

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Blida -1-  
Institut des Sciences Vétérinaires



*Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Docteur en  
Médecine Vétérinaire*

## *Thème*

**DÉTERMINATION DES VALEURS USUELLES DE  
CERTAINS PARAMÈTRES BIOCHIMIQUES EN  
FONCTION DE L'ALIMENTATION CHEZ LE POULET  
DE CHAIR DANS LA WILAYA DE TIZI-OUZOU**

Réalisé par

*Mr. TEFILLES Jugurtha & Melle. SABER Thilleli*

*Soutenu publiquement le 15/06/2015*

Devant le jury

Dr GHOURI I.

MAA ISV Blida

*Présidente*

Dr HAMMAMI N.

MAA ISV Blida

*Examinatrice*

Dr DJELATTA N.

MAA ISV Blida

*Examinatrice*

Dr SAHRAOUI N.

MCA ISV Blida

*Promotrice*

Dr CHERMAK H.

Vétérinaire praticien

*Co-promotrice*

**Promotion 2015**

# SOMMAIRE

Remerciements.....	I
Dédicaces.....	II
Liste des abréviations.....	IV
Liste des figures et schémas.....	V
Liste des tableaux.....	VI
Résumé	
Introduction	

## PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Titre	Page
<b>Chapitre I : Rappels Anatomo-physiologiques du tube digestif</b>	
1. Le bec .....	01
2. Les glandes salivaires.....	02
3. L'œsophage .....	02
4. Le jabot .....	02
5. Le proventricule (estomac glandulaire).....	03
6. Le ventricule (estomac musculaire, gésier).....	03
7. Les intestins.....	04
7.1 : L'intestin grêle.....	04
7.1 : Le gros intestin.....	04
7.2 : Les caecums.....	05
7.3 : Le cloaque .....	05
8. Les glandes annexes du tube digestif.....	07
8.1 Le foie.....	07
8.2 Le pancréas.....	07
9. Rappels sur la digestion intestinale chez le poulet.....	05

## Chapitre II : Alimentation du poulet de chair

1. Données générales sur la composition des aliments du poulet	
1. Energie.....	08
2. Protéines.....	09
3. Minéraux.....	09
4. Vitamines.....	10
5. Eau.....	11
2. Classification, préparation et présentation des aliments.....	12
1. Classification.....	12
2. Préparation.....	14
3. Présentation.....	15
3. Caractéristiques des aliments et besoin en nutriments selon les phases d'élevage	
1. Phases de démarrage.....	16
2. Phases de croissance.....	17
3. Phases de finition.....	18

## Chapitre III : Rappels sur certains métabolismes chez le poulet de chair

1. Métabolisme glucidique et glycémie.....	20
2. Métabolisme protéiques et protéinémie.....	21
3. Métabolisme lipidique et lipidémie.....	22
4. Métabolisme de certains minéraux.....	24

## PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

### Matériels et méthodes :

1. Matériels.....	26
2. Méthodes.....	31

### Résultats et discussion

Résultats et discussion.....	34
------------------------------	----

Conclusion

Recommandations

Références bibliographiques

# REMERCIEMENTS

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant, le miséricordieux pour nous avoir donné la force, la volonté et le courage de mener à bien la mission qui nous a été confié.*

*Nos remerciements pour tous les membres du jury, de nous avoir honorés en acceptant d'évaluer ce travail :*

*Au Docteur GHOURI, d'avoir accepté de présider notre jury de soutenance.*

*Aux Docteurs HAMMAMI et DJELATTA, pour avoir acceptées de prendre part dans le jury, et examiner notre travail.*

*Nos chaleureux remerciements vont au Dr Sahraoui, notre promotrice pour nous avoir fait confiance, guidés tout au long de la réalisation de ce modeste projet, et ces valeureux conseils dans les moments de doute.*

*Sincères remerciements, pour le Dr Chermak, pour son aide précieuse dans l'élaboration de ce travail, pour nous avoir ouvert les portes de son cabinet, et partager son expérience de terrain avec nous.*

*Nous tenons aussi à remercier Mr Yefsah M.S, pour son accueil et la mise en notre disposition de tous les moyens nécessaires à la réalisation de ce travail.*

*Sans oublier Mr Brahim ELRAHMANI pour son aide capitale.*

*Notre sincère gratitude vis-à-vis du Dr Boudjebba, et le personnel de son laboratoire ne saurait s'exprimer par de simples mots, du fait de l'accueil qui nous a été réservé, et toute son aide, sans laquelle la réalisation de ce modeste projet serait périlleuse.*

*Et enfin, nous tenons à exprimer nos remerciements, pour tous ceux, qui de près ou de loin, ont contribué pour que ce travail soit une réussite.*

# DEDICACES

*À mon Paternel, pour tous les sacrifices qu'il a fait pour que j'atteigne le niveau où j'en suis aujourd'hui, je vous en saurais toujours reconnaissant Père*

*À ma Maternel, en témoignage de ma reconnaissance pour son amour et son soutien durant tout mon parcours, vous serez toujours dans mon cœur Mère*

*À celle que je considère comme ma seconde mère NANA SADIA, pour m'avoir éduqué et appris le sens des valeurs, que dieu te gardes pour nous*

*À mes sœurs et mes frères: Pour toutes les richesses que vous m'avez transmis, pour tous vos encouragements, merci de m'avoir permis de m'épanouir et de croire en moi*

*À mes cousines: merci pour votre présence et votre bonne humeur*

*À mes neveux et nièces : ANIS & LEA, LISA & DANNY, MOHAMED-RAYAN, et le petit ange ADEM*

*À toutes mes tentes et oncles et autres cousins: notamment SAID & SIHAM*

*À la mémoire de mes grands-parents, et mon oncle MOHAMMED-AMEZIANE*

*Aux Docteurs: CHERMAK, CHEHBI, ABDI, GHALLEZ et les autres, mes maitres de stage, merci à vous, de m'avoir donné le meilleurs de vous-mêmes*

*À mes ami(e)s: SMAIL, CELYA, SAMIRA, KARIMA, BELKACEM, BENSLAMA, NASSIRA.*

*À TAHAR, MAHDI, MOULOUD, MOKRANE, AZIZ, ALI, AMINE, YOUSSEF, DJILALI, TOUFIK, et tous les autres, merci pour ces cinq ans passées ensemble et l'amitié qui en est née*

*À mon binôme THILLELI, amie avant tout et tous les bons moments passés à réaliser ce projet, et toute sa famille*

*À Melle SAHRAOUI, ma promotrice, mes sincères remerciements*

*À toute la promotion 2015*

TEFILES JUGURTHA

# DEDICACES

*A mes Parents : mon exemple éternel, mon soutien moral, source de joie et bonheur, ceux qui se sont toujours sacrifié pour me voir réussir, recevez à travers ce travail toute ma gratitude : papa, maman je vous aime.*

*A mon adorable Frère Amine pour tous ce que tu m'apporte je t'adore*

*A la mémoire de mon grand-père maternel que dieu l'accueille dans son vaste paradis*

*A mon Grand Père paternel Lounes dit Boujour pour son amour sa foi et confiance en moi*

*A mes Grands-Mères fontaine de vie pour leur douceur et leurs prières*

*Au très cher Toufik, qu'il trouve a travers ces mots ma gratitude, pour l'épaule qu'il m'a offerte en guise de soutien dans les moments difficiles.*

*A mes amies, Nassira la sage, Kahina la sympa, Samira la douce, Lydia la vivante, Kahina, Mila, Samia, Hamida, Zina et Dalila merci pour tous les bon moments passer ensemble*

*A mes amis de la fac : Mahdi, Tahar, Amine, Ali, Yasmine.*

*A mon binôme Jugurtha mon vieil ami avant tout, ainsi qu'a toute sa famille merci pour cette belle année*

*A mes oncles et tantes, cousins et cousines*

*A ma promotrice pour tous les efforts fournis pour ce modeste travail*

*A tous ceux qui m'ont soutenue de prés et de loin*

*A toute la promotion 2015*

**SABER THILLELI**

## **Liste des abréviations**

**AG** : Acide Gras

**ATP** : Adenosine TriPhosphate

**C°** : Degré Celsius

**CMV** : Complexe Minéralo-Vitaminés

**DEM** : Phase de démarrage

**FIN** : phase de finition

**g** : Gramme

**HDL** : High Density Lipoprotein

**IC** : Indice de Consommation

**l** : Litre

**LDL** : Low Density Lipoprotein

**mg** : Milligramme

**mmol** : Millimole

**TG** : Triglycerides

**UI** : Unites Internationales

**VLDL** : Very Low Density Lipoprotein

## **Liste des figures**

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 01:</b> Anatomie du tube digestif du poulet (selon Guerrin et Boissieu, 2006).....	01
<b>Figure 02 et 03:</b> poussins de la souche ISA15.....	27
<b>Figure 04 et 05:</b> L'aliment distribué et consommé par les sujets.....	28
<b>Figure 06:</b> Accès permanent à l'aliment et à l'eau.....	29
<b>Figure 07:</b> Balance électronique.....	30
<b>Figure 08:</b> Tubes héparinés et lame de bistouri.....	30
<b>Figure 09:</b> Contention du sujet.....	32
<b>Figure 10:</b> Saignée et récolte de sang.....	33
<b>Figure 11:</b> Sang dans les tubes héparines.....	33
<b>Figure 12:</b> Evolution du poids moyen des sujets en fonction de l'âge.....	35
<b>Figure 13:</b> Evolution du poids moyen du lot expérimental et de références.....	36
<b>Figure 14:</b> Evolution des indices de consommation du lot expérimental et de référence.....	38
<b>Figure 15:</b> Evolution du taux de mortalité.....	40
<b>Figure 16:</b> Evolution du taux de glycémie.....	42
<b>Figure 17:</b> Evolution du taux de protidémie.....	43
<b>Figure 18:</b> Evolution du taux du cholestérol.....	44
<b>Figure 19:</b> Evolution du taux des triglycérides.....	46
<b>Figure 20:</b> Evolution de la teneur en HDL.....	47
<b>Figure 21:</b> Evolution de la teneur en LDL.....	49
<b>Figure 22:</b> Evolution du taux du calcium.....	50
<b>Figure 23:</b> Evolution du taux de magnésium.....	51



## **Liste des tableaux**

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau I :</b> Consommation d'eau journalière du poulet (selon Huart, 2004).....	12
<b>Tableau II:</b> Consommation d'eau et d'aliment en fonction de l'âge (selon Quemeneur, 1988).....	12
<b>Tableau III:</b> Besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de démarrage (INRA, 2004).....	17
<b>Tableau IV:</b> Besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de croissance (INRA, 2004).....	18
<b>Tableau V:</b> Besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de finition (INRA,2004).....	19
<b>Tableau VI :</b> effet des apport sur les paramètres sériques.....	25
<b>Tableau VII:</b> Proportion des ingrédients de la formule alimentaire utilisée.....	28
<b>Tableau VIII:</b> Bilan énergétique et protéique de la formule alimentaire.....	34
<b>Tableau IX:</b> Evolution pondérale des sujets.....	35
<b>Tableau X:</b> Taux des indices de consommation, quantités d'eau et d'aliment consommées le et rapport eau/aliment.....	37
<b>Tableaux XI:</b> Taux de mortalité.....	39
<b>Tableau XII:</b> Evaluation de la glycémie.....	41
<b>Tableau XIII:</b> Evaluation des taux des protides totaux.....	43
<b>Tableau XIV:</b> Evaluation des taux du cholestérol.....	44
<b>Tableau XV:</b> Evaluation du taux des triglycérides.....	45
<b>Tableau XVI:</b> Evaluation des taux des HDL.....	47
<b>Tableau XVII:</b> Evaluation des taux des LDL.....	48
<b>Tableau XVIII:</b> Evaluation des taux du calcium.....	49
<b>Tableau XIX:</b> Evaluation des taux du magnésium.....	50

L'objectif de la présente étude étant, d'évaluer les différents paramètres zootechniques et biochimiques dans un élevage avicole ayant reçu une formule alimentaire standard.

Pour ce faire, un suivi d'un lot d'élevage de 10000 poussins souche ISA F15 a été réalisé sur plusieurs critères : zootechnique (gain de poids moyen, indice de consommation et taux de mortalité), biochimique (glycémie, protéides totaux, lipides), et sanitaire.

La période s'est répartie en trois phases à savoir démarrage (de J0 à J28), croissance (J29 à J42), et finition (J43 à l'abattage), et les comparaisons effectuées entre elles ont pu démontrer les déséquilibres alimentaires, les problèmes d'ordre sanitaire et leurs impacts sur les paramètres biochimiques.

Ainsi la glycémie et les triglycérides paraissent en relation directe avec le niveau énergétique de la ration. Les taux de protéines enregistrés (36,2g/l ; 31,2g/l ; 45g/l) respectivement pour les trois phases paraissent inférieurs aux normes malgré l'augmentation significative enregistrée en phase de finition par rapport aux deux autres phases. Les taux de HDL (0,57g/l ; 0,50g/l ; 0,52g/l), respectivement pour chaque phase sont inférieures aux normes. Le magnésium, enregistre lui aussi une augmentation significative en phase de finition tout en restant dans les normes.

En effet, à la lumière de cette étude, le constat qui en ressort est que la formule alimentaire standard est déficitaire en apport par rapport aux besoins, et dont les métabolismes semblent être affectés par la survenue d'épisode de coccidiose et d'une atteinte colibacillaire, mais d'autres analyses seraient souhaitables tant sur le plan alimentaire que biochimique.

**Mots clés :** poulet de chair, alimentation, paramètres zootechniques, paramètres biochimiques.

## ABSTRACT

---

The aim of the present study is to evaluate the different zootechnical and biochemical parameters in the chicken farming at a poultry farm that received the standard food formula.

This study was carried on 10.000 chicks ISA-15 come done on several criteria; zootechnical (Index consummation, average weight, lethality level) biochemical (glycaemia, proteins, lipids) and healthy ones.

The period is divided into three phases, namely starting (from D0 to D28), growth (D29-D42), and the finish from (D43 to slaughter), and the comparisons carried out between them have demonstrated the unbalances that are present at feeding level, healthy problems and their impact on the biochemical parameters.

Thus, glycaemia and triglycerides appears in direct relation with the energy level of the ration. The registered rate of proteins (36,2g/l ; 31,2g/l ; 45g/l), respectively for the three phases seems under the norms despite its significative increase on the finishing phase compared with the two other phases, like those of HDL (0,57g/l ; 0,50g/l ; 0,52g/l), which are also appearing under the norms for the three phases. Magnesium, registers also an increase on the finishing phase but remaining on the norms.

Indeed, in light of this study, the conclusion that emerges is that standard formula is deficient in brought out comparing to needs, and whose metabolism seem to be affected by the occurring of coccidiosis and colibacillosis, and other analysis would be desirable might as well in alimentary and biochemical plans.

**Keys words:** chicken broiler, feeding, zootechnical parameters, biochemical parameters

هدف الدراسة هو تقدير الثروة الحيوانية و المعايير البيوكيميائية في ميدان تربية الدواجن الذين تحصلوا على الصيغة النموذجية الأكثر استعمالا في التراث الجزائري.

و لكي يتم ذلك اتبعت مجموعة تتكون من 10000 فرخ حسب عدة معايير: خصائص الإنتاج (مؤشر الاستهلاك, الوزن المتوسط, نسبة الوفيات), بيوكيميائية (السكر, البروتينات, الدهون) وصحية. و قد تم توزيع هذه الفترة على ثلاث مراحل : مرحلة البداية (من يوم 0 إلى يوم 28) مرحلة النمو (يوم 29 إلى 42) و مرحلة النهاية (من يوم 43 إلى غاية الذبح). و قد أظهرت المقارنات التي أجريت بين هذه المراحل النقص الملحوظ على المستوى الغذائي و الصحي و بينت أثره على المعايير البيوكيميائية.

وهكذا تظهر نسبة السكر في الدم و الدهون الثلاثية على علاقة مباشرة مع مستوى الطاقة في الحصاة الموزعة. ومعدل البروتينات المسجلة لكل مرحلة على التوالي (36,2 غ/ل, 31,2 غ/ل, 45 غ/ل) أضحت تحت المرجعية رغم الزيادة الملحوظة في مرحلة النهاية مقارنة بالمرحلتين الاخرتين. كما نلاحظ أن نسبة الليبوبروتينات ذات الكثافة العالية (0,57 غ/ل, 0,50 غ/ل, 0,52 غ/ل) المسجلة لكل مرحلة على التوالي منخفضة بالنسبة للمعايير. بينما تسجل ارتفاع نسبة المغنيزيوم في مرحلة النهاية لكن دون تجاوز نسب المرجعية.

على ضوء هذه الدراسة الاستنتاج الذي يظهر هو إن الصيغة النموذجية تعاني من نقص في المواد الغذائية بالنسبة للاحتياجات و يبدو أن ايضها يتأثر بداء الكوكسيديا و داء العصيات القولونية, ما يحجب و يدفع إلى إجراء تحاليل و فحوص أخرى إما على المستوى الغذائي أو البيوكيميائي.

الكلمات المفتاح: دجاج اللحم, طعام, خصائص الإنتاج, المعايير البيوكيميائية.

*ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE*

*Introduction*

*CHAPITRE I: Rappels anatomo-  
physiologiques du tube digestif*

*CHAPITRE II : Alimentation du  
poulet de chair*

*CHAPITRE III : Rappels sur  
certains métabolismes chez le  
poulet de chair*

## INTRODUCTION

---

La production avicole connaît un développement local très important, elle atteint environ 277 mille tonnes en 2010 contre seulement 186 mille en 1989 (CREAD, 2010). Une telle augmentation s'explique grâce au progrès obtenus sur la vitesse de croissance du poulet abattu de plus en plus jeune (8 semaines puis à 7 semaines) (Fontaine, 1995 ; Villate, 2001).

La volaille continue d'avoir les meilleurs taux de conversion alimentaire, cependant, il est difficile d'établir une table alimentaire adéquate (Huart, 2004).

Alors que le tube digestif représente le lieu critique pour la conversion des aliments en matières premières essentielles au bon fonctionnement de l'organisme, il est difficile d'établir une relation entre l'aliment consommé et le bilan biochimique quand cet appareil est sujet à de nombreuses maladies (parasitaires et/ou infectieuses), et où interviennent les conditions d'élevages, la souche, la disponibilité de l'aliment, la destruction de ce dernier au niveau intestinal (Villate, 2001).

L'impact de l'alimentation sur les valeurs usuelles des paramètres biochimique est soumis à des études négligeables sur le territoire Algérien, contrairement aux études réalisées dans différents pays, qui sont de plus en plus nombreuses et approfondies (Huart, 2004). C'est dans ce sens que cette étude est la première à notre connaissance dans son genre pour la détermination de ces valeurs prenant compte de plusieurs critères.

C'est pour cette raison que cette étude s'est fixée comme objectif d'établir une relation entre le régime alimentaire et les paramètres biochimiques.

Dans une première partie, cette étude abordera un rappel anatomophysiologique du tube digestif, mais en axant les recherches sur l'alimentation, et les constituants plasmatiques connus à ce jour chez le poulet de chair.

Dans une seconde partie, l'étude propose d'effectuer une comparaison entre les différents paramètres, zootechniques et biochimiques soient-ils, selon les phases d'évolution de l'élevage.

## CHAPITRE I

## RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES DU TUBE DIGESTIF

**Généralités :**

Le système digestif des oiseaux, comme celui des autres classes d'animaux, a pour but de convertir la nourriture en matières premières indispensables au fonctionnement de l'organisme. Il prend en charge l'aliment le décompose en molécules nutritives, les fait passer dans le flux sanguin et débarrasse le corps de substances non digérées tel que les fibres, l'azote non digeste. (Bismuth, 2006).

La figure suivante montre les différents organes dont il est constitué :

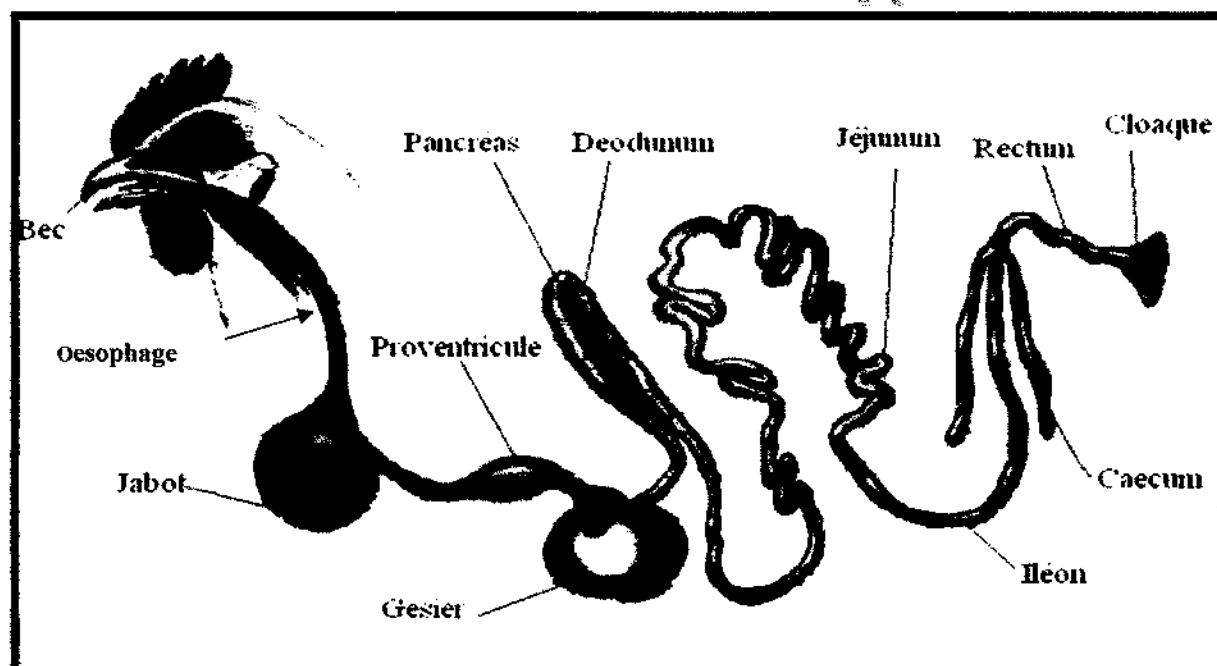


Figure 01 : anatomie du tube digestif du poulet selon Guerrin et Boissieu (2006)

**I-1. Le bec :**

Il est formé de deux parties cornées recouvrant les parties osseuses de la mâchoire : bec supérieur et de la mandibule : bec inférieur. Il est moulé sur le corps dont il épouse la forme. Il est dur et épais à son extrémité et ses bords. Le bec supérieur des poussins nouveau-nés possède une dent cornée sur la face externe, c'est le diamant.

Servant à percer la coquille lors de l'éclosion, et disparaît au bout de quelque jours (Villate, 2001).

### I-2. Les glandes salivaires :

Elles sont plus nombreuses mais moins développées que celles des mammifères. Elles sont bien préparées chez les granivores comme la poule et pouvant contenir un équipement enzymatique (amylase), préparant la digestion des sucres dans le jabot (Villate, 2001).

### I-3. L'œsophage :

Il fait suite au bec et se trouve à gauche du cou dans le premier tiers de son trajet, puis dévié à droite pour les deux tiers suivants jusqu'au jabot. Sa paroi est très mince et peu dilatable (Villate, 2001).

### I-4. Le jabot :

Chez beaucoup d'oiseaux, le jabot est un organe bien individualisé sous forme d'un renflement placé devant la fourchette claviculaire. Il est très variable dans sa forme et son activité glandulaire sécrétoire (Villate, 2001).

Le jabot possède de nombreuses glandes muqueuses qui complètent le rôle lubrifiant de la salive. Le transit de l'aliment résulte d'une activité péristaltique beaucoup plus lente que chez les mammifères. Elle est évaluée à 0.8-1,2 m/s. Il présente des contractions qui surviennent lorsqu'il est vide, en revanche lors de prises d'aliment ou de boissons, l'électromyogramme permet de constater qu'il est au repos (Brugere-Picoux et Silim, 1992).

*Les fonctions du jabot sont les suivantes:*

- ✓ Mise en réserve des aliments, permettant l'ingestion de repas volumineux, alors que les capacités du ventricule et du gésier sont limitées. Le stockage dans le jabot permet, en particulier de couvrir l'absence de prise d'aliment pendant la période obscure du nyctémère.
- ✓ Fragmentation des aliments les plus friables et imbibition par l'eau.



- ✓ Digestion microbienne d'une partie de l'amidon avec production d'acide lactique dont la concentration s'élève à la suite du repas, phénomène antagonisé par la distribution d'antibiotique.
- ✓ La flore habituelle du jabot est constituée de lactobacilles. Outre l'acide lactique, l'acide acétique et l'éthanol sont des composants usuels du jabot.

#### **I-5. Le proventricule (estomac glandulaire) :**

C'est un petit réservoir allongé et tubulaire qui prolonge l'œsophage, il n'y a pas de démarcation nette entre ces deux compartiments. En revanche, il est séparé du gésier par une constriction bien visible dite isthme. Véritable estomac glandulaire, des oiseaux ; son produit de sécrétion est semblable au suc gastrique des mammifères. Sa taille varie selon l'espèce et l'âge (Villate, 2001).

C'est l'estomac sécrétoire, il est responsable de la digestion chimique par l'intervention du suc gastrique qu'il produit. En réalité, du fait de la rapidité du transit et de sa faible capacité, l'action de cette sécrétion se produit surtout dans les segments suivants, gésier et duodénum, avec des mouvements de va-et-vient entre ces trois segments. La sécrétion, comme chez les mammifères, contient l'acide chlorhydrique et la pepsine. Son débit est pratiquement continu dans le cas d'une alimentation ad libitum. (Brugere-Picoux et Silim, 1992).

#### **I-6. Le ventricule (estomac musculaire, gésier) :**

Il est beaucoup plus volumineux que le proventricule, le gésier d'une forme biconvexe. C'est l'estomac musculaire, sa paroi est particulièrement épaisse ; il joue le rôle d'un organe masticateur (Villate, 2001).

Il cumule les fonctions de mastication absentes chez les oiseaux, et de mélange du suc gastrique avec les ingesta. Du point de vue histologique c'est un énorme muscle lisse. Sa couleur rouge sombre est due à la myoglobine qui caractérise les muscles à contraction puissante et soutenue. Les contractions débutent à l'arrivée des aliments, puis augmentent en force et en fréquence, après quoi il y'a relaxation (Brugere-Picoux et Silim, 1992).

L'action produite par le gésier est une trituration qui permet de fragmenter les grains de céréales. Chez les oiseaux élevés au sol, il contient des graviers qui favorise le broyage mais ne sont pas indispensable. Ceux de nature calcaire finissent par se dissoudre, sous l'action de l'acide chlorhydrique, ce qui contribue à l'apport du calcium (Brugere-Picoux et Silim, 1992).

### **I-7. Les intestins :**

Le développement de l'intestin est en fonction du régime alimentaire des oiseaux. Il est court chez les oiseaux carnivore (rapaces), et long chez les phytophages (herbivores, granivores). Son calibre est régulier et peu différencié. Ses parois sont épaisses pour le duodénum, iléon, caeca, colon, et beaucoup plus fines pour les autres parties (Villate, 2001).

#### **I-7-1. L'intestin grêle :**

L'intestin grêle des oiseaux est divisé en trois parties anatomiques plus ou moins distinctes qui sont les suivantes : duodénum, jéjunum, iléon.

##### **✓ Duodénum :**

Le duodénum dessine une boucle en forme de U, d'une longueur totale de 22 à 35cm, pour un diamètre de 0,8 à 1,2cm. Les deux branches, droites, parallèles l'une à l'autre sont unies par une étroite bande de mésentère dont laquelle se loge le pancréas : c'est une anse fermée (Villate, 2001).

##### **✓ Jéjunum :**

Le jéjunum est le segment intestinal le plus long (85 à 120cm et 0,6 à 1 cm de diamètre). Tandis que ses parties proximale et distale sont presque droites, la plus grande partie du jéjunum est une succession de courtes courbes variables selon les espèces. Elle dessinent une sorte de guirlande et reposent les unes sur les autres (Villate, 2001).

##### **✓ Iléon :**

L'iléon fait suite au jéjunum. D'une longueur de 13 à 18cm et d'un diamètre 0,7 à 1cm. Le ou les caeca longent l'iléon sur la quasi-totalité de son trajet (Villate, 2001).

**I-7-2. Le gros intestin :**

Le gros intestin ou colon est relativement court, et sa fonction primaire est d'absorber l'eau et les électrolytes. Il part de l'iléon et débouche dans le cloaque. Il contient un minimum d'aliments non digestible, car ils sont éliminés aussi vite que possible.

Il abrite des bactéries qui métabolisent les aliments restants, fabrique des vitamines K, certaines B et les absorbe de nouveau avec l'eau (Denbow, 2000).

**I-7-3. Les caeca :**

Les caeca sont des diverticules en cul de sac situés à la jonction iléon-colon. Ils ne sont pas présents chez tous les oiseaux. Leur rôle est mal connu, ils ont toutes fois une utilité certaine dans la réabsorption intestinale de l'eau (Villate, 2001).

**I-7-4. Le cloaque :**

Le cloaque est la partie terminale du tractus intestinale. Il est constitué de 03 compartiments séparés par des plis contractiles. Le coprodeum, dilaté en forme d'ampoule reçoit et stocke provisoirement les fèces provenant du colon. Les 02 uretères, les canaux déférents ou les oviductes s'ouvrent sur l'urodeum. Le proctodeum porte l'appareil copulateur mâle (Bismuth, 2006).

**I-8. Les glandes annexes du tube digestif :**

Le tube digestif est annexé à deux grandes glandes.

**I-8-1. Le foie :**

Le foie est bilobé. Les 02 lobes allongés, sont presque séparés par une profonde incisure caudale et une incisure crâniale plus superficielle (seul un mince pont de parenchyme les réunit). Le lobe droit est beaucoup plus développé que le gauche. Leur forme varie selon les espèces : peu de différence entre le lobe gauche ellipsoïde et le lobe droit en forme de cœur chez le poulet (Bismuth, 2006).

La face ventrale du foie ou surface pariétale est convexe, moulée sur les parois de la cavité corporelle. La face dorsale ou surface viscérale est concave, elle porte l'empreinte des organes à son contact.

La vésicule biliaire repose dans une fosse sur la surface dorsale du lobe droit. D'une forme de poire chez la poule, elle s'étend en arrière du bord caudal du lobe droit (Bismuth, 2006).

### I-8-2. Le pancréas :

Il est logé entre les deux branches ascendante et descendante de l'anse duodénale, le pancréas synthétise le suc pancréatique qui est transporté vers l'intestin grêle (duodénum). Ce suc contient une solution de bicarbonates qui aide à neutraliser le mélange acide de la nourriture venant du ventricule et assure un environnement favorable à l'action des enzymes digestives.

Ces enzymes décomposent en partie les graisses, les protéines, et les hydrocarbonates. Le pancréas produit également l'insuline et le glucagon qui contrôlent les concentrations de glucose dans le sang (les cellules qui produisent ces deux hormones sont regroupées en ilots de Langerhans) (Bismuth, 2006).

### I-9. Rappel sur la digestion intestinale chez le poulet.

Du fait de la faible longueur du tube digestif (Carre, 2000), le temps moyen du transit digestif est relativement court chez les oiseaux d'élevage (5 à 9 h), comparativement au mammifères monogastrique (7 à 48-h) (Warner, 1981). Le temps du transit est modifié par :

- ❖ La taille des particules alimentaires. (Ferrando *et al*, 1987 ; Larbier et Leclercq, 1992).
- ❖ Les sites digestifs, essentiellement le gésier, qui mets du temps pour broyer les grosses particules, et les caeca, où les liquides passent plus de temps (Vergara *et al*, 1989).
- ❖ La nature des particules alimentaires (Clemens *et al*, 1975).

La fraction liquidienne séjourne très brièvement (15 min), dans le gésier, comparativement au particules solides (0,5 à 4h) (Sklan *et al*, 1975 ; Ferrando *et al*, 1987 ; Shires *et al*, 1987). Par contre une fraction liquide est capable de passer dans les caeca pour y séjourner quelques heures, tandis que très peu de particules y pénètrent (Vergara *et al*, 1989).

Sur le plan physiologique, la digestion dans l'intestin débute surtout sous l'influence du suc gastrique : l'abouchement des canaux pancréatique et biliaires est situé à la fin du duodénum. Ces sécrétions apportent les mêmes éléments que chez les mammifères : bicarbonate, enzymes, sels biliaires. L'équipement enzymatique du suc pancréatique contient une amylase, une lipase, et des enzymes protéolytiques.

Une particularité, est que la bile apporterait, chez certaines espèces une enzyme, par exemple, une amylase chez le poulet (Brugere-picoux et Silim, 1992).

Les activités enzymatiques permettant la digestion sont faibles ou absentes chez le jeune poussin. La possibilité de digérer les glucides se développe au cours des tous premiers jours (4 à 5 jours). En fait les activités maltase et sucrase sont présentes dès la naissance, et il n'existe pas de stades de production de lactase comme chez les mammifères. La digestibilité des lipides est faible à la naissance, et dans les premières semaines seules les lipides insaturés sont utilisés. Par la suite (4 à 8 semaines), la digestion des lipides très saturés devient possible (Brugere-Picoux et Silim, 1992).

Les métabolites issues de la digestion, les vitamines, les oligo-éléments, passent directement dans le sang tout au long de l'intestin grêle.

Selon Brugere-picoux (1973), le transit dans les caeca implique deux phénomènes opposés : remplissage et vidange.

Le remplissage est à l'évidence, l'étape la plus complexe, ne serait-ce que du fait de la direction des caeca par rapport à l'iléon et de l'orientation de leur abouchement, tourné vers la partie distale de l'intestin. Un remplissage à partir du jéjuno-iléon est mis en doute depuis la constatation qu'un repas baryté ne passe pas dans les caeca. Inversement un opacifiant des voies urinaires injecté par voie intraveineuse gagne le cloaque après avoir traversé les reins et les urètres et finit par opacifier les caeca.

Ceci indique que les caeca sont remplis par voie rétrograde à partir du colon et du cloaque.

La vidange est peu fréquente. Selon des évaluations anciennes, elles ne se produirait que toute les 24 à 48 heures. Elle ne survient jamais pendant la période d'obscurité mais surtout en fin de période d'éclairement.

**CHAPITRE II****ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR**

La sélection génétique et la maîtrise de l'alimentation et des conditions sanitaires ont contribué à accélérer la vitesse de croissance des poulets de chair. La première semaine de vie des poussins représente aujourd'hui presque 20% de la durée de vie d'un poulet, durant cette période le poids des poussins augmente considérablement (Bigot *et al*, 2001).

La croissance et le rendement musculaire accrus des poulets sont valorisés par une alimentation plus concentrée en énergie métabolisable et en acides aminés disponibles pour les synthèses protéiques (Shanchez *et al*, 2000).

**II-1. Données générales sur la composition des aliments du poulet:**

La formulation des aliments du poulet de chair est une action de combinaison servant à assembler plusieurs ingrédients dans le but d'élaborer un mélange qui correspond aux qualités requises, mais aux moindre coût possible. Les besoins de base sont l'énergie, les protéines, le calcium et le phosphore, sans oublier l'eau qui est aussi un élément indispensable (Bludgen *et al*, 1996).

**II-1-1. L'énergie:**

Les rendements zootechniques dépendent en grande partie de la teneur énergétique des aliments. La vitesse de croissance des animaux ainsi que leur indice de consommation, en particulier, sont fortement liés à ce facteur. Elle représente la plus grande partie de la ration (70% environ) (Larbier et leclercq, 1992).

L'énergie contenue dans l'aliment (énergie brute) n'est pas totalement disponible pour l'animal; une partie, en effet est perdue dans les fèces, l'urine et les gaz. Plus celle-ci croît, plus la digestibilité de l'aliment diminue (Larbier et leclercq, 1992).

L'énergie métabolisable: représente l'énergie disponible, c'est-à-dire l'énergie ingérée (énergie brute) moins l'énergie perdue.

**II-1-2. Les protéines:**

Les protides encore appelées matières azotées comprennent les protéines, les peptides, et les acides aminés considérés comme les éléments de base des autres composés.

Contrairement aux plantes qui synthétisent leurs propres acides aminés à partir de CO<sub>2</sub>, de nitrates, et de sulfates, les animaux en sont incapables, ou les synthétisent à un rythme très long, ils en trouvent source dans leur alimentation qui leur apporte les protéines essentielles. Celles-ci une fois dégradées dans le tube digestif donnent lieu aux acides aminés qui, une fois absorbés, rentrent dans la composition des propres protéines de l'organisme. Les protéines tissulaires se trouvent alors soumises au double jeu de la dégradation et de la synthèse, impliquant ainsi un renouvellement continu à partir des acides aminés alimentaires. Les plus importants dans le domaine de l'alimentation avicole restent la glycine, l'arginine, la lysine, la méthionine, la cystine et le tryptophane (Larbier et leclercq, 1992).

En effet, il faut que tous les besoins en acides aminés soient couverts par l'apport, ce qui demande des fois une association synergique de plusieurs sources en matières azotées dans un même aliment, et cela pour éviter toute carence en un ou plusieurs acides, comme le tourteau de soja riche en lysine mais pauvre en méthionine sera associé avec le tourteau de tournesol, qui lui est inversement riche en méthionine et pauvre en lysine. Les acides aminés ajoutés à l'alimentation à l'état pur se trouvent être plus efficaces par rapport à ceux présents dans les matières premières du fait que ces derniers se trouvent liés par des liaisons peptidiques limitant ainsi leur disponibilité (Larbier et leclercq, 1992).

**II-1-3. Les minéraux:**

Macro-éléments ou oligo-éléments soient-ils, ils sont présents dans l'organisme en grandes quantités pour les premiers, et en faible pour les seconds.

Parmi les macro-éléments on en trouve le sodium, le chlore, le potassium, le calcium, le magnésium, le phosphore. Ils jouent essentiellement le rôle de constitution.

Les aliments destinés aux volailles renferment très peu de sodium et de calcium. Une carence en sodium provoque une réduction importante de la croissance. Il faut donc ajouter aux aliments un sel de sodium, soit sous forme de chlorure soit sous forme de bicarbonate.

Par contre, la teneur en phosphore est généralement élevée car les céréales et les tourteaux en sont bien pourvus (Sauveur *et al.*, 1983).

L'iode, le zinc, le cuivre, le manganèse, le sélénium, le fer sont les principaux oligo-éléments, et la ration destinée à la volailles en renferment peu. Ils permettent généralement aux enzymes d'exercer leurs fonctions.

Ainsi le cuivre se trouve impliqué dans l'hématopoïèse et la constitution de quelques enzymes dont certaines interviennent dans l'élaboration de l'élastine (protéine présente dans les ligament, l'aorte,...) (Larbier *et al.*, 1991).

Le manganèse active certaines enzymes, intervient dans la formation de l'os ; le zinc rentre dans la constitution d'enzymes telle que l'anhydrase carbonique (rôle important dans l'ossification) et d'hormones (l'insuline). En cas de carence, la croissance est ralentie ; les os longs sont plus courts, les plumes deviennent cassantes. Les hormones thyroïdiennes qui jouent un rôle important dans la croissance renferment de l'iode.

Quant au sélénium, il entre dans la constitution de la glutathion peroxydase, enzyme qui catalyse la réduction des peroxydes formés à partir des acides gras. Ceci permet en particulier que les différentes membranes (des cellules, des mitochondries, des lysosomes....), ne soient endommagées.

En cas de carence en sélénium, les poulets sont atteints de diathèse exsudative: les muscles présentent des œdèmes sous-cutanés et une coloration brune, la croissance des animaux est ralentie, le taux de mortalité augmente fortement (Larbier *et al.*, 1991).

#### **II-1-4. Les vitamines:**

Considérées comme des facteurs anti-stress, les vitamines jouent un très grand rôle dans le contrôle des activités enzymatiques du métabolisme. Hydrosolubles ou liposolubles, elles font usage de suppléments spéciaux qui, dans de nombreux cas sont des produits chimiquement purs et doivent être utilisés par quantité minime. (Huart, 2004).

Parmi les vitamines liposolubles, on cite les vitamines A, E, D3, K.



La vitamine A intervient sur la croissance, et favorise la régénération de la peau et des muqueuses ; comme elle peut jouer un rôle dans la prévention des maladies respiratoires ou infectieuses.

La vitamine E, quant à elle, agit comme un agent anti-oxydant, et évite ainsi l'oxydation des acides gras insaturés, qui provoque chez les oiseaux l'encephalomalacie.

La vitamine D3, favorise l'absorption intestinale du calcium et du phosphore, favorisant ainsi le phénomène de calcification de l'os. L'addition aux aliments de vitamine D3 est donc indispensable (Huart, 2004).

Comptant parmi les acteurs qui assurent l'hémostase, la vitamine K est indispensable pour la synthèse de la prothrombine au niveau hépatique.

Les vitamines hydrosolubles rassemblent les vitamines C et celles du groupe B.

La vitamine C est synthétisée par les animaux à partir du glucose. Elle intervient dans les réactions d'oxydoréduction et d'hydroxylation, permet notamment la formation de sérotonine à partir de tryptophane et d'hydroxyproline.

Et celles du groupe B interviennent individuellement ou ensemble notamment comme catalyseur des réactions biochimiques (Thiamine ou B1), entrent dans la constitution des déshydrogénases (Riboflavine ou B2, Niacine ou B3), agissent comme co-enzymes (Acide pantothénique ou B5, Pyridoxine ou B6, Biotine ou B8), ou jouent un rôle dans l'anabolisme de quelques acides aminés (méthionine, serine,...) ou encore de la choline, des bases puriques et pyrimidiques (Acide folique B9, et vitamine B12) (Bruger-picoux, 1973).

#### **II-1-5. L'eau:**

Après l'oxygène, l'eau est le deuxième élément vital de tout être vivant. L'eau est le principal constituant du corps et représente environ 70 % du poids vif total.

La consommation d'eau augmente avec l'âge de l'animal et avec la température ambiante du bâtiment d'élevage comme le montre le tableau suivant selon Huart (2004) :

**Tableau I:** consommation d'eau journalière du poulet (litre/1000 poussins) selon Huart (2004)

Age (en semaine)	l/ 20°C	l/ 30°C
1	24	40
3	100	190
6	240	500
9	300	600

A ceci s'ajoute le fait que la consommation d'eau conditionne la prise alimentaire. En effet, une sous-alimentation en eau provoque une baisse de la consommation alimentaire et la réduction du gain de poids. Le rapport eau/aliment normal doit être compris entre 1,8 – 2, c'est pour cette raison qu'en pratique l'eau est servie ad libitum. Les volailles consommeraient donc deux fois plus d'eau que d'aliment, comme le montre le tableau suivant : (selon Quemeneur, 1988).

**Tableau II :** consommation d'eau et d'aliment en fonction de l'âge selon Quemeneur (1988)

Age des sujets (j)	Poids moyen (g)	Indice de consommation	Aliment ingéré (g/j)	Eau ingérée (g/l)	Rapport Eau/aliment
7	180	0,88	22	40	1,8
14	380	1,31	42	74	1,8
21	700	1,40	75	137	1,8
28	1080	1,55	95	163	1,8
35	1500	1,70	115	210	1,8
42	1900	1,85	135	235	1,8
49	2250	1,95	155	275	1,8

## II-2. Classification, préparation et présentation des aliments:

### II-2-1. Classification des aliments:

Les aliments sont souvent classés selon leurs particularités, à savoir ceux qui fournissent de l'énergie, des protéines, calcium et phosphore, et ceux qui apportent d'autres minéraux, oligoéléments et différentes vitamines (Bludgen *et al*, 1996). La classification proposée pour les aliments est comme la suivante :

- ✓ Matières première source d'énergie.
- ✓ Matière première source de protéines.

**II-2-1-a. Matières premières énergétiques:**

Parmi ces matières énergétiques peuvent en être citées :

**➤ Les céréales et issues de céréales:**

Dans la plupart des rations pour volailles, les céréales sont les principales sources énergétiques utilisées dans la composition, dont le maïs constitue la matière première la plus importante en volume étant donné qu'il représente le 1/3 de la nourriture consommée par la volaille. Le maïs jaune reste le plus courant en utilisation, il est très riche en pigments caroténoïdes qui permettent d'augmenter la coloration des peaux de poulets dite de souche jaune, mais pauvre en protéines et calcium (Bludgen *et al*, 1996).

Les sous-produits du froment (blé) tel que le son et les remoulages provenant des meuneries sont largement utilisés dans les rations des volailles. Très énergétique et appétissant, avec une teneur en protéines de 12-13% (Huart, 2004).

L'orge, énergétique, mais carencé en protéines, calcium et manganèse.

**➤ Les huiles végétales et graisses animales :**

Beaucoup de ces produits riches en énergie sont maintenant utilisés pour l'alimentation de la volaille.

En plus de leur haute teneur en énergie, les graisses permettent de réduire les fibres des aliments, améliorent leur texture et leur apparence et, augmentent la palatabilité. Toutefois, l'utilisation des graisses dans l'alimentation des volailles requiert un meilleur équipement de malaxage et des problèmes de rancissement peuvent se poser si les graisses ne sont pas correctement stabilisées par addition d'un antioxydant en vue de prévenir leur détérioration (Huart, 2004).

**II-2-1-b. Matières premières protéiques:**

Qu'elles soient d'origine animale ou végétales leurs buts sont communs et résident en un apport en protéines et acides aminés essentiels pour couvrir au mieux les exigences de la production.

Ainsi parmi les matières d'origine animale, on peut trouver des sous-produits de l'industrie de la viande tel que les farines de viandes et d'os, des sous-produits laitiers tel que le babeurre, lait écrémé, et lactosérum, et des sous-produits d'animaux divers ; or, elles sont toutes déficitaires en un ou plusieurs acides aminés essentiels comme la méthionine, le tryptophane, la lysine, l'histidine, la glycine ou encore la cystine.

Tout de même, les matières issues de produits de mer en l'occurrence les farines de poissons des déchets de conserverie et certains poissons pêchés spécialement pour cette utilisation affichent une bonne qualité du point de vue teneur en protéines (60 voire 70%), à quoi vient s'ajouter le fait qu'elle apportent presque la totalité des acides aminés essentiels (Huart, 2004).

Concernant les matières d'origine végétale, elles offrent aussi une panoplie de produits ou sous-produits diversifiés, en l'occurrence entre les tourteaux d'oléagineux tel que tourteau de coton, de colza ou encore d'arachides, mais le tourteau de soja reste nettement le plus utilisé du fait qu'il présente un taux protéique assez élevé (44 à 50%), notamment en lysine, tryptophane et de par sa richesse en phosphore (Huart, 2004).

### II-2-2. Préparation des aliments:

La formulation des aliments propose des combinaisons répondant aux besoins des animaux à partir des matières premières disponibles.

Le problème majeur dans l'établissement des associations est de parvenir à un dosage des ingrédients alimentaires qui donne dans les proportions adéquates tous les nutriments nécessaires à l'animal (Huart, 2004).

L'éleveur a donc le choix soit de s'approvisionner en aliment industriel commercial, en principe bien équilibré; soit pour minimiser les coûts, il procède lui-même à un mélange artisanal. Certes, il peut disposer ainsi d'aliments moins coûteux, mais aussi, s'il est mal équilibré, nettement moins performant et rentable.

Ainsi, selon Bludgen *et al* (1996), la préparation des aliments se fait en plusieurs étapes :

- **La pesée des matières premières** : elle doit être très précise.
- **Mouture** : les céréales et les tourteaux doivent être broyés en particules grossières de 0.5 à 1.5mm avant d'être mélangés, les autres matières fines comme le phosphate et Complexe minéralo-vitaminés (CMV) peuvent être incorporées directement dans la ration.
- **Pré-mélange** : il consiste à mélanger toute les matières premières avec une partie des céréales moulues en faibles quantités, de manière à mieux les répartir dans le mélange final.

- **Mélange** : le pré-mélange est incorporé progressivement au reste des matières premières à l'aide d'un mélangeur.
- **Incorporation d'huile** : elle est réalisée en dernier lieu, progressivement et après un certain temps de mélange pour éviter la formation de petites boulettes.

La combinaison est également une optimisation économique; on cherche en effet à satisfaire les besoins au plus bas prix possible.

### II-2-3. Présentation des aliments:

Le comportement alimentaire d'une volaille peut se diviser en trois phases : l'identification, la préhension et l'ingestion. Dans la 1<sup>ère</sup> phase, tous les signaux sensoriels et plus particulièrement la vision sont mis à contribution. La préhension utilise aussi la vue mais aussi le toucher. Cela souligne toute l'importance des caractéristiques physiques des aliments (taille, forme, dureté et élasticité...) (Picard *et al.*, 1999).

Ces mêmes auteurs situent le rôle de la présentation de l'aliment dans la nutrition des poulets de chair principalement à deux niveaux: la consommation et la digestibilité de l'aliment.

- **La consommation de l'aliment**: le niveau et la rapidité d'ingestion sont directement liés à la présentation de l'aliment. Le meilleur résultat est donné par un granulé de qualité. L'effet de granulation est d'autant plus important que le niveau énergétique est bas. La composition des aliments est primordiale mais chez les volailles, la granulation des aliments favorise la consommation.

De plus, elle permet de mieux valoriser les matières premières, notamment dans le cas de rations peu concentrées en énergie.

Il faut privilégier un broyage grossier des aliments : les volailles n'aiment pas les particules fines et tendent à les délaissier. Les grosses particules, voire une certaine proportion de graines entières, sont au contraire très bien valorisées.

- **La digestion de l'aliment**: Le processus de digestion de l'aliment dépend aussi de la granulométrie et de la nature des matières premières qui constituent la ration. La digestibilité des aliments facilement assimilables (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, 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 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.

### II-3. Caractéristiques des aliments et besoins en nutriments selon les stades de croissance:

La notion de besoin n'est pas absolue, elle fait obligatoirement référence à un critère ou à un objectif : gain de poids recherché, indice de consommation souhaité, qualité de la carcasse désirée.

#### II-3-1. Alimentation en phase de démarrage:

Le poulet présente une croissance plus rapide et un meilleur indice de consommation lorsqu'il reçoit pendant la phase de démarrage un aliment présenté en miettes ou en granulés. Cette amélioration de performances sous l'effet de la granulation s'atténue, cependant à mesure que la teneur énergétique des aliments s'élève ; elle n'est guère perceptible au-delà de 3200 Kcal EM/kg (Larbier *et al*, 1991).

Il faut aussi un apport d'azote maximum pendant les premiers jours de vie des poussins car une carence en azote se traduit par un arrêt de croissance et une perte d'appétit. Les niveaux protéiques dans la ration sont adaptés en fonction de l'âge du poulet de chair, les besoins protéiques correspondent à l'apport nécessaire en acides aminés indispensables, d'où la notion de besoins protéique remplacée de plus en plus par la notion de besoins en acides aminés.

Sachant que le développement du tractus gastro-intestinal est un phénomène prioritaire dans le développement général du poussin, ainsi durant les 4 premiers jours de vie, un quart des protéines absorbées est retenu par l'intestin (Vergara *et al*, 1989).

Le tableau suivant représente les apports recommandés pour le poulet de chair durant cette période:

**Tableau III:** Besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de démarrage en fonction de la présentation de l'aliment (INRA, 2004)

<i>Les besoins</i>	<i>unités</i>	<i>Valeurs selon la présentation de l'aliment</i>	
		<i>Farine</i>	<i>Granulé</i>
<i>Energie métabolisable (E.M)</i>	<i>Kcal/kg d'aliment</i>	3 000	2 900
<i>Protéines brutes</i>	%	23-26	22-26
<i>Lysine</i>	%	1.2	1.12
<i>Méthionine</i>	%	0.51	0.48
<i>Méthionine + cystine</i>	%	0.90	0.84
<i>Minéraux</i>			
<i>Calcium</i>	%		1
<i>Phosphore</i>	%		0.45
<i>Oligo-éléments</i>			
<i>Zinc</i>	<i>g/100 kg</i>		4
<i>Cuivre</i>	<i>g/100 kg</i>		0.30
<i>Fer</i>	<i>g/100 kg</i>		2,5
<i>Manganèse</i>	<i>g/100 kg</i>		6
<i>Les vitamines</i>			
<i>Vit A</i>	<i>UI/100 kg</i>		2 000 000
<i>Vit D3</i>	<i>UI/100 kg</i>		200 00
<i>Vit E</i>	<i>mg/100kg</i>		2 000
<i>Vit K</i>	<i>mg/100kg</i>		400
<i>Vit C</i>	<i>mg/100kg</i>		3 000

### II-3-2. Alimentation en phase de croissance:

Durant cette période d'élevage l'aliment démarrage sera 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 comme suit : la croissance des plumes, la croissance pondérale, le rendement en filet et pour finir 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 3 000kcal EM/kg pour les poulets âgés de 4 à 8 semaines, en dessous de ces valeurs, la réduction du poids vif à 56 jours est voisine de 30g pour chaque diminution de 100kcal EM/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 (Larbier *et al*, 1991).

Le tableau ci-dessous représente les différents apports en différents éléments pour la phase de croissance :

**Tableau IV:** Besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de croissance en fonction de la présentation de l'aliment (INRA, 2004)

<i>Les besoins</i>	<i>Unités</i>	<i>Valeurs selon la présentation de l'aliment</i>	
		<i>Farine</i>	<i>Granulé</i>
<i>Energie métabolisable (E.M)</i>	<i>Kcal/kg d'aliment</i>	3 100	2 950
<i>Protéines brutes</i>	%	21,5-25	20-25
<i>Lysine</i>	%	1.07	1
<i>Méthionine</i>	%	0.46	0.43
<i>Méthionine + cystine</i>	%	0.83	0.77
<i>Minéraux</i>			
<i>Calcium</i>	%		0,90
<i>Phosphore</i>	%		0.45
<i>Oligo-éléments</i>			
<i>Zinc</i>	g/100 kg		4
<i>Cuivre</i>	g/100 kg		0.30
<i>Fer</i>	g/100 kg		2,5
<i>Manganèse</i>	g/100 kg		6
<i>Les vitamines</i>			
<i>Vit A</i>	UI/100 kg		2 000 000
<i>Vit D3</i>	UI/100 kg		200 00
<i>Vit E</i>	mg/100kg		1 500
<i>Vit K</i>	mg/100kg		300
<i>Vit C</i>	mg/100kg		3 000

### II-3-3. Alimentation en phase de finition:

L'aliment de croissance sera remplacé durant cette période, par un aliment finition moins concentré en protéines et plus riche en énergie tout en respectant l'équilibre énergétique/protéique.



Il est à 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 à la fin de cette période, car des travaux récents semblent montrer que les rendements filet sont optimisés lorsque les besoins permettant d'obtenir un indice de consommation (IC) minimum, sont optimisés durant les deux premières phases d'élevages (Leclercq et Beaumont, 2000).

Le tableau suivant montre les apports nutritionnels recommandés pour cette phase:

**Tableau V:** Besoins nutritionnels du poulet de chair en phase de finition en fonction de la présentation de l'aliment (INRA, 2004).

Les besoins	unités	Valeurs selon la présentation de l'aliment	
		Farine	Granulé
<b>Energie métabolisable (E.M)</b>	<i>Kcal/kg d'aliment</i>	3 150	3 000
<b>Protéines brutes</b>	%	18.5-25	18-25
Lysine	%	0,94	0,9
Méthionine	%	0.40	0.39
Méthionine + cystine	%	0,70	0.68
<b>Minéraux</b>			
Calcium	%		0,90
Phosphore	%		0.40
<b>Oligo-éléments</b>			
Zinc	g/100 kg		2
Cuivre	g/100 kg		0.20
Fer	g/100 kg		1,5
Manganèse	g/100 kg		6
<b>Les vitamines</b>			
Vit A	UI/100 kg		2 000 000
Vit D3	UI/100 kg		200 00
Vit E	mg/100kg		1 500
Vit K	mg/100kg		300
Vit C	mg/100kg		3 000

## CHAPITRE III

## RAPPELS SUR CERTAINS METABOLISMES CHEZ LE POULET DE CHAIR

Pour pouvoir transformer l'aliment en production (viande, gain de poids, chair,...), l'animal a besoin d'énergie, qui est le carburant de la machine animale (glucides, lipides, protéines); de matériaux de construction (protéines, calcium, phosphore,...), pour former les tissus des différents organes; et des facteurs de fonctionnement (oligo-éléments, vitamines) pour activer et diriger les nombreuses réactions biochimiques qui s'effectuent dans leur organisme.

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, comme ce qui est nécessaire au strict maintien de l'homéostasie de l'animal (glycémie, température, pression osmotique, pH ...) et l'équilibre énergétique, c'est-à-dire sans perte ni gain de réserves énergétiques. 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 leur rendement n'est jamais de 100%, toute réaction biochimique de synthèse entraînent en effet une perte plus ou moins importante d'énergie sous forme de chaleur (Larbier et Laclercq, 1992).

**III-1. Métabolisme glucidique et glycémie:**

Les oiseaux ont développé des mécanismes adaptatifs originaux leur assurant un métabolisme énergétique actif caractérisé par une température et une glycémie basale élevée (42°C et 2 g/l). Les travaux réalisés en majorité sur les poulets montrent que le métabolisme glucidique des oiseaux présente des différences notables par rapport aux mammifères. La première et la plus facilement accessible concerne ainsi la valeur de la glycémie basale, deux fois plus élevée que chez les mammifères, même après un jeûn de courte durée, ou avec un régime dépourvu en sucres (Rideau *et al*, 2012).

La glycémie des poulets est, à l'état nourri, en moyenne de 1,90 à 2,20 g/l. Des valeurs récentes rapportées chez des poulets de souche «chair» montrent des variations considérables, même à l'état basal, s'étendant entre 1,56 et 3,30 g/l sans que l'on puisse prendre en considération les facteurs influençant les variations tel que l'âge ou encore les méthodes de mesure.

C'est ainsi que des auteurs rapportent que l'origine génétique des animaux, leur âge et l'état nutritionnel influent sur la glycémie basale. Ainsi, des lignées de poulets sélectionnées sur l'engraissement présentent des glycémies basales significativement différentes. (Leclercq *et al*, 1987). Et concernant le facteur âge, Lu *et al* (2007), montrent que la glycémie passe progressivement de 1,16 g/l à 10 jours de vie embryonnaire à 2,33 g/l 03 jours après l'éclosion ; tandis que Sinsigalli *et al*,(1987), constatent que la glycémie basale des poulets sélectionnés sur la croissance diminue significativement de 6 à 12 semaines d'âge.

Enfin, des études menées récemment sur des souches améliorées montrent qu'un jeûn de courte durée diminue systématiquement la concentration de glucose sanguine circulante (Rideau *et al.*, 2012).

Les glucides représentent la principale source de nutriments énergétiques chez le poulet. Ainsi, les oiseaux utilisent du glucose comme substrat d'oxydation cellulaire, en priorité pour les cellules nerveuses du cerveau, et les lipides déposés proviennent essentiellement d'une synthèse à partir des glucides alimentaires. C'est de telle manière, qu'une fois dans la cellule le glucose peut être stocké sous forme de glycogène, et aide au contrôle et au maintien de la glycémie en période post pondérale. L'autre voie étant la lipogenèse, stipule que le glucose métabolisé en pyruvate est converti en acide gras pour le stockage et dépôt sous forme de lipides (Larbier et Leclercq, 1992).

Le coma hypoglycémique, chez les oiseaux, surviendrait selon Larbier et Leclercq (1992) en dessous de 0,7 g/l.

Lorsque la glycémie est élevée, le glucose non utilisé pour la production de l'énergie est mis en réserve sous forme de glycogène essentiellement dans le foie et les muscles. Une fois, la capacité de cette voie dépassée, le glucose restant en excès est mis en réserve sous forme de lipides par voie de lipogenèse et stocké dans le foie et le tissu adipeux (Rideau *et al.*, 2012).

### **III-2. Métabolisme protéique et protéinémie:**

Les produits de la digestion des protéines d'origine alimentaire ou endogène sont absorbés essentiellement sous la forme d'acides aminés libres mais aussi d'oligopeptides qui sont rapidement hydrolysés dans les entérocytes.

Dans le sang, comme dans tous les tissus, il existe une quantité appréciable d'acides aminés dits libres, parce que non engagés dans des liaisons peptidiques. Ils sont utilisés à des fins anaboliques ou cataboliques : synthèse protéique, inter conversion entre acides aminés, néoglucogenèse, cétogenèse, oxydation..., l'ensemble de ces réactions constituant le métabolisme protéique (Larbier et Leclercq, 1992)

Ces acides aminés libres constituent des pools dont les concentrations sont des bilans entre apports et dépenses. Ayant deux origines, la première étant exogène, est représentée par les protéines de l'apport alimentaire, qui seront dégradées dans le tube digestif, puis absorbées par l'organisme pour la synthèse des protéines qui lui y sont propres : c'est la protéosynthèse. L'autre origine sera représentée par les apports endogènes, c'est-à-dire les acides aminés provenant de la dégradation des protéines de l'organisme et hydrolyse des relations peptidiques qui les unis les uns aux autres : c'est la protéolyse. Ce double jeu de synthèse et de lyse des protéines détermine le bilan protéique, et reflète ainsi le dépôt de protéines chez l'animal en croissance (Tesseraud et Temim, 1999).

Chez les oiseaux comme chez les mammifères, les données disponibles sur la synthèse et la dégradation des protéines, présentent une grande variabilité, et aboutissent parfois à des résultats contradictoires. Elles sont en effet obtenues par des méthodes de mesures diverses, sur des sujets à âge variable, et stades physiologiques (diminution de la synthèse avec l'âge), et génotypes différents (plus faible dégradation chez les poulets à croissance rapide) (Tesseraud, 1995).

La protidémie, protéinémie ou encore protéines plasmatiques, représente le taux de protéines circulantes dans le sang au moment du dosage. Elles représentent la plus grande majorité des matières solides du plasma. Elles ont des propriétés très variées, transport, pression oncotique, anticorps, marqueurs de l'inflammation..., leurs dosage a fait objet de plusieurs études, et plusieurs auteurs rapportent des valeurs avec des différences plus ou moins significatives, avec leurs interprétations. Ainsi selon Fontaine *et al* (1995), la protéinémie est estimée entre 52-69 g/l, c'est la valeur de référence.

### III-3. Métabolisme lipidique et lipidémie:

Comme pour tous les aliments, les lipides aussi subissent une dégradation dans le tube digestif avant d'être absorbé par ce dernier. Emulsifiés par les acides biliaires, les métabolites passent directement dans le sang, absorbés tout au long du tube digestif, car les oiseaux ne possèdent pas de chylifères, contrairement à ce qui se passe chez les mammifères, où les molécules lipidiques doivent être conjuguées à des protéines, et doivent former des chylomicrons pour pouvoir passer la barrière intestinale afin de se retrouver par la suite dans la circulation sanguine et ainsi dans les cellules cibles (Larbier et Leclercq, 1992 ; Brugere-Picoux et Silim, 1992).

Les lipoprotéines sont majoritairement représentées par les Very Low Density Lipoprotein (VLDL), High Density Lipoprotein (HDL) et Low Density Lipoprotein (LDL).

Les triglycérides, les phospholipides, le cholestérol, représentent la majeure partie des lipides alimentaires, qui après action de la lipase pancréatique, les issues de dégradation sont principalement des acides gras saturés ou insaturés et du glycérol, et dont la destination de métabolisme reste variable. Ainsi, le glycérol est acheminé vers le foie où il fera l'objet de glycogénèse. Quant aux acides gras, soit ils sont transportés vers des organes cibles telles que le foie, le cœur, le muscle, ils feront objet d'oxydation, soit ils seront véhiculés vers les adipocytes, dont leur stockage sous forme de triglycérides dans des gouttelettes lipidiques entourées de cytoplasme est le principe même de la lipogénèse; et dont le phénomène inverse est dit lipolyse. Cette forme de réserve représente une source importante en énergie pour l'organisme des animaux (Larbier et Leclercq, 1992).

Le cholestérol représente le stérol se retrouvant dans l'organisme animal à plus grande partie. Il se retrouve dans pratiquement tous les tissus de l'organisme en général, et spécialement dans le tissu nerveux. Il est un constituant majeur des membranes cellulaires.

Il lui est possible à l'organisme de subvenir à ses besoins journaliers en cholestérol, en le synthétisant lui-même, ce qui représente 50% du cholestérol total, cette biosynthèse prend place au niveau des intestins, de la peau, et du foie. L'autre moitié est apportée par la prise de l'alimentation.

Une grande majorité du cholestérol est incorporée dans les acides biliaires, se retrouvant ainsi excrétée en dehors de l'organisme par la bile (Larbier et Leclercq, 1992).

Ainsi selon Fontaine (1995), la cholestérolémie chez le poulet se trouve entre des variantes allant de 1,3-3,8 mmol/l.

#### III-4. Métabolisme de certains minéraux:

Le calcium, étant le minéral le plus abondant au sein de l'organisme, il constitue la majeure partie du squelette des os. Il n'est présent dans les liquides extra ou intracellulaires qu'en faibles concentrations. Il joue un rôle dans de nombreuses fonctions cellulaires telles que nerveuse, musculaire, hormonale, mais la plus importante reste la coagulation sanguine.

Le calcium se trouve le plus souvent lié aux protéines plasmatiques (Calcium Binding Protein), ou intracellulaire comme la Calmoduline, et en équilibre avec l'état ionisé dont les concentrations sont régulées avec une très grande précision aussi bien du côté extra que intracellulaire. Ces concentrations sont dépendantes de plusieurs facteurs tels que l'absorption intestinale (augmente avec les besoins), la régulation du métabolisme calcique (rôle des hormones parathyroïdienne, vitamine D3, et secondairement les prostaglandines), et les besoins en calcium (besoins d'entretien et besoin de production). (Larbier et Leclercq, 1992).

En pratique, et selon Fontaine (1995), la calcémie est de l'ordre de 2,2-6 mmol/l.

Le magnésium est surtout présent à l'intérieur des cellules, et intervient dans les réactions mettant en œuvre l'ATP. Ainsi toute synthèse protéique, lipidique, ou activité musculaire requièrent du magnésium.

Il est absorbé dans l'intestin grêle selon une modalité de transport actif, il est réabsorbé d'une façon exceptionnelle par les reins, ce qui abaisse le besoin d'apport pour l'entretien à un niveau réduit. (Larbier et Leclercq, 1992).

Sa concentration plasmatique est estimée selon Fontaine (1995) à 1-1,5 mmol/l.

Le tableau suivant résume les différentes concentrations des constituants sériques connues à ce jour chez le poulet de chair avec les conséquences de l'alimentation :

Tableau VI : effet des apports sur les paramètres sériques

Les paramètres	Valeurs de références	Conséquence de l'alimentation	
		Apport en excès	Apport carencé
Glycémie	1,56 – 3,30 g/l	-Dépôt excessif en gras -Stéatose hépatique	-Coma hypo glycémique -Perte de poids
Protéines	52 – 69 g/l	???	-Mauvaise qualité de la carcasse -Retard de croissance
Lipides	Cholestérol (1,3-3,8 mmol/l)	Engraissement et dépôt excessif de gras	Amaigrissement
	HDL (???)		
	LDL (???)		
	TG (???)		
Minéraux	Calcium (2,2-6 mmol/l)	???	Dyschondroplasie tibiale du poulet
	Magnésium (1-1,5 mmol/l).	???	???

*ETUDE EXPERIMENTALE*

*Objectifs*

*Matériel et méthodes*

*Résultats et discussion*

*Conclusion et Recommandations*



**MATERIEL ET METHODES****Objectifs :**

L'objectif de cette étude est de déterminer les valeurs usuelles de quelques paramètres biochimiques chez le poulet de chair, selon la formule alimentaire standard utilisée dans la plus part des élevages avicoles dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

**Cadre de l'étude :**

La présente étude s'est déroulée dans la région d'Irdjen de la Daïra de Larbaa-Nath-Irathen, à 20 km Est du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou ; pour une période s'étalant sur 02 mois allant du 11 Août au 11 Octobre 2014.

Au cours de cette étude, il y'a eu recours à plusieurs matériel et méthodes, dont certains ont servi à l'évaluation des paramètres zootechniques, et d'autres pour la détermination des valeurs usuelles de quelques paramètres biochimiques, ainsi selon leurs utilisations, sont classés en :

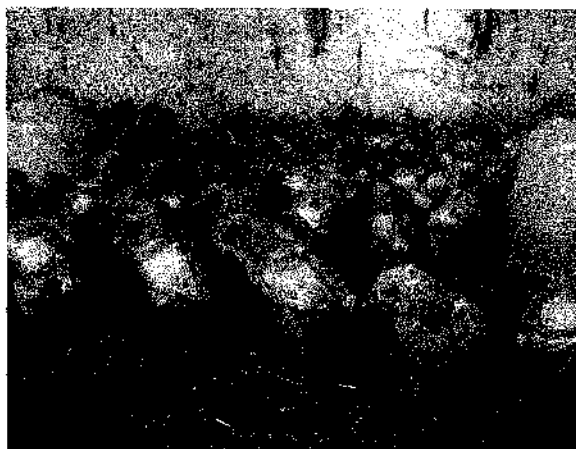
**A- Matériel biologique:** représenté par:

- **Les Animaux:**

Cette étude a été menée sur des poussins de souche ISA F15 provenant d'un même couvoir, de sexe mélangés, d'un poids homogène (50g). Cette souche est d'origine française, de type demi-lourd, de plumage blanc, et possède de grandes pattes de couleur jaune foncées (figure 2 et 3). Par ailleurs, elle permet d'avoir un poulet de chair ayant un potentiel toujours plus élevés de vitesse de croissance et se caractérise par une meilleure performance en fin d'élevage.

Dix mille (10.000) poussins ont été mis en place, le 11 Août 2014 pour une durée de 60 jours, et élevés au sol sur litière paillée, dans un bâtiment en dur avec fenêtres, et dont les dimensions sont comme suit:

- ♣ **Longueur :** 70 m
- ♣ **Largeur :** 13 m
- ♣ **Hauteur :** 5,5 m au centre et 3 m sur les cotés.
- ♣ **Superficie :** 910 m<sup>2</sup>
- ♣ **Volume :** 3867,5 m<sup>3</sup>



**Figure n°02 et 03 :** Poussins de la souche ISA 15

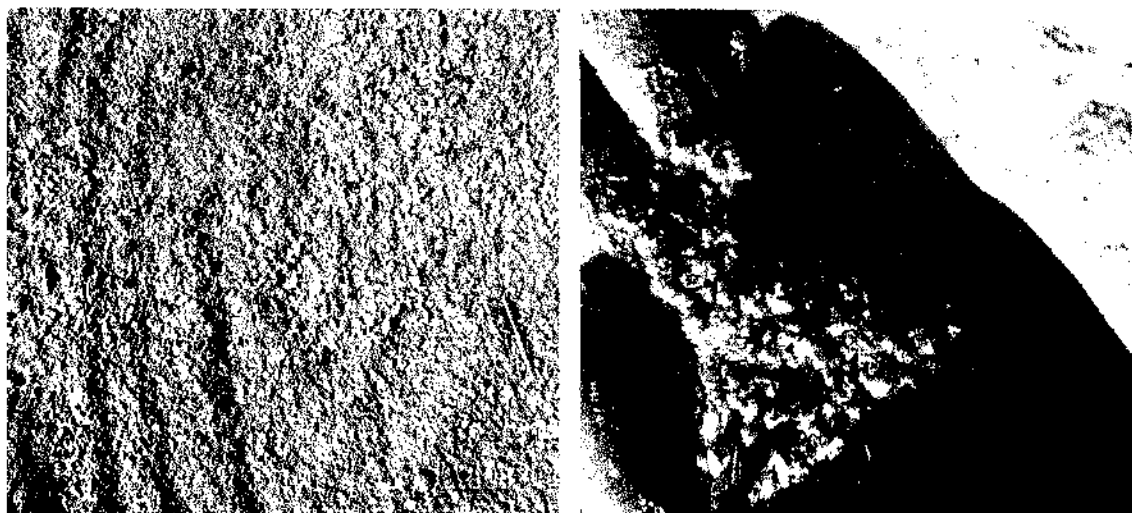
- **L'aliment:**

L'aliment utilisé est de type granulé, fabriqué par le propriétaire lui-même, selon la formule standard la plus utilisée dans les élevages, elle utilise de différents produits de façon à répondre à un minimum des besoins en tenant compte des trois phases d'élevage (démarrage, croissance, finition).

Les ingrédients qui composent la formule ainsi que leurs proportions selon les phases sont décrits dans le tableau VI, pour un kg d'aliment consommé, il contient:

**Tableau VII:** Proportion des ingrédients de la formule alimentaire utilisée

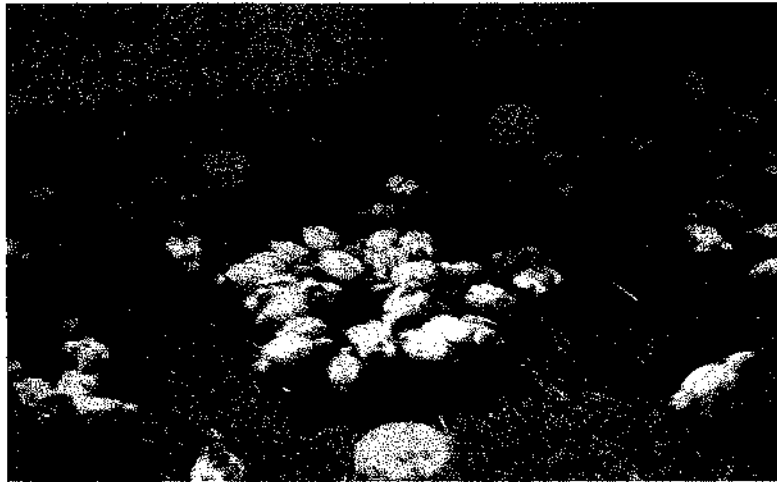
MATIERES PREMIERES (%)			
	<i>DEMARRAGE</i>	<i>CROISSANCE</i>	<i>FINITION</i>
<i>Mais</i>	60	62	67
<i>Tourteau de soja (44%)</i>	32	28,5	25
<i>Son de blé</i>	04	05	04
<i>CMV (Mg2x)</i>	01	01	01
<i>Phosphate</i>	1,7	1,7	1,5
<i>Calcaire</i>	0,8	0,8	0,5
<i>Huile de tournesol</i>	0,5	01	01
<i>Totaux</i>	100	100	100



**Figure n° 04 et 05 :** l'aliment distribué et consommé par les sujets

L'aliment ainsi que l'eau sont distribués *ad libitum*, donc les sujets ont en accès de façon permanente.

L'eau de consommation provient d'une réserve située à proximité (Château d'eau), alimenté par une conduite communale.



**Figure n° 06 :** Accès permanent à l'aliment et à l'eau

- **Prophylaxie et médications :**

Les sujets ont suivi un traitement préventif comme le montre le protocole vaccinal suivant :

**J 07 :** Vaccin bivalent de type atténué contre la maladie de New Castle (HB1) et Bronchite Infectieuse (H120), (BIOVAC ND-IB ®).

**J14 :** Vaccin de type vivant cloné contre la maladie de Gumboro (CH/80), (HIPRA-GUMBORO CH80®).

**J21 :** Rappel vaccinal de type vivant atténué contre la maladie de New Castle (La Sota), (BIOVAC LA SOTA ®).

Au cours de leurs séjour les sujets ont reçu des Antibiotiques, des anticoccidiens, des Antistress, et des complexes Vitamines-oligoéléments comme médication à titre préventif ou curatif. (annexe 01).

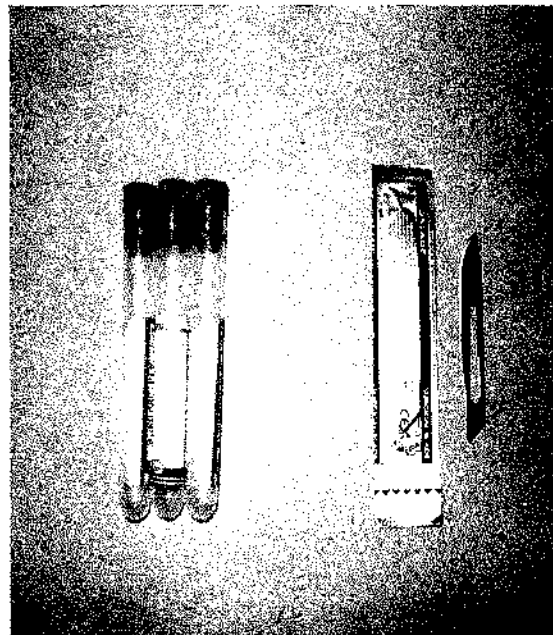
**B- Matériel non biologique :** concerne :

- **Le matériel de pesage :**

Dans ce cas, une balance électrique de précision et d'un seuil maximal de 5 Kg a été utilisées pour la prise du poids vif des sujets, et est référencée comme suit : Model Avery. Berkel. Fx 220 (Figure 07).

- **Matériel de prélèvement :**

Les prélèvements sanguins ont fait appel à des lames de bistouri et des tubes héparinés (figure 08).



**Figure n° 07:** balance électronique

**Figure n° 08 :** tubes héparinés et lame de bistouri

- **Matériel de dosage :**

Le dosage des paramètres biochimiques a fait appel à un laboratoire (laboratoire d'analyses médicales du Dr Y.BOUDJEBLA et M.CHOUGAR), et nécessitait un certain type d'appareillage: (annexe 02).

- ♣ Centrifugeuse
- ♣ Un Automate Analyseur
- ♣ Des cartouches de réactifs biochimiques

- **Aanalyses statistiques :**

Les résultats des différentes expériences et analyses ont été traités par l'EXCEL, cela pour l'établissement des graphes.

Les différents résultats des paramètres zootechniques et biochimiques ont fait objet d'une étude statistique par différents test à savoir ANOVA (test de comparaison), test de Levene (pour les distributions présentant des hétérogénéités dans les variances), et test HSD de Tukey (test de comparaison multiples et de mise en évidences des différences significatives) (Voir annexe 03).

➤ **Méthodes :**

Les méthodes utilisées dans la présente étude sont présentées selon le but avisé, donc selon l'évaluation des paramètres zootechniques ou les paramètres biochimiques.

**A- Evaluation des paramètres zootechniques :**

D'un point de vue zootechnique, une évaluation a été portée sur le gain de poids, l'indice de consommation, le taux de mortalité et ce, hebdomadairement, puis pour chaque phase d'élevage.

• **Le poids moyen vif :**

L'évolution du poids vif des sujets a été suivie de façon régulière, il a été comptabilisé chaque semaine au même jour et à la même heure sur 50 sujets pris au hasard dans le bâtiment. Les moyennes sont ensuite déterminées par le rapport suivant:

$$\text{Poids moyen (g)} = \frac{\text{POIDS GLOBAL DES SUJETS}}{\text{NOMBRE DES SUJETS PESES}}$$

• **L'indice de consommation :**

L'indice de consommation a été déterminé selon la formule suivant (pertes incluses) :

$$\text{Indice de consommation} = \frac{\text{QUANTITE D'ALIMENT CONSOMEE}}{\text{GAIN DE POIDS}}$$

Les quantités d'aliment consommées sont prises quotidiennement par addition du nombre des sacs de 50kg distribués chaque jour.

Le gain du poids est calculé par la différence entre le poids vif de la semaine et celui de la précédente.

- **Le taux de mortalité :**

Les taux de mortalités sont déterminés par le calcul suivant :

$$\text{Taux de mortalité} = \frac{\text{NOMBRE DE SUJETS MORTS}}{\text{EFFECTIF DE DEPART}} \times 100$$

Le nombre de sujet morts a été déterminé par dénombrement quotidien.

### **B- Paramètres du bilan biochimique :**

L'objectif de l'étude étant de déterminer les valeurs usuelles de quelques paramètres du bilan biochimique à savoir : glycémie, protides totaux, triglycérides, cholestérol, HDL, LDL, calcium et magnésium. Des prélèvements sanguins étaient réalisés à la fin de chaque phase d'élevage (Fin de démarrage J28, fin de croissance J42, fin de finition J60), sur 05 sujets.

- **Méthode de prélèvement :**

Les prélèvements sanguins étaient effectués sur 15 sujets (05 sujets pour chaque phase), pris au hasard dans le bâtiment, après saignée, le sang est récolté directement sur des tubes héparinés d'une capacité de 5ml (comme décrit dans les figures 10, 11, 12).

Les prélèvements une fois effectués, sont acheminés dans l'heure qui suit au laboratoire et sous froid, accompagnés d'une demande d'analyses délivrée par le vétérinaire praticien.

Afin de s'assurer du bon déroulement de la l'opération, l'animal a été contentonné.



**Figure n° 09 : Contention de l'animal**

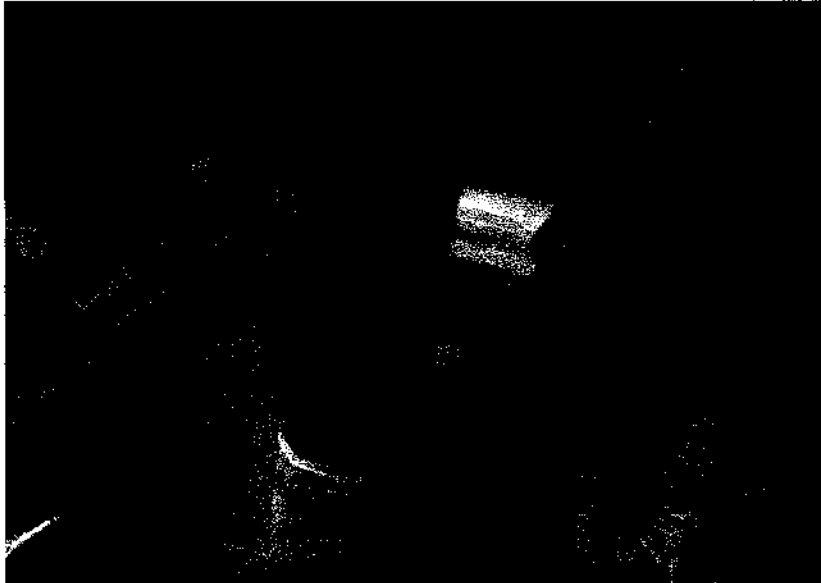
La saignée s'est effectuée grâce à une lame de bistouri tranchante.



**Figure n° 10 : Saignée et récolte du sang**



Après récolte de sang, les tubes fermés, ont été remués par des gestes simples, pour permettre un bon contact avec l'anti coagulant.



**Figure n° 11 : sang dans le tube hépariné**

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus sont classés en deux parties, à savoir paramètres zootechniques et biochimiques, sont ensuite comparés entre eux selon les phases d'élevage.

### I- PARAMETRES ZOOTECHNIQUE :

Les résultats de la formule alimentaire standard utilisée dans la plupart des élevages avicoles et son effet sur les paramètres zootechniques évalués dans cette étude sont décrits comme suit :

#### ➤ *Bilan alimentaire :*

Avant d'étudier les différents paramètres, la formule alimentaire utilisée a été évaluée du point de vue énergie métabolisable, et protéines brutes. Les résultats théoriques de la conversion sont rapportés dans le tableau VII :

**Tableau VIII : Bilan énergétique et protéique de la formule alimentaire**

	DEMARRAGE		CROISSANCE		FINITION	
	EXP	INRA	EXP	INRA	EXP	INRA
<i>E.M (Kcal/kg)</i>	2915,3	2900	2962	2950	3017,3	3000
<i>P.B (%)</i>	20,52	22-26	19,32	20-25	18,12	18-25

Ce tableau résume les quantités théoriques présumées apportées par la formule alimentaire.

En ce qui concerne l'énergie métabolisable, la formule semble répondre aux besoins de référence mentionnés par l'INRA.

Tandis qu'elle semble être défailante vis-à-vis du taux de protéines brutes notamment dans les deux premières périodes. En effet, un écart de 1,5% est remarqué entre la valeur de la formule et celle de référence en phase de démarrage, cet écart persiste pendant la phase de croissance, où la valeur apportée par la formule reste inférieure à celle de référence (INRA, 2004).

Par ailleurs, la formule en phase de finition semble apporter un taux en protéines brutes dans les normes du fait que la valeur est légèrement supérieure à la minimale de référence, que suggère l'INRA.

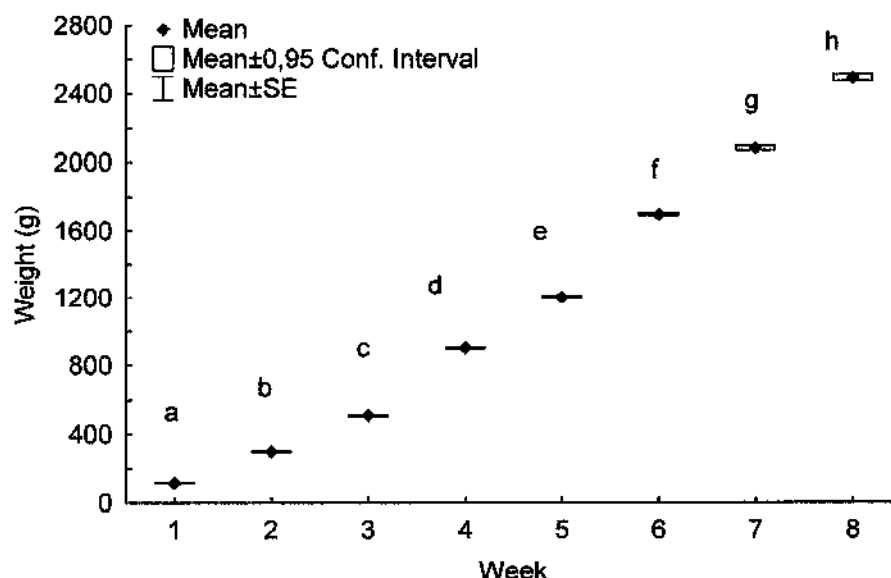
➤ *Gain du poids moyen:*

Le tableau suivant rapporte les différentes valeurs du poids moyen en fonction de l'âge et des phases de l'élevage de 50 poussins.

**Tableau IX:** Evolution pondérale des sujets

Phase	Démarrage				Croissance		Finition	
	1S	2S	3S	4S	5S	6S	7S	8S
PM (en g)	116,8± 1,1	299,8± 0,7	509,1± 1,6	900,9± 2,1	1201,5 ±2,8	1696,9 ±3,5	2083,4 ±6,5	2489,4 ±9,7
GPM (en g)	850,9				796		792,5	

Les valeurs rapportées dans le tableau, sont illustrées dans la figure suivante qui représente la courbe déterminant la dynamique de croissance.



Week : semaine / Weight : poids

**Figure n° 12:** Evolution du poids moyen en fonction de l'âge

Cette courbe montre l'évolution des poids moyens des sujets selon leur âge.

Une comparaison par le test ANOVA montre une augmentation considérable et significative du poids moyen des poussins, passant ainsi d'une moyenne de 116,8g ± 1,1 à la 1<sup>ère</sup> semaine à 900,9g ± 2,1 à la fin de la phase de démarrage, une moyenne de 1696,9g ± 3,5 à la fin de la phase de croissance, pour enfin atteindre une moyenne de 2489,4g ± 9,7 à l'abattage (p<0,001).

Cette dynamique de croissance représentée dans le tableau par les valeurs du gain du poids moyen montre un gain plus important lors de la phase de démarrage, qui est ensuite soumis à une diminution tout au long des autres phases, ceci est peut-être dû aux besoins de production et de croissance qui diminuent, et où la croissance atteint son maximum entre la deuxième et la troisième semaine d'âge, comme l'ont déjà démontré Bigot *et al.*, (2001).

Belabbas (2007), et dans son étude visant la dynamique de croissance des organes du poulet de chair, rapporte les mêmes observations. En effet, il constate un taux de croissance plus élevé durant la deuxième semaine d'élevage (Donc durant la phase de démarrage).

Les résultats de l'étude du poids moyen sont en accord avec les normes zootechniques rapportées par Fontaine (1995), comme le démontre la figure venant ci-après, montrant une similitude de l'évolution du poids moyen.

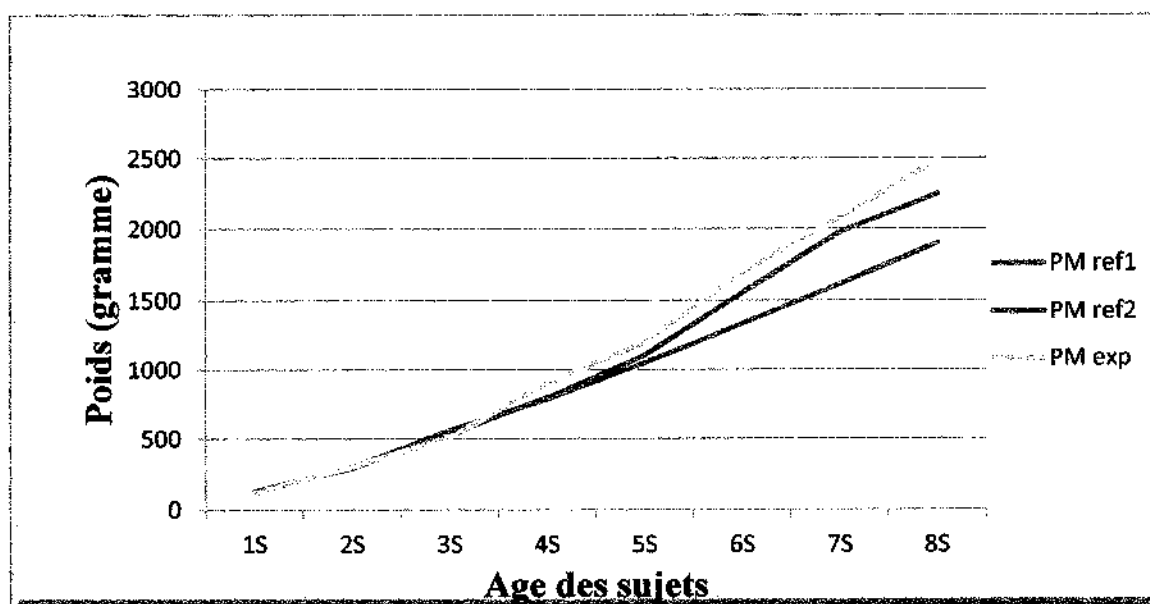


Figure n° 13: Evolution du poids moyen du lot expérimental et de références

Cependant, en tenant compte de la génétique (souche des sujets), et après observation des valeurs mentionnées par le guide d'élevage (ref2) spécifique de la souche, (2489.4 g vs 1900g à la 8eme semaine), la comparaison révèle un écart de poids assez significatif durant les phases de croissance et finition. Les valeurs rapportées dans cette étude sont donc supérieures aux valeurs du guide d'élevage (2008), cela est peut-être dû au système

alimentaire *ad libitum* utilisée dans l'élevage et/ou une distribution non rationnée de l'alimentation.

Ouarest (2008) rapporte des valeurs inférieures en phase de démarrage (215g vs 509,1g) et de croissance (1361 vs 1696,9), mais similaire en phase de finition (2500g vs 2489,4), pour un lot ayant reçu un aliment d'une formule semblable.

➤ **Indice de consommation :**

Les valeurs de l'IC et les quantités d'aliment et d'eau consommées chaque semaine et le rapport eau/aliment sont représentées dans le tableau ci-après:

**Tableau X :** Taux des indices de consommation, quantités d'eau et d'aliment consommées et le rapport eau/aliment

Phase	Démarrage				Croissance		Finition	
	1S	2S	3S	4S	5S	6S	7S	8S
Age (semaine)								
IC	0,9	1,8	2,1	1,4	2,2	1,6	2,6	3,6
IC	1,7				1,8		3,1	
Quantité d'aliment (kg)	14600				14900		24975	
Quantité d'eau (l)	28000				29500		49000	
Rapport eau/alt	1,91				1,97		1,96	

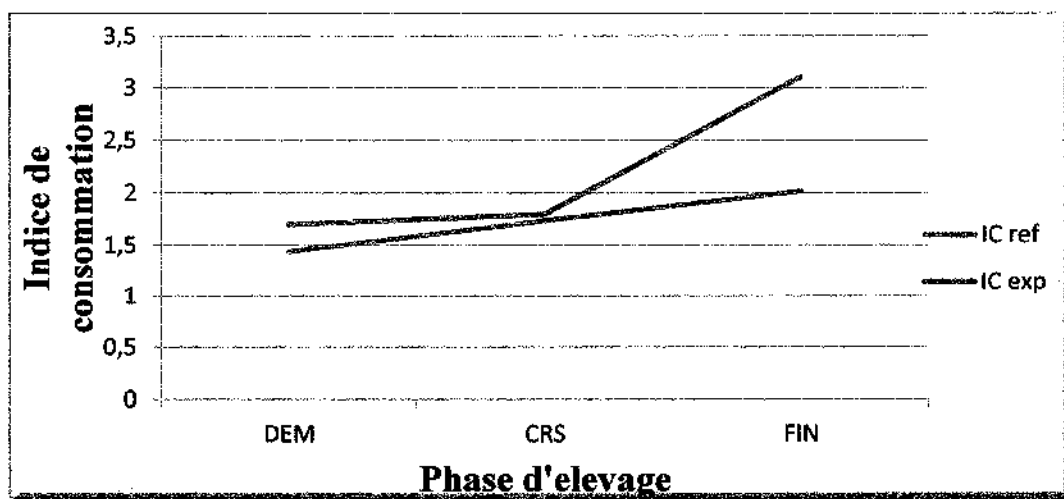
Le tableau indique des valeurs extrêmes de l'indice de consommation, variant de 0,9 à la 1<sup>ère</sup> semaine, et augmente, avant d'atteindre la valeur de 3,6 à la 8<sup>ème</sup> semaine.

L'indice de consommation reste relativement stable durant les phases de démarrage et croissance, pour qu'il enregistre une valeur très importante lors de la phase de finition.

Les quantités d'aliment consommées augmentent durant les trois phases d'élevage, ceci pourrait s'expliquer par l'effet de corrélation entre les besoins d'entretien et l'évolution du poids, comme déjà mentionné par Keller (1969) dans son étude de la croissance pondérale des poulets en fonction de la consommation de la ration, où est soulignée l'existence d'une relation proportionnelle entre la croissance pondérale et les besoins d'entretien qui s'élèvent avec l'augmentation du poids vif des poulets.

Les quantités d'eau consommées augmentent aussi de manière considérable durant les trois phases d'élevage, ceci est peut être la conséquence de la pratique du service *ad libitum* adoptée dans l'élevage.

Le rapport eau/aliment est de 1,91 ; 1,97 ; 1,96 respectivement pour chaque phase : démarrage, croissance et finition. Ces valeurs semblent être dans les normes décrites par Quemeneur (1988), qui situe ce rapport entre 1,8-2, car selon le même auteur les volailles consomment deux fois plus d'eau que d'aliment.



**Figure n°14:** Evolution des indices de consommation du lot expérimental et de références

Une comparaison et interprétation graphique des valeurs de l'IC par rapport aux valeurs de référence (Fontaine, 1995) montre un écart plus au moins significative des valeurs lors de la phase de démarrage, puis un redressement des valeurs pour qu'elles soient similaires en phase de croissance.

Mais les valeurs les plus remarquables sont celles enregistrées lors de la phase de finition, qui montre au combien l'écart entre valeur expérimentale et référence (Fontaine, 1995) est important.

L'IC à l'âge de l'abattage est supérieur à la valeur énoncée par Fontaine (1995), qui rapporte que l'IC économique (avec pertes incluses), est de l'ordre de 2.

Cette différence des valeurs pourrait être due à l'alimentation dont la formule change à chaque phase, induisant une diminution des taux de protéines brutes dans la ration

alimentaire, comme déjà expliqué dans le bilan alimentaire, ce qui rentre en accord avec les propos de Tesseraud et Temim (1999), qui constatent qu'un régime alimentaire enrichi en protéines augmente le gain de poids, le dépôt protéique, et donc l'efficacité alimentaire.

Ces mêmes constatations sont décrites par Larbier et Leclercq (1992), rapportant qu'il existe une relation inversement proportionnelle entre le taux de protéines de la ration et la consommation, en effet les besoins énergétiques et la consommation de l'aliment diminuent à force que les taux des protéines brutes de la ration augmentent, c'est ainsi qu'il suggèrent que l'élévation de 10g /kg de la teneur alimentaire en protéines entraîne en moyenne une diminution de 3% de la consommation alimentaire.

Ouarest en 2008, constate les mêmes effets sur l'indice de consommation dans son étude, où il rapporte que la consommation d'une alimentation avec des taux de protéines brutes élevés en phase de démarrage induit une consommation moindre de l'aliment et des indices de consommation plus bas.

C'est ainsi qu'il rapporte les valeurs suivantes, respectivement pour chaque phases 1,48 vs 1,7 ; 1,9 vs 1.8 et 2,79 vs 3,1.

➤ **Taux de mortalité :**

La mortalité des animaux observée dans les trois premiers jours est surtout due au stress, transport, manipulation au cours de l'installation des poussins, par conséquent ils ne seront en aucun cas pris en considération lors des calculs.

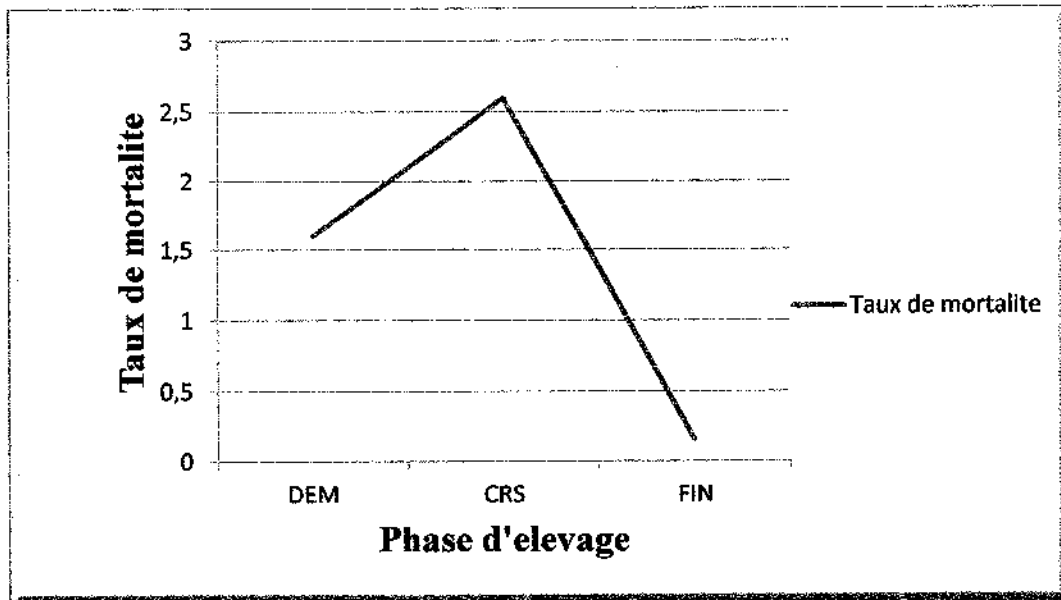
Les résultats des taux de mortalité enregistrés pour chaque phase sont rapportés dans le tableau X :

**Tableau XI: Taux de mortalité**

<i>Phase</i>	<i>Démarrage</i>				<i>Croissance</i>		<i>Finition</i>	
	<i>1S</i>	<i>2S</i>	<i>3S</i>	<i>4S</i>	<i>5S</i>	<i>6S</i>	<i>7S</i>	<i>8S</i>
<i>TM (en %)</i>	0,2	0,4	0,3	0,7	1,9	0,7	0,1	0,06
<i>TM (en %)</i>	1,6				2,6		0,16	

Les taux de mortalité indiquent une augmentation entre la phase de démarrage et de croissance, mais une diminution entre la phase de croissance et finition.

Une représentation graphique permet de mieux visualiser les fluctuations des valeurs des taux, qui sont représentés dans la figure suivante:



**Figure n° 15:** Evolution du taux de mortalité du lot expérimental

La présente illustration montre une mortalité plus ou moins élevée durant la phase de démarrage, conséquente à un non-respect de certains paramètres techniques d'élevage, notamment la densité, la température, un nombre insuffisant de mangeoires et abreuvoirs, engendrant une mortalité mécanique caractérisée par un entassement des poussins autour des points de prise alimentaire et hydrique.

Ces constats rentrent en accord avec les propos de Petit (1991), que selon lui, la densité excessive conduit à des troubles de comportement (cannibalisme et picage), et des manifestations nerveuses voire de véritables crises de panique (hystérie).

Les résultats de (Djerou, 2006), corroborent avec ce qui est rapportée dans cette étude, qui remarque qu'une partie de la mortalité est due au manque de tri des poussins chétifs à l'éclosion, alors que la partie importante est due surtout aux conditions d'élevage.



Le pic démontré par la figure est enregistré durant la phase de croissance, et est justifié par la survenue d'épisode pathologique de coccidiose et suspicion de colibacillose (diagnostic lésionnel) (annexe 04), causant un taux de mortalité de 2,6%.

La chute de ce taux durant la phase de finition, atteignant un taux minime de 0,16% est peut-être dû à l'efficacité du traitement mis en place par le vétérinaire praticien, et un retour aux normes des paramètres d'élevages.

Le taux global de mortalité souligné par cette étude est de 4,6%, taux qui s'avère dépasser le seuil critique de 3% de mortalité par rapport à l'effectif mis en place, selon Fontaine (1995).

Par contre, ce taux semble tout à fait dans les normes rapportées par Villate (2001), du fait qu'il est inférieur au seuil des 5%, et celle mentionnée dans le guide qui est de 6%.

## II- PARAMETRES BIOCHIMIQUES :

Les différents paramètres biochimiques étudiés concernent la majorité des constituants sériques à savoir : Glycémie, Protides totaux, Cholestérol, Triglycérides, HDL, LDL, Calcium, Magnésium (annexe 05).

Les résultats après études statistiques (standard error y compris), sont comme suit :

### ➤ *Glycémie:*

Les différentes valeurs de la glycémie apportées par les analyses sont mentionnées dans le tableau ci-dessous:

**Tableau XII:** Evaluation de la glycémie

<i>Phase</i>	<i>Démarrage</i>	<i>Croissance</i>	<i>Finition</i>
<i>Glycémie (g/l)</i>	<i>2,91±0,29</i>	<i>2,00±0,15</i>	<i>2,28±0,04</i>

Le taux de la glycémie subit une concentration faible durant la phase de croissance, puis remonte légèrement en phase de finition ( $p=0,03$ ).

Ceci peut s'expliquer par la perturbation du métabolisme glucidique, soit par diminution d'absorption suite à l'atteinte intestinale par la coccidiose, soit elle fait suite à l'atteinte hépatique due à la colibacillose ; comme le rapporte Hazelwood (1986), affirmant que chez

les oiseaux la glycémie varie dans des limites étroites et ne s'en écarte fortement que dans certaines situations pathologiques.

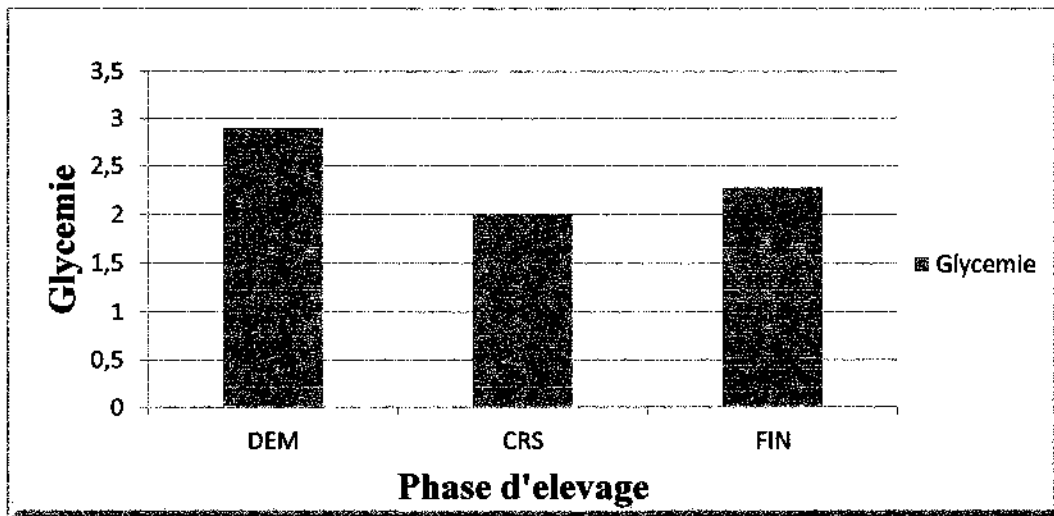


Figure n°16: Evaluation du taux de glycémie

Une comparaison avec d'autres valeurs déjà rapportées, montre des variations et des différences plus ou moins importantes.

Ainsi, ces résultats dépassent les moyennes données par Fontaine (1995), que selon lui, la moyenne de la glycémie chez le poulet est comprise entre 1,50-1,80 g/l.

Cela semble s'expliquer par le niveau énergétique de l'aliment distribué, qui est supérieur dans les trois phases aux références mentionnées dans la littérature, ce qui corrobore avec les résultats de Erich (1975), qui énonce qu'une hyperglycémie est produite après ingestion d'une quantité importante de glucides facilement digestibles.

Concernant la phase de démarrage, et en termes de glycémie, en tenant compte de la formule alimentaire Ouarest (2008) rapporte une valeur pour cette phase de 2,40 g/l $\pm$ 0,51, qui est légèrement inférieur à celle mentionné dans cette étude.

Tandis qu'elles semblent concorder avec celles rapportées par Rideau *et al.*, (2012), qui mentionnent que la glycémie basale chez le poulet de souche chair est comprise entre des variances allant de 1,56 à 3,30g/l.

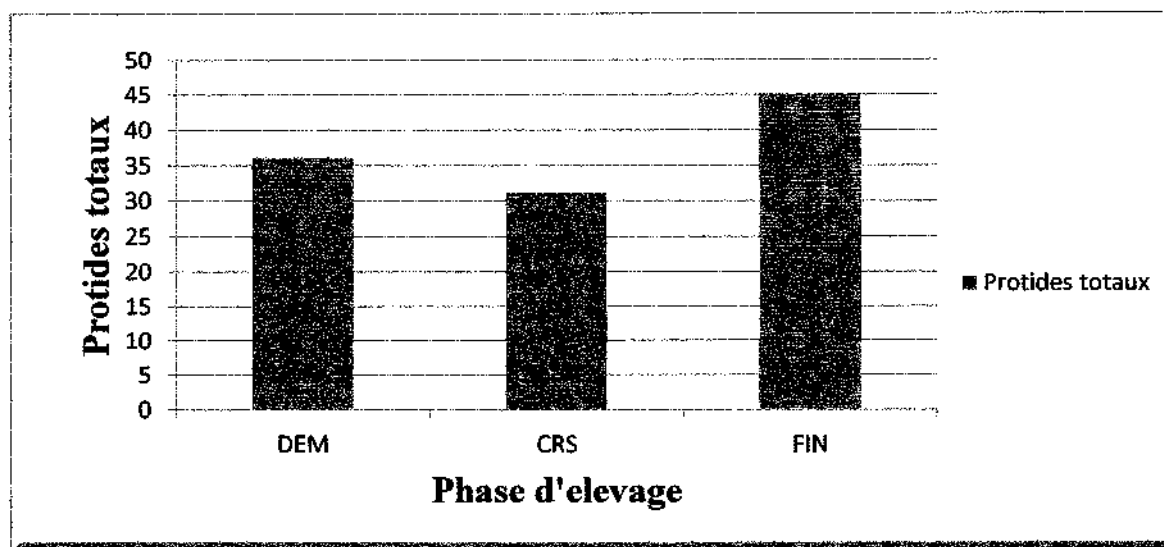
➤ **Protides totaux:**

Les taux des protides totaux sont mentionnés dans le tableau suivant, selon les phases d'élevage :

**Tableau XIII:** Evaluation des taux des protides totaux

<i>Phase</i>	<i>Démarrage</i>	<i>Croissance</i>	<i>Finition</i>
<b>Protides (g/l)</b>	<i>36,2±1,4</i>	<i>31,2±2,3</i>	<i>45±2,4</i>

Les taux restent comparables en phase de démarrage et croissance, et augmentent significativement en phase de finition (p=0,002).



**Figure n° 17:** Evaluation du taux de la protidémie

Ces résultats semblent être inférieurs aux normes rapportées par Fontaine (1995), que selon lui les protides totaux sont compris entre 52-69 g/l.

Par contre, ces résultats paraissent supérieurs à celles mentionnées par Ouarest (2008), qui rapporte un taux de  $22,04\text{g/l} \pm 1,72$ , pour un lot ayant reçu une alimentation de même niveau protéique.

Il se pourrait que les taux des protéines brutes inférieurs à la normale dans la ration alimentaire reçue durant la phase de démarrage et croissance aient influé sur ce paramètre.

Selon Erich (1975), la teneur du sérum en protéines totales diminue en cas d'alimentation carencée en protides, cela pourrait également expliquer les valeurs rencontrées, comme l'a démontrée le bilan protéique de la formule qui ne répond pas aux exigences.

La survenue d'épisode de coccidiose intestinale et de colibacillose durant la phase de croissance, est une hypothèse à ne pas exclure parmi celles incriminant l'hypoprotéinémie, il se pourrait qu'elle ait aussi influencé ce paramètre.

Cette hypothèse est aussi en accord avec les propos de Treut (2001) qui suggère que l'hypoprotéinémie est due à l'une des causes suivantes : carence d'apport alimentaire en protéines, malabsorption intestinale, diminution de la synthèse en cas d'insuffisance hépatique, augmentation des pertes d'origine rénale (syndrome néphrotique) ou digestive (entéropathies).

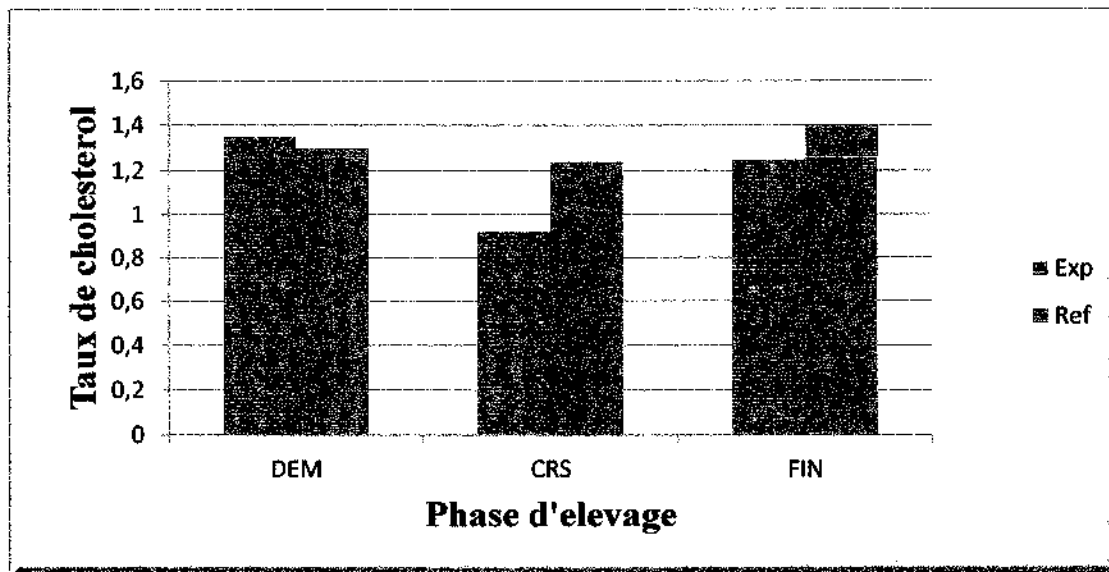
#### ➤ *Cholestérol:*

Les taux de cholestérol enregistrés durant cette étude sont mentionnés dans le tableau qui suit :

**Tableau XIV:** Evaluation des taux de cholestérol

<i>Phase</i>	<i>Démarrage</i>	<i>Croissance</i>	<i>Finition</i>
<i>Cholestérol (g/l)</i>	<i>1,35±0,11</i>	<i>0,92±0,04</i>	<i>1,25±0,09</i>

Le taux de cholestérol chute significativement dans la phase de croissance, et remonte en phase de finition à des niveaux équivalents à ceux de la phase de démarrage ( $p=0,01$ ).



**Figure n°18:** Evaluation du taux de la teneur en cholestérol

Cette diminution observée en période de croissance, peut être due à une atteinte hépatique ou intestinale, conséquentes des maladies (coccidiose et colibacillose), ou d'un métabolisme intensif suite à l'administration des traitements, induisant ainsi une diminution de l'anabolisme du cholestérol.

Cette hypothèse, pourrait se confirmer par les propos émis en (2004) par Koolman *et al*, qui stipulent que, l'apport alimentaire externe en cholestérol n'influe que très peu sur le taux de cholestérol sanguin, du fait que sa majorité provient de la biosynthèse endogène, qui prends place entre autre au niveau hépatique et intestinal.

Cette hypothèse s'appuie aussi sur les propos de Leveille *et al* (1975), rapportant que, le foie est le principal organe responsable de la neosynthèse lipidique, et que toute atteinte, conduit à des troubles du métabolisme.

Les résultats semblent être dans les normes mentionnées par Fontaine (1995), qui sont compris entre 0,5 et 1,5g/l.

Pour un lot témoin d'une étude d'un bilan lipidique chez la même espèce, Saidani (2014) rapporte les valeurs suivante 1,30; 1,24 ; 1,40g/l, selon les phases de démarrage, croissance et finition respectivement, et une différence significative est enregistrée pour la phase de croissance.

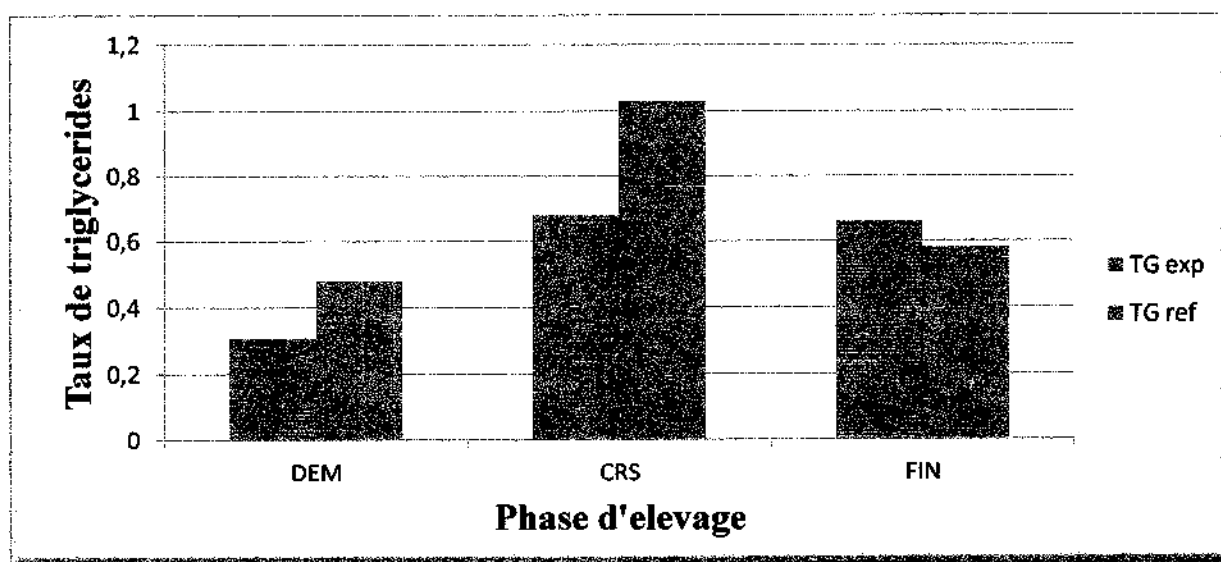
➤ **Triglycérides:**

Les taux de triglycérides (TG) sont rapportés dans le tableau qui suit.

**Tableau XV:** Evaluation des taux de triglycérides

Phase	Démarrage	Croissance	Finition
Triglycérides (g/l)	0,31±0,03	0,68±0,13	0,66±0,06

Le taux de triglycérides (TG) augmente significativement entre la phase de démarrage et croissance, pour se stabiliser dans la phase de finition ( $p=0,017$ ).



**Figure n° 19:** Evolution du taux des triglycérides

L'augmentation des TG, en phase de croissance, pourrait être une réponse à la sécrétion du glucagon, induisant une lipolyse suite à la perturbation du métabolisme de base, pour pallier à la diminution du taux de glycémie dans la même période. Cette hypothèse s'appuie sur les propos fondés en (1999) par Tesseraud et Temim, qui affirment que la mobilisation des triglycérides est sous contrôle du glucagon et non des catécholamines comme chez les mammifères.

L'augmentation des TG, peut aussi incriminer le niveau énergétique de la ration alimentaire, en effet des excès d'apport en énergie durant toute la durée de l'élevage et le mode *ad libitum* utilisé, intensifie le métabolisme lipidique. Cette hypothèse, ne s'éloigne pas de trop des

propos de Hassan et Leclercq (1971), qui supposent que la suralimentation augmente la lipogenèse avec accroissement de l’anabolisme hépatique, qui en communion avec des facteurs (Minéraux, vitamines, lysine,...), contribuent au transfert des TG du foie vers le sang.

Génétiquement parlant, la souche utilisée dans cette étude est sélectionnée pour sa croissance rapide, et sa carcasse maigre en gras, et c’est dans ce sens que Hermier et Chapman (1985), constatent dans leur étude une augmentation de 7,5% du taux de triglycérides plasmatiques, chez les poulets de lignée grasse par rapport à ceux de lignée maigre, ce qui peut expliquer des valeurs aussi basses.

Pour un lot témoin d’une étude d’un bilan lipidique chez la même espèce, Saidani (2014) rapporte les valeurs supérieures en démarrage et croissance 0,48g/l et 1,03g/l.

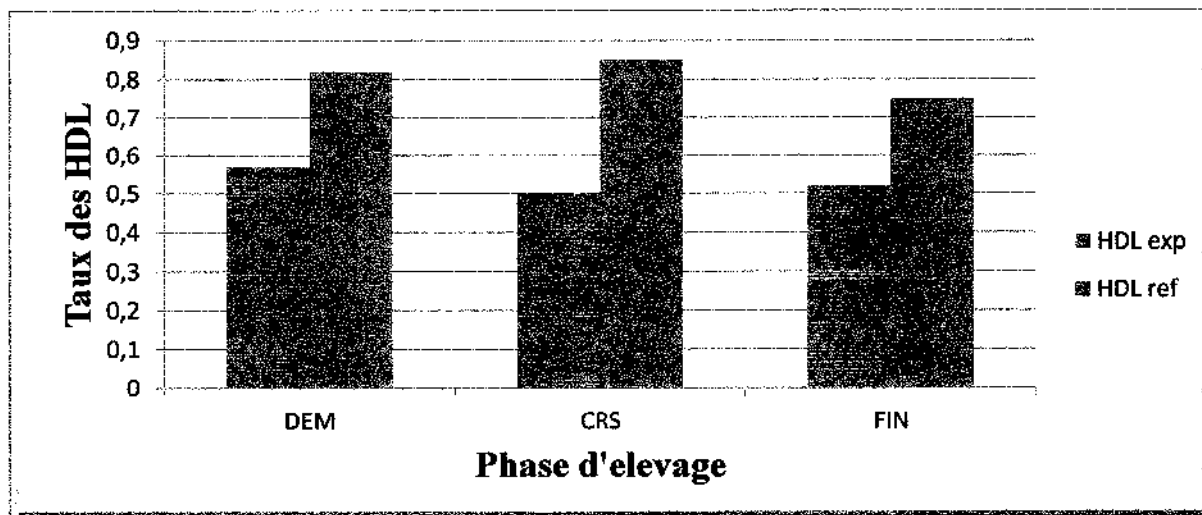
➤ **HDL:**

Le tableau montre les différents taux de HDL selon les phases de croissance:

**Tableau XVI : Evaluation des taux des HDL**

<i>Phase</i>	<i>Démarrage</i>	<i>Croissance</i>	<i>Finition</i>
<b>HDL (g/l)</b>	<i>0,57±0,01</i>	<i>0,50±0,02</i>	<i>0,52±0,02</i>

Les valeurs des HDL sont faibles en phase de croissance, et remonte légèrement en phase de finition (p=0,037).



**Figure n°20:** Evaluation de la teneur en HDL

Pour un lot témoin d'une étude d'un bilan lipidique chez la même espèce, Saidani (2014) rapporte des valeurs légèrement supérieures 0,82g/l; 0,85g/l ; 0,75g/l, respectivement pour chaque phase.

Hermier et Chapman (1985), rapportent des valeurs des HDL nettement supérieures, qui par ordre de phases sont les suivantes : 3,8g/l ; 4,5g/l et 4g/l pour les sujet de la lignée maigre. Et 3,5g/l ; 5g/l et 4,5g/l concernant la lignée grasse.

Le constat est sans appel, les taux des HDL ressortent inférieurs dans tous les cas de figure des comparaisons.

Cette diminution, peut être le reflet de l'état d'hypoprotéïnémie constatée, et dont les causes sont au préalable citées. En effet, les HDL peuvent se retrouver diminuées par défaut des protéines qui rentrent dans leurs compositions. Cette hypothèse s'appuie sur les propos de Hermier et Chapman(1985), qui affirment que certaines apoprotéïnes sont nécessaires à la structure et au métabolisme des lipoprotéïnes.

Une autre hypothèse peut bien émerger des données déjà traitées, en effet, les HDL peuvent se voir diminuée par corrélation positive avec la diminution des composés glucoformateurs. Leveille (1969), énonce que la réponse à une perturbation du métabolisme énergétique est caractérisée par une élévation des Acides Gras (AG) plasmatiques, et diminution des TG. Les acides gras libres issues de lipolyse, sont peu estérifiées par le foie, la lipogenèse se retrouve ainsi diminuée (que ce soit des triglycérides ou du cholestérol), à cote de la sécrétion des lipoprotéïnes.

➤ **LDL:**

Les taux de LDL sont mentionnés dans le tableau suivant :

**Tableau XVII:** Evaluation des taux de LDL

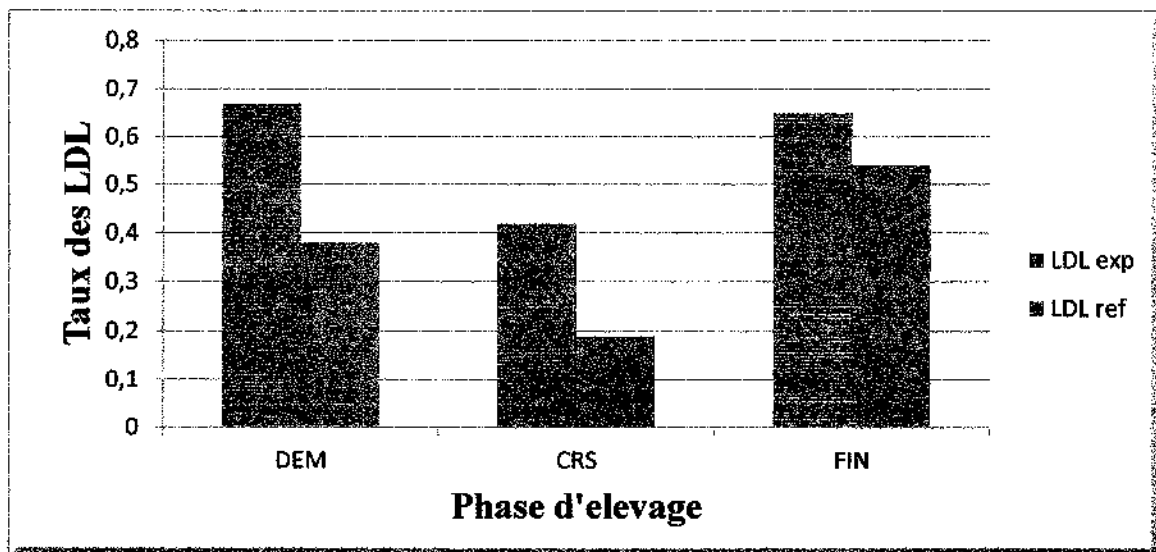
<i>Phase</i>	<i>Démarrage</i>	<i>Croissance</i>	<i>Finition</i>
<b>LDL (g/l)</b>	0,67±0,11	0,42±0,04	0,65±0,08



Selon les tests auxquels sont soumis les résultats, les valeurs des LDL restent comparables durant les trois phases,  $p=0,094$ . Malgré la baisse en période de croissance, pas de changement significatif.

Hermier et Chapman (1985) rapportent une valeur inférieure en phase de démarrage : 0,4g/l pour les poulets de lignée gras, et une valeur supérieure en phase de croissance : 0,8g/l, mais semblable en phase de finition 0,6g/l.

Tandis ce que celles de la lignée maigre sont élevées dans toutes les phases, et tournent toutes autour de 1g/l.



**Figure n°21:** Evaluation de la teneur en LDL

Pour un lot témoin d'une étude d'un bilan lipidique chez la même espèce, Saidani (2014) rapporte des valeurs inférieures : 0,38g/l; 0,19g/l et 0,54g/l respectivement pour chaque phases.

Les tests statistiques auxquels sont soumis les résultats d'analyses n'ayant montré aucune différence significative durant les trois phases, et le fait que ces mêmes résultats se trouvent entre deux extrêmes d'une fourchette (celles de Hermier et Chapman comme limites supérieures, et celle de Saidani comme limites inférieures), laissent à supposer que leurs métabolisme n'ayant pas été perturbé, les valeurs rapportées dans cette étude peuvent être considérées comme étant dans les normes.

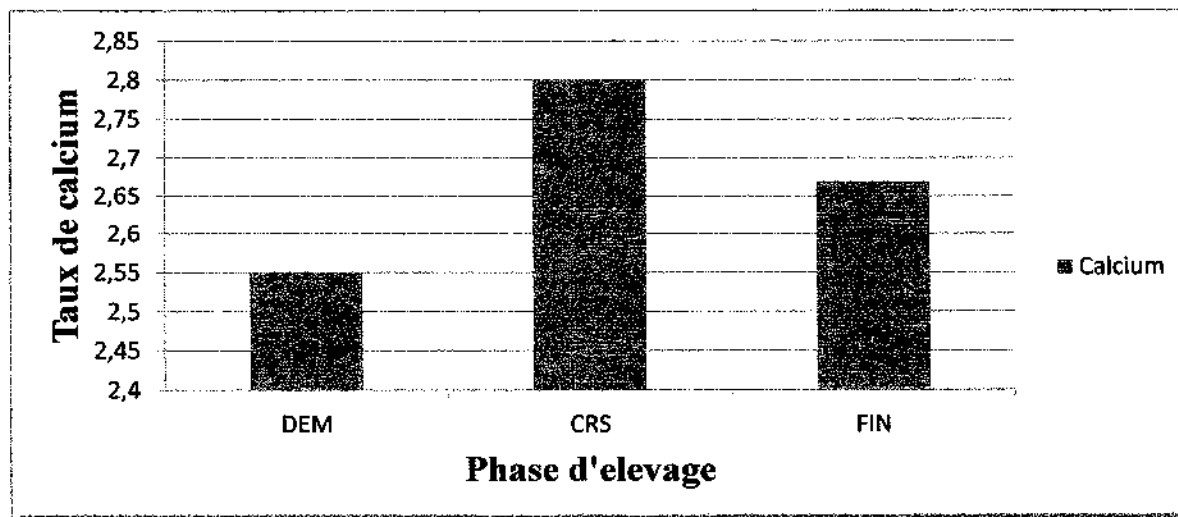
➤ *Calcium:*

Le tableau qui suit rapporte les différentes valeurs du calcium.

**Tableau XVIII:** Evaluation des taux de calcium

<i>Phase</i>	<i>Démarrage</i>	<i>Croissance</i>	<i>Finition</i>
<i>Calcium (mmol/l)</i>	<i>2,55±0,08</i>	<i>2,80±0,05</i>	<i>2,67±0,08</i>

Malgré les fluctuations que subit le taux du calcium, les valeurs restent comparables durant les trois phases du fait qu'il n'existe pas des différences significatives entre elles assignées par les différents tests statistiques.



**Figure n° 22:** Evaluation du taux du calcium

Ces résultats semblent concorder avec ceux rapportées par Fontaine (1995), qui situe la calcémie en un intervalle compris entre 2,2-6 mmol/l.

Ceci étant dit, le constat d'une calcémie stable durant toute la période de l'élevage, et qui se trouve être dans la fourchette des normes déjà rapportées, laisse à supposer que l'atteinte intestinale par la coccidiose n'a pas eu de répercussions visibles sur le métabolisme calcique.

Ceci pourrait s'expliquer par la diversité d'organes qui rentrent en jeu dans le métabolisme calcique. En effet, Moreau (2005), rapporte la présence de plusieurs organes qui jouent un

rôle dans le régulation de la calcémie à savoir les reins, les intestins, les os et la glande parathyroïdienne, et la présence de phénomènes compensatoires lors d'une atteinte ou une insuffisance quelconques de l'un ou de l'autre.

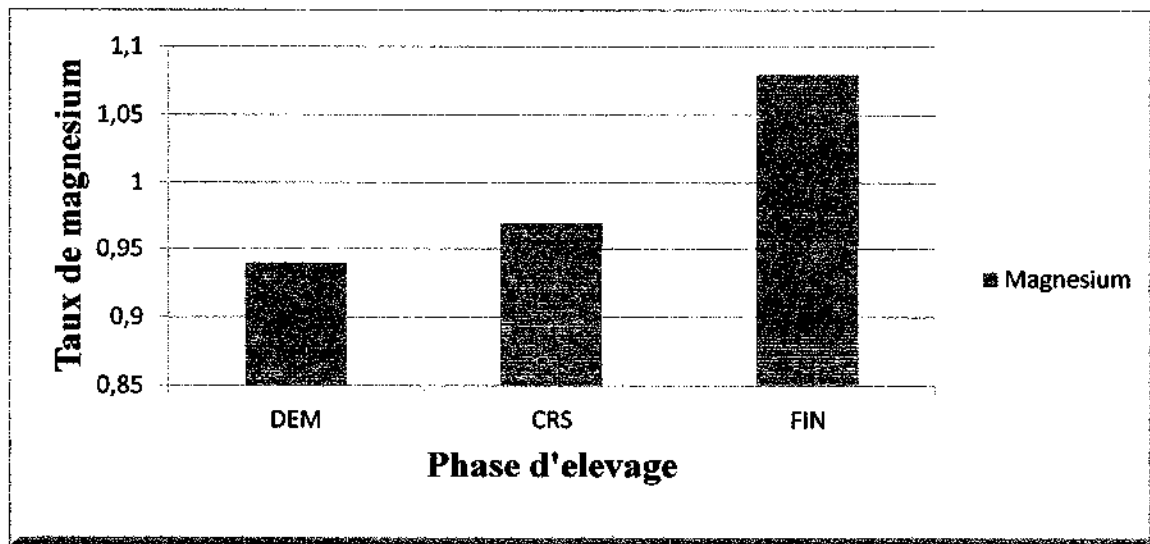
➤ **Magnésium:**

Les taux de magnésium sont rapportés dans le tableau ci-après:

**Tableau XIX:** Evaluation des taux de magnésium

<i>Phase</i>	<i>Démarrage</i>	<i>Croissance</i>	<i>Finition</i>
<b>Magnésium (mmol/l)</b>	0,94±0,03	0,97±0,04	1,08±0,04

Les valeurs des moyennes observées montrent une augmentation significative entre la phase de démarrage et celle de finition (p=0,03).



**Figure n° 23:** Evaluation du taux de magnésium

Ces valeurs restent comparables à celle mentionnées par Fontaine (1995), qui sont entre 0,5-1,5mmol/l.

D'après les données, il semblerait que, comme pour le calcium, le taux de magnésium sanguin n'a pas été affecté par l'atteinte intestinale ou hépatique. En effet, des références médicales opposables (Anonyme, 2010), rapportent qu'une malabsorption intestinale induirait une

hypomagnsémie, chose qu'infirmes cette étude, du fait qu'elle enregistre une augmentation du taux de magnésium sanguin tout au long de la période de la durée l'élevage.

## CONCLUSION

---

A la lumière de cette étude, il en ressort que la formule alimentaire utilisée dans les élevages avicoles de la région, ne réponds pas à toutes les exigences notamment en terme d'apport protéiques dont elle est la plus déficitaire.

Cet état s'est confirmé par les analyses qui ont été réalisés, et qui ont montré des valeurs de protéines très basses par rapport à la normale, mais dont on ignore encore les effets sur la carcasse et les valeurs nutritionnelle de la viande.

Les bilans obtenus après analyses durant cette expérience démontrent clairement que la formule n'est pas conforme aux recommandations standards d'alimentation du poulet de chair, néanmoins, l'augmentation de la concentration du tourteau de soja dans la phase de finition a permis de corriger au moins l'apport protéique qui est d'une importance primordiale.

Cependant, les modifications des concentrations de tourteaux de soja dans l'aliment du poulet de chair, ne pourrait permettre de corriger tous les déficits rencontrés dans les rations, pour cela, il est peut-être temps de prendre en compte le rapport quantité/qualité comme facteur lors de l'élaboration d'une formule alimentaire.

La situation sanitaire de l'élevage semble jouer un rôle majeur sur le métabolisme des substances ingérées, notamment le métabolisme glucidique, protéique et lipidique, en effet, une atteinte intestinale par la coccidiose, et/ou une atteinte hépatique suite à une colibacillose semble accentuer la gravité du déficit des apports de l'alimentation.

Curieusement, le métabolisme des minéraux paraît insensible à des atteintes infectieuses ou parasitaires.

Bien sûr, ces remarques et conclusions ne sont que des hypothèses émises à l'issue des résultats obtenus dans cette étude, et d'autres expériences seraient les bienvenues afin de confirmer ou d'infirmer ces hypothèses.

## Recommandations

---

A la fin de cette étude, nous avons noté des déséquilibres en différents paramètres, en l'occurrence ceux de l'alimentation et de certains paramètres biochimiques et pour pallier à ces déficits, nous proposons les recommandations suivantes, pour les :

Autorités jugées concernées par la production en filière avicole, on préconise la disposition des structures spécialisées et un matériel d'analyse adéquat, en vue d'évaluer les valeurs nutritives des constituants de l'aliment destiné à la volaille afin de desseller d'éventuelles déficits et déséquilibres et savoir y pallier.

Producteurs d'aliments de volailles, afin d'améliorer leurs formules, par la prise en considération du facteur qualité/quantité, pour ajuster au mieux les apports par rapport aux besoins, surtout concernant l'apport protéique, et ceci en prenant compte de la dynamique de croissance des sujets répartie en trois phases : démarrage, croissance et finition, sachant que chaque aliment destiné pour chaque phase a ses propres caractéristiques et propres effets.

Aviculteurs et dans la mesure du possible, doivent faire respecter la biosécurité et les vides sanitaires afin d'éviter au maximum tous problèmes d'ordre sanitaire, vue l'impact négatif des maladies courantes dans les élevages sur les performances zootechniques et sur les paramètres biochimiques.

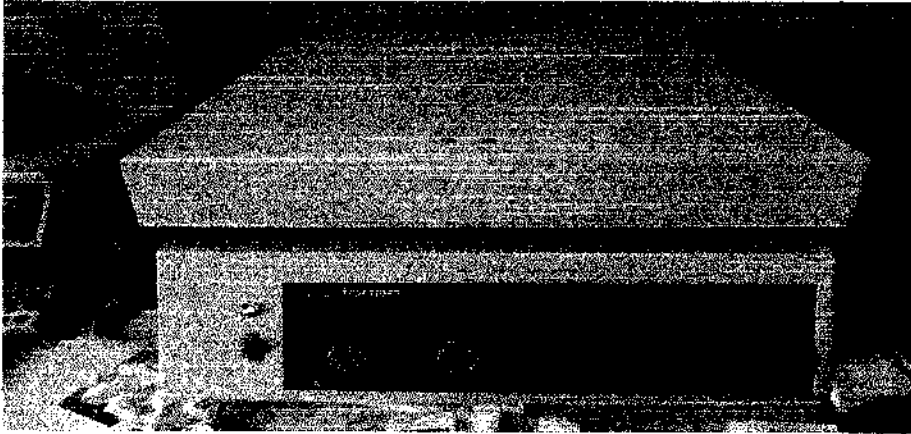
Alimentation et Paramètres biochimiques chez le poulet de chair

**Annexe 01:** fiche de suivi sanitaire.

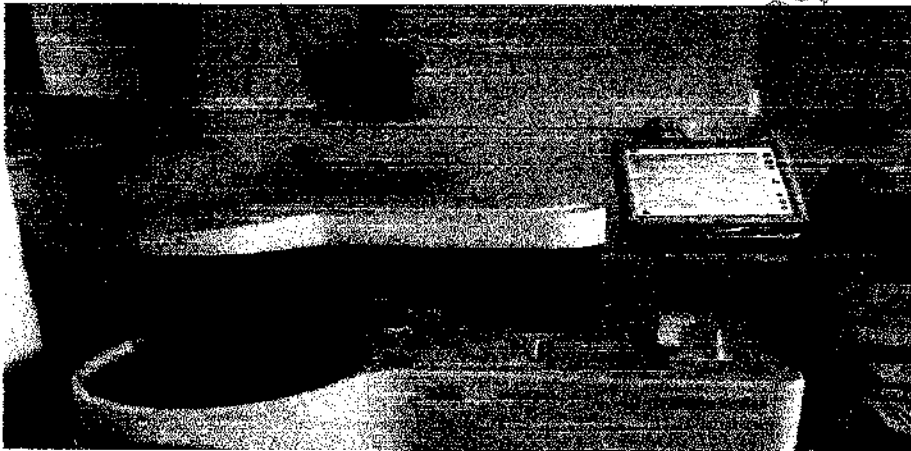
Age (en jour)	Diagnostic	Molécules utilisées pour le traitement	Durée
1, 2	Prévention	Vitamines, oligoéléments, acides aminés, en poudre soluble dans l'eau.	02 jours
3, 4, 5	Prévention	Association Amoxicilline-colistine, en poudre soluble dans l'eau.	03 jours
6	Prévention	Vitamine, oligoéléments, neomycine, en poudre soluble dans l'eau.	01 jour
7	Prévention	Vaccin bivalent: Newcastle (B 1), Bronchite infectieuse(H120), dans l'eau de boisson.	
7, 8, 9	Prevention	Vitamines, oligoéléments, oxytetracycline en poudre soluble dans l'eau.	03 jours
10, 11, 12		Eau seule	03 jours
13	Prévention	Vitamines, érythromycine, en poudre soluble dans l'eau.	01 jour
14	Prévention	Vaccin vivant cloné contre la Gumboro (CH80), dans l'eau de boisson.	
14,15, 16	Prévention	Vitamines, érythromycine, en poudre soluble dans l'eau.	03 jours
17, 18, 19		Eau seule.	03 jours
20	Prévention	Vitamine C, en poudre soluble dans l'eau.	01 jour
21	Prévention	Vaccin atténué contre la Newcastle (La Sota), dans l'eau de boisson.	
21, 22, 23	Prévention	Vitamines, oligoéléments, acides aminés, en liquide à incorporer dans l'eau de boisson.	03 jours
24, 25, 26	Prévention	Vitamines, oligoéléments, acides aminés, colistine, en poudre soluble dans l'eau.	03 jours
27, 28, 29, 30		Eau seule.	04 jours
31, 32, 33, 34,35	Traitement de colibacillose	Association Ampicilline-colistine, en poudre soluble dans l'eau.	05 jours
36, 37		Eau seule.	02 jours
38, 39, 40	Prévention	Hépto-protecteur : sorbitol, choline, lysine, méthionine, magnésium et extrait de plantes, en liquide.	03 jours
41, 42,43	Traitement de coccidiose	Sulfaquinoxaline, sulfamethazine, sulfadiazine, vitamine K3, vitamine A, en poudre soluble dans l'eau.	03 jours
De 44 à 50		Eau + Acide gras non estérifiés.	07 jours
De 51 à 55	Prévention	Vitamines et acides aminés, en liquide.	05 jours
De 56 à l'abattage		Eau seule.	

## Annexes 02: appareillage de laboratoire

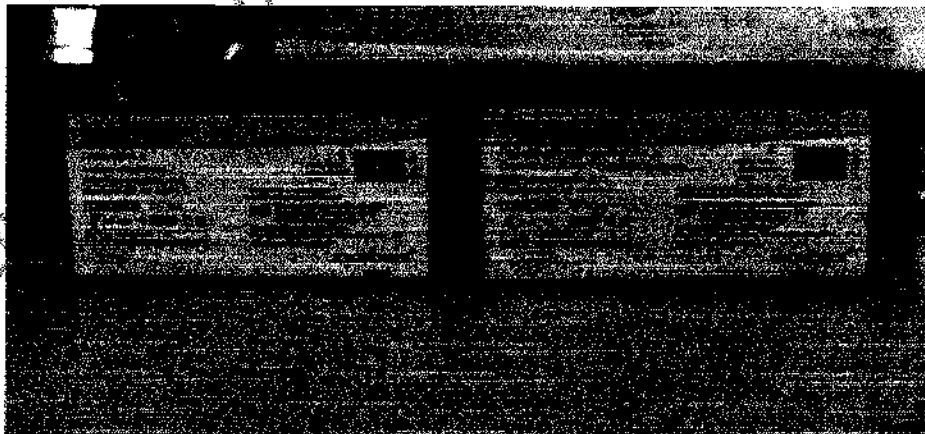
### 1. Centrifugeuse



### 2. Analyseur automatique



### 3. Cartouches des reactifs biochimiques





**Annexes 03** : analyse statistique des résultats.

## 1. Test des moyennes et standard error.

Variable	Phase=Phase 1 Descriptive Statistics (Sérum 3 phases.sta)	
	Mean	Standard Error
Gly (g/l)	2,91	0,29
Ca (mmol/l)	2,55	0,08
Mg (mmol/l)	0,94	0,03
Chol (g/l)	1,35	0,11
Trig (g/l)	0,31	0,03
HDL (g/l)	0,57	0,01
LDL (g/l)	0,67	0,11
Prot (g/l)	36,24	1,44

Variable	Phase=Phase 2 Descriptive Statistics (Sérum 3 phases.sta)	
	Mean	Standard Error
Gly (g/l)	2,00	0,15
Ca (mmol/l)	2,80	0,05
Mg (mmol/l)	0,97	0,04
Chol (g/l)	0,92	0,04
Trig (g/l)	0,68	0,13
HDL (g/l)	0,50	0,02
LDL (g/l)	0,42	0,04
Prot (g/l)	31,20	2,27

Variable	Phase=Phase 3 Descriptive Statistics (Sérum 3 phases.sta)	
	Mean	Standard Error
Gly (g/l)	2,28	0,04
Ca (mmol/l)	2,67	0,08
Mg (mmol/l)	1,08	0,04
Chol (g/l)	1,25	0,09
Trig (g/l)	0,66	0,06
HDL (g/l)	0,52	0,02
LDL (g/l)	0,65	0,08
Prot (g/l)	45,00	2,41

## 2. Test de Levene.

Levene Test of Homogeneity of Variances (Sérum 3 phases.sta)								
Marked effects are significant at $p < ,05000$								
Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Gly (g/l)	0,46053	2	0,230263	0,56778	12	0,047315	4,87	0,03
Ca (mmol/l)	0,00561	2	0,002806	0,07433	12	0,006194	0,45	0,65
Mg (mmol/l)	0,00298	2	0,001489	0,01842	12	0,001535	0,97	0,41
Chol (g/l)	0,03221	2	0,016103	0,13044	12	0,010870	1,48	0,27
Trig (g/l)	0,08907	2	0,044534	0,10957	12	0,009131	4,88	0,03
HDL (g/l)	0,00028	2	0,000142	0,00326	12	0,000272	0,52	0,61
LDL (g/l)	0,03143	2	0,015713	0,12277	12	0,010231	1,54	0,25
Prot (g/l)	12,36565	2	6,182827	64,43632	12	5,369693	1,15	0,35

## 3. Test ANNOVA

Analysis of Variance (Sérum 3 phases.sta)								
Marked effects are significant at $p < ,05000$								
Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Gly (g/l)	2,1655	2	1,0827	2,1337	12	0,17781	6,09	0,015
Ca (mmol/l)	0,1563	2	0,0781	0,3226	12	0,02689	2,91	0,094
Mg (mmol/l)	0,0577	2	0,0289	0,0749	12	0,00624	4,62	0,032
Chol (g/l)	0,5054	2	0,2527	0,4325	12	0,03604	7,01	0,010
Trig (g/l)	0,4187	2	0,2094	0,4293	12	0,03577	5,85	0,017
HDL (g/l)	0,0134	2	0,0067	0,0184	12	0,00153	4,38	0,037
LDL (g/l)	0,1895	2	0,0947	0,3928	12	0,03274	2,89	0,094
Prot (g/l)	487,6320	2	243,8160	260,4120	12	21,70100	11,24	0,002

## 4. Test Kruskal-Wallis ANNOVA

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Gly (g/l) (Sérum 3 phases.sta)				
Independent (grouping) variable: Phase				
Kruskal-Wallis test: $H(2, N=15) = 10,10304$ $p = ,0064$				
Depend.:	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
Gly (g/l)				
Phase 1	1	5	64,00000	12,80000
Phase 2	2	5	19,50000	3,90000
Phase 3	3	5	36,50000	7,30000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Trig (g/l) (Sérum 3 phases.sta)				
Independent (grouping) variable: Phase				
Kruskal-Wallis test: $H(2, N=15) = 7,353131$ $p = ,0253$				
Depend.:	Code	Valid N	Sum of Ranks	Mean Rank
Trig (g/l)				
Phase 1	1	5	18,00000	3,60000
Phase 2	2	5	49,00000	9,80000
Phase 3	3	5	53,00000	10,60000

## 5. Test de Tukey

Tukey HSD test; Variable: Gly (g/l) (Sérum 3 phases.sta)			
Marked differences are significant at $p < ,05000$			
	{1}	{2}	{3}
Phase	M=2,9060	M=1,9960	M=2,2820
Phase 1 {1}		0,013357	0,088328
Phase 2 {2}	0,013357		0,548186
Phase 3 {3}	0,088328	0,548186	

Tukey HSD test; Variable: Ca (mmol/l) (Sérum 3 phases.sta)			
Marked differences are significant at $p < ,05000$			
	{1}	{2}	{3}
Phase	M=2,5480	M=2,7980	M=2,6720
Phase 1 {1}		0,078288	0,477961
Phase 2 {2}	0,078288		0,467340
Phase 3 {3}	0,477961	0,467340	

Tukey HSD test; Variable: Mg (mmol/l) (Sérum 3 phases.sta)			
Marked differences are significant at $p < ,05000$			
	{1}	{2}	{3}
Phase	M=,94000	M=,97000	M=1,0840
Phase 1 {1}		0,822670	0,034361
Phase 2 {2}	0,822670		0,097504
Phase 3 {3}	0,034361	0,097504	

Tukey HSD test; Variable: Chol (g/l) (Sérum 3 phases.sta)			
Marked differences are significant at $p < ,05000$			
	{1}	{2}	{3}
Phase	M=1,3540	M=,92200	M=1,2460
Phase 1 {1}		0,009612	0,650926
Phase 2 {2}	0,009612		0,047506
Phase 3 {3}	0,650926	0,047506	

Tukey HSD test; Variable: Trig (g/l) (Sérum 3 phases.sta)			
Marked differences are significant at $p < ,05000$			
	{1}	{2}	{3}
Phase	M=,31400	M=,67800	M=,65800
Phase 1 {1}		0,025780	0,034716
Phase 2 {2}	0,025780		0,984815
Phase 3 {3}	0,034716	0,984815	

Tukey HSD test; Variable: HDL (g/l) (Sérum 3 phases.sta)			
Marked differences are significant at $p < ,05000$			
	{1}	{2}	{3}
Phase	M=,56800	M=,49600	M=,52000
Phase 1 {1}		0,032828	0,170585
Phase 2 {2}	0,032828		0,609264
Phase 3 {3}	0,170585	0,609264	

Tukey HSD test; Variable: LDL (g/l) (Sérum 3 phases.sta)			
Marked differences are significant at $p < ,05000$			
Phase	{1}	{2}	{3}
Phase 1 {1}	M=,66800	M=,42200	M=,65200
Phase 2 {2}		0,121336	0,989372
Phase 3 {3}	0,121336		0,152241
	0,989372	0,152241	

Tukey HSD test; Variable: Prot (g/l) (Sérum 3 phases.sta)			
Marked differences are significant at $p < ,05000$			
Phase	{1}	{2}	{3}
Phase 1 {1}	M=36,240	M=31,200	M=45,000
Phase 2 {2}		0,241372	0,029195
Phase 3 {3}	0,241372		0,001558
	0,029195	0,001558	

## 6. Multiples comparaisons

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Gly (g/l) (Sérum 3 phases)			
Independent (grouping) variable: Phase			
Kruskal-Wallis test: $H(2, N=15) = 10,10304$ $p = ,0064$			
Depend.:	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Gly (g/l)	R:12,800	R:3,9000	R:7,3000
Phase 1		0,004955	0,155490
Phase 2	0,004955		0,687996
Phase 3	0,155490	0,687996	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Trig (g/l) (Sérum 3 phases)			
Independent (grouping) variable: Phase			
Kruskal-Wallis test: $H(2, N=15) = 7,353131$ $p = ,0253$			
Depend.:	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Trig (g/l)	R:3,6000	R:9,8000	R:10,600
Phase 1		0,085132	0,039985
Phase 2	0,085132		1,000000
Phase 3	0,039985	1,000000	

## 1. Test ANOVA (poids moyen)

Univariate Tests of Significance for Weight (g) (Poids de 50 sujets)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	540299807	1	540299807	522432,9	0,000000
Week	261453768	7	37350538	36115,4	0,000000
Error	405406	392	1034		

ANNEXES

Week; Weighted Means (Poids de 50 sujets 1 colonne.sta Current effect: F(7, 392)=36115., p=0,0000 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Week	Weight Mean	Weight Std.Err.	Weight -95,00%	Weight +95,00%	N
1	1	116,8	1,1	114,634	118,966	50
2	2	299,8	0,7	298,381	301,219	50
3	3	509,1	1,6	505,803	512,317	50
4	4	900,9	2,1	896,570	905,150	50
5	5	1201,5	2,8	1195,849	1207,111	50
6	6	1696,9	3,5	1689,862	1703,938	50
7	7	2083,4	6,5	2070,393	2096,487	50
8	8	2489,4	9,7	2469,879	2508,921	50

Tukey HSD test; variable Weight (Poids de 50 sujets 1 colonne.sta Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1034,2, df = 392,00										
Cell No.	Week	Weight Mean	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	116,800	****							
2	2	299,800		****						
3	3	509,060			****					
4	4	900,860				****				
5	5	1201,480					****			
6	6	1696,900						****		
7	7	2083,440							****	
8	8	2489,400								****

Alimentation et Paramètres biochimiques chez le Poulet de chair

*Annexes 04* : diagnostic lésionnel (Photos personnelles).

1. Diagnostic lésionnel de colibacillose.



2. Diagnostic lésionnel de coccidiose.



**Annexe 05** : les résultats des analyses de laboratoire des échantillons.

		Glycémie (g/l)	Protides (g/l)	Cholestérol (g/l)	Triglycéride (g/l)	HDL (g/l)	LDL (g/l)	Calcium (mmol/l)	Magnésium (mmol/l)
PHASE DE DEMARRAGE	1	3,08	37,5	1,40	0,31	0,53	0,70	2,38	0,96
	2	2,35	30,6	1,14	0,44	0,60	0,46	2,64	1,01
	3	3,96	37,2	1,73	0,23	0,60	1,08	2,47	0,85
	4	2,59	37,1	1,12	0,29	0,55	0,48	2,42	0,95
	5	2,55	38,8	1,38	0,30	0,56	0,62	2,83	0,93
PHASE DE CROISSANCE	1	2,09	39	0,86	0,38	0,50	0,39	2,69	0,90
	2	1,51	33	0,91	0,40	0,52	0,38	2,91	0,92
	3	1,83	30	0,82	1,01	0,45	0,33	2,85	1,11
	4	2,31	28	1,04	0,92	0,55	0,52	2,65	0,91
	5	2,24	26	0,98	0,68	0,46	0,49	2,89	1,01
PHASE DE FINITION	1	2,32	40	0,98	0,43	0,51	0,42	2,40	1,12
	2	2,40	49	1,42	0,78	0,49	0,82	2,88	1,2
	3	2,24	40	1,25	0,69	0,47	0,60	2,62	1,00
	4	2,26	52	1,45	0,70	0,56	0,82	2,73	1,00
	5	2,19	44	1,13	0,69	0,57	0,60	2,73	1,10

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Anonyme, 2010:**

cours d'endocrinologie humaine.

**Belabas H., 2007:**

Dynamique de croissance des organes du poulet de chair. Thèse de magister F.S.V Batna.

Page 50-52.

**Bigot k., Tesseraud S., Taouis M., Picard M., 2001:**

Alimentation neonatal et developement precoce du poulet de chair. *INRA Prod., Anim., 14, 219-230.*

**Bismuth D., 2006 :**

Cours sur le système digestif des oiseaux, dans Ornithomedia, d'après University of Maryland

**Bludgen A., et collaborateurs, 1996:**

Aviculture semi-industrielle en climat subtropical, guide pratique, les presses agronomiques de Gembloux, 45-48.

**Brugere-Picoux J., 1973:**

Evolution et fonctions du système lymphoïde des caecumes de la pintade (*Numidia meleagridis*). Rapport DEA, Université Paris VI.

**Brugere-picoux J., et Silim A., 1992 :**

Particularités de la physiologie des oiseaux, manuel de pathologie aviaires, Maison Alfort, page 15-24.

**Carre B., 2000 :**

Effets de la taille des particules alimentaires sur les processus digestifs chez les oiseaux d'élevage. *INRA Prod.Anim., 13, 131-136.*

**Clemens E.T., Stevens C.E., Southworth M., 1975:**

Sites of organic acid production and pattern of digesta movement in the gastro intestinal tract of geese.. *J. Nutr., 105, 1341-1350*



**CREAD 2010:**

Centre de recherche en économie appliquée pour le développement. Division Agriculture.  
Territoire et environnement, Alger.

**Denbow M., 2000 :**

Gastrointestinal anatomy and physiology in sturkie's avian physiology, ed., PressA.

**Djerou Z., 2006:**

Influences des conditions d'élevages sur les performances chez le poulet de chair. Thèse de magister F.S.V El-Kheroub. Pages 94, 102, 108.

**Erich K., 1975:**

Physiologie des animaux domestiques, édition 1975, Vigot Frères. Pages 330-351.

**Ferrando C., Vergara P., Jimenez M., Gonalons E., 1987 :**

Study of the rate of passage of food with chromium-mordanted plants celles in chickens (*Gallus gallus*). *Quarterly J. Exp. Physiol.*, 72, 251-259.

**Fontaine M., 1995 :**

VADE-MECUM du Vétérinaire, XVI édition, page 876.

**Guerrin J., et Boissieu L.C., 2006 :**

L'autopsie en pathologie aviaire, dans élevage et sante avicole et cunicole- Ecole Nationale Veterinaire de Toulouse.

**Hassan I., et Leclercq B., 1971:**

Facteurs alimentaires favorables à la stéatose par suralimentation du poulet. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 12 (1), 69-76.

**Hazelwood R.L., 1986:**

Carbohydrate metabolism Sturkie P.P. (Ed). Avian physiology 4<sup>th</sup> Ed., Cornell University-press, New-York. USA, 303-325.

**Hermier M., et Chapman J., 1985:**

Lipoproteines plasmatiques et engraissement: description d'un model chez le poulet domestique (*Gallus domesticus*). *Repr. Nutr. Dvpt.*, 25 (1B), 235-241.

**Huart A., 2004 :**Alimentation : les besoins du poulet de chair, dans Eco-Congo agriculture, page 1-5.

**Institut de Sélection Animale, 2008:**

Guide d'élevage de poulet de chair, édition L-1020-02 Août 2008, Lyon- France page 1-8, 60-65.

**Institut National de Recherches Agronomique, 2004:**

Aliment composé pour volailles, d'après *INRA France* 2004.

**Keller J., 1969:**

Croissance pondérale des poulets en fonction de la consommation de la ration de croissance.

*Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 9 (3), 393-404.

**Koolman J., Rochm K.H., 2004:**

Color atlas of biochemistry, 2<sup>nd</sup> edition 2005, edition Flexibook, page 46-56, 162-172.

**Larbier M., et collaborateurs, 1991:**

Alimentation des monogastriques: porc, lapin et volailles, 2<sup>e</sup> édition, revue et corrigée, *INRA* 1991, page 80-90.

**Larbier M., et Leclercq B., 1992:**

Nutrition et alimentation des volailles. *INRA*, page 18, 63-66, 95-96, 112-120.

**Leclercq B., et Beaumont, 2000:**

Etude par simulation de la réponse des troupeaux de volailles aux apports d'acides aminés et de protéines. *INRA Prod. Anim.*, 13, 47-59.

**Leclercq B., Simon J., Ricard F.H., 1987:**

Effects of selection for high and low plasma glucose concentration in chickens. *Br. Poult. Sci.*, 28, 557-566.

**Leveille G.A., 1969:**

In vivo fatty acid and cholesterol synthesis in fasted and fasted-refed chickens. *J. Nuir.*, 98, 367-372.

**Leveille G.A., Romsos P.R., Yehy Y., O'Hea E., 1975:**

Lipid biosynthesis in chick, a consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulating mechanisms. *Poult. Sci.*, 54, 1075-1093.

**Lu J.W., McMurtry J.P., Coon C.N., 2007:**

Developmental changes of plasma insulin, glucagon, insulin-like growth factors, thyroid hormones and glucose concentration in chick embryos and hatched chicks. *Poult., Sci.*, 86, 673-683.

**Moreau N., 2007:**

Le bilan alimentaire cation anion : Revue des acquis et utilisation comparée pour la prévention de la fièvre de lait de la vache laitière et de la dyschondroplasie tibiale du poulet. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire, E.N.V d'Alfort. Page 36-38, 60-66.

**Ouarest A., 2008:**

Le soja dans l'alimentation du poulet de chair: Aspect qualitatif et quantitatif. Thèse de magister F.S.V El-Khroub, page 35-73.

**Petit F., 1991:**

Bien être du poulet de chair, paramètres d'ambiance et détermination des caractères physico-chimique de la litière, manuel d'aviculture ed., Rhône-Mérieux, 1991.

**Picard M., Plouzeau M., Faure J.M., 1999:**

Caractéristiques granulométriques des aliments de volailles. *INRA Prod. Anim.*, 13, 117-130.

**Quemeneur P., 1988:**

La production du poulet de chair. Revue du syndicat national des vétérinaires inspecteurs du ministère de l'agriculture Français, (100 à 103) : 241-253.

**Rideau N., Metayer-Constard S., 2012:**

Utilisation périphérique du glucose chez le poulet et le canard: implication pour la croissance et la qualité de la viande. *INRA Prod. Anim.*, 25. (4), 337-350.

**Saidani Z., 2014:**

Effet de la supplémentation de *Yucca schiedigera* sur les performances zootechniques et bilan lipidique chez le poulet de chair. These de P.F.E, I.S.V Blida, page 30-40.

**Sanchez A., Plouzeau M., Rault P., Picard M., 2000 :**

Croissance musculaire et fonction cardio-respiratoire chez le poulet de chair. *INRA Prod. Anim.*, 13, 37-47.

**Sauveur B., Mongin P., Nys Y., Oya A., 1983:**

Effect of different levels of dietary sodium and phosphorus on 4 and 7 week chick growth performances, 28, 325-333.

**Shires A., Thompson J.R., Turner B.V., Kennedy P.M., Goh Y.K., 1987:**

Rate of passage of corn-canola meal and corn-soybean meal diets through the gastrointestinal tract of broiler and white leghorn chickens. *Poult. Sci.*, 66, 289-298.

**Sinsigalli N.A., McMurtry J.P., Cherry J.A., Siegel P.B., 1987:**

Glucose tolerance, plasma insulin and immunoreactive glucagon in chickens selected for high end body weight. *J. Nutr.*, 117, 941-947.

**Sklan D., Dukbrov D., Eisner U., Hurwitz S., 1975:**

<sup>51</sup>Cr-EDTA, <sup>91</sup>Y and <sup>141</sup>Ce as non absorbed reference substance in the gastrointestinal tract of chicken. *J. Nutr.*, 105, 1549-1552.

**Tesseraud S., 1995:**

Métabolisme protéique chez le poulet en croissance. Effets des protéines alimentaires. *INRA Prod. Anim.*, 8 (3), 197-212.

**Tesseraud S., et Temmim S., 1999:**

Modification métaboliques chez le poulet de chair en climat chaud: conséquences nutritionnelles. *INRA Prod. Anim.*, 12 (5), 353-363.

**Treut, 2001:**

Les protéines plasmatiques, cours de sémiologie biochimique, université de Rennes, France.

**Vergara P., Ferrando C., Jimenez M., Fernandez E., Gonalons E., 1989 :**

Factors determining gastro intestinal transit time of several markers in broiler chickens. *Quarterly J. Exp. Physiol.*, 74, 867-874.

**Villate D., 2001 :**

Maladie des volailles, 2<sup>e</sup> édition de France Agricole, page 27-37.

**Warner A.C.I., 1981:**

Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. *Nutr. Abstr. Rev. Series B.*,  
51, 789-820.