par l'activité avicole à travers leurs différentes Spa Avicoles dans les filières Chair et Ponte dont trois (03) sociétés des Abattoirs et une gestion directe de l'activité aliments composés (UAB : Unité d'Aliments de Bétail).

Les réformes économiques visant le passage d'une économie planifiée à une économie de marché ont touché de près la filière avicole. Le désengagement de l'état de l'activité économique a eu des répercussions sur la filière que nous avons observé :

- La contraction du commerce extérieur et l'implantation progressive des opérateurs privés dans l'importation des intrants avicoles.
- L'augmentation totale des prix des intrants avicoles dès 1992.
- Le rétablissement de la pression fiscale au niveau des élevages avicoles

Tableau 8 - Evolution des effectifs et des productions 2000-2005 (Madr, 2008).

| <b>Année</b>                          | <b>2000</b>      | <b>2001</b>      | <b>2002</b>      | <b>2003</b>      | <b>2004</b>      | <b>2005</b>      |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Effectifs chair (10*3)                | <b>89 830</b>    | <b>106 000</b>   | <b>103 412</b>   | <b>83 566</b>    | <b>80 807</b>    | <b>77 003</b>    |
| Viandes blanches<br>(tonnes)          | <b>198 000</b>   | <b>201 000</b>   | <b>150 066</b>   | <b>152 073</b>   | <b>157 009</b>   | <b>143 577</b>   |
| Effectifs ponte (10*3)                | <b>8400</b>      | <b>9 000</b>     | <b>12 000</b>    | <b>12025</b>     | <b>14 544</b>    | <b>14 384</b>    |
| Œufs de consommation<br>(10*3 unités) | <b>2 020 000</b> | <b>2 160 000</b> | <b>3 220 909</b> | <b>3 305 844</b> | <b>3 731 444</b> | <b>3 528 014</b> |

Cette période se caractérise par l'encouragement du secteur privé qui est chargé de la production des produits finis. Le souci de l'émergence de ce secteur privé est de sécuriser les aviculteurs grâce à une programmation rigoureuse, et de leur garantir l'écoulement de leurs produits.

Les entreprises publiques (ONAB et Groupes avicoles) interviennent essentiellement en amont alors que le secteur privé intervient à divers niveaux de la filière : la commercialisation des produits vétérinaires, la fabrication du matériel avicole, la production et la commercialisation des intrants avicoles (Aliments, oeufs à couvrir, poussins "chair", poulettes démarrées), l'élevage avicole, l'abattage et la commercialisation des produits avicoles (Ferrah, 2004).

## CHAPITRE II :

# Aliments du poulet de chair

### 1-Qu'est-ce qu'un aliment ?

Un aliment est une substance qui doit fournir à l'animal l'énergie et les éléments nécessaires à son maintien en vie et donc couvrir les besoins d'entretien. Pour les animaux d'élevage, l'aliment devra en plus apporter assez de nutriments pour répondre aux besoins de production (œufs ou viande).

L'aliment peut se présenter sous différentes formes matières premières, aliment composé (mélange d'au moins deux matières premières), aliment complet (aliment composé qui, en raison de sa composition, suffit à couvrir les besoins journaliers) ou aliment complémentaire (conçu pour compléter des matières premières distribuées à l'animal), par exemple des céréales

### 2-Qu'est-ce qu'une conduite alimentaire ?

La conduite alimentaire est l'adéquation de plusieurs éléments. Cette conduite est à l'initiative de l'éleveur ou du chercheur scientifique selon les thématiques touchant la productivité ou la croissance de l'animal. Pour cela, des questions sont posées pour répondre à cette conduite alimentaire ou le programme alimentaire (régime alimentaire) :

- combien d'aliments différents pour les volailles ? Quel âge de transition alimentaire ?
- quels besoins nutritionnels ? quelle présentation pour chaque aliment ?
- quelle quantité pour chaque aliment ?
- Le système de distribution de l'aliment (au sol ou dans des mangeoires)
- le mode de distribution (à volonté, rationnement, repas...)

La conduite alimentaire sera définie en fonction des objectifs de production choisis par l'éleveur qui déterminent notamment le poids et l'âge recherchés l'abattage, ou l'intensité de ponte.

### 3- l'Indice de Consommation (IC)

L'étude de la volaille de chair se focalise sur la quantité d'aliment consommée (kg) par un animal pour produire un kg de viande en vif. Pour point de repère, en filière organisée, l'indice de consommation (IC) moyen d'un poulet biologique est de 3,063 pour un âge d'abattage moyen de 89 jours (Chambres agriculture, 2014). Bien entendu, avec un schéma de production différent, Le IC peut être bien plus élevé, il augmente avec l'âge des animaux). En filière courte, avec fabrication d'aliment à la ferme, système d'alimentation automatisé ou non, matériel plus ou moins adapté pour limiter le gaspillage, Le IC est très hétérogène et compris généralement entre 3 et 6. Le but est de déterminer le IC qui correspond à l'élevage et de l'améliorer en optimisant la conduite alimentaire

et la conduite d'élevage. La réduction de la hauteur de l'aliment dans les assiettes après la période de démarrage permet de limiter le gaspillage, et d'optimiser le IC. En production d'œufs, le IC correspond à la quantité d'aliment consommée (kg) pour produire un kilogramme d'œuf. La consommation pourra être aussi ramenée à l'œuf produit pour se comparer à des références attendues.

#### 4. Valeur énergétique des aliments

L'énergie représente la portion de l'aliment dont dispose la volaille pour couvrir ses besoins d'entretien et de production (chair). L'unité de mesure de cette énergie contenue dans l'aliment s'exprime en unité d'énergie métabolisable par unité de poids d'aliment (kilojoule /gramme ou kilocalorie /kilogramme).

L'énergie disponible pour les besoins métaboliques de l'animal (entretien et production) est appelée énergie métabolisable (EM). Le rendement de l'énergie métabolisable chez le poulet de chair se situe entre 58 et 85 % avec une valeur moyenne de 65 % (Larbier et Leclercq, 1992).

#### 5. Fabrication d'aliments

##### 5.1. Secteur traditionnel

Pour le secteur avicole traditionnel, l'aliment composé n'est que très rarement distribué. L'animal se charge de chercher son alimentation au niveau de l'exploitation et le soir, il peut recevoir une complémentation à base de déchets ménagers et d'issues de céréales. On ne cherche pas beaucoup la rentabilité et les performances dans ce genre d'élevage et vu que le coût lié à l'alimentation est quasiment nul.

Les transformations importantes de l'élevage avicole villageois sont limitées compte tenu des disponibilités alimentaires et financières réduites des paysans (ANAGO, 1985).

##### 5.2. Secteur industriel

Pour les élevages avicoles industriels, l'alimentation distribuée est une alimentation composée complète fabriquée dans les usines spécialisées dans les aliments de volailles.

En général, ces aliments sont à base de céréales (maïs surtout, orge, Sorgho, issues de céréales), tourteaux d'oléagineux (soja et tournesol), farine de poisson (de sardine à 65% MAT), minéraux. .

La majorité des ingrédients (maïs, soja, sorgho, minéraux et vitamines, additifs) sont importés et le reste est produit en totalité ou en partie au niveau du pays.

L'industrie de l'alimentation animale, tournée à 90% vers l'aliment volaille est très compétitive et pour l'essentiel bien outillé pour produire des aliments de qualité (Aviculture semi-industrielle en climat subtropical 1996 ).

Les matières premières utilisées par l'industrie d'aliment du bétail algérienne pour la fabrication d'aliment composé, sont classées en deux catégories les matières premières locales et les matières premières importées. Actuellement, le groupe ONAB est dépendant de l'étranger à près de 90 %

pour ses approvisionnements en matières premières entrant dans la composition des aliments du bétail. Le maïs et le tourteau de soja représentent, à eux seuls, 85 % de ses importations (ONAB, 2011). Par ailleurs, les matières premières locales sont peu utilisées à cause de leur disponibilité réduite. et absence des recherche de valorisation de ces dernier. Parmi elles, nous avons : les issues de meunerie (fabriqué par l'ERIAD), les sels (fabriqués par l'ONAB), le calcaire (fabriqué par l'ENASEL), le caroube et l'orge (Kaci, 2014 )

Actuellement l'ONAB domine le marché national d'aliment de volaille dont les caractéristiques pour chaque phase sont les suivantes tableaux.....et....

Tableau 9 - Composition et caractéristiques de l'Aliment démarrage  
Aliment standard (ITELV /ONAB 2009, groupe ONAB »

| <b>Matière</b>   | <b>Taux en %</b> |
|--|------------------|
| Maïs   | 61               |
| Tourteau de soja   | 29.7             |
| Son de blé   | 5                |
| Calcaire   | 0.6              |
| Phosphate bi calcique  | 1.67             |
| DL mthionie  | 0.03             |
| Sel  | 0                |
| CMV Chair démarrage  | 1                |
| CMV Chair démarrage  | 1                |
| <b>Total</b>   | 100              |
| <b>2900 kcal d'énergie métabolisable/kg d'aliment<br/>et 21% de protéines brutes</b> |                  |

Tableau 10 - Composition et caractéristiques de l'Aliment croissance sous forme granulé  
Aliment standard Source ITELV /ONAB 2009

| <b>Matière</b>   | <b>Taux en %</b> |
|--|------------------|
| Maïs   | 62               |
| Tourteau de soja   | 26               |
| Son de blé   | 8.5              |
| Calcaire   | 0.9              |
| Phosphate bi calcique  | 1.6              |
| CMV Chair croissance   | 1                |
| <b>Total</b>   | <b>100</b>       |
| <b>Caractéristiques et valeurs calculées 2835 Kcal EM et<br/>9.4% de protéines</b> |                  |

Tableau 11 - Composition et caractéristiques de l'Aliment finition sous forme granulé  
- Aliment standard (ITELV /ONAB 2009).

| <b>Matière</b>  | <b>Taux en %</b> |
|---|------------------|
| Maïs  | 67               |
| Tourteau de soja  | 18               |
| Son de blé  | 12               |
| Calcaire  | 1                |
| Phosphate bi calcique   | 1                |
| CMV Chair finition  | 1                |
| <b>Total</b>  | <b>100</b>       |
| <b>Caractéristiques et valeurs calculées<br/>2847 Kcal EM et 16.5% de protéines</b> |                  |

## **6. ALIMENTATION DE DEMARRAGE**

La phase démarrage correspond selon les souches du 1 à 15 jours elle peut même atteindre 28 jours chez certaine souche et le contexte de l'élevage, pendant cette période il consommera environ 30 à 35 g d'aliment par jour soit 1 kg (ITAB, 2009): sur la période de démarrage.

En pratique, cette phase est très délicate, notamment parce qu'il est difficile d'apporter les acides aminés soufrés (méthionine et cystine) en suffisance dans la ration. il faudra veiller, en particulier chez le poulet « démarrage », à apporter ces nutriments limitant tout en évitant d'apporter en excès des protéines afin de respecter rigoureusement les exigences nutritionnelles et les équilibres entre les différents acides aminés (Ndoye, 1996 ).

### **6-1 IMPORTANCE DE L'ALIMENTATION EN PHASE DE DEMARRAGE**

L'alimentation du poussin à partir du premier jour suscite un intérêt croissant car elle influence, à terme, les performances des animaux, qu'ils soient futurs poulets de chair, futures pondeuses ou encore reproducteurs (Michard et al., 2013). En effet, l'alimentation des poussins au cours des premiers jours de vie ne se limite pas à promouvoir un bon départ de croissance. Le retard ou le défaut d'apport alimentaire affecte également la résistance et la sensibilité des animaux aux agents pathogènes.

Les tables de l'INRA (Larbier et Leclercq, 1991) et du NRC (1994) recommandent pour un aliment démarrage' destiné au poulet de chair de 0 à 3 semaines d'âge, une concentration énergétique avoisinant 3200 kcal/kg et une concentration protéique de 22 ou 23 %.

Mais pour OUAREST A, cette valeur peut être réduite à 2850 /2900 Kcal /Kg et une concentration en protéine de 23 % (tableau 12 ).

Tableau 12 - Apports recommandés pour poussin en démarrage « 0- 21 jours » (Ouarest, 2008).

| <b>Energie métabolisable (E.M)</b> | 2850 à 2900 Kcal/kg |
|------------------------------------|---------------------|
| <b>Protéines brutes</b>            | 18.5-19.5 %         |
| Lysine                             | 1.10/0.94 %         |
| Méthionine                         | 0.50/0.44 %         |
| Méthionine+cystine                 | 0.85/0.74 %         |
| Thréonine                          | 0.76/0.64 %         |
| Tryptophane                        | 0.22/0.20 %         |
| <b>Minéraux</b>                    |                     |
| Calcium                            | 0.90-1.00 %         |
| Phosphore total                    | 0.66 %              |
| Phosphore disponible               | 0.41-0.42 %         |
| Sodium                             | 0.16-0.18 %         |
| Chlore                             | 0.15-0.20 %         |

## 7. ALIMENTATION DE CROISSANCE ET FINITION

La phase croissance correspond à la période 28 – 63 jours d’âge du poulet en filière courte pendant laquelle il consommera environ 75 à 85 g d’aliment par jour soit en moyenne 2,9 kg (ITAB, 2009. **Cahier technique** ) : sur cette période (28-56 jours en filière longue avec abattage plus précoce).

La phase de finition est la dernière période d’élevage, dont la durée dépend essentiellement de l’âge à l’abattage qui peut aller de 81 à 140 jours d’âges en fonction des élevages et des circuits de commercialisation.

A ces stades, les exigences nutritionnelles des poulets varient fortement et vont différer selon les objectifs de production (âge et poids à l’abattage), l’environnement(climat, conditions d’exploitation du parcours) et le choix de la souche.

Avec des souches à croissance lente et abattues au-delà de 90 jours les besoins en nutriments et en particulier en acides aminés essentiels vont diminuer. .( **Ndiagne NDOYE.1996** )

**7.1. IMPORTANCE DE L'ALIMENTATION EN PHASE DE CROISSANCE :**

Durant cette période d'élevage l'aliment démarrage est remplacé par une ration moins riche en protéine (Buldgen et al, 1996). La hiérarchie des besoins en acides aminés durant la période de croissance s'établit ainsi, (OUAREST A ; 2008) :

- La croissance des plumes
- La croissance pondérale
- Le rendement en filet.
- L'engraissement.

L'accroissement du niveau énergétique conduit toujours à une amélioration de l'indice de consommation. Son effet sur la croissance, variable selon les croisements, est perceptible jusqu'à 3000kcalEM/kg pour les poulets âgés de 4 à 8 semaine, en dessous de ces valeurs, la réduction du poids vif à 56 jours est voisine de 30g pour chaque diminution de 100kcalEM/kg du niveau énergétique de l'aliment (Larbier et al, 1991).

Le besoin protéique est décomposé en entretien, croissance corporelle et croissance des plumes, ces dernières pouvant représenter jusqu'à 20% des besoins en protéines totales nécessaires au poulet, (Bouvarel. I, 2004). Le tableau n° représente les apports recommandés en énergie métabolisable et en protéines brutes pour le poulet de chair durant la période de croissance.

Tableau 13 - Apports recommandés pour poussin en croissance (Ouarest, 2008).

| <b>Energie métabolisable (E.M)</b> | 2950 à 3000 Kcal/kg |
|------------------------------------|---------------------|
| <b>Protéines brutes</b>            | 18.5-19.5 %         |
| Lysine                             | 1.10/0.94 %         |
| Méthionine                         | 0.50/0.44 %         |
| Méthionine+cystine                 | 0.85/0.74 %         |
| Thréonine                          | 0.76/0.64 %         |
| Tryptophane                        | 0.22/0.20 %         |
| <b>Minéraux</b>                    |                     |
| Calcium                            | 0.90-1.00 %         |
| Phosphore total                    | 0.66 %              |
| Phosphore disponible               | 0.41-0.42 %         |
| Sodium                             | 0.16-0.18 %         |
| Chlore                             | 0.15-0.20 %         |

**7.2. IMPORTANCE DE L'ALIMENTATION EN PHASE DE FINITION :**

L'aliment de croissance est remplacé durant cette période, par un aliment finition moins concentré en protéine et plus riche en énergie toute en respectant l'équilibre énergétique/protéique ; Il est a noter que toute déficience nutritionnelle en un ou plusieurs acides aminés durant les deux premières phases d'élevages se traduit par une diminution du rendement en filet a la fin de cette période (Ouaress, 2008). Néanmoins, des travaux récents semblent montrer que les rendements filet sont optimisés lorsque les besoins permettant d'obtenir un I.C. minimum sont optimisés durant les deux premières phases d'élevages (Leclercq.B et Beaumont, 2000).

Tableau 14 - Apports recommandés pour poussin en finition (Ouaress, 2008).

| <b>Energie métabolisable (E.M)</b> | <b>3000 à 3050 Kcal/kg</b> |
|------------------------------------|----------------------------|
| <b>Protéines brutes</b>            | 17-18 %                    |
| Lysine                             | 1.00/0.85%                 |
| Méthionine                         | 0.45/0.39%                 |
| Méthionine+cystine                 | 0.80/0.68 %                |
| Thréonine                          | 0.77/0.65%                 |
| Tryptophane                        | 0.20/0.17%                 |
| <b>Minéraux</b>                    |                            |
| Calcium                            | 0.80-1.00%                 |
| Phosphore total                    | 0.60 %                     |
| Phosphore disponible               | 0.38-0.35%                 |
| Sodium                             | 0.16-0.18 %                |
| Chlore                             | 0.15-0.20%                 |

## 8. Botanique et caractéristique de l'espèce végétal utilise *ceratonia siliqua*

### 8.1. Définition

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) appartient à la famille des Légumineuses de l'ordre des Rosales, sous-famille des Cesalpinoïdæ, tribu des Cassieae originaire des zones arides et semi-arides de la méditerranée et de la péninsule arabe.



Figure 4 Pulpe et grain de *Ceratonia siliqua*

C'est un arbre qui sur le plan socio-économique et écologique peut jouer un rôle des plus intéressants particulièrement dans les contrées sèches et dans les zones où les processus de désertification prennent des ampleurs de plus en plus alarmantes, notamment dans le bassin méditerranéen.

Le caroubier présente un intérêt de plus en plus grandissant en raison non seulement de sa rusticité, de son indifférence vis-à-vis de la nature du sol, de son bois de qualité, de sa valeur ornementale et paysagère, mais surtout pour ses graines qui font l'objet de transactions commerciales.

En Algérie, la superficie cultivée totale du caroubier a fortement baissé, passant de 11000 ha en 1961 à 1000 ha seulement en 2011 soit moins de 1.14 % de la superficie mondiale 87500 Ha selon les données du (FAO STAT in Mahdad, 2013 ).

En 2009, cette superficie était de 927 ha dont 645 ha, soit 69,58 % de la superficie totale se trouvent dans la wilaya de Bejaia. La production nationale du caroubier est estimée à 33841 Qx et se concentre principalement dans la wilaya de Bejaia avec une production de 18.417 Qx, ce qui représente 54,42 % de la production nationale , suivie par la wilaya de Blida (23,79%) et Tipaza (16,55%). La superficie cultivée du caroubier dans le Nord-ouest de l'Algérie ne représente que 6

ha, soit 0,65 % de la superficie nationale, tandis que la production de la caroube est de seulement 0,39 % ( Mahdad, 2013 )

## 8.2. Description botanique

Le caroubier , est un arbre au feuillage abondant, persistant et très dense. Il peut atteindre dans des conditions propices une hauteur de 7 à 10 m,. C'est un arbre xérophile avec une longévité considérable (jusqu'à 200 ans).Il présente de puissantes racines Sa croissance est très lente, en particulier au début de son existence. Il peut émettre des rejets de souche avec vigueur et se caractérise par des branches solides et robustes (Ait Chitt et al., 2007).

### 8.2.1. Le fruit

Le fruit du caroubier connu sous le nom de kharrouba en arabe, est classifié habituellement compte tenu de sa faible teneur en eau au moment de sa collecte comme un fruit sec. La caroube est un fruit indéhiscent d'une grande taille de 10 à 30 cm de long et de 2 à 3,5 cm de large. Il est vert puis brun et au moment de la maturité d'un ton brun foncé, rouge ou noir selon les variétés mais toujours très brillant.

### 8.2.3. Les grains

Les graines du caroubier sont petites et aplaties, d'une forme presque ovale, avec un pôle basal tronqué et écrasé . Elles présentent des dimensions de 8 à 10 mm de long sur 6 à 8 mm de largeur avec 3 à 5 mm d'épaisseur. Les graines sont très dures et présentent une grande résistance.

## 8.3. Ecologie du caroubier

Le caroubier est une espèce qui résiste très bien à la sécheresse (Zouhair, 1996 ). De plus, il est caractérisé par sa grande tolérance à la salinité en se positionnant en première place avec une tolérance de 2 g/l de NaCl.

Le caroubier tolère des sols plus pauvres et nécessite beaucoup moins d'eau (Batlle, 1997). Le caroubier, dont l'aire de répartition s'étend dans les secteurs des plateaux et en moyennes montagnes jusqu'à 1700 m d'altitude, est indifférent à la nature du substrat, Il tolère les sols pauvres, sableux, limoneux lourds, rocailleux et calcaires, schisteux, gréseux et des pH de 6,2 jusqu'à 8,6, (Baum, 1989 ; Sbay , Zouhair, 1996)

#### 8.4. Usages du caroubier

*Ceratonia siliqua* est une espèce pastorale. La farine du fruit, est employée dans les industries agro-alimentaire et pharmaceutique, principalement contre les troubles gastro-intestinaux (diarrhée). Nous signalons aussi que la pulpe est préconisée contre la tuberculose pulmonaire. On tire du caroubier aussi un autre produit essentiel : la gomme est largement utilisée en agro-alimentaire (sauce, mayonnaise, etc.), en imprimerie, dans les industries textile et cosmétique. 100 kg de graines produisent en moyenne 20kg de gomme pure et sèche (Jones,1953).

Le caroubier est une plante mellifère :son miel est de bonne qualité. L'écorce et les racines de cet arbre sont employées en tannerie. La valeur fourragère de ses feuilles et de ses fruit ses très respectivement de 0,29 et de 1,15 unités fourragères par kilogramme de matière sèche soit 1, 9 kcal ( UF = 1, 65 kcal (Putod,1982).

Compte tenu des couronnes sphériques de son feuillage persistant, dense et brillant, le caroubier est utilisé également comme arbre ornemental et comme brise-vent. En outre, cette espèce ligneuse joue un rôle vital dans la protection de l'environnement: protection des sols contre l'érosion; le caroubier protège par son ombre, également les autres plantes.



Figure 5 - Arbres du Caroubier " *Ceratonia\_siliqua* "  
Place APC LAMTAR JUIN 2019

### 8.5. Composition biochimique

Chaque caroube pèse une quinzaine de grammes et contient de la pulpe charnue constituée de 40 % de sucres (glucose et du saccharose), 35 % d'amidon, 7 % de protéines, et, dans des proportions plus faibles, des graisses, des tannins et des sels minéraux. La caroube est riche en calcium, phosphore, magnésium, silice, fer et pectine. Les propriétés épaississantes sont dues à la présence d'un sucre, le galactomannane

Selon (Biner, 2007) la pulpe représente 90% du poids du caroube tres riche en glucides qui peut arrive a 75 % du la totalité de composante comme indique le tableau ?

Tableau 15 - Composition chimique de la pulpe en M.S de la pulpe  
(HADDARAH A, 2013)

| Constituants       | %           |
|--------------------|-------------|
| Hydrate de cabone  | 77.3 à 82.4 |
| Saccharose         | 65 à 75     |
| Glucose            | 1.5 à 17.4  |
| Fructose           | 1.8 à 17.9  |
| Polyphénols totaux | 16 à 20     |
| Cendres            | 2.7 à 6     |
| Protéines          | 3 à 7.6     |

L'analyse de la composition des pulpes et des graines de caroube récoltées dans la région de Tlemcen révèle une richesse en sucres totaux une teneur appréciable en protéines brutes, des valeurs assez importantes en fibres et d'assez faibles teneurs en minéraux et en lipides (Gaouar et al, 2012)

Tableau 16 - Composante des pulpes et graines (Gaouar et al, 2012)

| <b>Matières</b>       | <b>Pulpe (%)</b> | <b>Graine (%)</b> |
|-----------------------|------------------|-------------------|
| Matière sèche         | 89.4             | 29.7              |
| Lipides (%)           | 4.83             | 6.33              |
| Fibres (%MS)          | 10.83            | 4.17              |
| Cendres               | 3.83             | 1.83              |
| Sucres totaux (%MS)   | 37.5             | 14.4              |
| protéines pures (%MS) | 1                | 6                 |

# CHAPITRE III :

## Nutrition et métabolisme

## **Introduction**

Dans le domaine de la nutrition de la volaille, des progrès considérables ont été réalisés en aviculture. Selon Sauveur (1999), l'évolution des performances dans l'élevage du poulet de chair est le fruit des recherches et des progrès devenus possibles car les volailles sont faciles à manipuler. Pour cela, le poulet peut utiliser plusieurs variétés d'aliments ce qui nous permet de choisir dans la nature les matières les plus économiques. Ces dernières doivent être étudiées du point de vue nutritionnel pour connaître leur composition d'une part et leurs valeurs énergétiques d'autre part (Sauvant *et al* 2002). Des efforts ont notamment été réalisés pour mieux connaître les besoins en glucides, protéines et lipides afin de mieux ajuster les apports alimentaires aux besoins de la volaille. Les résultats obtenus en technologie des aliments ont également largement contribué aux progrès de la nutrition en permettant d'améliorer la digestibilité des matières premières (Carré *et al* 1998) ou de réduire leur toxicité (Melcion *et al* 1998).

### **3-1 ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DES VOLAILLES**

La cellule est l'unité de base de tout être vivant. Les cellules qui composent l'organisme se regroupent en tissus. On distingue plusieurs types de tissus : osseux, cartilagineux, musculaire, nerveux, sanguin... Ceux-ci forment les organes lesquels regroupés en appareils chargés de diverses fonctions et assurent les relations entre les êtres et l'environnement.

#### **Anatomie**

##### **3.1.1. *Appareil de la locomotion***

Cet appareil est constitué des os qui sont réunis entre eux par les articulations et mis en mouvement par le jeu des muscles. Les oiseaux possèdent, en outre, un plumage qui conditionne le vol.

##### **3.1.1.1. Les os**

L'ensemble des os forme le squelette. La particularité la plus remarquable des os des oiseaux est leur légèreté, due au fait que la majorité d'entre eux sont pneumatisés, c'est-à-dire des cavités remplies d'air, en relation avec des sacs aériens, lesquels sont, eux-mêmes, en communication avec les poumons (figure 6).

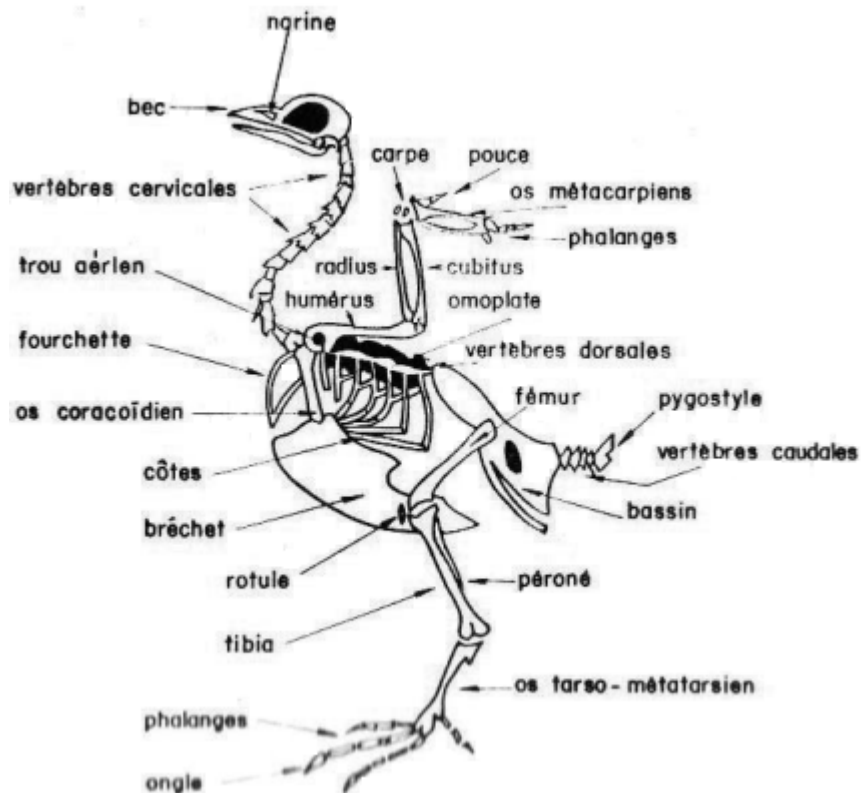


Figure 6 - Squelette du poulet (IEMVT, 1991)

#### 3.1.1.2. Articulations

Les articulations des oiseaux sont organisées comme celles des Mammifères. Seules quelques-unes présentent un intérêt particulier :

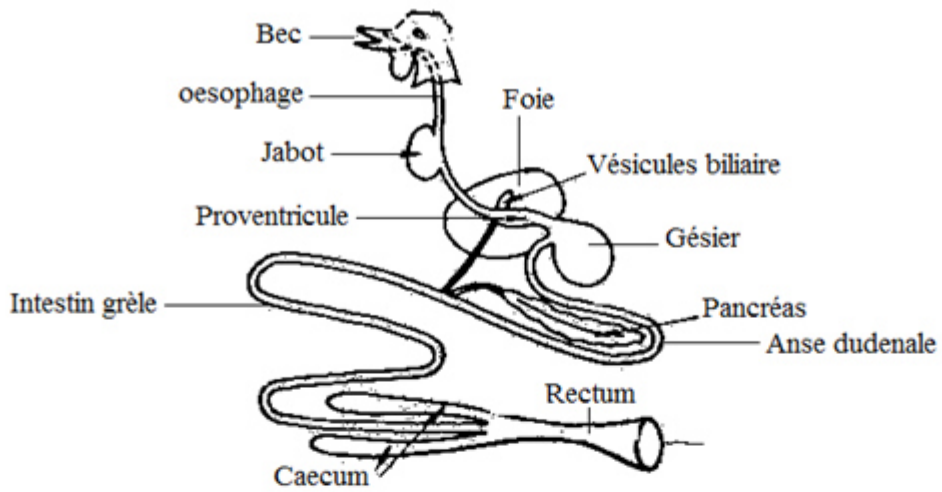
Les vertèbres cervicales, bases anatomiques du cou, s'articulent par emboîtement réciproque et comportent des cartilages articulaires et des synoviales, ce qui favorise au maximum les mouvements du cou. Cette mobilité permet aux oiseaux de saisir leurs aliments d'un rapide coup de bec et d'utiliser celui-ci pour fouiller dans leur plumage à la recherche de leurs parasites.

Les vertèbres de la queue sont également très mobiles entre elles. Par contre, les vertèbres dorsales, lombaires et sacrées sont soudées en bloc, donnant une grande rigidité à cette partie de la colonne vertébrale favorable au vol (Katunda, 2005 cité par BLAISE MPUPU LUTONDO).

#### 3.1.2. Appareil digestif

Il comporte les organes successifs suivants : la bouche, l'œsophage, l'estomac, l'intestin, le cloaque et l'anus auxquels sont annexées deux glandes importantes : le foie et le pancréas

**Organes étalés**



**Organes placés**

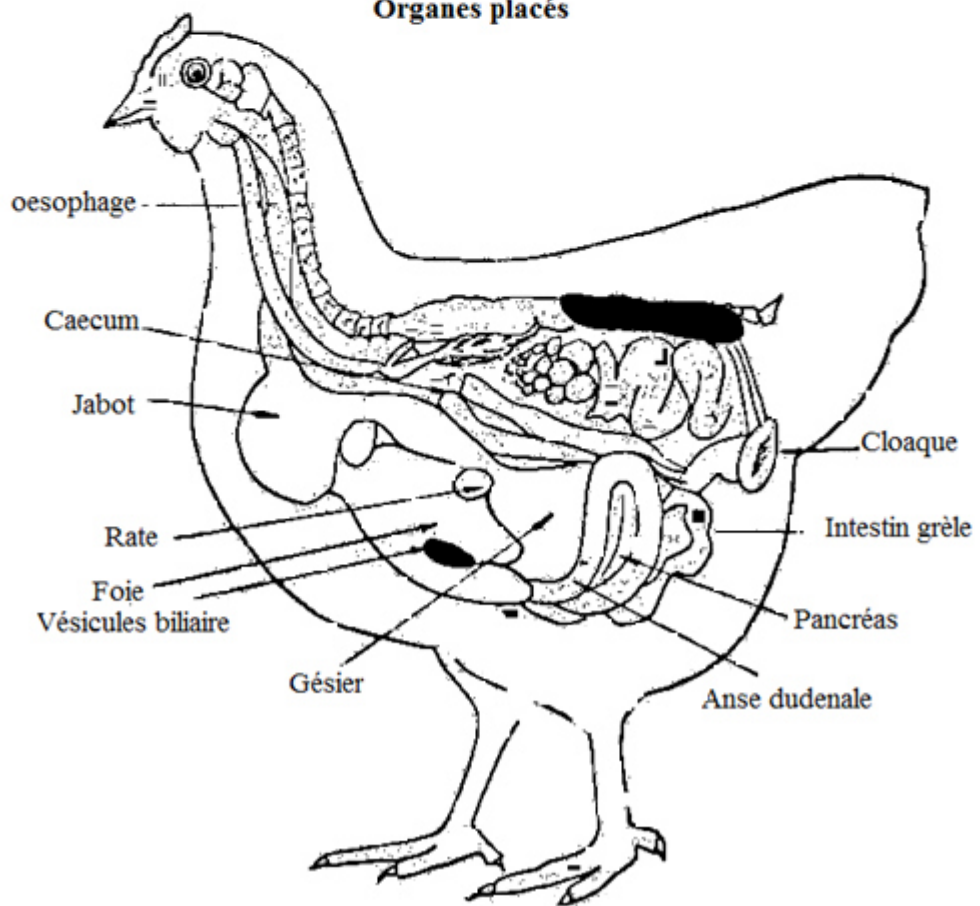


Figure 7 - Appareil de digestion de volaille (IEMVT, 1991)

#### 3.1.2.1. *La bouche*

La bouche des oiseaux est dépourvue de dents et les lèvres sont remplacées par le bec.

Le bec comprend une partie supérieure, fixe, soudée aux os de la tête. Intérieurement, elle est percée d'une fente, dite palatine qui correspond avec les cavités nasales dont les ouvertures extérieures forment les narines.

La partie inférieure du bec est mobile pour permettre les mouvements d'ouverture et de fermeture. Elle contient la langue, pointue, revêtue à son extrémité d'un épaississement ayant la consistance de la corne.

La base de la langue est couverte de papilles. La figure N°7 illustre les organes digestifs de la poule.

#### 3.1.2.2. *L'œsophage*

L'œsophage est un conduit remarquable par son élasticité qui permet aux oiseaux d'avaler des grains très volumineux que, faute de dents, ils n'ont pu fragmenter par mastication. Cet œsophage présente une forte dilatation, située à la base du cou, c'est le jabot. La muqueuse de l'œsophage et du jabot est tapissée de nombreuses glandes qui secrètent un mucus visqueux dont le rôle est de faciliter le glissement des aliments et de les ramollir pendant leur séjour.

#### 3.1.2.3. *L'estomac*

L'estomac se divise en deux compartiments principal : le proventricule et le gésier.

Le proventricule, également appelé « ventricule succenturié » a la forme d'un court fuseau. Ses parois épaisses contiennent de nombreuses glandes qui secrètent le suc gastrique : en comprimant la paroi d'un proventricule ouvert par une incision préalable, on voit sortir des gouttes épaisses, blanchâtres, de suc gastrique, au niveau des orifices de chaque glande. Le gésier fait suite au proventricule. C'est un muscle creux, très puissant, tapissé intérieurement d'un revêtement de consistance cornée. C'est un organe de trituration des aliments, dépourvu de glandes digestives.

#### 3.1.2.4. *L'intestin*

L'intestin forme un tube de calibre égal sur toute son étendue. Il débute immédiatement après en formant une boucle appelée « anse duodénale » dans laquelle se trouve logé le pancréas. A cette anse succèdent les circonvolutions intestinales pelotonnées en une masse unique. Ces circonvolutions aboutissant à un court rectum en même temps qu'aux deux caecums. Des appendices particuliers forment deux culs de sacs d'une quinzaine de centimètres de longueur et ont pour rôle de résorber en partie les liquides.

Le rectum est court, et débouche dans le cloaque, sorte de diverticule commun aux voies digestives, génitales et urinaires tant chez le mâle que chez la femelle. L'anus est une fente horizontale bordée par deux grosses lèvres.

#### 3.1.2.5. *Cloaque*

Le cloaque est commun aux voies digestives et uro-génitales et s'ouvre à l'extérieur. Le cloaque est divisé séquentiellement en coprodéum, urodéum et proctodéum par de plis annulaires

### 3.2. CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT MUSCULAIRE

Chez les volailles, la production de viande est assurée en grande partie par des souches spécialisées, les souches «chair», pour lesquelles un bon rendement en viande constitue une qualité recherchée par le consommateur. C'est pourquoi plusieurs auteurs ont cherché à préciser l'importance et les variations des éléments consommables présents sur une carcasse.

Le poulet de chair à croissance rapide, comme tous les oiseaux, se caractérise par une puissance musculaire presque entièrement localisée dans les membres thoracique et pelvien. Cette disposition résulte de la spécialisation de l'animal (Ricard, 1964).

#### 3.2.1. Croissance musculaire

Les espèces aviaires sélectionnées sur le critère d'une vitesse de croissance élevée se caractérisent par un développement musculaire important dès la première semaine de vie (Moss, 1968). Ainsi, le poids relatif des muscles squelettiques et plus précisément du muscle pectoral est multiplié par deux entre 1 et 5 jours après l'éclosion (Halevy et al., 2000).

Les gains de poids des muscles pectoraux et des muscles de la patte correspondent, respectivement, à une semaine d'âge à 6% et 2 % du poids vif (Kang et al., 1985).

#### 3.2.2. Effet de l'alimentation sur la croissance musculaire

Les premiers jours de la vie du poussin sont également une phase critique de transition d'un métabolisme utilisant principalement les lipides et les protéines de vitellus vers une alimentation dominée par les glucides (Bigot et al. 2001).

L'aliment de démarrage destiné au poulet de chair de 0 à 3 semaines d'âge, doit contenir une concentration de 3200 Kcal et un pourcentage protéique de 22 à 23%, avec un apport de 10% de lipides alimentaires (Larbier et Leclercq, 1991). La plupart des aliments commerciaux destinés aux jeunes poussins sont dérivés de travaux portant sur des poulets plus âgés et ne sont pas sur le plan nutritionnel, réellement adaptés au très jeune âge (Lilburn, 1998). Donc la

composition des aliments à donner au très jeune poussin mérite également des investigations car les quelques résultats publiés ne correspondent pas aux normes classiques et pratiques (Bigot et al., 2001).

Des travaux réalisés par Bigot et al. (2001) ont montré que la réduction du délai entre l'éclosion et la première alimentation est un objectif prioritaire car les réserves vitellines ne constituent pas une réserve suffisante pour les poulets à croissance rapide, et ceci était confirmé par la station de recherche avicole INRA-Nouzilly qui montre que 6 jours après l'éclosion le développement du muscle pectoral superficiel n'est pas compensé.

Dans les besoins nutritifs du poulet de chair, on a l'habitude de distinguer une « ration d'entretien » qui correspond uniquement au processus d'existence et une « ration de production » directement transformée en produits synthétisés par l'animal, tels que le muscle. Bien qu'il existe une étroite parenté entre les processus complexes d'entretien et de production qui se produisent dans l'organisme vivant, la formation de composés chimiques multimoléculaires peut avoir lieu seulement après que soient couverts les besoins essentiels de l'animal (Brody, 1945). On peut considérer la croissance et le développement du poulet de chair comme un processus de production qui comprend avant tout la synthèse de nouvelles protéines et qui diffère des autres productions par le fait qu'elle s'accompagne d'une variation continue des besoins d'entretien de l'organisme (Keller, 1969).

### 3.3. PHYSIOLOGIE DE LA DIGESTION

L'appareil digestif des volailles est relativement court et apparaît très adapté pour transformer les aliments concentrés en éléments nutritifs. Il possède une grande efficacité digestive et d'absorption, ce qui lui permet de bien valoriser la ration qui séjourne à peine 10 heures dans le tube digestif (Larbier et Leclercq, 1992).

#### - Digestibilité de l'aliment

En aviculture, le comportement alimentaire devient aussi une préoccupation commune. L'INRA l'a d'abord illustrée par des expériences sur le choix alimentaire, en particulier chez la poule pondeuse. Les fondements métaboliques comme les intérêts pratiques de l'alimentation calcique séparée ont fait l'objet d'investigations très complètes. Il en est de même de la texture de l'aliment (taille des particules, granulation ...). Poursuivies sur des espèces "capricieuses" comme la dinde, ces approches sont prometteuses de retombées pratiques très intéressantes (Leclercq et al, 1996).

Le processus de digestion de l'aliment dépend aussi de la granulométrie de la farine d'origine

(quelle que soit la présentation finale, farine ou granulé) et de la nature des matières premières qui constituent la ration.

La digestibilité des aliments facilement assimilables (type maïs-soja) est assez indépendante du type de broyage. Dans ce cas, le rôle de la préparation par le proventricule/gésier est assez réduit (atrophie du gésier) et les nutriments sont facilement absorbés dans la partie haute de l'intestin, (Nir et al, 1993). Par contre, les aliments constitués de céréales plus riches en polysaccharides non amylacés et ou enrichis en matières grasses saturées, devront être broyés plus grossièrement pour subir une meilleure préparation dans le proventricule/gésier. C'est-à-dire, soumis à l'action de l'acide chlorhydrique, de la pepsine et du mucus sécrétés par les parois du proventricule (augmentation des sécrétions par les grosses particules) et ensuite, le broyage par l'action des muscles du gésier.

Dans ce cas, le passage dans le duodénum est retardé (1 à 3 heures). Ce mécanisme fonctionne au maximum pour les grains entiers. Cette technique de broyage favorise aussi l'action des enzymes ajoutées dans la ration « cellulase, phytase » (Anonyme 1,2005).

#### 3.4. DIGESTION DES CONSTITUANTS ESSENTIELS ET ABSORPTION

Les aliments, après préhension par le bec, ils sont transférés dans le proventricule, avec un éventuel stockage préalable dans le jabot (Klasing 1998 in Sabi Sourokou S .A.B.I S 2014 ).

Ce stockage est régulé par l'état de remplissage du gésier : si le gésier est plein, le chyme est stocké dans le jabot où se trouvent certaines bactéries mycolytiques, tels que des lactobacilles, qui initient la dégradation de l'amidon

Le proventricule est le lieu de la sécrétion de pepsine et il débouche sur le gésier où s'effectuent le broyage et le malaxage du chyme. Cet organe est entièrement musculaire (à part une couche cornée interne revêtue d'épithélium simple constitué principalement d'entérocytes, de cellules à mucus et de cellules endocrines. Cet épithélium repose sur un tissu connectif, la lamina propria, qui elle-même repose sur une couche de muqueuse musculaire).

Le poids du gésier reflète donc la puissance de broyage de l'organe, ainsi que son activité (Moran,1982 ; Mc Lelland, 1990 ; Denbow, 2000). Le gésier est séparé du proventricule et du duodénum respectivement par l'isthme et le pylore. Ces deux zones sont impliquées dans la régulation des processus de digestion. La région pylorique est courte (Yamamoto et al., 1995), mais essentielle car, elle permet de réguler le passage du chyme du gésier vers le duodénum, et joue un rôle de filtre en ne laissant passer que des particules de très faible taille sans être un sphincter c'est-à-dire que le pylore chez le poulet, autorise les reflux du duodénum vers le gésier. L'intestin grêle, qui débute anatomiquement au pylore, est divisé en trois parties : le **duodénum** (du pylore

jusqu'à la portion distale de l'anse duodénale), le **jéjunum** (de la portion distale de l'anse duodénale jusqu'au diverticule de Meckel), et l'**iléon** (du diverticule de Meckel à la jonction iléo-caecale) .

L'originalité de la partie terminale encore appelée cloaque est l'aboutissement à la fois du rectum et des voies uro-génitales. Cette particularité anatomique rend difficile la détermination de l'énergie digestible chez les oiseaux, conduisant ainsi dans la pratique à la mesure de l'énergie métabolisable (Villate, 2001).

### 3.5. METABOLISME ENERGITIQUE

#### 3.5.1. Métabolisme

Chez les Oiseaux, le métabolisme basal est défini comme la production de chaleur au repos dans un endroit où la température ambiante est neutre. Il est à noter que la production de chaleur à jeun diminue avec l'augmentation de la température ambiante (Farrell, 1988).

Le besoin énergétique d'entretien qui inclut, au-dessus du métabolisme de base, une partie de l'activité physique et de l'utilisation de l'aliment serait aussi réduit (Sykes, 1977), aboutissant à plus d'énergie disponible pour la production si l'apport des autres nutriments est adéquat.

Celui-ci pourrait en effet augmenter avec l'accroissement de la masse maigre si ce dernier est associé à une augmentation de la synthèse protéique.

L'énergie n'est pas un nutriment; elle est fournie par des éléments nutritifs : les matières grasses, les glucides et les protéines. L'énergie est nécessaire au maintien des fonctions métaboliques de base, de la croissance pondérale et de la production d'œufs des volailles.

#### 3.5.2. Activité physique

La majorité des données provient des oiseaux adultes : chez des pondeuses, la station debout par rapport à la position de repos accroît la production de chaleur de 25 % (Van Kampen, 1976). On peut cependant considérer qu'au maximum 15 % de la production de chaleur journalière sont dûs à l'activité physique des poules pondeuses et peut diminuer jusqu'à 6 % en fonction du génotype (MacLeod et al 1982).

Les broilers passent 65 % de leur temps couchés avec de fréquentes interruptions pour manger, boire ou se déplacer (Murphy et Preston 1988). En fait, au moment de la station debout, les oiseaux produisent un bref efflux de chaleur et augmenteraient la surface corporelle disponible pour la perte de chaleur par diminution du contact avec les voisins ou le sol ; on peut penser que la fréquence des périodes debout contribuerait ainsi à la recherche d'un effet rafraîchissant. Chez des poulets en croissance placés dans un environnement normal, environ 7 % de l'EM ingérée est utilisée pour

l'activité physique mais le rationnement alimentaire pourrait augmenter cette proportion jusqu'à 15 % (Wenk et Van Es 1976).

La légère augmentation (jusqu'à 17 %) de la production de chaleur observée chez des poulets exposés à une température supérieure à celle du métabolisme minimum (cf figure 1) est à associer au coût énergétique dû au halètement leur se traduit par une activité accrue des muscles associés à la respiration qui conduit à élever la production de chaleur. En environnement chaud et durant l'exercice physique, le halètement représente à lui seul jusqu'à 12 % de l'accroissement de production de chaleur entre 35 et 40°C alors même que la fréquence respiratoire passe de 30 à 150 par minute. Toutefois l'accroissement de la demande énergétique par les muscles respiratoires pourrait être compensé par la diminution de la demande des autres tissus conduisant à peu ou pas de changement de la production de chaleur totale (Hillman et al., 1985). Pour déterminer le coût énergétique réel du halètement, des études semblent encore nécessaires.

### 3.5.3. Thermogénèse alimentaire

L'ingestion et la digestion des aliments et l'utilisation métabolique des nutriments ont un effet thermogénique. L'extra-chaleur qui est typiquement de l'ordre de 15 à 30 % de l'EM avec des aliments complets varie avec la composition alimentaire. On peut par conséquent s'attendre à ce que les régimes qui ont une forte extra-chaleur soient défavorables en climat chaud. Les protéines sont bien connues pour représenter la plus forte contribution à la thermogénèse alimentaire par rapport aux glucides ou aux lipides (Tasaki et Kushima, 1979). De plus, tout apport d'acides aminés en excès par rapport aux besoins entraîne un catabolisme accru et une production de chaleur augmentée (figure 6). Aussi, augmenter les niveaux protéiques alimentaires ne peut pallier la réduction de performances observée en climat chaud.

Husseini et al (1987) ont ainsi montré, avec des régimes dont les concentrations énergétiques et protéiques variaient respectivement de 12,80 à 14,27 MJ EM/kg et de 18 à 23 % de protéines brutes, que les meilleurs gains de poids des broilers étaient obtenus pour les régimes renfermant 20 % de protéines et 14,27 MJ/kg. En fait, l'apport alimentaire d'acides aminés pourrait être réduit en utilisant un apport protéique de base supplémenté en acides aminés de synthèse (Waldroup 1982). En effet une réduction du besoin en lysine a été rapportée chez des poulets de chair entre 2 et 4 semaines d'âge alors qu'une légère augmentation apparaît bénéfique sur le gain de poids entre 3 et 7 semaines quand les oiseaux sont exposés à une température modérément élevée « 26,5°C » (McNaughton et al 1983). La majeure partie de l'énergie alimentaire se trouve sous forme de glucides ou de lipides. L'intérêt des glucides ou des lipides comme source énergétique dépend de la température ambiante. Les lipides ont l'extra-chaleur la plus basse des trois classes de nutriments.

Si on suppose que le rendement de transformation de l'EM en Energie nette est d'environ 95 % pour les lipides comparé à 80 % pour les glucides, cela veut dire que pour 100 kJ d'énergie nette obtenus à partir des graisses, seulement 5 kJs ont perdus sous forme de chaleur, alors que 25 kJ seraient perdus avec les glucides (MacLeod 1985). De plus, les régimes contenant des graisses ont souvent une valeur énergétique plus élevée que la valeur EM calculée (Mateoset Sell 1980), qui pourrait s'expliquer notamment par un ralentissement du transit digestif et une amélioration de la digestibilité de l'amidon. En situation de libre-choix entre 3 et 7 semaines d'âge, les poulets montrent une préférence \*très nette pour des régimes riches en graisses comparés à des régimes riches en glucides. Quelle que soit la forme de présentation de l'aliment, farine ou granulés, les régimes riches en lipides sont toujours préférés par les poulets en croissance (Fuller 1981). Remplacer les glucides alimentaires par des graisses devrait permettre d'utiliser des matières premières riches en fibres et pauvres en énergie. Une expérience intéressante a été conduite au Poultry Research Centre (Mac Leod 1985) pour comparer les effets de régimes riches en graisses et en énergie (régime X) ou riches en fibres (cellulose) et pauvres en énergie (régime Y) chez des dindes entre 42 et 72 jours d'âge (figure 7). Lors d'une exposition à la chaleur (32°C), les quantités d'aliment ingérées chutent brutalement avec les deux régimes, mais alors que la diminution est de 75 % avec l'aliment X, elle n'est que de 25 % avec le régime Y. Ces résultats suggèrent que l'ingéré alimentaire est réduit lors d'un stress thermique pour diminuer la composante « thermogénèse alimentaire » de la production de chaleur. L'extra-chaleur mesurée avec les régimes riches en graisses représente 10 % de l'EM contre 30 % pour les régimes riches en fibres. Pour produire la même diminution de production de chaleur, l'ingéré du régime X doit diminuer d'un facteur 3 comparé à celui obtenu avec le régime Y. Cependant, le contenu énergétique net supérieur des régimes riches en graisses permettrait des ingérés énergétiques plus importants comme le montre la figure 7. (Abdelsamie et al 1983) rapportent également une amélioration de l'efficacité alimentaire bien que les gains de poids restent plus faibles avec des régimes riches en fibres chez des poulets en croissance élevés en climat chaud.

Nous avons également testé dans notre laboratoire l'influence de la composition du régime alimentaire sur la croissance des broilers entre 3 et 7 semaines d'âge élevés à 22 ou 32°C (Aïn Baziz et al 1990). Six régimes ont été constitués dont les concentrations en énergie métabolisable variaient de 2800 à 3300 kcal (11,7 à 13,8 MJ), en protéines brutes de 170 à 300 g, en lipides totaux de 80 à 150 g et en son de blé (fibres) de 0 à 280 g par kg d'aliment. Bien que les niveaux de consommation différaient selon la nature des régimes, sur le plan énergétique, la quantité d'énergie retenue sous forme de protéines était identique dans tous les traitements; seule la quantité d'énergie déposée sous

forme de lipides était affectée par la composition du régime, et ceci à température normale comme à température chaude.

Il apparaît donc difficile d'améliorer le gain de poids, et surtout le gain de masse maigre, chez le poulet de chair élevé au chaud, par la seule modification de la composition alimentaire. Une autre alternative consiste à supprimer la distribution d'aliment pendant les heures chaudes pour réduire la surcharge thermique due à la thermogénèse alimentaire au niveau des animaux. Un essai réalisé récemment sur des broilers âgés de 5 semaines montre qu'en enlevant l'aliment deux heures avant et pendant toute la durée du stress thermique (4 heures à 35-40°C) la température rectale augmente moins et moins vite qu'en présence d'aliment (Francis et al 1991).

L'absence d'interaction entre température ambiante et concentration des nutriments alimentaires chez les poulets de chair à croissance rapide (Charles et al 1981) suggèrent que les effets des températures élevées sont spécifiques et n'agissent pas seulement via la nutrition : un contrôle neuro-hormonal pourrait être impliqué.

Traditionnellement, on distingue deux parts dans les dépenses énergétiques des animaux : celle qui concerne leur entretien et celle qu'exige leur production. La première est définie, en principe, comme ce qui est nécessaire au strict maintien de l'homéostasie de l'animal (glycémie, température, pression osmotique, pH, etc.) et l'équilibre énergétique, c'est-à-dire sans perte ni gain de réserves énergétique. La seconde est constituée à la fois du contenu énergétique de ce qui est produit et des pertes caloriques liées aux synthèses du fait que le rendement n'est jamais de 100% (Larbier.M et Leclercq.B, 1992). Lors de l'utilisation de l'aliment par l'animal, il y a de nombreuses pertes de l'énergie contenue dans l'aliment. L'énergie brute (EB) représente l'énergie contenue dans l'aliment. Elle se mesure à l'aide d'une bombe calorimétrique. Lorsque l'on soustrait les pertes de l'énergie contenue dans les fèces à l'EB, on obtient l'énergie digestible (ED) qui est fonction de la digestibilité de l'énergie (dE). Elle correspond à l'énergie des nutriments dans l'organisme.

Par la suite, lorsque l'on soustrait les pertes d'énergie urinaire et gazeuse (issues des fermentations digestives) à l'ED, on obtient l'énergie métabolisable (EM) qui correspond à l'énergie d'origine alimentaire disponible pour les cellules de l'organisme.

En formulation pour des volailles, on raisonne en EM car c'est la mesure la plus simple à réaliser (du fait du mélange urines et fèces et à condition de négliger les pertes gazeuses) et elle est plus adaptée que l'ED. De plus, l'EM est souvent exprimée en énergie métabolisable apparente à bilan azoté nul (EMAn).

Cette correction permet de supprimer la variabilité du niveau de synthèse protéique fonction du stade physiologique des animaux (Carre et Roze, 1990). Pour finir, si l'on soustrait les pertes

d'extrachaleur, nous obtenons l'énergie nette (EN) qui couvre les dépenses d'entretien et de production

La partition du besoin peut donc être résumée selon ce qui est présenté dans la figure 8.

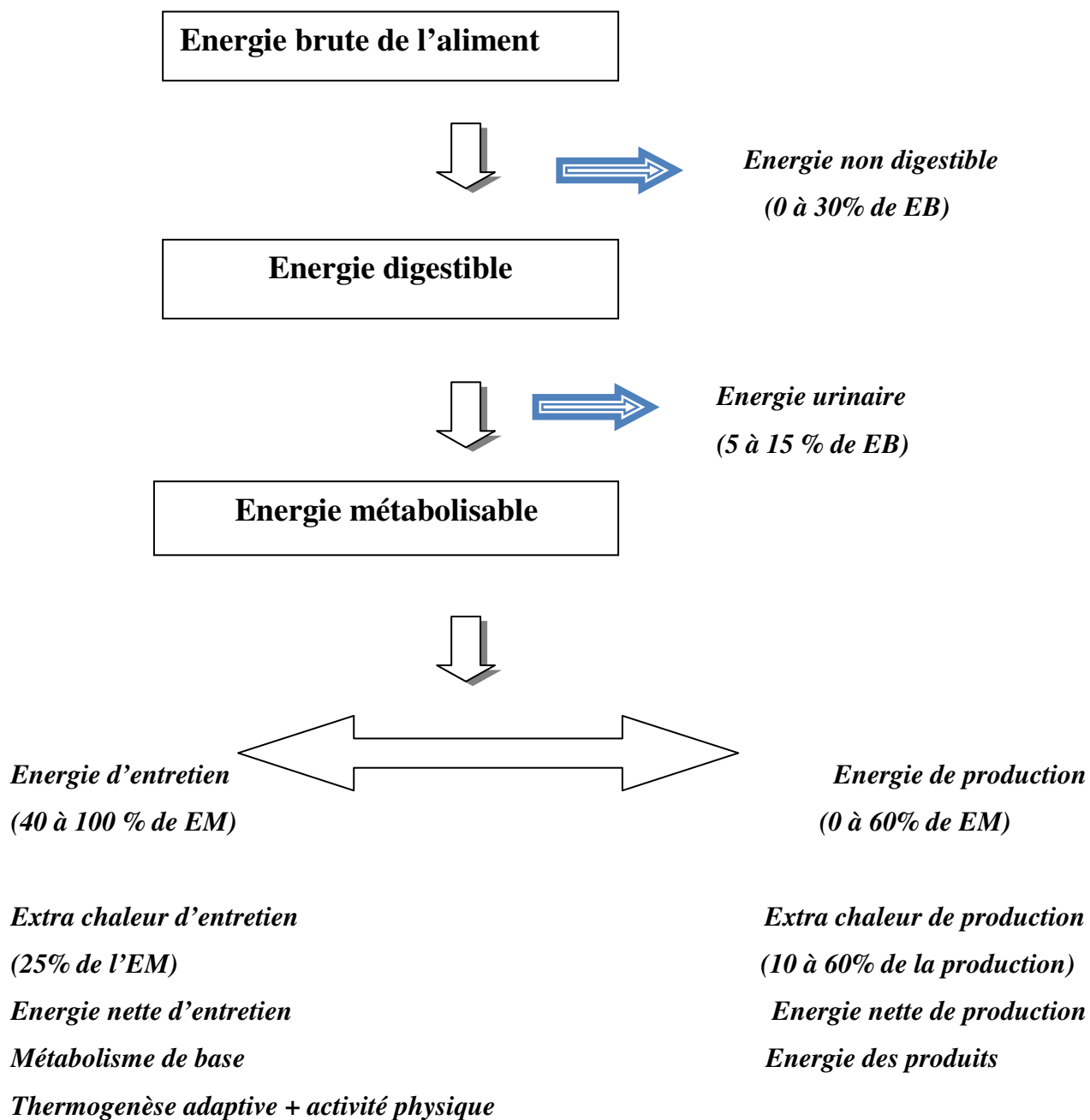


Figure 8 - Répartition des besoins du poulet (Larbier. M et Leclercq. B, 1992).

### 3.6 . METABOLISME ET BESOIN DES GLUCIDES

Les oiseaux utilisent du glucose comme substrat d'oxydation cellulaire, en priorité pour les cellules nerveuses du cerveau.

La glycémie, qui est donc l'une des homéostasies les plus indispensables à la survie des homéothermes, est maintenue aux environs de 1.3 à 2.6 g/l, soit 2 à 10 fois celle des mammifères, (Erich.K, 1975). Le coma hypoglycémique, chez les oiseaux, survient en dessous de 0,7 g/l (Larbier.M et Leclercq.B, 1992).

#### - Besoins énergétique du poulet de chair

Les besoins énergétiques pour la croissance comprennent les besoins en énergie pour l'entretien, l'activité et la constitution des tissus corporels nouveaux. Pour obtenir un niveau de croissance suffisamment appréciable, il faut tout d'abord satisfaire les besoins énergétiques pour l'entretien et l'activité de l'oiseau, (Picard, 2001). Le développement corporel du poulet de chair est d'autant plus rapide que la consommation quotidienne d'énergie métabolisable est élevée.

L'ingéré énergétique journalier dépend évidemment des besoins de l'animal, mais également de la présentation de l'aliment et de sa teneur en énergie, (Larbier.M et al, 1991). La valeur énergétique d'une ration est l'un des principaux facteurs déterminant l'efficacité de son utilisation. Il faut moins d'aliment pour élever un poulet de chair lorsqu'on utilise des rations à haute énergie plutôt qu'à faible énergie. L'accroissement du niveau énergétique conduit toujours à une amélioration de l'indice de consommation et de la vitesse de croissance (Azzouz, 1997).

### 3.7. LE METABOLISME ET BESOIN PROTEIQUE

#### 3.7.1 Le rôle des acides aminés

suite à l'absorption des matières azotées, seuls des acides aminés (AA) libres sont déversés dans le sang. Les acides aminés assurent plusieurs fonctions

- 1- un rôle d'entretien à travers le renouvellement des cellules,
- 2- un rôle de croissance à travers l'accroissement du nombre et de la taille des cellules,
- 3- assurent certaines sécrétions (de nature protidique) nécessaires au fonctionnement de l'organisme comme certaines hormones, ...
- 4- sont nécessaires aux productions riches en protéines comme les œufs. En effet, la ponte d'un œuf de 60 g représente une dépense azotée 3,5 fois supérieure aux dépenses azotées d'entretien d'une poule de 2,5kg (Gadoud et al., 1992).

Les volailles, tout comme tous les animaux supérieurs, sont incapable de synthétiser certains acides aminés, dit indispensables, dont ils ont besoin pour leur synthèse protéique et leur renouvellement tissulaire. Ils doivent les consommer dans leur alimentation. Au regard de la synthèse protéique, tous les acides aminés sont également indispensable dans la mesure où l'absence de l'un d'entre eux empêchera le processus anabolique. Mais du point de vue biochimique et par voie de conséquence de la nutrition, les acides aminés sont classés en trois groupes :

**Les acides aminés indispensable** : ils doivent être apportés par l'alimentation, (lysine, méthionine et la thréonine).

° Acides aminés semi-indispensables : ils peuvent être synthétisés à partir d'acides aminés indispensable, (cystéine et la tyrosine).

° Les acides aminés non indispensable ou banals : ils sont facilement synthétisés à partir, soit d'intermédiaires soit d'autre acides aminés également non indispensables (figure 9).

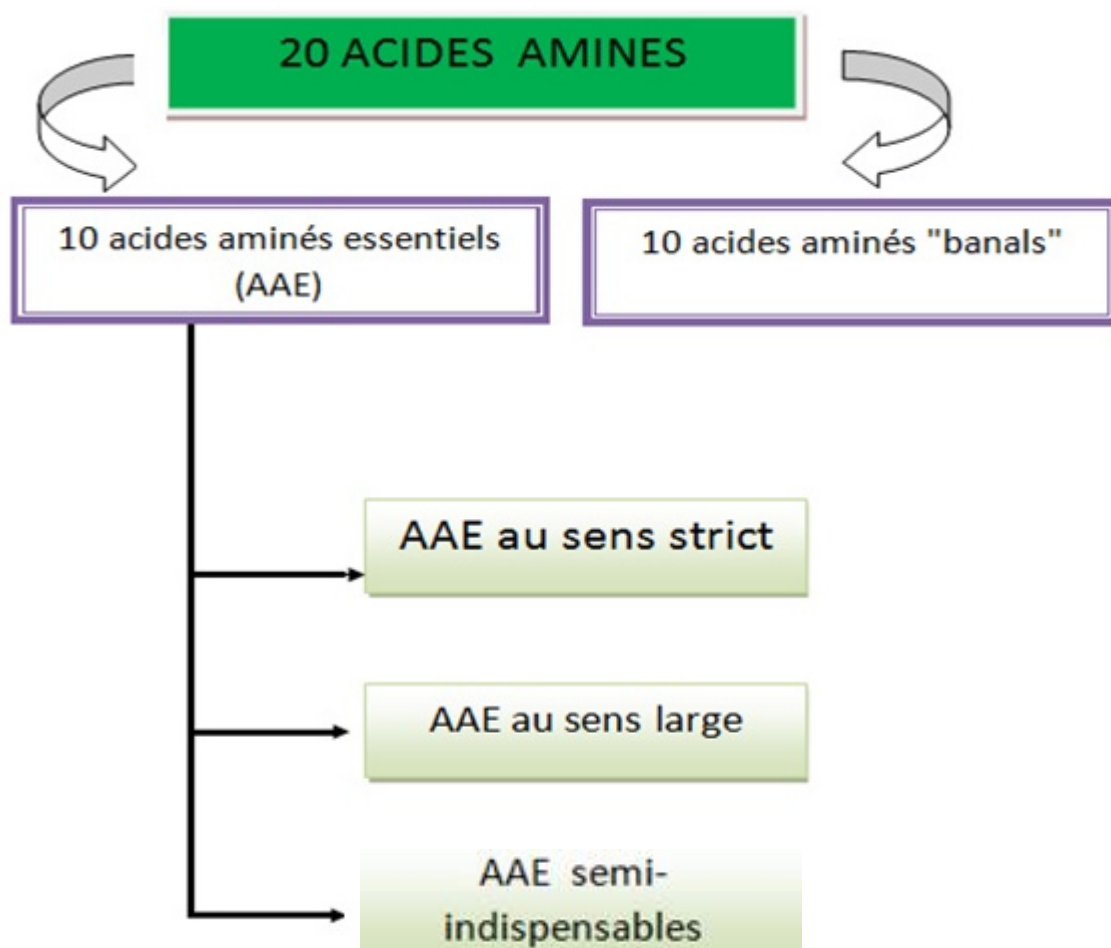


Figure 9 - Classement des acides aminés chez les volailles

### 3.7.2. Acides aminés indispensables

Parmi les 20 acides aminés indispensables à l'anabolisme protéique, certains sont dit « banals » car ils peuvent être synthétisés dans des quantités suffisantes par l'animal à partir d'autres acides aminés grâce au phénomène de transamination. En revanche, chez les volailles, une dizaine de ces acides aminés sont considérés comme « essentiels » car ils ne peuvent pas être synthétisés par l'animal

→ AAE au sens strict ; ils sont synthétisés par l'animal en trop faible quantité

→ AAE au sens large ils sont synthétisés par l'animal à partir d'autres AAE

→ AAE semi indispensables Ces AAE doivent être fournis à l'animal par l'alimentation (Gadoud et al., 1992). Chez les volailles les principaux AAE limitant sont par ordre d'importance décroissante : la Méthionine, la Lysine, la Thréonine et le Tryptophane. Ainsi lorsque les besoins en méthionine sont couverts (1er facteur limitant), la Lysine devient le facteur limitant (second facteur limitant)

### 3.7.3. Valeur nutritionnelle des acides aminés

En état de jeûne ou lorsque l'apport alimentaire de nutriments énergétique est insuffisant et que les réserves corporelles de glycogène sont trop faible pour assurer le maintien de la glycémie à son niveau normal, certain acides aminés sont dégradés et leur copule carbonée convertie en glucose (gluconéogenèse). Les réactions métaboliques mise en œuvre peuvent aussi aboutir à la production de substances non énergétiques telles que des hormones ou des médiateurs chimiques : thyroxine, adrénaline et dopamine proviennent ainsi respectivement de la phénylalanine et de la tyrosine.

Lorsque l'apport alimentaire d'acides aminés dépasse le besoin lié à la synthèse protéique, l'excès est catabolisé. Chez la volaille l'acide urique constitue la principale forme d'excrétion de l'azote. Puisque le cycle de l'urée n'existe pas chez ces animaux, la synthèse de l'acide urique est contrôlée par la xanthine-oxydase hépatique dont l'activité augmente avec le taux protidique de la ration.

Dans les conditions physiologiques et nutritionnelles normales, l'uricémie d'un oiseau varie entre 30 et 100 mg/l et la quantité d'acide urique excrétée par jour est comprise entre 4 et 5g. Une augmentation anormale de l'uricémie entraîne des précipitations d'acide urique au niveau des reins, des articulations, du péricarde etc. de tel accidents sont favorisés par la consommation d'aliment trop riches en protéines ou déficient en vitamine A (Larbier et al,1991).

#### 3.7.4. Métabolisme protéique

Le métabolisme protéique regroupe l'ensemble des réactions anaboliques et cataboliques mettant en jeu des acides aminés (AA). Les acides aminés peuvent provenir de la biosynthèse (à partir d'autres acides aminés ou de métabolites), de la dégradation de protéines corporelles ou de la digestion de protéines alimentaires.

Il existe donc un échange permanent entre le pool d'acides aminés libres et les protéines corporelles. La protéosynthèse permet la production de :

- 1- protéines fonctionnelles (enzymes, hormones),
- 2- protéines circulantes dans le sang et la lymphe,
- 3- protéines tissulaires (téguments, organes et muscles) et
- 4- protéines de production (muscle, œuf,...).

Pour les volailles comme pour toutes les espèces, la protéosynthèse suppose la présence simultanée de 20 acides aminés différents. Il est donc nécessaire que ceux-ci soient présents dans les proportions adéquates dans le pool métabolique (Dusart, 2015).

#### 3.8. APPORT EN OLIGOELEMENTS ET VITAMINES

Présents en faible proportion dans l'aliment, ils sont néanmoins indispensables.

Leurs carences entraînent des troubles graves et des retards de croissance. Les vitamines jouent un rôle important dans la croissance des poulets de chair et les apports recommandés sont prescrits dans le tableau 17. Les minéraux les plus importants sont le phosphore et le calcium qui jouent un rôle essentiel dans l'équilibre humoral comme dans la formation du squelette et de la coquille (Ferrando, 1969). Les besoins en ces deux minéraux dépendent de la qualité de la vitamine D.

Dans une moindre mesure, l'apport en manganèse peut également affecter l'assimilation du calcium et du phosphore (Smith, 1992). Le rapport phosphocalcique le plus favorable à une bonne rétention osseuse de ces deux éléments semble se situer entre 2 et 3 (Mabalo, 1993). Le sodium et le chlore améliorent l'assimilation des protéines, l'excès entraîne une grande consommation d'eau et la diarrhée. La concentration en chlorure de sodium ordinaire recommandée chez les volailles est d'environ 0,5 % des rations (Smith, 1992).

Le magnésium est importante car sa carence ralentit la croissance des poulets de chair et entrave l'ossification. Le fer, le cuivre, le cobalt sont indispensables pour la formation de l'hémoglobine. Le manganèse intervient dans le métabolisme du phosphore ; un régime pauvre en cet oligo-élément entraîne des cas de pérosis chez les poulets de chair ( Nys et al., 2003). Une ration pauvre en zinc entraîne des retards de croissance et des démarches dites d'oies.

Tableau 17 - Apports recommandés en minéraux essentiels chez le poulet de chair (INRA, 1979)

| <i>Apports</i>       | <i>Démarrage</i>   | <i>Croissance</i>  | <i>Finition</i>    |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Calcium (%)</b>   | <b>1 à 1.1</b>     | <b>0.9 à 1</b>     | <b>0.8 à 0,9</b>   |
| <b>Phosphore (%)</b> | <b>0,42 à 0.45</b> | <b>0,38 à 0.41</b> | <b>0.35 à .030</b> |
| <b>Sodium (%)</b>    | <b>0,17</b>        | <b>0,17</b>        | <b>0,17</b>        |
| <b>Chlore (%)</b>    | <b>0,15</b>        | <b>0,15</b>        | <b>0,15</b>        |

### 3.9. Métabolisme et besoin lipidique

Dans le cas du métabolisme des lipides, contrairement à de nombreuses espèces mammifères, la synthèse des lipides chez le poulet est surtout hépatique (O'Hea et Leveille 1969, Saadoun et Leclercq 1987, Griffin et al 1992). Les tissus adipeux jouent le rôle de tissus de stockage. Une étude faite sur les poulets maigres et les poulets gras, une glycémie élevée apparaît chez les sujets maigres ce qui leur permet une utilisation métabolique moins intense du glucose.

La lipogenèse hépatique mesurée est plus intense chez les poulets gras. Elle est suivie d'une sécrétion importante de VLDL (very low density lipoprotein = lipoprotéine de très basse densité). Parallèlement, on observe une incorporation plus intense du carbone de l'alanine dans les lipides du poulet gras, qu'il s'agisse du carbone-14 dans les lipides de réserve (Geraert et al 1986). Ceci suggère qu'une partie des chaînons carbonés issus de la désamination des acides aminés servirait à la synthèse d'acides gras et que ce phénomène serait plus prononcé chez le génotype gras.

Les lipides sont issues des huileries (huiles végétales) ou des abattoirs (suif, graisse, saindoux). Ce sont des sources importantes d'énergie métabolisable pour l'alimentation des volailles (Scott, 1976). Elles permettent d'accroître la valeur énergétique des rations tout en diminuant les indices de consommation. Les lipides facilitent l'utilisation de matières premières riches en protéines (tourteaux) mais présentant des niveaux d'énergie relativement bas (Sakandé, 1993). Des travaux de Polin et Hussein (1982) montrent que les poussins âgés d'une semaine retiennent 25 % de lipides de moins que ceux âgés de 2 à 3 semaines, ceci du fait que les sels biliaires impliqués dans la digestion des lipides ne sont pas produits en quantité suffisante chez le poussin, puisque la sécrétion biliaire augmente avec l'âge de la volaille. Selon l'ISA (1985) cité par Sakandé (1993), l'utilisation de matières grasses d'origine animale, donc riches en acides gras saturés peut entraîner la formation de

savons mal absorbés par les poussins et occasionner une mauvaise utilisation du calcium et par, conséquent, une augmentation de l'incidence de la dyschondroplasie tibiale. Gab-wé (1992) estime que l'huile d'arachide incorporée au taux de 4 % dans la ration du poulet de chair de 6 semaines d'âge donne de meilleurs résultats de croissance.

### 3-9-1 - Effet de la nature des lipides

#### a) Nature des lipides et croissance

Parigi Bini (1986) signale que les graisses végétales sont mieux utilisables et plus absorbables que celles d'origine animale ceci du fait que les graisses végétales sont riches en acides gras insaturés, indispensables au poulet, à l'instar des acides linoléique, linoléique et arachidonique. Ainsi, Pan et al. (1979) notent une bonne croissance lorsque les lipides sont apportés soit par l'huile de palme, soit par l'huile de soja et mieux encore par l'huile de coco. Antoniov et al. (1980) observent qu'en remplaçant l'huile de soja par le suif il y a baisse de la conversion alimentaire, Bartov (1987) constate plutôt une amélioration de l'ingestion alimentaire chez des poulets qui reçoivent une ration riche en suif par rapport à un autre lot dont la ration est supplémentée en huile végétale.

Malgré la diversité des opinions concernant les performances de croissance dues à différentes sources de lipides, on peut affirmer que la nature de la matière grasse est un facteur important pour le gain de poids chez le poulet de chair. Qu'en estil de la constitution du squelette et de l'équilibre osmotique de la volaille ?

#### b) Nature des lipides et besoins en sels minéraux et en vitamines

Les lipides à acides gras insaturés seraient favorables aux dystrophies, de part l'inhibition qu'ils exercent sur le sélénium, estime Ferrando (1969). Il est rejoint par Sauveur (1988) qui montre que la conséquence de la carence en zinc qui est la chondrodystrophie est potentialisée par des teneurs élevées en acides gras polyinsaturés, tandis que l'inverse se produit lorsqu'on apporte des acides gras saturés et des vitamines aux poulets. Cela suggère que l'utilisation d'acides gras insaturés dans les rations doit s'accompagner d'une augmentation de la teneur en minéraux et en vitamines.

#### c) Nature des lipides et qualité de la viande

Chez les espèces monogastriques, comme le porc et la volaille, le degré d'insaturation des lipides musculaires est un bon reflet du degré d'insaturation des lipides alimentaires. Dans ces espèces, il est donc possible d'augmenter la quantité de lipides insaturés du muscle en fournissant une nourriture riche en huile végétale. C'est donc cette dernière qui détermine en partie la qualité des viandes. Une telle alimentation apporte au poulet les AGPI (linoléique, linoléique) qu'il est incapable de synthétiser. Toutefois, l'augmentation des acides gras insaturés et surtout polyinsaturés entraîne, lors de la conservation de la viande des problèmes d'oxydation des lipides et de la myoglobine, causes principales de la dégradation des qualités organoleptiques des viandes (Morissey et al., 1998).

L'assimilation et la digestibilité des lipides chez le poulet de chair est plus efficace à l'âge avancé (Lessire et al., 2003) .



# CHAPITRE IV : Méthodologie

#### 4. METHODOLOGIE

##### 4.1. Dispositif expérimental et conduite d'élevage

###### Espèce de poule adoptée pour l'élevage

La Leghorn blanche porte le nom scientifique *Gallus gallus domesticus*. Cette espèce tolère la chaleur mieux que les autres espèces par sa tendance à l'engraissement (figure 10 )

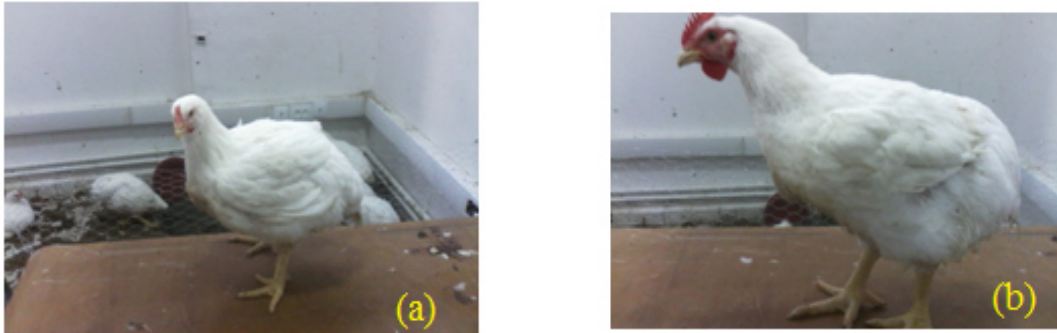


Figure 10 - *Gallus gallus domesticus* choisie dans notre étude

Le choix du lieu d'élevage est très important car il nécessite une superficie respectée et un endroit propre et désinfecté. De ce fait, les essais se sont déroulés au laboratoire suivant un dispositif expérimental classique. Ce dernier comporte deux lot de 1,60 m<sup>2</sup> pour un début d'élevage de 47 poussins chacun. Le lieu doit être privé de courant d'air. Cette expérimentation a duré du 11 au 23 Avril 2019 (tableau 18 ).

Tableau 18 - Poids moyens de départ des poussins mis en expérimentation

|            |            | Témoin          | Expérimental    |
|------------|------------|-----------------|-----------------|
| Date       | Âge (jour) | Poids moyen (g) | Poids moyen (g) |
| 11/04/2019 | 1          | 42              | 42              |

Ces poussins ont suivi un comportement alimentaire varié. Les poussins témoins reçoivent une alimentation conventionnée (aliment ONAB ) durant toute notre étude. Par contre, les autres poussins expérimentaux sont alimentés d'une nourriture préparée à base de végétal riche en glucide. Ce régime est utilisé sans arrêt durant 33 jours d'expérimentation.

#### 4.2. Préparation des lots d'expérimentation

Les lots d'expérimentation ont été choisis de manière à éviter le courant d'air pour bien mener notre travail (figure10). Chacun des lots présente 15 individus sélectionnés correspondant à une densité de 15 poussins/1,60 m<sup>2</sup>.

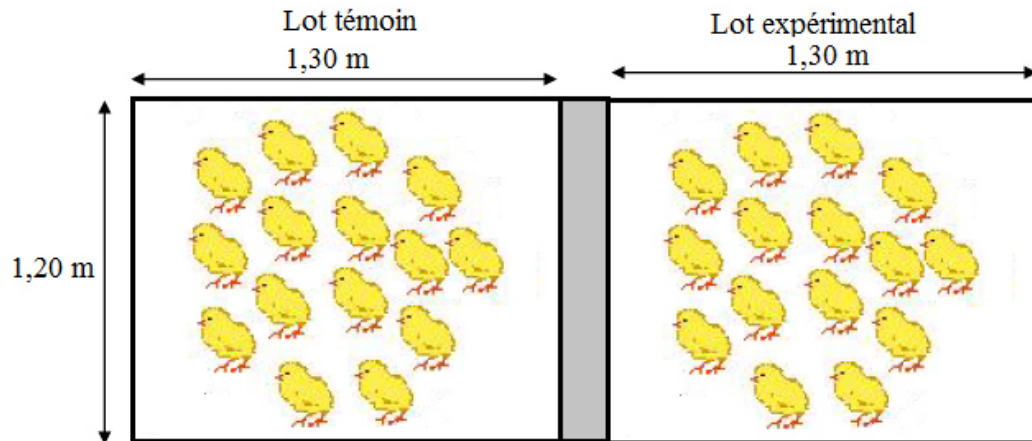


Figure 11 - Dispositif expérimental schématisé dans l'élevage du poulet de chair.

#### 4.3. Conditions d'expérimentation

- **Température** (T°C) : Les normes de température recommandées dans le cas d'un démarrage pour le poulet de chair sont comprises entre 31 et 33°C dans les trois premiers jours. Le maintien de cette température nécessite un chauffage ou résistance. Ensuite la température ambiante diminue progressivement.
- **Ventilation** : L'élevage du poulet dégage des odeurs et les gaz toxiques (ammoniac, méthane, anhydre sulfureux) qui proviennent des déjections et des fermentations de la litière. Parmi ceux-ci l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) qui provient de la décomposition, de l'acide urique.
- **Surveillance de la litière** : La litière est utilisée pour protéger et isoler les poussins du contact avec le sol froid. Il sert aussi à les protéger contre l'humidité des déjections et les contaminations par des microorganismes.
- **Lumière** : Après éclosion, le poussin ne voit que très peu ; la lumière permet de les stimuler à boire, à bien manger, à se chauffer pour réussir à un bon démarrage (Figure ).
- **Superficie** : La densité adéquate au bon développement des poussins doit être de 10 individus par mètre carré (10 ind./m<sup>2</sup>).

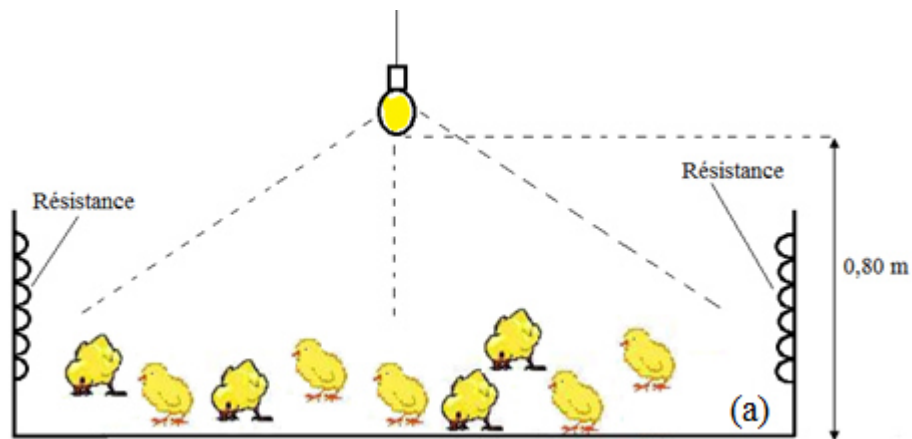


Figure 12 - Procédé expérimental au laboratoire.  
(a) schématique réalisé  
(b) réel

#### 4.4. Préparation de l'aliment

Les poussins du lot témoin reçoivent une alimentation conventionnée (aliment ONAB ) durant toute notre étude . Cet aliment contient de la matière sèche, matière minérale, calcium, protéines brutes, cellulose et matières grasses En effet, Ces rations aviaires destinées aux poulets de chair, ont été élaborées de sorte à couvrir les besoins de l'animal.

Durant la première période de démarrage, les poussins des deux lots (témoin et expérimental) ont été nourris à un même type d'aliment (aliment de démarrage) importé de l'étranger, présenté en miette (Tableau 19 ).

Au delà de cette période, 30 poussins ont été sélectionnés pour un parcours de 33 jours et de façon continue. A partir du 13<sup>ème</sup> jour, un autre type d'aliment est utilisé dite aliment croissance (engraissement) et finition qui est en granulé uniquement pour les poussins témoins (tableau 19).

Tableau 19 - Composition de l'aliment démarrage pour le poulet de chair

| Composants             | Valeurs |
|------------------------|---------|
| Matières sèches (%)    | 89,17   |
| Matières minérales (%) | 07,48   |
| Calcium (%)            | 01,03   |
| Protéines brutes (%)   | 20,96   |
| Cellulose brute (%)    | 06,67   |
| Matières grasses (%)   | 05,88   |

Source :ONAB

Tableau 20 - Composition de l'aliment de croissance et finition chez le poulet de chair

| Composants             | Valeurs |
|------------------------|---------|
| Matières sèches (%)    | 88,25   |
| Matières minérales (%) | 7,36    |
| Calcium (%)            | 0,98    |
| Protéines brutes (%)   | 20,12   |
| Cellulose brute (%)    | 5,72    |
| Matières grasses (%)   | 4,37    |

Source :ONAB

Par contre pour le lot expérimental et au-delà du 13<sup>ème</sup> au 23<sup>ème</sup> jour, les poussins reçoivent un aliment préparé de composition à base de végétal (*Cératonia siliqua*) riche en glucide et en lipide. Les protéines sont à faible pourcentage (figure 12 ).

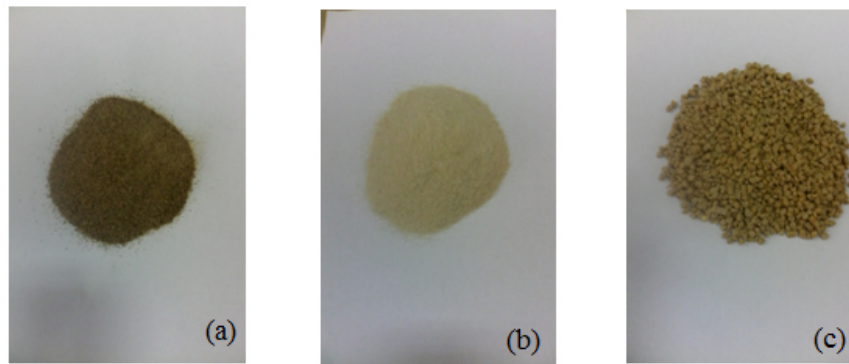


Figure 13 - Différents produits utilisés pour la préparation de l'aliment de volaille.  
 (a) : *Ceratonia siliqua* en poudre ; (b) : Pain sous forme de poudre et  
 (c) : Aliment de croissance (2<sup>ème</sup> âge).

Les pulpes et les graines de *Ceratonia siliqua* ont été broyées puis mélangées à une quantité de pain en poudre en ajoutant une proportion d'aliment de croissance. Une pâte est préparée puis transformée en granulée. Les proportions utilisées pour la préparation de l'aliment sont mentionnées dans le tableau 21 .

Tableau21- Suivi de l'alimentation des poussins du lot expérimental

|  | Période<br>(13 j au 23 j) | Période<br>(24 ji au 45 j) |
|--|---------------------------|----------------------------|
| Aliment de croissance ou engraissement (%) | 50                        | 33.33                      |
| <i>Ceratonia siliqua</i> en poudre (%)     | 25                        | 33.33                      |
| Pain en poudre (%)                         | 25                        | 33.33                      |

#### 4.5. Suivi sur les animaux

Chaque jour, le poids moyen des animaux est enregistré pour les deux lots témoin et expérimental (figure14 ). Les animaux sont ensuite pesés individuellement à chaque changement d'aliment. Le suivi de la consommation d'aliment par lot est réalisé. Parallèlement, on note la mortalité des animaux pour chaque lot.



Figure 14 - La pesée du poulet

#### 4.6. Le contrôle de croissance

Il est nécessaire d'effectuer une pesée journalière des animaux afin que nous puissions suivre l'évolution du poids et la croissance du poulet, adapté à une conduite alimentaire mise en expérimentation.

Au moment des pesées, nous observons pour chaque lot un gain de poids permettant d'estimer la croissance du poulet. Les gains de poids des individus témoins et expérimentaux sont enregistrés afin de suivre la conduite d'élevage. Cette opération est indispensable pour suivre sérieusement notre étude .

#### 4.7- Paramètres mesurés

Les performances de croissance mesurées habituellement chez le poulet de chair (Gain de Poids : GP, Indice de Consommation : IC) ont été mesurées à partir de l'âge du 1<sup>er</sup> jour pour chaque lot . Les sujets ont été pesés individuellement à l'aide d'une balance électronique . Les poids respectifs des animaux ont été enregistrés sur une fiche de pesée d'animaux.

L'indice de consommation (IC) a été calculé en faisant le rapport de la quantité d'aliment consommée pendant une période sur le gain de poids réalisé sur cette même période selon

l'expression suivante : 
$$IC = \frac{\text{quantité d'aliment consommée pendant une période ( G)}}{\text{Gain de poids durant la même période ( G)}}$$

## 5. RESULTATS ET DISCUSSION :

### Résultats

#### Traitements des données

Les résultats obtenus durant le séjour d'expérimentation ont été traités par les tests élémentaires du logiciel Statistica.

#### Mortalité

Le taux de mortalité enregistré dans les premiers jours de la première semaine dans le lot témoin et le lot expérimental correspond respectivement à 4,25 et 2,12 % donc il diffère fortement entre les lots. Cette mortalité est due à une asphyxie des poussins ; elle ne s'est rencontrée que lors de la pesée.

Au delà de la première semaine aucune mortalité n'est signalée dans les deux lots. Les mortalités dépendent des différentes phases de l'élevage et des aliments distribués (Tableau 22)

Ce résultat est très satisfaisant.

Tableau 22 Représentation de l'évolution de la mortalité durant l'étude.

| Séjour d'expérimentation   |  | Mortalité |       |              |       |
|----------------------------|--|-----------|-------|--------------|-------|
|                            |  | Témoin    |       | Expérimental |       |
|                            |  | Nombre    | ( % ) | Nombre       | ( % ) |
| <i>Phase de démarrage</i>  | 1 <sup>ère</sup> semaine<br>(47 sujets)  | 2         | 4,25  | 1            | 2,12  |
|                            | 2 <sup>ème</sup> semaine<br>(47 sujets)  | 0         | 0     | 0            | 0     |
| <i>Phase de croissance</i> | 3 <sup>ème</sup> semaine<br>(15 sujets ) | 0         | 0     | 0            | 0     |
|                            | 4 <sup>ème</sup> semaine<br>(15 sujets)  | 0         | 0     | 0            | 0     |
|                            | 5 <sup>ème</sup> semaine<br>(15 sujets)  | 0         | 0     | 0            | 0     |
| <i>Phase de finition</i>   | 6 <sup>ème</sup> semaine<br>(15 sujets)  | 0         | 0     | 0            | 0     |

### Croissance

Au début de l'élevage, les deux lots de poussins représentent chacun 47 sujets et ce durant uniquement la première semaine. Le poids moyen des poussins dans chaque lot est de 42 g.

Durant cette période les deux lot sont mis au même condition alimenté avec le même aliment qui est l'aliment ONAB de démarrage

Durant cette période on a constate un gain de poids considérable mais faible par apport aux référence commercial de la souche calculer sur la base d'un élevage soumis aux conditions les plus favorables

Tableau 23 - Représentation de l'évolution de la croissance en phase de démarrage (1<sup>ère</sup> semaine).

| Age | Lot Témoin | Lot expérimental | Norme commerciale |
|-----|------------|------------------|-------------------|
| 1   | 42         | 42               | 40                |
| 3   | 59         | 57               | 76                |
| 5   | 90         | 85               | 140               |

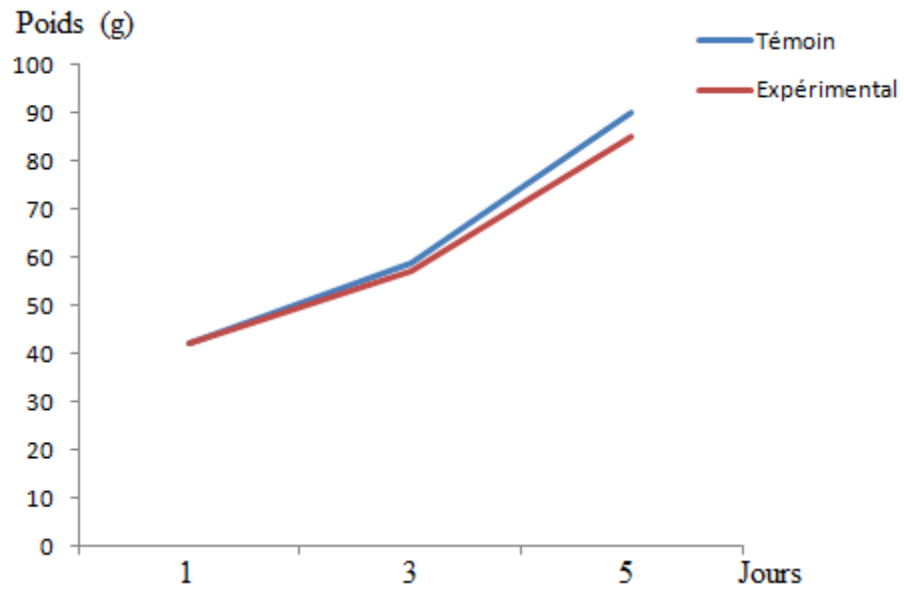


Figure 15- Croissance des poussins en phase de démarrage.

Au 5<sup>em</sup> jours des lots en enregistré un gain de poids considérable soit le double du poids de du poussin mis en place.

Après deux semaines d'âge, nous avons réduits le nombre de poussins à 15 individus par lot pour suivre la performance de croissance ne fonction de deux aliments différents cités précédemment. Nous précisons que les poulets sont soumis à une distribution d'aliments équitable entre les deux lots par jour. Il est à noter que pendant la troisième semaine (1<sup>ère</sup> semaine de croissance), les individus soumis à un régime à base du Caroubier présentent une croissance meilleure par rapport aux individus du lot témoin ayant consommé de l'aliment de croissance de l'ONAB (tableau 23 et figure 15). Le gain de poids moyen des sujets du lot expérimental est nettement supérieur à celui du lot témoin. Les valeurs sont respectivement 246 et 219 grammes

Tableau 24 - Evolution du poids du poulet en phase de croissance (3<sup>ème</sup> semaine)

| Age (jours) | Lot témoin | Lot expérimental | Normes commercial |
|-------------|------------|------------------|-------------------|
| 13          | 290        | 315              | 446               |
| 14          | 317        | 342              | 502               |
| 15          | 342        | 360              | 561               |
| 16          | 360        | 392              | 624               |
| 17          | 401        | 448              | 690               |
| 18          | 493        | 511              | 760               |
| 19          | 509        | 561              | 833               |

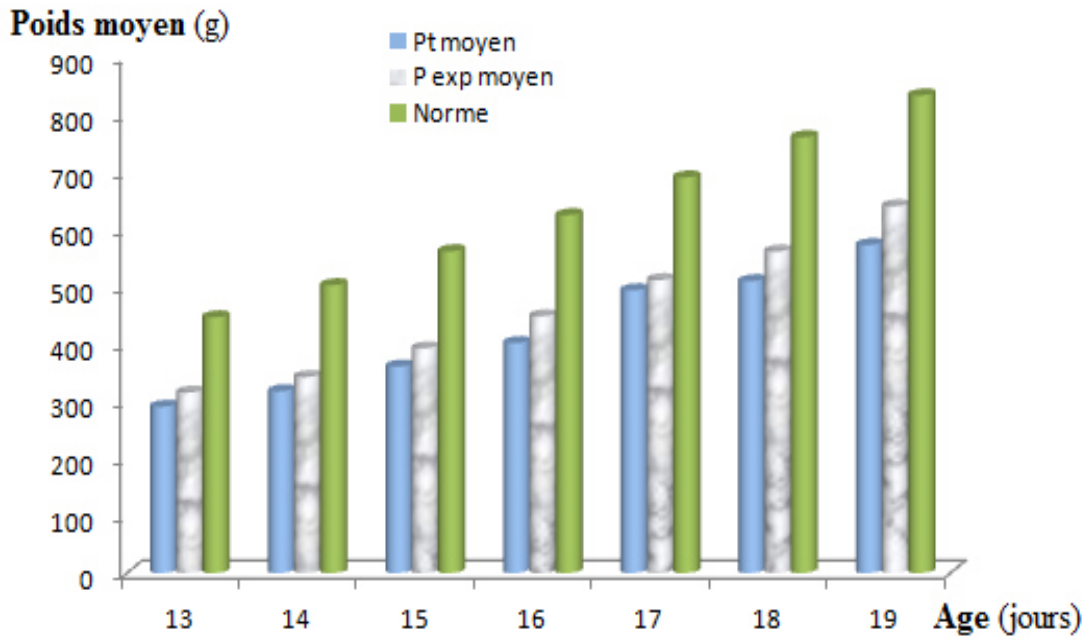


Figure 16 - Représentation graphique de la croissance de la troisième semaine d'élevage.

Durant cette première semaine de croissance, le poids vif moyen des sujets expérimentaux du 13<sup>ème</sup> au 19<sup>ème</sup> jour est oscillé entre 315 et 680 grammes. Par contre celui du lot témoin est légèrement inférieur (entre 290 et 679g).

Ce n'est qu'après la 4<sup>ème</sup> semaine, que l'on observe une croissance très rapide des poulets témoin par rapport au sujet expérimentaux. La performance de croissance est nette. On enregistre durant cette semaine pour les animaux témoins, un poids allant de 669 à 1044 grammes (tableau 25 et figure 17).

Tableau 25 - Tableau représentatif des fluctuations des poids des deux lots de poulets mis en expérimentation (4<sup>ème</sup> semaine de phase de croissance).

| Age | Lot témoin | Lot expérimental | Normes commerciale |
|-----|------------|------------------|--------------------|
| 20  | 669        | 680              | 909                |
| 21  | 679        | 662              | 986                |
| 22  | 731        | 710              | 1065               |
| 23  | 822        | 770              | 1147               |
| 24  | 910        | 785              | 1230               |
| 25  | 968        | 841              | 1315               |
| 26  | 1044       | 901              | 1401               |
| 27  | 1088       | 955              | 1489               |

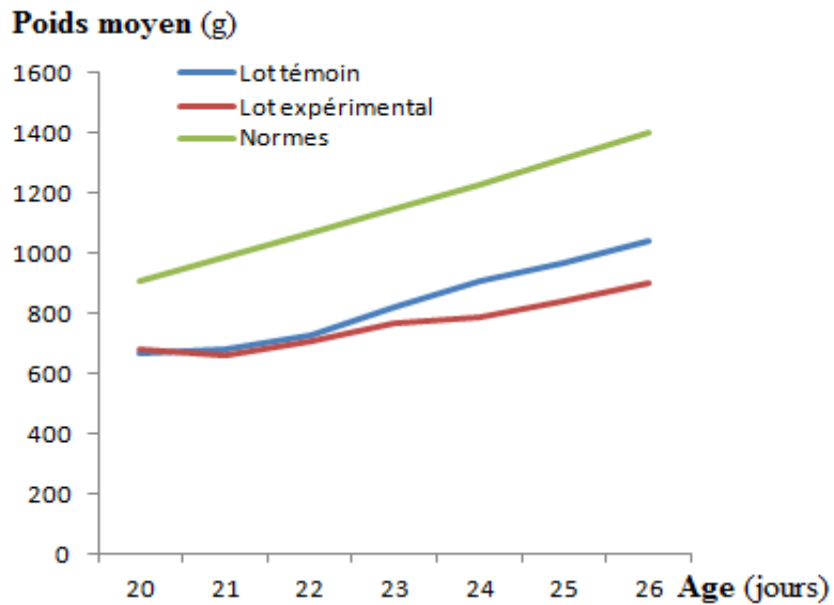


Figure 17 - Graphique représentatif de la croissance de la 4<sup>ème</sup> semaine d'élevage (phase de croissance).

Quant aux sujets expérimentaux, le poids vif n'est entre que 680 et 901 grammes. Cet écart de poids vif est notable durant la quatrième semaine. Durant cette période, la nourriture préparée contient 50% d'aliment de croissance et un complément de 50% de farine de *Cératonia siliqua* et de farine de pain. Cette composition a permis de donner une bonne croissance du fait de la présence des huiles essentielles du Caroubier ce qui permet d'améliorer les performances de croissance des animaux d'élevage en particulier le poulet (Alleman *et al* 2013). Le gain de poids moyen entre le poulet expérimental et le témoin est de l'ordre respectivement 221 et 375 grammes.

Au-delà de cette période, une composition de l'aliment pour le lot expérimental subit un changement de proportion voire une réduction de l'aliment de croissance dans la préparation.

Par contre à partir de la cinquième semaine, la croissance des animaux du lot témoin apparaît supérieure à celle du lot expérimental. Ce résultat nous laisse à suggérer que les poulets soumis au régime de 33% de *Cératonia siliqua* diminuent de poids par rapport au lot témoin. Ce qui pourrait être expliqué par la modification de la composition de l'aliment préparé pour le poulet soumis à un régime à base du Caroubier (tableau 26 et figure 18).

Tableau 26 - Evolution des poids du poulet de chair mis en expérimentation (5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> semaine de phase de croissance).

| <b>Age (jours)</b> | <b>Poids moyen (témoin)</b> | <b>Poids moyen (expérimental)</b> | <b>Référence commerciale</b> |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 28                 | 1220                        | 1015                              | 1578                         |
| 29                 | 1316                        | 1061                              | 1667                         |
| 30                 | 1368                        | 1079                              | 1758                         |
| 31                 | 1491                        | 1097                              | 1851                         |
| 32                 | 1593                        | 1080                              | 1944                         |
| 33                 | 1668                        | 1121                              | 2039                         |
| 34                 | 1767                        | 1200                              | 2134                         |
| 35                 | 1877                        | 1257                              | 2229                         |
| 36                 | 1974                        | 1324                              | 2324                         |
| 37                 | 2117                        | 1370                              | 2418                         |
| 38                 | 2209                        | 1442                              | 2512                         |
| 39                 | 2323                        | 1617                              | 2606                         |
| 40                 | 2481                        | 1772                              | 2699                         |
| 41                 | 2545                        | 1867                              | 2762                         |
| 42                 | 2642                        | 1963                              | 2885                         |
| 43                 | 2704                        | 2043                              | 2977                         |
| 44                 | 2766                        | 2088                              | 3068                         |
| 45                 | 2814                        | 2135                              | 3159                         |

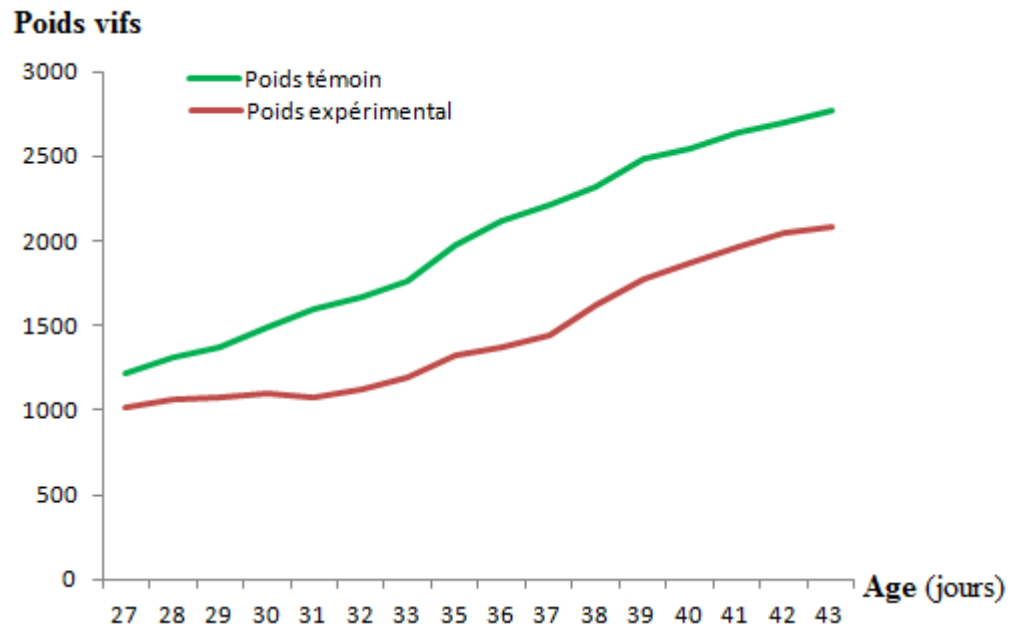


Figure 18 - Fluctuation de la croissance de la 4<sup>ème</sup> semaine de phase de croissance.

### Consommation de l'aliment

On remarque que durant le phase de démarrage, la consommation moyenne de l'aliment pour les deux lots est moyen par apport aux références commerciale (tableau et figure).

**Indice de consommation**


| Age               | Lot Témoin       |             | Lot expérimental |             | Norme commerciale |             |
|-------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|-------------------|-------------|
|                   | Aliment consommé | IC          | Aliment consommé | IC          | Aliment consommé  | IC          |
| Du 1 au 12 jours  | <b>450</b>       | //          | //               | //          | <b>450</b>        | <b>1.1</b>  |
| Du 13 au 19 jours | <b>333.8</b>     | <b>11.9</b> | <b>428.47</b>    | <b>1.24</b> | <b>549</b>        | <b>1.21</b> |
| Du 20 au 27 jours | <b>634.38</b>    | <b>1.23</b> | <b>836.76</b>    | <b>2.37</b> | <b>1080</b>       | <b>1.40</b> |
| 28 au 44 jours    | <b>3089.54</b>   | <b>1.79</b> | <b>3594</b>      | <b>3.15</b> | <b>3324</b>       | <b>1.76</b> |

**Discussion**

Dans notre travail, on constate d'une manière générale que les deux régimes alimentaires utilisés ont été consommés par les poulets des deux lots mis en expérimentation d'une manière régulière avec même niveau d'ingestion. Au début de la phase de croissance, les animaux du lot expérimental refuse partiellement l'aliment préparé ceci est probablement dû à des perturbations transitoires de la digestion qui pourraient être liées à l'odeur de la *Ceratonia siliqua* en farine utilisé dans l'aliment.

Certes au début de l'élevage, on observe une croissance faible mais cette dernière apparaît importante dans les dernières semaines. En effet à la fin de notre expérimentation, la consommation de l'aliment en poulets est presque identique. Ceci nous permet de dire que les poulets du lot expérimental commencent à s'adapter à cette composition alimentaire durant la phase de croissance. Cette alimentation est riche en glucides et en lipides (réf)

Les données concernant la consommation de l'aliment montrent que les indices de consommation



CONCLUSION

## Conclusion

Dans notre étude, nous avons essayé de valoriser le caroubier comme nourriture dans l'alimentation de la volaille. Le Caroubier est un arbre en abondance dans le pays sans utilité. C'est dans cet ordre d'idée que nous avons pensé à utiliser ce produit d'une part, dans l'alimentation en aviculture et d'autre part, dans un débouché économique.

C'est notre première contribution à la recherche d'un produit végétal ou sous produits qu'on peut l'utiliser dans l'alimentation du poulet de chair.

Le *Ceratonia siliqua* fait partie de la préparation de l'aliment qu'on essayé comme nourriture du poulet en expérimentation à partir de la deuxième semaine d'élevage. Ce régime utilisé dans notre essai est sous forme d'une nouvelle formule personnelle intégrant de l'amidon du pain et un tiers de l'aliment de croissance. La composition de cette recette présente une richesse en glucide.

Les résultats obtenus pour la croissance du poulet ne sont pas très performantes avec une légère diminution dans le poids par rapport au régime témoin (aliment de croissance).

Selon les données, le poids vifs obtenu chez le poulet témoin est supérieur à celui du poulet mis en expérimentation. Sur le plan viande de la carcasse durant la phase de croissance, le poulet soumis à l'aliment préparé présente un bon résultat au regard de la proportion du gras abdominal du poulet témoin. Ceci permettra de penser sans doute à une amélioration dans le régime alimentaire dont nous avons essayé mais aussi de suggérer de prendre en compte d'autres ingrédients.

Nous résultats susciteront certainement un intérêt économique particulier chez les spécialistes en aviculture notamment en ce qui concerne la composition et la formulation de l'aliment pour la volaille.

L'enrichissement de notre aliment d'essai peut être amélioré et valorisé commercialement et pourrait prendre une place dans l'aliment de la volaille avec une composition intéressante permettant une bonne croissance du poulet de chair. *Ceratonia siliqua* pourrait également s'accrocher à une voie parmi les voies utilisées actuellement.

L'utilisation des régimes alimentaires à base du Caroubier présente en effet, l'avenir dans les élevages de volaille d'une part et dans l'économie quant à la gestion de l'aviculture en Algérie d'autre part.



# Bibliographie

- 1-**ABBAS, M et DEBOUZA, H, 1993** : Etude de la valeur nutritionnelle de 3 farines de sous\_ produits de volaille: Energie métabolisable et digestibilité des lipides. Mémoire d'ingénieur agronome, INA Alger .
- 2-**ABHET.SAMFE R.E., RANAWEERA K.N.P., NANO W.E.,1983**. The influence of fibre content and physical texture of the diet on the performances of broilers in the tropics.Br. Poult. Sci., 24 .
- 3-**ACHOURI ABDELHAMID ;2008** la musculature du poulet de chair (Etude de la morphométrie et de la composition chimique des muscles pectoraux et de certains muscles de la cuisse). Université BATNA 2008
- 4-**AIT BAZIZ H., GERAERT P.A., CUIL.L.AUMIN S., 1990**.Effects of high temperature and dietary composition on growth, body composition and energy retention in broilers. in : Proc. 8th Europ. Poult. Conf., 25-28/06/1990,Barc:elona (SP), vol.1.
- 5-**AIT CHITT M., BELMIR H. &LAZRAK A., 2007**.Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. Transfert de technologie en agriculture. Maroc. N° 153:1-4
- 6-**Alleman F., Gabriel I., Dufourcq V., Perrin F. et Gabarrou J.F., 2013**. - Utilisation des huiles essentielles en alimentation des volailles. 1. Performances de croissance et réglementation. INRA Prod. Anim.
- 7-**ALLOUI N, 2011**. - Situation actuelle et perspectives de modernisation de la filière avicole en Algérie. 9èmes Journées de la Recherche Avicole, 29 et 30 mars 2011 (Tours, France).
- 8-**ANAGO A.G. (1985)**, L'aviculture traditionnelle et ses perspectives d'amélioration dans la province du Boulgou ( Camroune )
- 9-**BAUM N., 1989**. «Arbres et arbustes de l'Egypte ancienne».
- 10- **Bessah R. et Touzi A., 2001**. - Production de Protéines d'Organismes Unicellulaires (P. O. U) à partir des Déchets de Dattes
- 11- **Bigot K., Tesseraud S., Taouis M., Picard M., 2001**. Alimentation néonatale et développement précoce du poulet de chair. INRA Prod. Anim, 14 (4).
- 12- **Biner B, Gubbuk H., Karhan M., Aksu M. et Pekmezci M., (2007)**, Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey, Food Chemistry N°100.
- 13- **BINER B., GUBBUK H., KARHAN M., AKSU M. ET PEKMEZCI M. (2007)**, Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey, Food Chemistry, N°100.
- 14- **BLAISE MPUPU LUTONDO., 2012** Guide pratique et scientifique pour l'élevage des poules pondeuses et des poulets de chair Editions Harmattan -RDC 2012 ISBN : 978-2-296-55716-1
- 15- **BOUVAREL. ISABELLE, 2004**.- Sequential Feeding Programs for Broiler Chickens , American Soybean Association, ([www.asa-europe.org](http://www.asa-europe.org)).
- 16- **Brody., (1945)**.Bioenergetic on growth.Reinhold Publ. Corp., New York .
- 17- **CARRE B. et ROZO E., 1990**. La prédiction de la valeur énergétique des matières premières destinées à l'aviculture. INRA Prod. Anim., 1990, 3(3).
- 18- **Carre B., (1998)**. Effets de ; la taille des particules alimentaires sur les processus digestifs chez les oiseaux d'élevage. INRA Prod. Anim, 13 (2): 131-136.
- 19- **Carré B., Melcion J.P., Widiez J.L., Biot P., 1998**. - Effects of various processes of fractionation, grinding and storage of peas on the digestibility of pea starch in chickens.Anim. Feed Sci. Technol.
- 20- **CHARLES D.R., GROOM C.M., BRAY T.S., 1981**. The effects of temperature on broilers : interactions between temperature and feeding regimen. Br. Poult. Sci., 22.
- 21- **COQUERELLE G; 2000**. Les poules : diversité génétique visible. Institut National de la Recherche Agronomique : Paris.
- 22- **Denbow M., 2000**. Gastrointestinal anatomy and physiology. In Sturkie's avian physiology.ed. Press
- 23- **DILMI-BOURAS A., 1998**. - *Les Constituants Alimentaires et leur Rapport avec la Santé'*, Ed. O.P.U.
- 24- **FARRELL D.J., 1988**. The energy metabolism of poultry :present and future perspectives. 18th World's Poult.Cong., 04-09/g/1988, Nagoya, Japan, Jap. Poult. Sci. Ass.
- 25- **FERRAH.A, 2004**. Aide publique et développement de l'élevage en Algérie .contribution à une analyse d'impact (2000-2005).in:[www.gredaal.com](http://www.gredaal.com).
- 26- **FERRAH1999**. Le bon fonctionnement des filières avicoles algériennes. Mémoire magistère, INA.
- 27- **Fotsa J.C., 2008**. - Characterization of local chicken populations (*Gallus gallus*) in Cameroon. Thèse de doctorat (Ph.D) de l'université De Dschang.

- 28- FRANCIS C. A., MAC LEOD M.G., ANDERSON J.E.,1991. Alleviation of acute heat stress by food with drawalor darkness. Br. Poul. Sci., 32 .
- 29- GAB-WE B., 1992. Contribution à l'étude de l'influence de la qualité des lipides alimentaires sur les performances de croissance et l'état d'engraissement du poulet de chair. Thèse : Méd. Vét. : Dakar n°11.
- 30- Geraert P.A., Mc Leod M.G., Larbier M., Leclercq B., 1990. Nitrogen metabolism in genetically fat and lean chickens. Poul. Sci.
- 31- Griffin H.D., Guo K., Windsor D., Butterwith S.C., 1992. Adipose tissue lipogenesis and fat deposition in leaner broiler chickens. J. Nutr.
- 32- HADDARAH Amira 2013 L'influence des cultivars sur les propriétés fonctionnelles de la caroube Libanaise thèse doctorat
- 33- Halevy O., Geyra A., Barak M., Uni Z., Sklan D., 2000. Early posthatch starvation decreases satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in chicks. J. Nutr, 130: 858-864.
- 34- HARBI. R., 1997.L'aviculture algérienne, dynamique de transformation et comportement des acteurs. Mémoire Master, Montpellier.
- 35- HILLMAN P.E., SCOTT N.R., VAN TIENHOVEN A.,1985. Physiological responses and adaptations to hot and cold environments. In : Yousef M.K., Ed. Stress physiology in Livestock, vol III Poultry, 124-136, CRC Press,Boca Raton (USA).
- 36- HUSSEINI M.D., DIAB M.F, SALMAN A.J., DANDANA.M., 1987. Effect of dietary protein, energy levels and bird stocking density on the performance of broilers under elevated temperatures. Nutr. Rep. Int.
- 37- Jones D. K. (1953), Carob culture in Cyprus, FAO 53/2/1225. FOA. Rome.
- 38- KACI A, BOUDOUMA D, 2011 La production du poulet de chair en Algérie : les aspects techniques, organisationnels et économiques. 6èmes Journées de recherche sur les productions animales, 9 et 10 Mai 2011, Université Mouloud Mammeri, TIZI – OUZOU,
- 39- KACI.AHCEN ,2014 Le déterminants de la compétitivité des entreprises avicoles Algériennes Thèse doctorat en Agronomie agronome, INA Alger.
- 40- KACI, A., 2007.La production avicole en Algérie: opportunités et contraintes. Forum international vétérinaire les 13, 14,15 mai 2007. ENV. El Harrach.
- 41- KACI. A, 1997.Etude technico-économique de quelques ateliers de production de poulets de chair dans la région centre. Thèse Magister, INA. Alger, 122.
- 42- KACI.A, 2006. Compétitivité de la filière avicole. Document non publié.24
- 43- KACI.A 2014. les déterminants de la compétitivité des entreprises avicoles algériennes.
- 44- Kang C.W., Sunde M.L., Swick R.W., 1985. Growth and protein turnover in the skeletal muscles of broiler chicks. Poul. Sci, 64.
- 45- Keller J., (1969). Croissance pondérale des poulets en fonction de la consommation de la ration de croissance. Ann. Biol. Anim. Bioch., 9(3).
- 46- Larbier M., Leclercq B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Edition INRA. Paris (France).
- 47- LARBIER.M et LECLERCQ B , 1991 Alimentation des monogastrique, porc, lapin et ;volailles, 2e édition revue et corrigée, INRA 1991 .
- 48- LARBIER.M ET LECLERCQ.B, 1992. - Nutrition et alimentation des volailles, institut national de la recherche agronomique.
- 49- Leclercq B., 1983. The influence of dietary protein content on the performance of genetically lean or fat growing chickens. Br. Poul. Sci.
- 50- LECLERCQ.B ET BEAUMONT, 2000.- Etude par simulation de la réponse des troupeaux de volailles aux apports d'acides aminés et de protéines, Station de recherche avicole de l'INRA, Nouzilly (France),
- 51- LECLERCQ.B, HENRY.Y, LEBAS.F, 1996. - Evolution de la nutrition des espèces monogastriques, INRA Prod. Anim., hors série,85-94.
- 52- Lilburn M.S., 1998. Practical aspects of early nutrition for poultry. J.Appl. Poultry Res.
- 53- MAC LEOD M.G., 1985. Environmenl-nutrient interactions in turkeys. Turkeys,33(4).
- 54- MAC LEOD M.G., JEWITT T.R., WHITE J., VERBRUGGEM., MITCHELL M.A., 1982. The contribution of locomotor activity to energy expenditure in the domestic fowl. Proc. 9th Energy Metabolism Symp., sept 1982, Lillehammer (Norway) Ekern A., Sundstol F. Eds. EAAP Publ N 29.

- 55- MAHDAD Mustapha Yassine, 2013 ; Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (*Ceratonia siliqua*) dans le Nord-ouest de l'Algérie thèse magistère 2013 université Tlemcen
- 56- MC NALIGHTON J.L., REECE F.N., DEATON J.W., 1983. Broiler lysine and energy requirements during heatstress. *Poult. Sci.*, 62 .
- 57- Melcion J.P., Kodaira M., Leon A., Michelangeli C., Vargas R.E., Picard M., 1998. - Detoxification of the jackbean (*Canavalia ensiformis* L.) with pilot scale roasting. 1-Technological conditions and analytical data. *Anim. Feed Sci. Technol.*
- 58- MEZIANE F.Z., 2012. - Evaluation de quelques élevages de poulets de chair en Algérie. 2ème symposium des sciences avicoles, Batna 17 et 18 Octobre 2012.
- 59- Michard J., Rouxel L., 2013. Intérêt d'une présentation micro-granule 2 mm de l'aliment démarrage chez les reproducteurs. 10ème Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, La Rochelle (France), 26 au 28 mars.
- 60- Moran ET, Jr. (1982). Comparative nutrition of fowl and swine. In *The gastrointestinal systems*. E.T.Moran,
- 61- Moss F.P., 1968. The relationship between the dimensions of the fibres and the number of nucleiduring normal growth of skeletal muscle in the domestic fowl. *Am. J. Anat*, 122: 555-564.
- 62- MURPHY L.B., PRESTON A.P., 1988. Time-budgeting in meat chickens grown commercially. *Br. Poult. Sci.*, 29.
- 63- N.GAOUAR BOURSALI, C.BENAMAR, Z. MAMI SOUALEM, S. HMIMED BENDIMERAD, M. BELARBI ., 2012: Composition chimique de la caroube (*Cératonia siliqua*) de la région de Tlemcen. Université Abou Bakr Belkaïd, Tlemcen, Algérie
- 64- Ndiagne NDOYE, 1996 étude de la qualité nutritionnelle des aliments de volaille vendus au Sénégal et de l'effet de leur supplémentation en lysine, en méthionine 1 et en lipides sur les performances zootechniques du poulet de chair.
- 65- Nir I., Nitsan Z., Mahagna M., 1993. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. *Br. Poult. Sci.*
- 66- O'Hea E.K., Leveille G.A., 1969. Lipid biosynthesis and transport in the domestic chick (*Gallus domesticus*). *Comp. Biochem. Physiol.*
- 67- OUAREST ABDELOUAHAB 2008 le soja dans l'alimentation du poulet de chair aspects qualitatif et quantitatif Université Mentouri De Constantine
- 68- PARIGI - BINI R., 1986. Bases de l'alimentation du bétail. Padoue Nella litographia felici spartaco.
- 69- Pinchasov Y., Nir I., 1992. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid concentration on performance fat deposition and carcass fatty acid composition in broiler chickens. *Poultry Sci.* poulet en vue d'apprécier son rendement en viande. *Ann.Zootech.*, 13(4), 355-366
- 70- PUTOD R., 1982. Les arbres fourragers. Forêt Méditerranéenne.
- 71- R. Pion, G. Fauconneau, Françoise Labonne, J. d'Angelo. 1963. COMPOSITION EN ACIDES AMINÉS DE QUELQUES ALIMENTS. *Annales de biologie animale, biochimie, biophysique*, 1963, 3 (hs1).
- 72- Ricard F. H., (1964). Essai d'estimation directe des différents éléments de la carcasse du
- 73- Richard P., Vilariño M., Faure J.M., León A. et Picard M., 1997. - Etude du comportement du poulet de chair dans un élevage intensif tropical du Venezuela. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 50
- 74- Saadoun A., Leclercq B., 1987. In vivo lipogenesis of genetically lean and fat chickens : effects of nutritional state and dietary fat. *J. Nutr.*
- 75- SAKANDE S., 1993. Contribution à l'étude de l'influence des apports en protéines alimentaires sur les performances de croissance et le rendement carcasse de la pintade commune (*Numida meleagris*) et du poulet de chair (*Gallus domesticus*). Thèse. Méd. Vét. Dakar.
- 76- Sauviant D., Perez J.P., Tran G., 2002. - Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. INRA éditions, Paris.
- 77- Sauveur B., 1999. - Les raisons du succès des filières avicoles en France et dans le monde. C.R. Acad. Agric.
- 78- Sbay H. et M. Abourouh, (2006). Apport des espèces à usages multiples pour le développement durable : cas du pin pignon et du caroubier, Centre de Recherche Forestière Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Rabat.
- 79- PICARD M., PORTER R.H. et SIGNORET J.P. Comportement et bien-être animal. INRA, Paris, 2001

- 80- Souahibou SOUROKOU SABI ,(2014 )** Performances Zootechnico-Economiques Des Poulets De Chair (Cobb500) Nourris Aux Rations A Base De La Farine Des Graines De La Variete Verte De Bissap (Hibiscus Sabdariffa, Linn.)Au Senegal.
- 81- SYKES A.H,1977 .** Nutrition-environment interactions in poultry. In Nutrition and the climatic environment, Hare-sign w., Swan H. and Lewis D. Eds, butterworths, Sevenoaks (GB).
- 82- TASAKI I., KUSHIMA M., 1979.** Heat production whonsingle nulrients are given to fasted c:oc:kerels. Proc. 8thEnergy Metabolism Symp., sept 1979, Cambridge (CB)Mount L.E. Ed. EAAP Publ. n&dquo.
- 83- VAN KAMPEN M., 1976.** Activity and energy expenditure in laying hens. J. Agric.: Sc:i.
- 84- Villate D, (2001).** Les maladies des volailles, L'appareil digestif.-Paris : Edition : INRA.
- 85- WALDROIJP P.W., 1982.** Influence of environmental tem-perature on protein and amino acid needs of poultry. Fecl.Proc.
- 86- WENK C., VAN ES A.J.H., 1976.** Energy metabolism ofgrowing chickens as related to their physical activity.Proc. 7th Energy Melabolism Symp., sept 1976, Vichy(France) Vermorel M. 1-,(I. 1?AAP Publ. n 19 .
- 87- Yamamoto Y, Atoji Y & Suzuki Y. (1995).** Muscular architecture and VIP-like immunoreactive nerves in the gastroduodenal junction of the chicken. Veterinary Research Communications.
- 88- Yonghou Wang, 1981.** - Aperçu historique de l'élevage des poulets. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée.
- 89- ZAABOUBE HICHAM ET BENRAHOU ABDELKADER ;2014** Etude de la conformation et de la composition des œuf de la poule locale, comparaison avec les œufs de souche commerciale. Mémoire d'ingénieur agronome, université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen.
- 90- ZOHAIR O., 1996.** « Le caroubier, situation actuelle et perspectives d'avenir », Document interne, Eaux de Forêt, Maroc.
- 91- Erich K., Gurtler H., ketz H.A. (1975):** Physiologie des animaux domestique .édition :Vigot frères. Paris Vie
- 92- Azzouz H, 1997.** Alimentation de poulet de la chair, institut technique des petits élevages (ITPE), édition 1997
- 93- GADOUD R., JOSEPH M., JUSSIAU R., Lisberney M., MANGEOL B., MONTMEAS L.et TARRIT A., 1992.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Les Editions Foucher, Paris, 1992,